



Estudio Patológico de la Caseta de Control en la Subestación Eléctrica Guabinas en el

Municipio de Yumbo – Valle del Cauca

Ing. Andrés Camilo Suárez Escobar

Ing. Janneth Pinzón Galvis

Arq. Loorcin Sánchez Lozano

Ing. Miguel Steven Gómez Aristizábal

Docente:

Arq. Mg. Manuel Fernando MartínezForero

Especialización en Patología de la Construcción

Decanatura de División Abierta y a Distancia

Universidad Santo Tomas

Cali – Valle del Cauca

2024



Resumen

El presente documento desarrolla el estudio patológico de la caseta de control en la subestación eléctrica Guabinas del municipio de Yumbo en el Valle del Cauca, la cual corresponde a pórticos resistentes a momentos y posee un deterioro importante en sus elementos no estructurales.

La caseta de control fue construida en el 2019 por la empresa de energía CELSIA para el funcionamiento de la subestación de 34.5 KV/13.2 KV, desde su construcción no ha sufrido modificaciones y/o restauraciones ante diferentes lesiones presentadas, según lo estudiado durante el desarrollo de la especialización en Patología de la Construcción ofertada por la Universidad Santo Tomás y lo estipulado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 se realizan visitas de campo y ensayos de laboratorio determinando el estado actual de la estructura y proponiendo una posible metodología de restauración de esta.

Abstract

This document develops the pathological study of the control booth at the Guabinas electrical substation in the municipality of Yumbo in Valle del Cauca, which corresponds to moment-resistant frames and has significant deterioration in its non-structural elements.

The control house was built in 2019 by the energy company CELSIA for the operation of the 34.5 KV/13.2 KV substation, since its construction it has not undergone modifications and/or restorations due to different injuries presented, as studied during development of the specialization in Construction Pathology offered by the Santo Tomás University and what is stipulated in the Colombian Regulations for Earthquake Resistant Construction NSR-10, field visits and laboratory tests are carried out. determining the current state of the structure and proposing a possible restoration methodology for it.

Tabla de contenido

Resumen.....	2
Abstract	3
Lista de Figuras.....	8
Lista de Tablas	12
1. Introducción.....	13
2. Objetivos.....	14
2.1. Objetivo general	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. Justificación	15
4. Alcance del proyecto	16
5. Metodología propuesta	18
5.1. Descripción de la selección del paciente.....	18
5.2. Preparación y planteamiento del estudio.....	18
6. Historia clínica.....	21
6.1. Datos específicos del estudio Patológico	21
6.1.1. Responsables del estudio patológico	21
6.1.2. Fecha de realización del estudio	21
6.2. Datos generales del inmueble o paciente, su contexto y su localización.	21
6.2.1. Datos generales	22
6.2.2. Contexto	22
6.2.3. Localización.....	23
6.3. Uso previsto actual	24

6.4.	Sistema constructivo y estructural.....	25
6.5.	Normativa actual que lo rige	26
6.6.	Datos generales del entorno	28
6.7.	Medio Ambiente	29
6.7.1.	Áreas verdes	29
6.7.2.	Climograma	30
6.7.2.1.	Temperatura	31
6.7.2.2.	Precipitación	31
6.7.2.3.	Vientos	31
6.8.	Datos específicos del paciente.....	32
6.8.1.	Descripción de patologías	32
6.8.1.1.	Humedad.....	33
6.8.1.2.	Fisuras y grietas	35
6.9.	Información existente	41
6.10.	Estado general de la conservación.....	41
6.11.	Topografía.....	43
6.12.	Arquitectura	44
6.12.1.	Plantas arquitectónicas.....	44
6.12.2.	Fachadas arquitectónicas	46
6.12.3.	Cortes arquitectónicos	49
6.13.	Estructura.....	50
6.13.1.	Sistema de resistencia sísmica	50
6.13.2.	Elementos no estructurales	54

6.14.	Clasificación de la estructura.....	55
6.14.1.	<i>PBOT</i>	55
6.14.1.1.	Descripción técnica subestación guabinas 34.5/13.2kv:	56
6.14.2.	<i>Reglamento NSR-10</i>	57
6.15.	Estudio de suelos	58
6.15.1.	<i>Geología y tectónica</i>	58
6.15.2.	<i>Geología local</i>	58
6.16.	Datos sísmicos	62
7.	Diagnóstico Patológico.....	67
8.	Propuestas de intervenciones.....	76
8.1.	Estabilización de la estructura.....	76
8.1.1.	<i>Inyección de Resinas Expansivas</i>	78
8.2.	Corrección sistema de aguas lluvias caseta de control.....	83
8.3.	Reparación fisuras y grietas en muros.....	87
8.4.	Reparación de Impermeabilización losa aligerada de cubierta	91
9.	Presupuesto de Intervención.....	93
	Conclusiones	98
	Bibliografía	100
	Anexos	104
	Anexo 1. Ficha descriptiva de historia clínica: causa primaria.....	104
	Anexo 2. Planos de diagnósticos: causas primarias	104
	Anexo 3. Registro fotográfico	104
	Anexo 4. Estudio topográfico.....	104



Anexo 5. Estudio de suelos 2018	104
Anexo 6. Memoria de cálculo estructural	104
Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos	104
Anexo 8. Fichas técnicas productos	104
Anexo 9. Estudio de suelos 2024	104

Lista de Figuras

Figura 1: Contexto	23
Figura 2: Localización General.....	23
Figura 3. Localización General SE Guabinas	24
Figura 4. Localización Puntual del Paciente.....	24
Figura 5. Isométrico de la estructura y fundación de la subestación	25
Figura 6. Imagen de referencia del Reglamento NSR-10	27
Figura 7. Títulos contenidos dentro del Reglamento NSR-10.....	27
Figura 8: Contexto del Predio	29
Figura 9. Áreas verdes	30
Figura 10: Climograma Anual de Yumbo	30
Figura 11: Rosa de los Vientos de Yumbo	32
Figura 12: Topografía del Predio Objeto	43
Figura 13: Planta Arquitectónica de Único Nivel	45
Figura 14: Planta Arquitectónica de Cubierta.....	46
Figura 15: Fachada 1	47
Figura 16: Fachada 2.....	47
Figura 17: Fachada 3.....	48
Figura 18: Fachada 4.....	48
Figura 19: Corte 1	49
Figura 20: Corte 2	49
Figura 21: Corte 3	50

Figura 22. Planta de cimentación.....	51
Figura 23. Planta de losa aligerada de cubierta.....	51
Figura 24. Pila de cimentación.....	52
Figura 25. Columna zona confinada	52
Figura 26. Columna zona no confinada	52
Figura 27. Viga de cimentación T1 zona confinada.....	52
Figura 28. Viga de cimentación T1 zona no confinada.....	52
Figura 29. Viga de cimentación T2.....	53
Figura 30. Viga aérea T1 zona confinada	53
Figura 31. Viga aérea T1 zona no confinada	53
Figura 32. Viga aérea T2 zona confinada	53
Figura 33. Viga aérea T2 zona no confinada	53
Figura 34. Viga aérea T3 zona confinada	54
Figura 35. Viga aérea T3 zona no confinada	54
Figura 36. S.T. Vigüeta	54
Figura 37. Vigüeta tipo riostra	54
Figura 38. Planta de ubicación de dovelas de refuerzo y anclaje en mampostería.....	55
Figura 39. Grupo de uso Reglamento NSR-10	57
Figura 40. Geología local.....	59
Figura 41. Figura A.2.3-1, Reglamento NSR-10	62
Figura 42. Apéndice A-4 Reglamento NSR-10.....	63
Figura 43. Tabla A.3-3 Reglamento NSR-10.....	63
Figura 44. Tabla A.2.4-1 Reglamento NSR-10.....	64

Figura 45. Tabla A.2.4-3 Reglamento NSR-10	65
Figura 46. Tabla A.2.4-4 Reglamento NSR-10	65
Figura 47. Coeficiente de importancia Reglamento NSR-10	65
Figura 48. Espectro de diseño usado en el diseño del proyecto.....	66
Figura 49. Fisura en losa de contrapiso	71
Figura 50. Fisura diagonal en muro de fachada.....	72
Figura 51. Instalación de tuberías durante el proceso constructivo	73
Figura 52. Afectaciones a suelo de cimentación por excavaciones durante el proceso constructivo	73
Figura 53. Excavaciones adicionales por instalación de tuberías durante el proceso constructivo	74
Figura 54. Efecto de Asentamiento Diferencial en un Edificio	77
Figura 55. Planta de ubicación de dovelas de refuerzo y anclaje en mampostería.....	79
Figura 56. Fisuras en dilataciones de losa de contrapiso	79
Figura 57. Fisuras en dilataciones de losa de contrapiso	79
Figura 58. Procedimiento de inyección	80
Figura 59. Perforación para inyección.....	80
Figura 60. Penetración para inyección.....	81
Figura 61. Inyección	82
Figura 62. Ejemplos de inyección en losas	82
Figura 63. Ejemplos de inyección en losas	82
Figura 64. Replanteo de tubería propuesta	85
Figura 65. Fisuras en muros de mampostería	88

Figura 66. Fisuras en muros de mampostería	88
Figura 67. Fisuras en muros de mampostería	88
Figura 68. Ubicación fisuras en mampostería.....	88
Figura 69. Limpieza de fisura	89
Figura 70. Corte de acabado en fisuras	90
Figura 71. Relleno de fisura.....	90
Figura 72. Humedad en cubierta.....	91
Figura 73. Ubicación de humedad de mayor afectación.....	91
Figura 74. Retiro de manto	92

Lista de Tablas

Tabla 1. Personal A Cargo del Estudio.....	21
Tabla 2. Ficha de humedad	34
Tabla 3. Ficha 1 de fisuras y grietas.....	35
Tabla 4. Ficha 2 de fisuras y grietas.....	36
Tabla 5. Ficha 3 de fisuras y grietas.....	37
Tabla 6. Ficha 4 de fisuras y grietas.....	38
Tabla 7. Ficha 5 de fisuras y grietas.....	39
Tabla 8. Ficha 6 de fisuras y grietas.....	40
Tabla 9. Coordenadas de linderos	43
Tabla 10. Cuadro de áreas	45
Tabla 11. Secciones transversales en elementos estructurales	52
Tabla 12. Resumen de datos sísmicos.....	66
Tabla 13. Comparativa de estudios de suelos	68
Tabla 14. Presupuesto de intervención.....	93
Tabla 15. APU No.1	94
Tabla 16. APU No.2	95
Tabla 17. APU No.3	96
Tabla 18. APU No.4	97

1. Introducción

El ejercicio de la ingeniería y la construcción en nuestro país, después de los eventos patológicos sucedidos en ciudades como Cartagena, Medellín y Barranquilla, ha generado que se desarrollen una cantidad importante de decretos y actualizaciones en nuestro Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes – NSR 10, las cuales han permitido controlar, supervisar y mejorar la calidad de las estructuras que hoy en día se han desarrollado en el territorio nacional.

La Subestación eléctrica Guabinas 34.5 KV / 13.2 KV se encuentra ubicada en el municipio de Yumbo y fue construida en el año 2019. El presente trabajo obedece al estudio patológico en el cual se enmarca la identificación de lesiones, calificación y caracterización de estas, con énfasis en los conocimientos adquiridos durante la Especialización en patología de la construcción como también el reglamento colombiano de construcción sismorresistente NSR-10.

Se evaluará de manera responsable y con criterio la documentación As Built, documentos descriptivos del proyecto, sistema de cimentación original, concordancia con la construcción cómo también calidad de la construcción de la estructura, el estado de conservación de esta y dado el caso ocurrencias de asentamientos y su efecto en la estructura.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Desarrollar un análisis técnico de la caseta de control de la Subestación Eléctrica Guabinas 34.5kV /13.2 kV, considerando la revisión de las patologías presentes y el diagnóstico integral de su estado actual herramientas y metodologías apropiadas, elaborando una propuesta tanto técnica y económicamente viable, para una futura intervención, garantizando su funcionalidad y seguridad a largo plazo.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar y clasificar las lesiones presentadas en la edificación.
- Diagnosticar la estructura mediante ensayos de laboratorio (destructivos / no destructivos).
- Presentar propuesta de intervención según análisis obtenidos.
- Elaborar presupuesto estimado para la intervención según análisis realizados.

3. Justificación

En el municipio del Valle del Cauca, Yumbo, se encuentra ubicada la Subestación Guabinas, en la cual se encuentran trabajando 2 personas desempeñando el rol de operadores. Esta construcción ha sufrido varias lesiones en elementos estructurales cómo también en las no estructurales, para lo cual es un riesgo para las personas que trabajan a diario en la subestación, la empresa CELSIA se encuentra preocupada por la seguridad del personal y en el comportamiento estructural de la edificación (estabilidad, duración).

Este documento técnico abarca los estudios realizados en la estructura, donde se pone en práctica el conocimiento adquirido mediante visitas en campo, análisis de resultados obtenidos, diagnósticos del paciente, propuestas de intervención.

4. Alcance del proyecto

El presente estudio tiene como alcance principal el análisis integral de las condiciones patológicas de la caseta de control de la Subestación Eléctrica Guabinas 34.5kV / 13.2 kV, ubicada en el municipio de Yumbo departamento del Valle del Cauca, con un área de 186.40 m². Este análisis se centrará en identificar, clasificar y diagnosticar las patologías estructurales, funcionales y relacionadas con el sistema de drenaje de la edificación, siguiendo criterios técnicos y normativos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente (NSR-10).

Con el propósito de alcanzar este análisis, se llevará a cabo un proceso sistemático que incluye:

- **Recolección de información preliminar**, mediante visitas de campo para la inspección visual de la edificación, abarcando tanto las lesiones estructurales como el estado y funcionamiento del sistema de drenaje, así como la elaboración de fichas descriptivas de las lesiones observadas.
- **Caracterización y evaluación técnica**, utilizando ensayos no destructivos, como inspecciones visuales, mediciones y análisis especializados. Esto incluye la realización de un estudio de suelos para verificar la correspondencia entre las condiciones actuales del terreno y las características iniciales del mismo en la etapa de diseño de la subestación.

El estudio se limita exclusivamente a la caseta de control de la Subestación Eléctrica Guabinas y al área correspondiente, manteniéndose dentro del marco académico y utilizando los conceptos, criterios y herramientas adquiridos durante la especialización. Los resultados obtenidos se traducirán en una propuesta técnica de intervención que promueva la funcionalidad, seguridad y sostenibilidad de la edificación.

5. Metodología propuesta

La metodología desarrollada para este proyecto se basa en el método analítico-sintético, comenzando con la recopilación y análisis de datos específicos de las lesiones presentes en la caseta de control de la Subestación Guabinas 34.5 kV /13.2 kV, continuando con la síntesis de un diagnóstico integral que permita comprender las causas, naturaleza y efectos de las patologías observadas y, por último, se formularan propuestas de intervención técnicamente viable.

5.1.Descripción de la selección del paciente

La subestación eléctrica Guabinas 34.5 KV / 13.2 KV, ubicada en el barrio Guabinas del municipio de Yumbo, se seleccionó como paciente, debido a las lesiones estructurales y no estructurales detectadas en la caseta de control. Al tratarse de una estructura clasificada como Grupo – Edificaciones indispensables de acuerdo con la normatividad vigente, estas lesiones deben ser mínimas o inexistentes, dadas las exigencias de seguridad y funcionalidad requeridas para este tipo de instalaciones.

5.2.Preparación y planteamiento del estudio

Para llevar a cabo el análisis, se definieron las siguientes etapas:

1. Inspección preliminar:

- Inspección visual detallada de la caseta de control de la Subestación Guabinas 34.5kV/13.2kV, para identificar lesiones estructurales y no estructurales, así como el estado general de la conservación de la edificación.
- Elaboración de fichas descriptivas que registran la ubicación, características, magnitud y posible de cada lesión detectada.

2. Recopilación de la información:

- Análisis de los documentos técnicos relacionados, incluyendo estudios de suelos, planos arquitectónicos, estructurales y memorias de cálculo y resultados de ensayos previos de control de resistencias de concreto.
- Consulta de información proporcionada por la empresa CELSIA SA ESP para garantizar la integridad del análisis.

3. Gestión de Permisos y autorizaciones:

- Obtención de las autorizaciones necesarias para la ejecución del estudio, bajo la colaboración de la Ing. Janeth Pinzón quien es integrante del grupo, que trabaja en la empresa propietaria del inmueble.

4. Definición del equipo y medios de trabajo:

- El equipo técnico está conformado por los autores de este estudio, quienes cuentan con la experiencia necesaria para desarrollar cada fase del proyecto.

- Se seleccionará las herramientas y métodos apropiados para la exploración y evaluación, priorizando ensayos no destructivos, en este caso estudio de suelos.

5. Diagnóstico del paciente:

- Integración de los datos recolectados durante la inspección visual y los ensayos no destructivos para identificar las causas y dimensión de las lesiones
- Síntesis de los resultados en un diagnóstico técnico que relacione los síntomas observados con sus posibles causas y efectos a largo plazo.

6. Propuesta de intervención:

- Formulación de soluciones técnicas basadas en el diagnóstico integral, que incluyan medidas correctivas para mitigar las lesiones identificadas y prevenir futuras afectaciones.
- Selección de la propuesta más adecuada, considerando su viabilidad técnica, económica y sostenibilidad, con el objetivo de garantizar la seguridad y operatividad de la subestación a largo plazo.

6. Historia clínica

6.1. Datos específicos del estudio Patológico

6.1.1. Responsables del estudio patológico

El estudio y prediagnóstico patológico de la Subestación Eléctrica Guabinas, ubicada en el Municipio de Yumbo, en el Departamento del Valle del Cauca, Km1 vía a Santiago de Cali, estarán a cargo de los siguientes profesionales:

Tabla 1. Personal A Cargo del Estudio

Personal del estudio	
Nombre	Profesión
Andrés Camilo Suarez Escobar	Ing. Civil – Esp. en Estructuras
Janneth Pinzón Galvis	Ing. Civil
Loorcin Sánchez Lozano	Arquitecto
Miguel Steven Gómez Aristizábal	Ing. Materiales

Fuente: Propia

6.1.2. Fecha de realización del estudio

El estudio se realiza durante la vigencia del año 2024, iniciando el día 2 de marzo, continuando el desarrollo y posterior finalización en el mes de diciembre.

6.2. Datos generales del inmueble o paciente, su contexto y su localización.

6.2.1. Datos generales

El inmueble cuenta con las siguientes características:

- Área Bruta: 32.055 m²
- Área Construida: 1.533 m²
- Área de paciente: 135.71m²
- Uso: Comercial e industrial.
- Tipo: Subestación eléctrica.
- Sistema Estructural: Pórticos resistentes a momento.
- No. De Pisos: 1 (uno).
- Antigüedad: 6 años.

6.2.2. Contexto

El inmueble se encuentra rodeado por diferentes usos de suelo (residencial e industrial), también cabe destacar que se localiza una zona boscosa al costado norte. El área residencial consta de varios conjuntos residenciales en altura, incluyendo zonas verdes y zonas de comercio. La zona industrial se caracteriza por subestaciones eléctricas, parqueaderos para vehículos de carga, empresas de fabricación de partes automotrices, entre otros.

El acceso se realiza a través de una vía secundaria pavimentada que comunica con la vía principal calle 10, que comunica el Municipio de Yumbo con la ciudad de Santiago de Cali.



Figura 1: Contexto

Fuente: (Google LLC, 2024)

6.2.3. Localización

El predio se ubica en el Departamento del Valle del Cauca, Municipio de Yumbo, sector denominado Guabinas, en el Km 1 de la vía que conduce hacia la ciudad de Santiago de Cali (Calle 10).

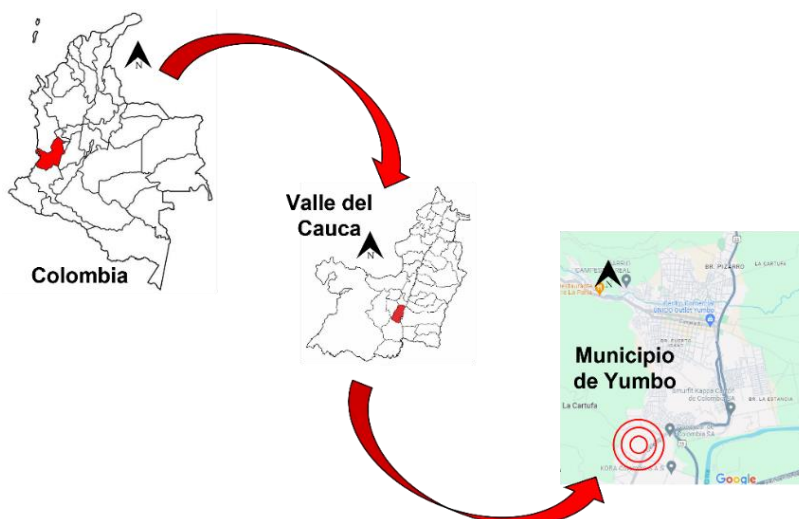


Figura 2: Localización General

Fuente: Propia

En el inmueble, se encuentra ubicada la Subestación Eléctrica Guabinas, perteneciente a la empresa EPSA (ahora CELSIA Colombia), la cual es la empresa de energía del Grupo Argos.



Figura 3. Localización General SE Guabinas

Fuente: (Google LLC, 2024)

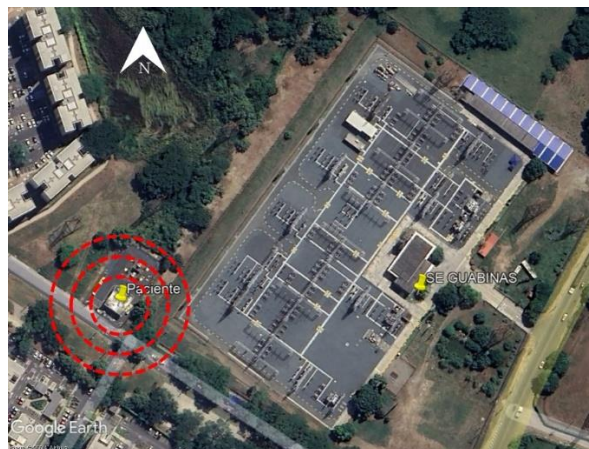


Figura 4. Localización Puntual del Paciente

Fuente: (Google LLC, 2024)

6.3. Uso previsto actual

El predio objeto funciona como una subestación eléctrica, siendo la edificación (paciente) funciona como control y media tensión para los transformadores, la cual distribuye energía.

Según la NSR 10, Título A Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente, las subestaciones eléctricas pertenecen al Grupo IV – Edificaciones Indispensables: edificaciones de centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos.

6.4. Sistema constructivo y estructural

El sistema estructural de la subestación corresponde a un sistema de pórticos resistentes a momento con capacidad de disipación especial de energía (DES), conformado por columnas y vigas en concreto de 24.5 MPa.

La cimentación de la estructura se conforma de pilas y dados amarrados entre sí perimetralmente por vigas de cimentación.

La cubierta corresponde a un sistema de losa aligerada en una dirección con viguetas, el acabado final de este se establece por una pendiente de 0.5% en mortero y la impermeabilización con manto con foil de aluminio, controlando con las aguas lluvias que pudieran afectar a la estructura.

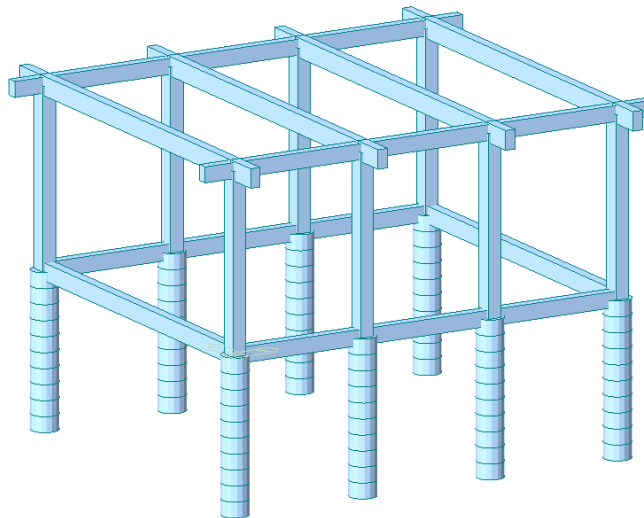


Figura 5. Isométrico de la estructura y fundación de la subestación

Fuente: Anexo 6. Memoria de cálculo estructural

Los muros de fachada y divisorios corresponden a elementos no estructurales los cuales están aislados de los pórticos estructurales con una separación a modo de junta para permitir la libre deformación de estos. Dichos muros están anclados a la losa de piso y a las vigas aéreas y están conformados por mampostería de perforación vertical disponiendo allí el refuerzo de anclajes.

6.5. Normativa actual que lo rige

Desde el ámbito estructural La ley 400 de 1997 – Por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes, rige la estructura en estudio y el objeto de dicha ley establece que: La presente Ley establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos.

Con lo anterior se conforma el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente el cual su versión vigente corresponde a la actualización efectuada en el año 2010 y complementada con los decretos modificatorios establecidos hasta el año 2021.



Figura 6. Imagen de referencia del Reglamento NSR-10

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

A continuación, se relacionan los títulos que conforman el Reglamento NSR-10 y a su vez aplicables a la estructura de estudio:

A.1.2 — ORGANIZACIÓN DEL PRESENTE REGLAMENTO
A.1.2.1 — TEMARIO — El presente Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, NSR-10, está dividido temáticamente en los siguientes Títulos, de acuerdo con lo prescrito en el Artículo 47 de la Ley 400 de 1997, así:
TÍTULO A — Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente
TÍTULO B — Cargas
TÍTULO C — Concreto estructural
TÍTULO D — Mampostería estructural
TÍTULO E — Casas de uno y dos pisos
TÍTULO F — Estructuras metálicas
TÍTULO G — Estructuras de madera y Estructuras de guadua
TÍTULO H — Estudios geotécnicos
TÍTULO I — Supervisión técnica
TÍTULO J — Requisitos de protección contra el fuego en edificaciones
TÍTULO K — Otros requisitos complementarios

Figura 7. Títulos contenidos dentro del Reglamento NSR-10

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

Además de lo anterior por la ubicación y el tipo de uso de la estructura de estudio rigen las siguientes normativas:

- NTC 2050, Código Eléctrico Colombiano.
- RETIE, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- NTC 3475, Electrotecnia, Tableros Eléctricos.
- Acuerdo 0028 de 2001, Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Yumbo.
- NTC 1461, Colores y Señales de Seguridad.
- NFPA 101, Código de Seguridad Humana.
- Resolución CREG-140-2014, Resolución CREG 011 de 2009, Resolución CREG 093 de 2012 y Resolución CREG 063 de 2013
- Resolución CRC 4245 de 2013 y Resolución CRC 5890 de 2020
- Acuerdo CNO 518 de 2011.
- Normas IEC, ANSI, IEEE, NTC y ASTM

6.6. Datos generales del entorno

La subestación eléctrica cuenta con una serie de edificaciones de 1 (un) piso. En su costado occidental, se localiza la edificación destinada como “paciente”, la cual funciona como edificio de control y media tensión para los transformadores.

El predio del paciente (ahora denominado como Edificio de Control), cuenta con área bruta de 1.267 m² y la edificación (objeto de este estudio), tiene un área de 135.71 m². Al norte

linda con zona boscosa, al oriente linda con vía principal (calle 10), al sur linda con vía secundaria y al occidente linda con el Conjunto Residencial Lorica.

En el sector, al frente de la vía principal, se ubican otras construcciones de uso industrial como un parque solar perteneciente a la misma empresa (CELSIA), así mismo, en la zona se caracteriza por un gran número de edificaciones residenciales en altura de 5 o más pisos, parques y comercio.



Figura 8: Contexto del Predio

Fuente: (Google LLC, 2024)

6.7. Medio Ambiente

6.7.1. Áreas verdes

El sector cuenta con una extensa zona verde, dominada por una extensa zona boscosa que bordea el predio y capas vegetales en los alrededores de los edificios residenciales.



Figura 9. Áreas verdes

Fuente: (Google LLC, 2024)

6.7.2. Climograma

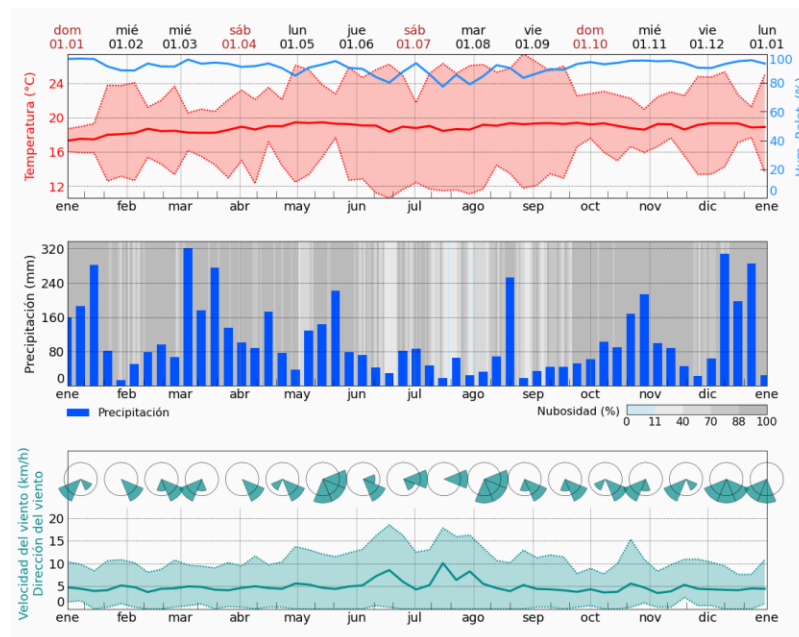


Figura 10: Climograma Anual de Yumbo

Fuente: (Meteoblue, 2023)

6.7.2.1. Temperatura

En los meses abril, mayo, octubre y noviembre, las temperaturas en Yumbo alcanzan su pico superior a los 30°C, mientras los meses de enero, julio y agosto, se presentan temperaturas por debajo de los 20°C. La temperatura media en el día está entre los 24 y 27°C; la temperatura media nocturna es de 16 a 21°C.

6.7.2.2. Precipitación

Los meses donde se presentan más lluvias son los meses de enero, marzo, septiembre y diciembre, superando los 240 mm; por otro lado, los meses de febrero, julio y agosto, son los que presentan la menor cantidad de lluvia, por debajo de los 40mm.

6.7.2.3. Vientos

Entre junio y agosto, se presentan los picos más altos en velocidad de viento, alcanzando casi los 20 km/h, sin embargo, entre mayo y junio, agosto y septiembre, y diciembre y enero, se evidencia las mayores cortinas de vientos provenientes del sur y este.

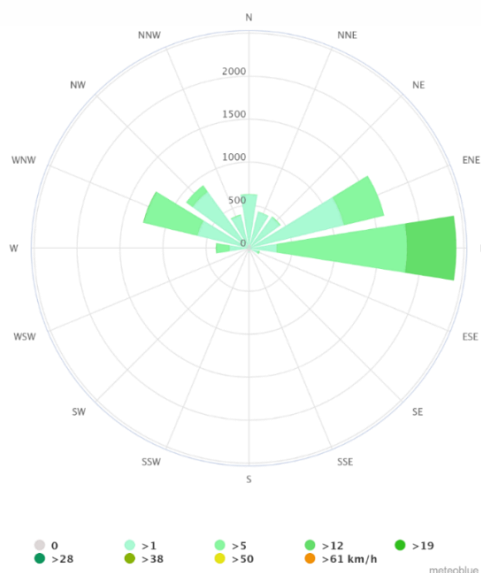


Figura 11: Rosa de los Vientos de Yumbo

Fuente: (Meteoblue, 2023)

6.8.Datos específicos del paciente

La subestación eléctrica Guabinas, clasificada como una edificación indispensable Grupo IV según la normativa vigente, presenta diversas patologías que comprometen su estado estructural y funcional. Estos problemas fueron detectados durante la inspección visual detallada realizada en una visita técnica.

6.8.1. Descripción de patologías

Durante la inspección visual detallada de la caseta de control, se llevaron a cabo las siguientes actividades para identificar lesiones estructurales y no estructurales, así como evaluar el estado general de conservación de la edificación:

Elaboración de fichas descriptivas: se documentaron de manera sistemática la ubicación, características, magnitud y posible de cada lesión detectada, permitiendo una caracterización precisa de las patologías presentes en la estructura.

Como resultado, se identificaron las siguientes patologías principales:

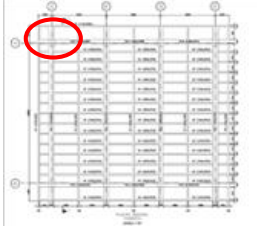
En visita realizada a la Subestación Eléctrica Guabinas, se realizó inspección visual y se encontraron las siguientes patologías y lesiones:

6.8.1.1. Humedad

Se detectaron problemas significativos de humedad originados por el mal funcionamiento o ausencia de sistemas de evacuación adecuados, como las bajantes de aguas lluvias provenientes de la cubierta. Estas deficiencias han generado acumulación de agua en zonas críticas de la estructura, lo que favorece la aparición de filtraciones, eflorescencias y deterioro de los materiales de construcción. Este problema no solo afecta la estética de la edificación, sino que también puede comprometer la durabilidad de los elementos constructivos si no se interviene a tiempo.



Tabla 2. Ficha de humedad

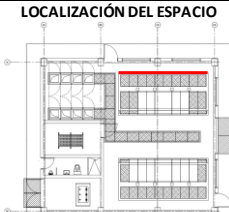
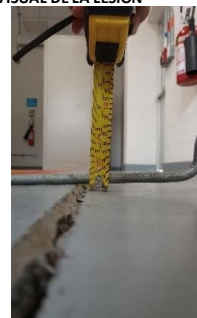
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA				FICHA DESCRIPTIVA COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LESIONES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES			
ESTUDIO REALIZADO POR: ING. CAMILO SUAREZ, ING. JANNETH PINZÓN, ARQ. LOORCIN SÁNCHEZ, ING. MIGUEL GÓMEZ				FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO: MARZO DE 2024		FICHA No.:	## DE ##
INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				INFORMACIÓN DE LA LESIÓN			
CLIENTE: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUABINAS				LESIÓN: Humedad en lamina de superboard			
PROYECTO: ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA CASETA DE CONTROL				UBICACIÓN: Subestación Eléctrica Guabinas			
UBICACIÓN: KM 1 VÍA YUMBO - CALI, VALLE DEL CAUCA				ESPACIO: Exterior			
USO: INDUSTRIAL				SEVERIDAD: ALTA			
SECTOR: URBANO				MODERADA			
FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 2019				BAJA			
EDAD (AÑOS): 5				X			
SISTEMA CONSTRUCTIVO: SISTEMA DE PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS EN CONCRETO REFORZADO. CIMENTACIÓN EN PILOTES CON VIGAS DE AMARRE Y CUBIERA DE LOSA ALIEGERADA EN CONCRETO REFORZADO				TEMPERATURA: 24 y 27°C			
				TIPO DE AMBIENTE: Cálido			
				HUMEDAD RELATIVA: 84%			
				NIVEL: Cubierta			
ELEMENTO ESTRUCTURAL AFECTADO				TIPOLOGÍA DE LA LESIÓN			
PILOTE				TIPO: PRIMARIA (P)			
ZAPATA				SECUNDARIA (S)			
VIGA				FÍSICA			
VIGA CIMENT.				S			
LOSA CIMENT.				QUÍMICA			
¿OTRO ELEMENTO?				MECÁNICA			
				BIOLÓGICA			
ELEMENTO NO ESTRUCTURAL AFECTADO				CAUSA DE LA LESIÓN			
MAMPOSTERÍA				LESIONES DIRECTAS:			
LOSA ALIEGERADA				FÍSICA			
FACHADA				HUMEDAD			
CUBIERTA				ATAQUE FUEGO			
				X			
				SUCIEDAD			
				EROSIÓN			
				AMBIENTE			
				QUÍMICA			
				EFLORESCENCIA			
				CORROSIÓN			
				LIXIVIACIÓN			
				MANCHAS			
				MANCH. ORGÁNICA			
				DESINTEGRACIÓN			
				MECÁNICA			
				FISURA			
				GRIETA			
				FRACTURA			
				TRACCIÓN			
				FLEXIÓN			
				LONGITUD			
				TORSIÓN			
				PUNZONAMIENTO			
				CIZALLAMIENTO			
				COMPR. SIMP.			
				CORTANTE			
				DESPRENDIMIENTO			
				BIOLÓGICA			
				ASENT. SUELO			
				PÉRDIDA ELEMENT.			
				DEFLEXIÓN			
				ANIMAL			
				VEGETAL			
				MUSGO			
LESIONES INDIRECTAS:				PROYECCIÓN			
				MATERIALES			
				USO INDEBIDO			
				CONSTRUCCIÓN			
				MANTENIMIENTO			
				X			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO AFECTADO				REPRESENTACIÓN GRÁFICA O VISUAL DE LA LESIÓN			
Láminas de superboard en la parte inferior de la losa aligerada de la zona externa de la subestación entre los ejes 1E-AE presenta humedades.							
LOCALIZACIÓN DEL ESPACIO							
							
OBSERVACIONES: la humedad evidenciada se reconoce en la ubicación de bajantes de aguas lluvias, por lo que se puede estimar un taponamiento en este sistema generando la afectación de los elementos.				RECOMENDACIONES: Realizar mantenimientos en las canales y bajantes para evitar acumulación de material que impida la circulación de las aguas lluvias.			

Fuente: Propia

6.8.1.2. Fisuras y grietas

Se localizan en muros, losa de contrapiso y losa de cubierta. La orientación de estas lesiones sugiere que son el resultado de un asentamiento diferencial experimentado por la estructura, lo cual indica un origen mecánico.

Tabla 3. Ficha 1 de fisuras y grietas

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA				FICHA DESCRIPTIVA COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LESIONES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES			
ESTUDIO REALIZADO POR: ING. CAMILO SUAREZ, ING. JANNETH PINZÓN, ARQ. LOORCIN SÁNCHEZ, ING. MIGUEL GÓMEZ				FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO: MARZO DE 2024			
INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				INFORMACIÓN DE LA LESIÓN			
CLIENTE: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUABINAS				LESIÓN: GRIETA EN LOSA DE PISO			
PROYECTO: ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA CASETA DE CONTROL				UBICACIÓN: ENTRE EJES BE - DE			
UBICACIÓN: KM 1 VÍA YUMBO - CALI, VALLE DEL CAUCA				ESPACIO: CUARTO DE CELDAS			
USO: INDUSTRIAL				SEVERIDAD: ALTA			
FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 2019				MODERADA			
SECTOR: URBANO				BAJA			
EDAD (AÑOS): 5				TIPO DE AMBIENTE: SECO (AIRE ACONDICIONADO)			
SISTEMA CONSTRUCTIVO: SISTEMA DE PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS EN CONCRETO REFORZADO. CIMENTACIÓN EN PILOTES CON VIGAS DE AMARRE Y CUBIERA DE LOSA ALIEGERADA EN CONCRETO REFORZADO				HUMEDAD RELATIVA: 72%			
ELEMENTO ESTRUCTURAL AFECTADO				TIPOLOGÍA DE LA LESIÓN			
PILOTE				TIPO: PRIMARIA (P)			
COLUMNA				SECUNDARIA(S)			
CUBIERTA CONCTO.				FÍSICA			
ZAPATA				QUÍMICA			
VIGA CIMENT.				MECÁNICA			
LOSA CONCTO.				P BIOLÓGICA			
LOSA CIMENT.				CAUSA DE LA LESIÓN			
ELEMENTO NO ESTRUCTURAL AFECTADO				LESIONES DIRECTAS:			
MAMPOSTERÍA				FÍSICA			
PUERTAS Y/O VENTA.				HUMEDAD			
INST. ELÉCTRICAS				ATAQUE FUEGO			
LOSA				ABRASIÓN			
ENCHAPE Y/O PINTU.				QUÍMICA			
INST. GAS				EFLORESCENCIA			
FACHADA				LIXIVIACIÓN			
INST. MECÁNICAS				MANCHAS			
CUBIERTA				MANCH. ORGÁNICA			
TIPO DE MATERIAL DEL ELEMENTO				DESINTEGRACIÓN			
MADERA				FISURA			
METAL				GRIETA			
CONCRETO				TRACCIÓN			
CERÁMICA				FLEXIÓN			
DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD)				LONGITUD			
CONGÉNITO				MECÁNICA			
CONTRAÍDO				TORSIÓN			
ACCIDENTAL				PUNZONAMIENTO			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO AFECTADO				COMPR. SIMP.			
Grieta en losa de piso de concreto, ubicada entre ejes BE y DE, originada por posible asentamiento diferencial y falta de compactación del suelo. La falla presenta una diferencia de 5mm.				CORTANTE			
LOCALIZACIÓN DEL ESPACIO				ASENT. SUELO			
				PERDIDA ELEMENT.			
OBSERVACIONES:				BIOLÓGICA			
Se originan grietas en la losa debido a un asentamiento diferencial en el suelo, generando grietas y fisuras en la parte externa al área donde se ubican las celdas.				ANIMAL			
RECOMENDACIONES:				VEGETAL			
La afectación presenta una severidad de nivel moderada, incluso baja, por lo que no compromete ninguna parte estructural de la edificación. Se propone realizar ensayos que permitan visualizar a mayor profundidad y así determinar una intervención mayor.				MUSGO			
REPRESENTACIÓN GRÁFICA O VISUAL DE LA LESIÓN				PROYECCIÓN			
				MATERIALES			
				USO INDEBIDO			
CONSTRUCCIÓN				MANTENIMIENTO			

Fuente: Propia



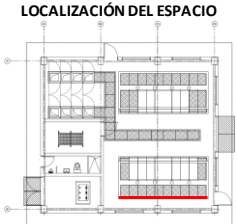
Tabla 4. Ficha 2 de fisuras y grietas

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA				FICHA DESCRIPTIVA COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LESIONES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES			
ESTUDIO REALIZADO POR: ING. CAMILO SUAREZ, ING. JANNETH PINZÓN, ARQ. LOORCIN SÁNCHEZ, ING. MIGUEL GÓMEZ				FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO: MARZO DE 2024		FICHA No.:	02 DE ##
INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				INFORMACIÓN DE LA LESIÓN			
CLIENTE: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUABINAS				LESIÓN: GRIETA EN LOSA DE PISO			
PROYECTO: ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA CASETA DE CONTROL				UBICACIÓN: ENTRE EJES 1E - 2E			
UBICACIÓN: KM 1 VÍA YUMBO - CALI, VALLE DEL CAUCA				ESPACIO: CUARTO DE CELDAS			
USO: INDUSTRIAL				SEVERIDAD: ALTA - MODERADA - X BAJA -			
SECTOR: URBANO				TEMPERATURA: 18°C (AIRE ACONDICIONADO)			
FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 2019				TIPO DE AMBIENTE: SECO (AIRE ACONDICIONADO)			
EDAD (AÑOS): 5				HUMEDAD RELATIVA: 72%			
SISTEMA CONSTRUCTIVO: SISTEMA DE PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS EN CONCRETO REFORZADO. CIMENTACIÓN EN PILOTES CON VIGAS DE AMARRE Y CUBIERA DE LOSA ALIGERADA EN CONCRETO REFORZADO				NIVEL: PISO 1			
ELEMENTO ESTRUCTURAL AFECTADO				TIPOLOGÍA DE LA LESIÓN			
PILOTE - COLUMNA - CUBIERTA CONCTO. -				TIPO: PRIMARIA (P) SECUNDARIA (S)			
ZAPATA - VIGA - ESCALERA -				FÍSICA - QUÍMICA - MECÁNICA - P BIOLÓGICA -			
VIGA CIMENT. - MURO EST. - LOSA CONCTO. -				CAUSA DE LA LESIÓN			
LOSA CIMENT. - ¿OTRO ELEMENTO? -				LESIONES DIRECTAS:			
ELEMENTO NO ESTRUCTURAL AFECTADO				FÍSICA HUMEDAD - SUCIEDAD - EROSIÓN -			
MAMPOSTERÍA - PUERTAS Y/O VENTA. - INST. ELÉCTRICAS -				ATAQUE FUEGO - ABRASIÓN - AMBIENTE -			
LOSA X ENCHAPE Y/O PINTUJ. - INST. GAS -				QUÍMICA EFLORESCENCIA - LIXIVIACIÓN - MANCHAS -			
FACHADA - INST. HIDROSANITA. - INST. MECÁNICAS -				CORROSIÓN - MANCH. ORGÁNICA - DESINTEGRACIÓN -			
CUBIERTA - ¿OTRO MATERIAL? -				FISURA - GRIETA X FRACTURA -			
TIPO DE MATERIAL DEL ELEMENTO				MECÁNICA TRACCIÓN - FLEXIÓN - LONGITUD -			
MADERA - METAL - CONCRETO X				TORSIÓN - PUNZONAMIENTO - CIZALLAMIENTO -			
CERÁMICA - ¿OTRO MATERIAL? -				COMPR. SIMP. - CORTANTE - DESPRENDIMIENTO -			
DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD)				ASENT. SUELO X PÉRDIDA ELEMENT. - DEFLEXIÓN -			
CONGÉNITO - CONTRAÍDO - ACCIDENTAL X				BIOLÓGICA ANIMAL - VEGETAL - MUSGO -			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO AFECTADO				LESIONES INDIRECTAS:			
Grieta en losa de piso de concreto, ubicada entre ejes 1E y 2E, originada por posible asentamiento diferencial y falta de compactación del suelo. La falla presenta una diferencia de 3mm.				PROYECCIÓN - MATERIALES - USO INDEBIDO -			
LOCALIZACIÓN DEL ESPACIO				CONSTRUCCIÓN X MANTENIMIENTO -			
				REPRESENTACIÓN GRÁFICA O VISUAL DE LA LESIÓN			
OBSERVACIONES:				RECOMENDACIONES:			
Se originan grietas en la losa debido a un asentamiento diferencial en el suelo, generando grietas y fisuras en la parte externa al área donde se ubican las celdas				La afectación presenta una severidad de nivel moderada, incluso baja, por lo que no compromete ninguna parte estructural de la edificación. Se propone realizar ensayos que permitan visualizar a mayor profundidad y así determinar una intervención mayor			

Fuente: Propia



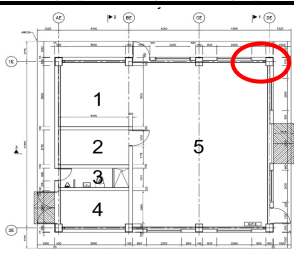
Tabla 5. Ficha 3 de fisuras y grietas

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA				FICHA DESCRIPTIVA COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LESIONES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES			
ESTUDIO REALIZADO POR: ING. CAMILO SUAREZ, ING. JANNETH PINZÓN, ARQ. LOORCIN SÁNCHEZ, ING. MIGUEL GÓMEZ				FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO: MARZO DE 2024		FICHA No.: 03	DE
INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				INFORMACIÓN DE LA LESIÓN			
CLIENTE: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUABINAS PROYECTO: ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA CASETA DE CONTROL UBICACIÓN: KM 1 VÍA YUMBO - CALI, VALLE DEL CAUCA USO: INDUSTRIAL SECTOR: URBANO FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 2019 EDAD (AÑOS): 5 SISTEMA CONSTRUCTIVO: SISTEMA DE PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS EN CONCRETO REFORZADO. CIMENTACIÓN EN PILOTES CON VIGAS DE AMARRE Y CUBIERA DE LOSA ALIEGERADA EN CONCRETO REFORZADO				LESIÓN: GRIETA EN LOSA DE PISO UBICACIÓN: ENTRE EJES BE - DE ESPACIO: CUARTO DE CELDAS SEVERIDAD: ALTA MODERADA X BAJA TEMPERATURA: 18°C (AIRE ACONDICIONADO) TIPO DE AMBIENTE: SECO (AIRE ACONDICIONADO) HUMEDAD RELATIVA: 72% NIVEL: PISO 1			
TIPOLOGÍA DE LA LESIÓN				TIPO: PRIMARIA (P) SECUNDARIA (S) FÍSICA QUÍMICA MECÁNICA P BIOLÓGICA			
CAUSA DE LA LESIÓN				LESIONES DIRECTAS:			
ELEMENTO ESTRUCTURAL AFECTADO				FÍSICA HUMEDAD SUCIEDAD EROSIÓN ZAPATA VIGA ESCALERA VIGA CIMENT. MURO EST. LOSA CONCTO. LOSA CIMENT. ¿OTRO ELEMENTO?			
ELEMENTO NO ESTRUCTURAL AFECTADO				QUÍMICA EFLORESCENCIA LIXIVIACIÓN MANCHAS MAMPOSTERÍA PUERTAS Y/O VENTA. INST. ELÉCTRICAS LOSA X ENCHAPE Y/O PINTUJ. INST. GAS FACHADA INST. HIDROSANITA. INST. MECÁNICAS CUBIERTA ¿OTRO MATERIAL?			
TIPO DE MATERIAL DEL ELEMENTO				MECÁNICA FISURA GRIETA FRACTURA MADERA METAL CONCRETO X CERÁMICA ¿OTRO MATERIAL? BIOLÓGICA ANIMAL VEGETAL MUSGO			
DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD)				LESIONES INDIRECTAS:			
CONGÉNITO CONTRAÍDO ACCIDENTAL X				PROYECCIÓN MATERIALES USO INDEBIDO CONSTRUCCIÓN X MANTENIMIENTO			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO AFECTADO Grieta en losa de piso de concreto, ubicada entre ejes BE y DE, originada por posible asentamiento diferencial y falta de compactación del suelo. La falla presenta una diferencia de 3mm.				REPRESENTACIÓN GRÁFICA O VISUAL DE LA LESIÓN 			
LOCALIZACIÓN DEL ESPACIO 				OBSERVACIONES: Se originan grietas en la losa debido a un asentamiento diferencial en el suelo, generando grietas y fisuras en la parte externa al área donde se ubican las celdas			
RECOMENDACIONES: La afectación presenta una severidad de nivel moderada, incluso baja, por lo que no compromete ninguna parte estructural de la edificación. Se propone realizar ensayos que permitan visualizar a mayor profundidad y así determinar una intervención mayor							

Fuente: Propia



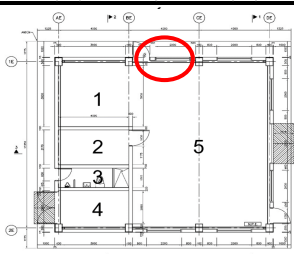
Tabla 6. Ficha 4 de fisuras y grietas

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA		FICHA DESCRIPTIVA COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LESIONES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES			
ESTUDIO REALIZADO POR: ING. CAMILO SUAREZ, ING. JANNETH PINZÓN, ARQ. LOORCIN SÁNCHEZ, ING. MIGUEL GÓMEZ		FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO: MARZO DE 2024		FICHA No.: 04	DE ##
INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		INFORMACIÓN DE LA LESIÓN			
CLIENTE: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUABINAS		LESIÓN: Fisuras en muros de cerramiento			
PROYECTO: ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA CASETA DE CONTROL		UBICACIÓN: Subestación Eléctrica Guabinas		ESPACIO: Interior	
UBICACIÓN: KM 1 VÍA YUMBO - CALI, VALLE DEL CAUCA		SEVERIDAD: ALTA		- MODERADA ☒ BAJA ☒	
USO: INDUSTRIAL		TEMPERATURA: 24 y 27°C		TIPO DE AMBIENTE: Cálido	
FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 2019		EDAD (AÑOS): 5		HUMEDAD RELATIVA: 84%	
SISTEMA CONSTRUCTIVO: SISTEMA DE PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS EN CONCRETO REFORZADO. CIMENTACIÓN EN PILOTOS CON VIGAS DE AMARRE Y CUBIERA DE LOSA ALIEGERADA EN CONCRETO REFORZADO		TIPOLOGÍA DE LA LESIÓN		NIVEL: 1° Piso	
ELEMENTO ESTRUCTURAL AFECTADO		TIPO: PRIMARIA (P) SECUNDARIA (S)			
PILOTE ☐ COLUMNA ☐ CUBIERTA CONCTO. ☐		FÍSICA ☐ QUÍMICA ☐ MECÁNICA ☐ P BIOLÓGICA ☐			
ZAPATA ☐ VIGA ☐ ESCALERA ☐		CAUSA DE LA LESIÓN			
VIGA CIMENT. ☐ MURO EST. ☐ LOSA CONCTO. ☐		LESIONES DIRECTAS:			
LOSA CIMENT. ☐ ¿OTRO ELEMENTO? ☐		FÍSICA ☐ HUMEDAD ☐ SUCIEDAD ☐ EROSIÓN ☐			
ELEMENTO NO ESTRUCTURAL AFECTADO		QUÍMICA ☐ ATAQUE FUEGO ☐ ABRASIÓN ☐ AMBIENTE ☐			
MAMPOSTERÍA ☒ PUERTAS Y/O VENTA. ☐ INST. ELÉCTRICAS ☐		QUÍMICA ☐ EFLORESCENCIA ☐ LIXIVIACIÓN ☐ MANCHAS ☐			
LOSA ALIEGERADA ☐ ENCHAPE Y/O PINTUJ. ☐ INST. GAS ☐		QUÍMICA ☐ CORROSIÓN ☐ MANCH. ORGÁNICA ☐ DESINTEGRACIÓN ☐			
FACHADA ☐ INST. HIDROSANITA. ☐ INST. MECÁNICAS ☐		QUÍMICA ☐ FISURA ☒ GRIETA ☐ FRACTURA ☐			
CUBIERTA ☐ ¿OTRO ELEMENTO? ☐ Mampostería en muros de caseta		MECÁNICA ☐ TRACCIÓN ☒ FLEXIÓN ☐ LONGITUD ☐			
TIPO DE MATERIAL DEL ELEMENTO		MECÁNICA ☐ TORSIÓN ☐ PUNZONAMIENTO ☐ CIZALLAMIENTO ☐			
MADERA ☐ METAL ☐ CONCRETO ☐		MECÁNICA ☐ COMPR. SIMP. ☐ CORTANTE ☐ DESPRENDIMIENTO ☐			
CERÁMICA ☐ ¿OTRO MATERIAL? ☐ Bloque de concreto		BIOLÓGICA ☐ ASENT. SUELO ☒ PÉRDIDA ELEMENT. ☐ DEFLEXIÓN ☐			
DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD)		BIOLÓGICA ☐ ANIMAL ☐ VEGETAL ☐ MUSGO ☐			
CONGÉNITO ☐ CONTRAÍDO ☒ ACCIDENTAL ☐		LESIONES INDIRECTAS:			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO AFECTADO		PROYECCIÓN ☐ MATERIALES ☐ USO INDEBIDO ☐			
Muro de mampostería de concreto eje 1 (DE) con abertura vertical y anclados a cimentación y vigas de pórtico mediante barras de acero corrugado y celdas rellenas con mortero. los cuales presentan fisuras en diagonales.		CONSTRUCCIÓN ☒ MANTENIMIENTO ☐			
		REPRESENTACIÓN GRÁFICA O VISUAL DE LA LESIÓN			
OBSERVACIONES: las fisuras diagonales indican movimientos diferenciales en la estructura. La observado también indica que puede estar relacionado con la pega en la mampostería que se identificaron así algunas zonas con pegas mayores a 14 mm.					
		RECOMENDACIONES: Realizar inspección visual por semana y medición de fisuras.			

Fuente: Propia



Tabla 7. Ficha 5 de fisuras y grietas

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA		FICHA DESCRIPTIVA COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LESIONES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES				
ESTUDIO REALIZADO POR: ING. CAMILO SUAREZ, ING. JANNETH PINZÓN, ARQ. LOORCIN SÁNCHEZ, ING. MIGUEL GÓMEZ		FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO: MARZO DE 2024		FICHA No.: 05	DE	##
INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		INFORMACIÓN DE LA LESIÓN				
CLIENTE: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUABINAS		LESIÓN: Fisuras en muros de cerramiento				
PROYECTO: ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA CASETA DE CONTROL		UBICACIÓN: Subestación Eléctrica Guabinas		ESPACIO: Interior		
UBICACIÓN: KM 1 VÍA YUMBO - CALI, VALLE DEL CAUCA		SEVERIDAD: ALTA		☐ MODERADA		☒ BAJA
USO: INDUSTRIAL		TEMPERATURA: 24 y 27°C		TIPO DE AMBIENTE: Cálido		
FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 2019		EDAD (AÑOS): 5		HUMEDAD RELATIVA: 84%		
SISTEMA CONSTRUCTIVO: SISTEMA DE PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS EN CONCRETO REFORZADO. CIMENTACIÓN EN PILOTES CON VIGAS DE AMARRE Y CUBIERA DE LOSA ALIGERADA EN CONCRETO REFORZADO		TIPOLOGÍA DE LA LESIÓN				
ELEMENTO ESTRUCTURAL AFECTADO		TIPO: PRIMARIA (P) SECUNDARIA (S)				
PILOTE		☐ FÍSICA				
ZAPATA		☐ QUÍMICA				
VIGA CIMENT.		☐ MECÁNICA				
LOSA CIMENT.		☐ BIOLÓGICA				
ELEMENTO NO ESTRUCTURAL AFECTADO		CAUSA DE LA LESIÓN				
MAMPOSTERÍA		LESIONES DIRECTAS:				
LOSA ALIGERADA		FÍSICA				
FACHADA		HUMEDAD				
CUBIERTA		ATAQUE FUEGO				
TIPO DE MATERIAL DEL ELEMENTO		QUÍMICA				
MADERA		EFLORESCENCIA				
CERÁMICA		CORROSIÓN				
DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD)		FISURA				
CONGÉNITO		☒ GRIETA				
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO AFECTADO		MECÁNICA				
Muro de mampostería de concreto eje 1 (BE-CE) con abertura vertical y anclados a cimentación y vigas de pórtico mediante barras de acero corrugado y celdas rellenas con mortero. los cuales presentan fisuras en diagonales.		TRACCIÓN				
		TORSIÓN				
		COMPR. SIMP.				
		BIOLÓGICA				
		ASENT. SUELO				
		ANIMAL				
		LESIONES INDIRECTAS:				
		PROYECCIÓN				
		CONSTRUCCIÓN				
		MATERIALES				
		USO INDEBIDO				
		MANTENIMIENTO				
OBSERVACIONES: las fisuras diagonales indican movimientos diferenciales en la estructura.		REPRESENTACIÓN GRÁFICA O VISUAL DE LA LESIÓN				
						
RECOMENDACIONES: Realizar inspección visual por semana y medición de fisuras, entre el elemento unitario y mortero.						

Fuente: Propia



Tabla 8. Ficha 6 de fisuras y grietas

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA				FICHA DESCRIPTIVA COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL LESIONES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES			
ESTUDIO REALIZADO POR: ING. CAMILO SUAREZ, ING. JANNETH PINZÓN, ARQ. LOORCIN SÁNCHEZ, ING. MIGUEL GÓMEZ				FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO: MARZO DE 2024		FICHA No.:	08 DE ##
INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				INFORMACIÓN DE LA LESIÓN			
CLIENTE: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUABINAS				LESIÓN: Fisuras en muros de cerramiento			
PROYECTO: ESTUDIO PATOLÓGICO DE LA CASETA DE CONTROL				UBICACIÓN: Subestación Eléctrica Guabinas			
UBICACIÓN: KM 1 VÍA YUMBO - CALI, VALLE DEL CAUCA				ESPACIO: Interior			
USO: INDUSTRIAL				SEVERIDAD: ALTA - MODERADA X BAJA -			
SECTOR: URBANO				TEMPERATURA: 24 y 27°C			
FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 2019				TIPO DE AMBIENTE: Cálido			
EDAD (AÑOS): 5				HUMEDAD RELATIVA: 84%			
SISTEMA CONSTRUCTIVO: SISTEMA DE PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS EN CONCRETO REFORZADO. CIMENTACIÓN EN PILOTES CON VIGAS DE AMARRE Y CUBIERA DE LOSA ALIEGERADA EN CONCRETO REFORZADO				NIVEL: 1° Piso			
TIPOLOGÍA DE LA LESIÓN				TIPO: PRIMARIA (P) SECUNDARIA (S)			
ELEMENTO ESTRUCTURAL AFECTADO				FÍSICA - QUÍMICA - MECÁNICA P BIOLÓGICA -			
PILOTE - COLUMNA - CUBIERTA CONCTO. -				CAUSA DE LA LESIÓN			
ZAPATA - VIGA - ESCALERA -				LESIONES DIRECTAS:			
VIGA CIMENT. - MURO EST. - LOSA CONCTO. -				FÍSICA HUMEDAD - SUCIEDAD - EROSIÓN -			
LOSA CIMENT. - ¿OTRO ELEMENTO? -				QUÍMICA EFLORESCENCIA - LIXIVIACIÓN - MANCHAS -			
ELEMENTO NO ESTRUCTURAL AFECTADO				CORROSIÓN - MANCH. ORGÁNICA - DESINTEGRACIÓN -			
MAMPOSTERÍA X PUERTAS Y/O VENTA. - INST. ELÉCTRICAS -				FISURA X GRIETA - FRACTURA -			
LOSA ALIEGERADA - ENCHAPE Y/O PINTU. X INST. GAS -				MECÁNICA TRACCIÓN X FLEXIÓN - LONGITUD -			
FACHADA X INST. HIDROSANITA. - INST. MECÁNICAS -				TORSIÓN - PUNZONAMIENTO - CIZALLAMIENTO -			
CUBIERTA - ¿OTRO ELEMENTO? - Mampostería en muros de caseta				COMPR. SIMP. - CORTANTE - DESPRENDIMIENTO -			
TIPO DE MATERIAL DEL ELEMENTO				ASENT. SUELO X PÉRDIDA ELEMENT. - DEFLEXIÓN -			
MADERA - METAL - CONCRETO -				BIOLÓGICA ANIMAL - VEGETAL - MUSGO -			
CERÁMICA - ¿OTRO MATERIAL? - Bloque de concreto/Graniplast				LESIONES INDIRECTAS:			
DEFECTO Y/O DAÑO (ENFERMEDAD)				PROYECCIÓN - MATERIALES - USO INDEBIDO -			
CONGÉNITO - CONTRAIDO X ACCIDENTAL -				CONSTRUCCIÓN X MANTENIMIENTO -			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO AFECTADO				REPRESENTACIÓN GRÁFICA O VISUAL DE LA LESIÓN			
Muro de mampostería de concreto eje 1 (BE-CE) con abertura vertical y anclados a cimentación y vigas de pórtico mediante barras de acero corrugado y celdas rellenas con mortero. Muro de fachada con acabado con graniplast y pintado de color gris y blanco los cuales presentan fisuras en diagonales.							
OBSERVACIONES: las fisuras diagonales indican movimientos diferenciales en la estructura es de anotar que este lado es donde se encuentra mayor el desnivel en la losa de piso de la caseta.				RECOMENDACIONES: Realizar inspección visual por semana y medición de fisuras, para proceder con la reparación por medio de inyección de mortero y posterior aplicado de graniplast y pintura.			

Fuente: Propia

6.9. Información existente

El inmueble cuenta con la siguiente información y/o documentación disponible:

- Plano topográfico.
- Planos arquitectónicos: plantas, fachadas y cortes.
- Planos estructurales: cimentación, vigas y columnas, losa de cubierta.
- Planos de instalaciones: hidrosanitarios, eléctricos, canalización perimetral.
- Estudio de suelos.

6.10. Estado general de la conservación

Basándonos en la información y en lo observado de la Subestación Eléctrica Guabinas se considerando los siguientes posibles patrones de deterioro asociados a la estructura de estudio “Caseta de Control”, los cuales debemos considerar para el estado general de la conservación. Los patrones de deterioro que se podrían presentar incluyen fisuras, asentamientos diferenciales, inestabilidad de cimentación, problemas de drenaje y fisuras por movimientos del terreno.

Considerando los anteriores posibles patrones de deterioro que podría afectar la caseta de control de la Subestación Eléctrica Guabinas, el análisis del estado general de conservación de la estructura debe incluir los siguientes aspectos:

Inspección visual detallada: con el fin de identificar fisuras, grietas, deformaciones, desplomes, asentamientos, humedades, manchas de humedad, corrosión en elementos metálicos, entre otros que puedan estar presentes en la estructura.

Evaluación de la cimentación: se deberá verificar el estado de la cimentación para detectar posibles asentamientos diferenciales, inclinaciones inesperadas, grietas en las bases de los muros, desplazamientos de elementos estructurales y cualquier otro signo de inestabilidad.

Análisis de fisuras: se deberá identificar y evaluar las fisuras presentes en la estructura, considerando su ubicación, tamaño, dirección, evolución y posibles causas.

Estudio de Humedades: Se revisará la presencia de humedades, especialmente aquellas relacionadas con problemas de drenajes y acumulación de agua en el terreno, adicional se evaluará el impacto de la humedad en los materiales de construcción y en la integridad de la caseta de control.

Análisis de Estabilidad: se realizará un análisis de la estabilidad de la estructura considerando los posibles movimientos del terreno que puedan comprometer la estabilidad de la caseta.

Este análisis permitirá identificar los posibles problemas y establecer las medidas de conservación y mantenimiento necesario para garantizar la integridad y seguridad de la estructura.

6.11. Topografía

Se determina el uso del sistema de referencia MAGNA-SIRGAS con definición de alturas clásicas (referidas al nivel medio del mar) a partir de información GPS, para procesamiento y presentación de la información topográfica del proyecto.

Levantamiento altimétrico con curvas de nivel en el área objeto del estudio cada 0,25 m para terrenos con pendiente menor al 10% y cada 0,50 m para terrenos con pendiente mayor o igual al 10%.

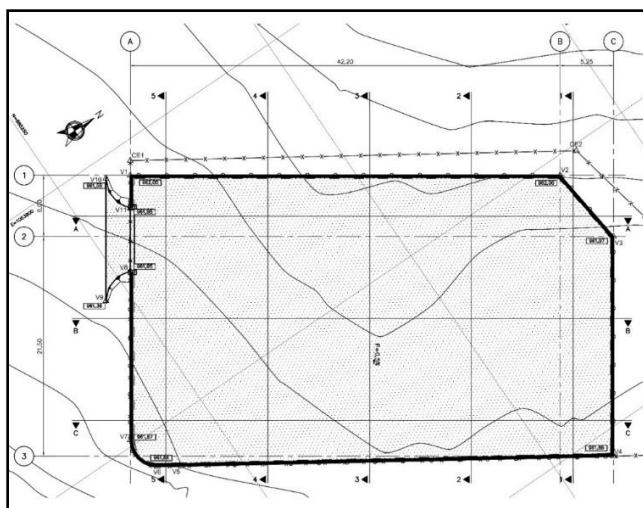


Figura 12: Topografía del Predio Objeto

Fuente: Anexo 4. Estudio topográfico

Tabla 9. Coordenadas de linderos

Coordenadas de linderos		
Vértice	Este (m)	Norte (m)
CE1	885257.4273	1063901.8014



Coordenadas de linderos		
Vértice	Este (m)	Norte (m)
CE2	885294.2101	1063925.6106
CE3	885302.8241	1063966.8214
V5	885244.7622	1063929.3397
V6	885242.7997	1063928.0695
V7	885242.0617	1063924.4260

Fuente: Anexo 4. Estudio topográfico

6.12. Arquitectura

6.12.1. Plantas arquitectónicas

El cuarto de gabinetes y servicios auxiliares y el cuarto de celdas tienen un piso en concreto afinado, con zócalo en cerámica de 10 cm.

El cuarto de baterías tiene un acabado de piso en enchape de cerámica antiácida, sin zócalo, que corresponde al mismo acabado de enchape en muros.

El baño cuenta con acabado de piso en enchape de cerámica blanca, sin zócalo, que corresponde al mismo acabado de enchape en muros.

En el área de transformadores de servicios auxiliares (que es la mayor área), la losa es de concreto con acabado en pintura de esmalte gris.

Los andenes y rampas son en concreto alisado con llana y rallado.

Tabla 10. Cuadro de áreas

Cuadro de Áreas		
Ítem	Espacio	Área (m ²)
1	Gabinetes, servicios auxiliares y comunicaciones	17.22
2	Cuarto de baterías	8.75
3	Baño	4.89
4	Transformador de servicios auxiliares	9.46
5	Cuarto de celdas de control	81.75
Área Útil		122.07
Área Total Construida		186.40

Fuente: Propia

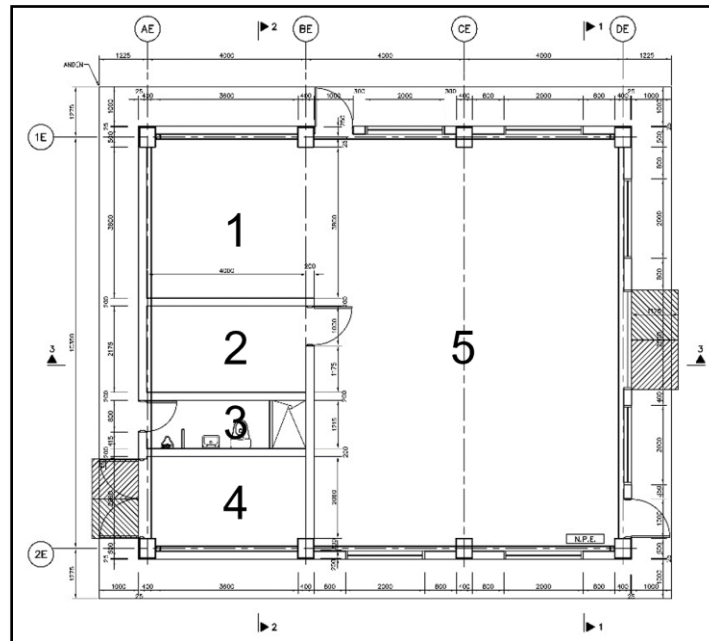


Figura 13: Planta Arquitectónica de Único Nivel

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

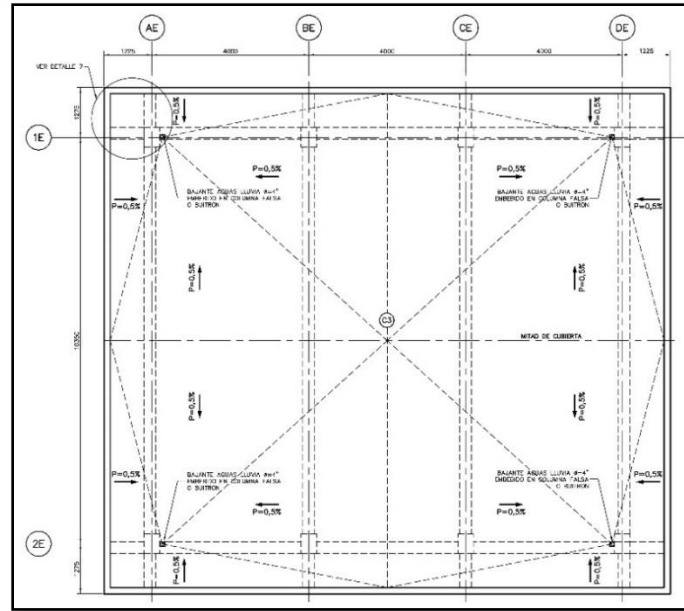


Figura 14: Planta Arquitectónica de Cubierta

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

6.12.2. Fachadas arquitectónicas

Los muros se caracterizan por su construcción con bloque de concreto liso con perforación vertical. Al exterior se da un acabado en graniplast con colores blanco, gris y terracota. Al interior, se dan acabados en estuco y pintura para interiores.

En el baño, los muros cuentan con acabado de enchape de cerámica blanca hasta 2.00 m de altura y el resto finaliza con estuco y pintura blanca.

El cuarto de baterías cuenta con enchape de cerámica antiácido hasta 1.40 m de altura y el resto finaliza con estuco y pintura blanca.

En fachadas, la edificación cuenta con 5 puertas y 6 ventanas en aluminio

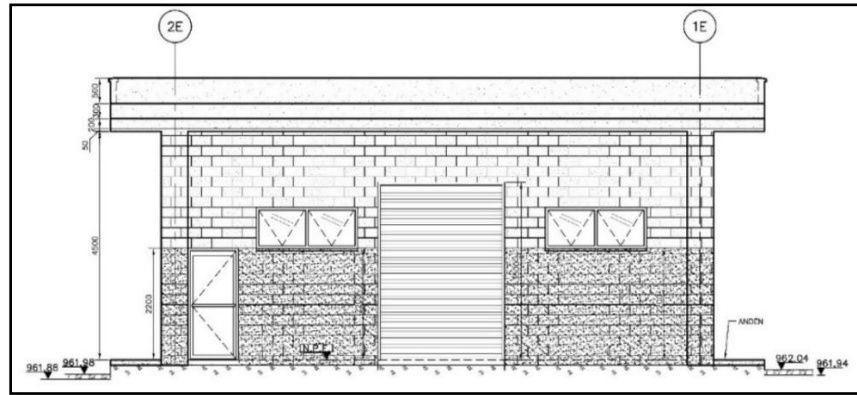


Figura 15: Fachada 1

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

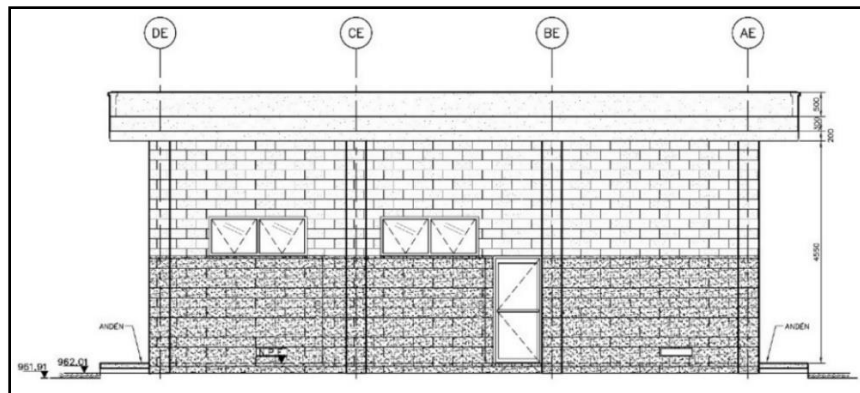


Figura 16: Fachada 2

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

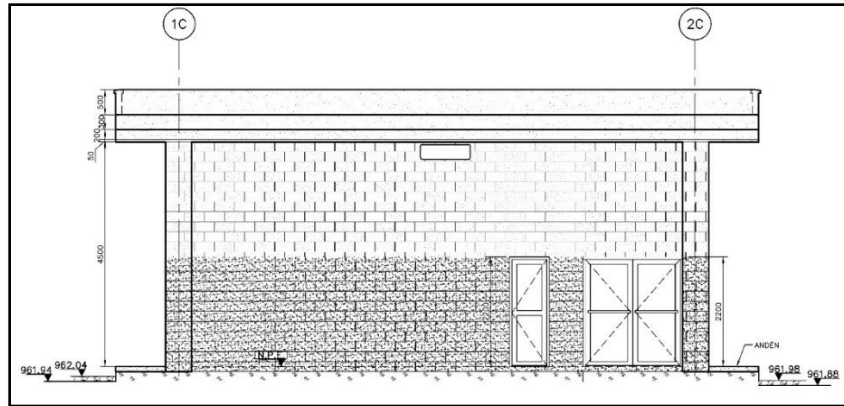


Figura 17: Fachada 3

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

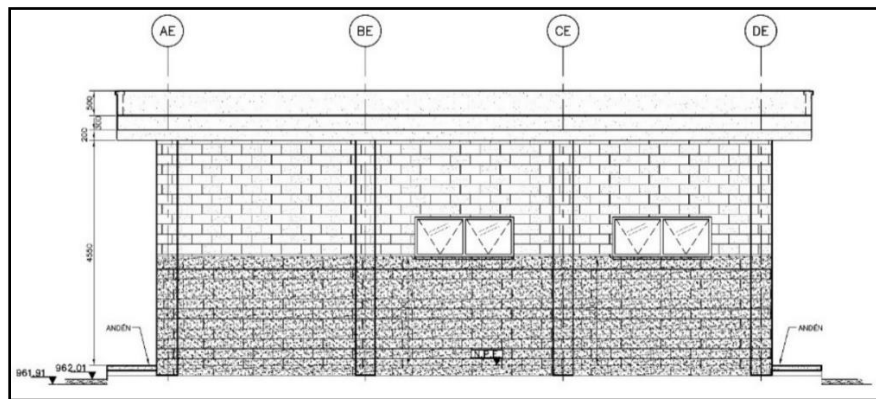


Figura 18: Fachada 4

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

6.12.3. Cortes arquitectónicos

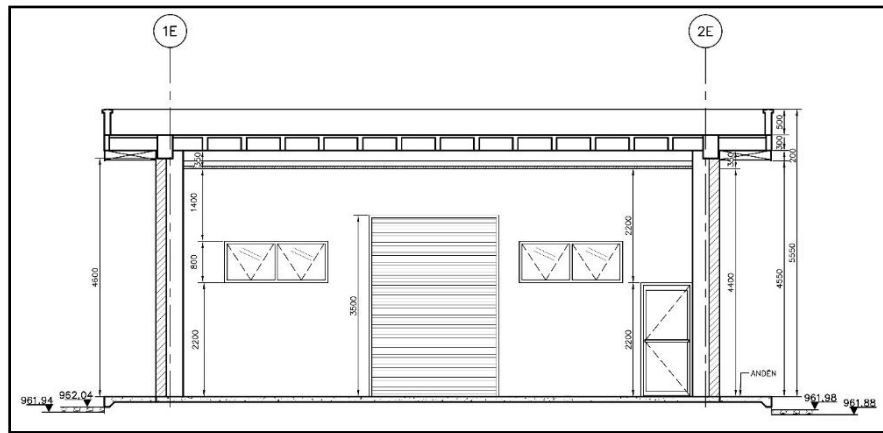


Figura 19: Corte 1

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

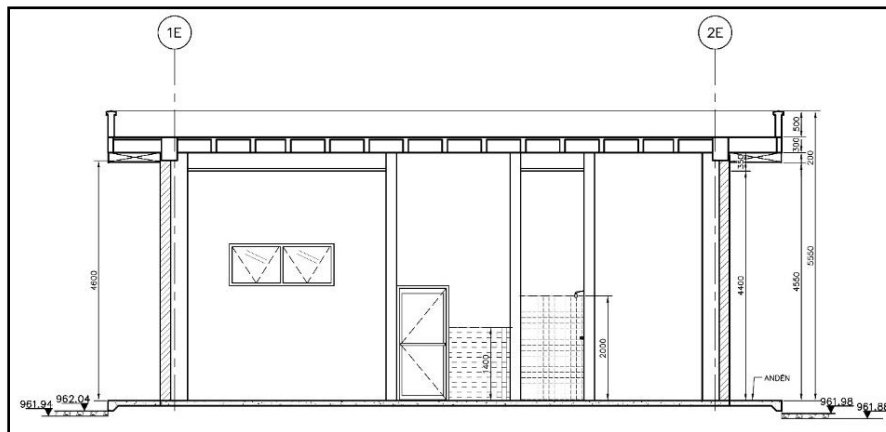


Figura 20: Corte 2

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

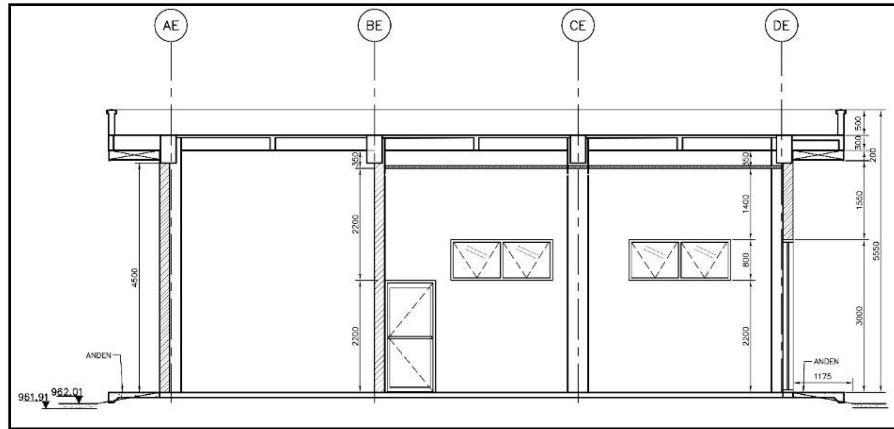


Figura 21: Corte 3

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

6.13. Estructura

6.13.1. Sistema de resistencia sísmica

La estructura se conforma por una cimentación de 8 pilas circulares de 0.80m de diámetro con una profundidad de 4.5m que continúan en la parte superficial como columnas rectangulares de 0.50x0.40m con una altura total de 5.25m, además de vigas rectangulares de cimentación de 0.30x0.45m que amarran perimetralmente estas.

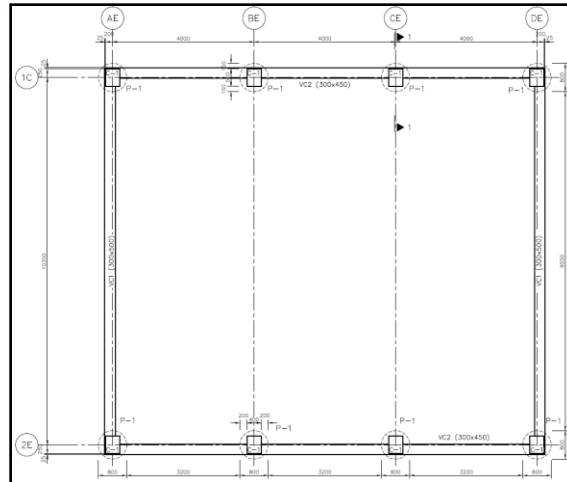


Figura 22. Planta de cimentación

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

La cubierta se corresponde a una losa aligerada en una dirección de espesor 0.10m con viguetas y riostras de 0.10x0.30, además de vigas rectangulares de amarre de 0.30x0.55m y 0.30x0.45m que conectan cada una de las columnas entre sí.

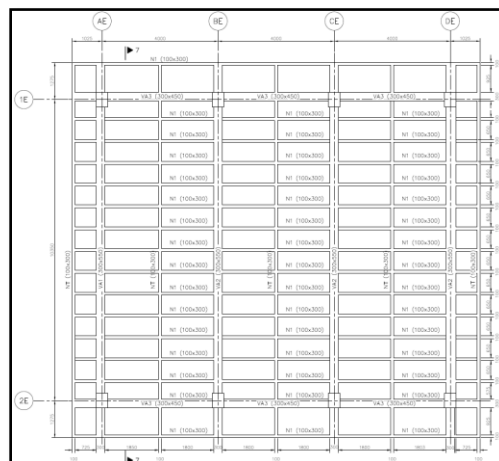
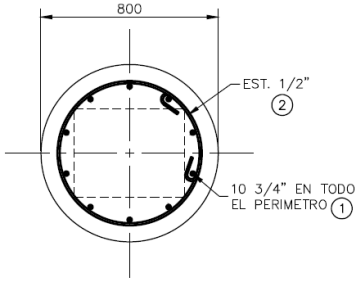
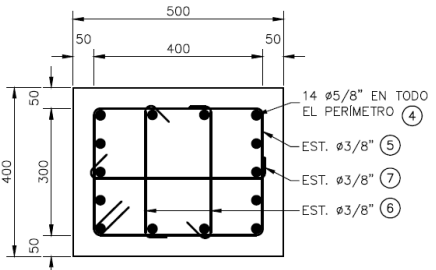
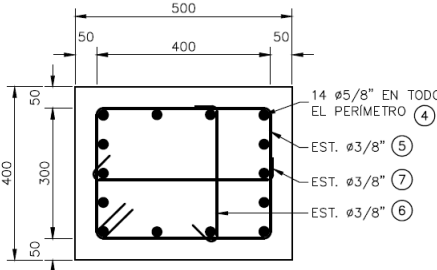
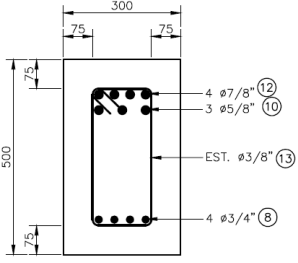
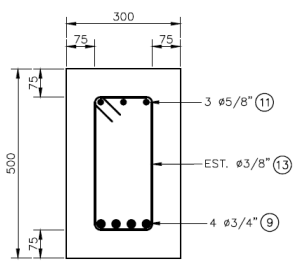


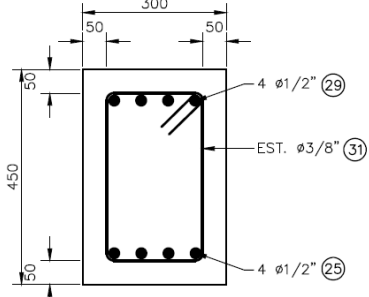
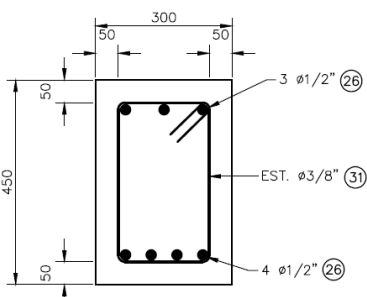
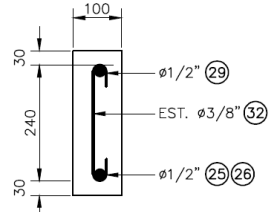
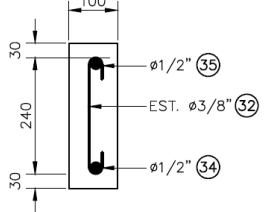
Figura 23. Planta de losa aligerada de cubierta

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

Tabla 11. Secciones transversales en elementos estructurales

Elemento	Sección transversal
Pilas de cimentación	 SECCIÓN 2-2 PILA $\varnothing 800\text{mm}$ (REFUERZO) ESCALA 1:20 <i>Figura 24. Pila de cimentación</i> Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos
Columnas	 SECCIÓN 3-3 COLUMNA (REFUERZO) ESCALA 1:10 <i>Figura 25. Columna zona confinada</i>  SECCIÓN 3'-3' COLUMNA (REFUERZO) ESCALA 1:10 <i>Figura 26. Columna zona no confinada</i> Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos
Vigas de cimentación	 SECCIÓN 4-4 VC1 (300x500) ESCALA 1:10 <i>Figura 27. Viga de cimentación T1 zona confinada</i>  SECCIÓN 4'-4' VC1 (300x500) ESCALA 1:10 <i>Figura 28. Viga de cimentación T1 zona no confinada</i> Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

Elemento	Sección transversal	
Vigas aéreas	Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos	Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos
	SECCIÓN 5-5 VC2 (300x450) ESCALA 1:10 <i>Figura 29. Viga de cimentación T2</i>	
	Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos	
	SECCIÓN 8-8 VA1 (300x550) ESCALA 1:10 <i>Figura 30. Viga aérea T1 zona confinada</i>	SECCIÓN 9-9 VA1 (300x550) ESCALA 1:10 <i>Figura 31. Viga aérea T1 zona no confinada</i>
Vigas aéreas	SECCIÓN 10-10 VA2 (300x550) ESCALA 1:10 <i>Figura 32. Viga aérea T2 zona confinada</i>	SECCIÓN 11-11 VA2 (300x550) ESCALA 1:10 <i>Figura 33. Viga aérea T2 zona no confinada</i>
	Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos	Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

Elemento	Sección transversal	
	 SECCIÓN 12-12 VA3 (300x450) ESCALA 1:10 <i>Figura 34. Viga aérea T3 zona confinada</i> Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos	 SECCIÓN 13-13 VA3 (300x450) ESCALA 1:10 <i>Figura 35. Viga aérea T3 zona no confinada</i> Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos
Viguetas de losa aligerada	 SECCIÓN 14-14 N1 NERVIO TRANSVERSAL (300x350) ESCALA 1:10 <i>Figura 36. S.T. Vigueta</i> Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos	 SECCIÓN 15-15 NT NERVIO POR RETRACCIÓN Y TEMPERATURA (100x300) ESCALA 1:10 <i>Figura 37. Vigueta tipo riostra</i> Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

Fuente: Propia

6.13.2. Elementos no estructurales

Los elementos no estructurales corresponden a muros de mampostería con abertura vertical y anclados a cimentación y vigas de pórtico mediante barras de acero corrugado y celdas rellenas con mortero, además de dilataciones para evitar la unión con los pórticos y que esto generara deformaciones y daños a estos.

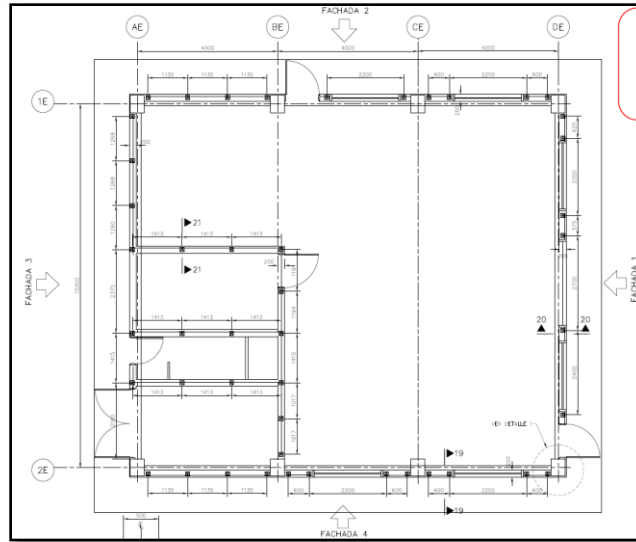


Figura 38. Planta de ubicación de dovelas de refuerzo y anclaje en mampostería

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

6.14. Clasificación de la estructura

6.14.1. PBOT

Según el Acuerdo No. 0028 de 2001 “por medio del cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Yumbo (Valle), y se dictan otras disposiciones”, en el Título II (sector social, de servicios e institucional), Artículo 258 (clasificación de los equipamientos por tipologías y sectores de desempeño, las subestaciones eléctricas se clasifican como (equipamientos especiales y de infraestructura de servicios) “se consideran todos aquellos edificios e instalaciones únicas o poco comunes y que prestan servicios especiales y de asistencia social en general para la población. Igualmente, aquellos para la protección y preservación del medio ambiente”.

La subestación Guabinas de 10 MVA a 34.5/13.2 kV, cuenta con una red subterránea de 35.5 kV entre las subestaciones Termo, Yumbo y Guabinas y redes primarias de distribución de media tensión 13.2 kV, en coordinación con la evolución del macroproyecto de la Constructora Jaramillo Mora, para suministrar el servicio de energía a 22.000 viviendas hasta el año 2037 en la Urbanización Guabinas ubicada en el Municipio de Yumbo.

6.14.1.1. Descripción técnica subestación guabinas 34.5/13.2kv:

La caseta de control de la subestación Guabinas en su interior cuenta con los siguientes equipos:

- Dos (2) Bahías de Transformador.
- Una (1) Celda de acople y remonte para 34.5kV.
- Una (1) Celda de acople y remonte para 13.2kV.
- Cinco (5) Celdas de salida de circuito 34.5kV
- Dos (2) Celdas de salida de circuito 13.2kV
- Dos (2) Transformadores trifásicos de servicios auxiliares de 150kVA.

La caseta de media tensión, control e instalación de las celdas tipo GIS, está construida en mampostería a la vista con acabado exterior en colores con hidro repelente, acabado interior sobre ladrillo en obra blanca con pintura, con piso en concreto pulido, canalizaciones internas en concreto, carpintería metálica, cubierta en concreto a la vista, instalaciones hidrosanitarias, instalaciones eléctricas y aire acondicionado, accesorios sanitarios, y otros. Este ha de contar con cuartos destinados a los equipos de control, protección y medida, de telecomunicaciones, de

servicios auxiliares, de baterías, además de las instalaciones requeridas para un cuarto de baño y otras dependencias con su respectivo.

6.14.2. Reglamento NSR-10

La edificación en estudio se clasifica dentro del ámbito estructural según el uso previsto actual, la cual pertenece a una subestación eléctrica, por lo que se agrupa dentro de las edificaciones indispensables definidas en el numeral A.2.5 del Reglamento NSR-10, como se describe en las siguientes imágenes:

A.2.5 — COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

En esta sección se definen los grupos de tipo de uso y los valores del coeficiente de importancia.

A.2.5.1 — GRUPOS DE USO — Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes Grupos de Uso:

A.2.5.1.1 — Grupo IV — Edificaciones indispensables — Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alterno. Este grupo debe incluir:

- (a) Todas las edificaciones que componen hospitales clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencias,
- (b) Todas las edificaciones que componen aeropuertos, estaciones ferroviarias y de sistemas masivos de transporte, centrales telefónicas, de telecomunicación y de radiodifusión,
- (c) Edificaciones designadas como refugios para emergencias, centrales de aeronavegación, hangares de aeronaves de servicios de emergencia,
- (d) Edificaciones de centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos,
- (e) Edificaciones que contengan agentes explosivos, tóxicos y dañinos para el público, y
- (f) En el grupo IV deben incluirse las estructuras que alberguen plantas de generación eléctrica de emergencia, los tanques y estructuras que formen parte de sus sistemas contra incendio, y los accesos, peatonales y vehiculares de las edificaciones tipificadas en los literales a, b, c, d y e del presente numeral.

Figura 39. Grupo de uso Reglamento NSR-10

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

6.15. Estudio de suelos

6.15.1. Geología y tectónica

De acuerdo con el mapa de la geología general de Colombia (2015) y al mapa geológico del departamento del Valle del Cauca (2001), documentos emitidos por el Instituto Colombiano de Geología y Minas INGEOMINAS, el municipio de Yumbo cuenta con las formaciones geológicas a continuación descritas:

- Q-al: depósitos aluviales y de llanuras aluviales
- Q-ca: Abanicos aluviales y depósitos coluviales

Dichas formaciones corresponden al periodo Cuaternario (Q) y se caracterizan por contener material aluvial (Qd), estos depósitos son comunes a lo largo de los cursos de los ríos principales y consistentes en depósitos clásticos gruesos a muy gruesos, de gravas estratificadas y relativamente bien seleccionadas, gravas arenosas y arenas con unidades locales de limos. Algunas formaciones más grandes comprenden hasta tres abanicos individuales.

6.15.2. Geología local

De acuerdo con el material encontrado durante las exploraciones se puede identificar que este sector corresponde a la formación del abanico distal del río Cali y al abanico del río Menga, los cuales abarcan la zona norte y centro occidental de la ciudad. La zona distal del abanico de Cali se caracteriza por la presencia de una capa superficial de arcillas limosas con un espesor

entre 10 y 15 m, que subyace una serie de intercalaciones de materiales gravosos de varios metros de espesor compuesto por grandes cantos y bloques, en su mayoría sobre ondeados, con capas de arcilla de 10 m de espesor en promedio. A partir de los 30 a 35 m de profundidad se encuentran materiales finos que tal vez se puedan llegar a correlacionar con depósitos antiguos de llanura aluvial. La anterior clasificación. Estas formaciones pertenecen a la clasificación “zona 4B” especificada en la zonificación de respuesta sísmica de la ciudad de Cali.

A continuación, se muestra el mapa geológico con la ubicación del municipio de Yumbo:

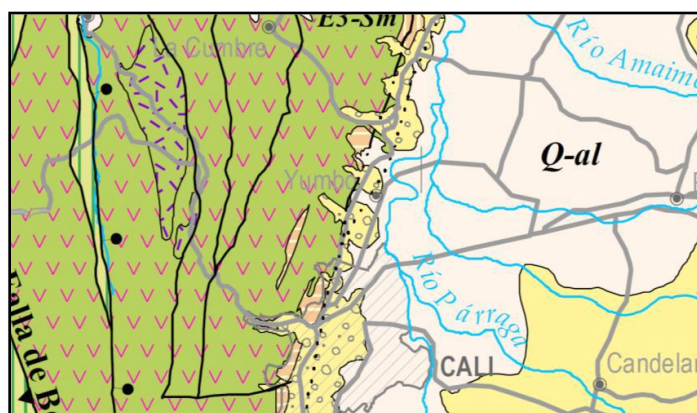


Figura 40. Geología local

Fuente: Anexo 5. Estudio de suelos 2018

Dentro del informe de estudio de suelos (Anexo 5. Estudio de suelos 2018) se describen diferentes estratos de suelos con sus respectivos parámetros geotécnicos, como cohesión, ángulo de fricción y peso unitario, si hubo cambios en las condiciones del suelo durante la construcción, esto podría haber afectado la estabilidad de la estructura.

Se realizó un análisis de colapso del suelo explorado, concluyendo que el suelo del proyecto es estable y no colapsable. Sin embargo, cabe la posibilidad que, si presentaron errores en este estudio de suelos o si las condiciones del suelo variaron durante la construcción, podría haber contribuido a los problemas observados en la estructura.

Se menciona que la cota del nivel freático registrada durante las exploraciones es un indicativo de las condiciones del suelo. Si no se consideró adecuadamente la influencia del nivel freático en la estabilidad del terreno y de la estructura, esto podría ser un factor contribuyente a los problemas observados.

Basándonos en el documento del “Estudio de Suelos” proporcionado (Anexo 5. Estudio de suelos 2018), no se puede concluir que la zona estudiada tenga un suelo altamente expansivo. A lo largo del informe de suelos, se mencionan diferentes análisis realizados en relación con la licuación, expansión, desecación y colapso del suelo, pero no se indica de manera explícita que el suelo sea latamente expansivo.

En el informe se menciona que se descarta la licuación del suelo debido a la calidad del material encontrado durante las exploraciones, clasificado como limos arcillosos. También se discute el potencial de expansión y desecación del suelo, calificando la expansión como media y la desecación como peligrosa en ciertas profundidades. Además, se realiza un análisis de colapso del suelo, concluyendo que el suelo donde se encuentra ubicada la Subestación eléctrica Guabinas es estable y no colapsable.

Por lo tanto, aunque se identifique potenciales de expansión y desecación en el suelo estudiado, no se proporciona información que sugiera que el suelo sea altamente expansivo. Es importante considerar que la expansividad del suelo puede depender de varios factores, incluyendo la composición del suelo, la presencia de agua, las condiciones climáticas y otros aspectos que pueden no estar completamente cubierto en el informe de “Estudio de Suelos (Anexo 5. Estudio de suelos 2018)” de la Subestación Eléctrica Guabinas.

Se ha determinado la necesidad de realizar un nuevo estudio de suelos para verificar la información obtenida en el primer análisis realizado durante la etapa de diseño de la caseta de control en la Subestación Eléctrica Guabinas 34.5 kV/ 13.2 kV. Con este nuevo ensayo se busca confirmar si las condiciones y características de suelo han sufrido variaciones que puedan haber influido en las patologías observadas.

El nuevo estudio de suelo se encuentra limitado a un solo apique, debido a que la edificación es una caseta de control indispensable dentro del funcionamiento de la subestación eléctrica en operación. Dado que no es viable realizar ensayos destructivos en esta estructura en servicio, el apique será ubicado estratégicamente en la zona del terreno donde son más representativas las lesiones, asegurando así la representación de los resultados.

Los parámetros obtenidos del nuevo estudio se contrastarán con los del análisis original. Este proceso nos permite identificar posibles cambios en la calidad del terreno, tales como alteraciones en su humedad, capacidad portante o compactación. Dichas comparaciones serán

esenciales para determinar las causas de las patologías y a su vez las intervenciones correctivas adecuadas para garantizar la estabilidad y funcionalidad de la edificación.

6.16. Datos sísmicos

Para los datos sísmicos de la estructura se verifica lo consignado en el Título A del Reglamento NSR-10 junto con la información general del proyecto de la cual es requerido tener la claridad de su ubicación y uso.

Según la ubicación de la estructura en el municipio de Yumbo en el departamento del Valle del Cauca se establece que se encuentra en zona de amenaza sísmica alta y con esto se definen las velocidad y aceleración horizontal pico efectiva.

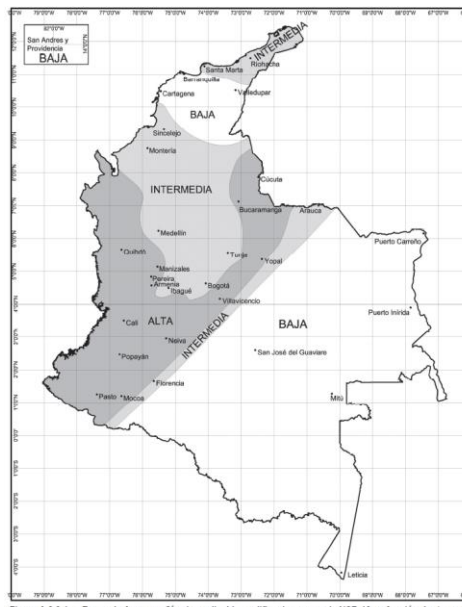


Figura 41. Figura A.2.3-1, Reglamento NSR-10

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)



Departamento del Valle del Cauca

Municipio	Código Municipio	A _a	A _v	Zona de Amenaza Sísmica	A _e	A _d
Cali	76001	0.25	0.25	Alta	0.15	0.09
Yotoco	76890	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Yumbo	76892	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Zarzal	76895	0.25	0.25	Alta	0.14	0.10

Figura 42. Apéndice A-4 Reglamento NSR-10

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

Según la zona sísmica y el sistema estructural identificado se establece el nivel de disipación sísmica aplicable según la Tabla A.3-3 del Reglamento NSR-10.

Tabla A.3-3
Sistema estructural de pórtico resistente a momentos (Nota 1)

C. SISTEMA DE PÓRТИCO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R ₀ (Nota 2)	Valor Ω ₀ (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			Alta		Intermedia		baja	
				uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
1. Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (DES)									
a. De concreto (DES)	el mismo	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (DES)	el mismo	7.0 (Nota-3)	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
d. De acero con cerchas dúctiles (DES)	Pórticos de acero resistentes o no a momentos	6.0	3.0	si	30 m	si	45 m	si	sin límite
2. Pórticos resistentes a momentos con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)									
a. De concreto (DMO)	el mismo	5.0	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (DMO)	el mismo	5.0 (Nota-3)	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos con conexiones rígidas (DMO)	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	5.0	3.0	no se permite		si	sin límite	si	sin límite
3. Pórticos resistentes a momentos con capacidad mínima de disipación de energía (DMI)									
a. De concreto (DMI)	el mismo	2.5	3.0	no se permite		no se permite		si	Sin límite
b. De acero (DMI)	el mismo	3.0	2.5	no se permite		no se permite		si	Sin límite
c. Mixtos con conexiones totalmente restringidas a momento (DMI)	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	3.0	3.0	no se permite		no se permite		si	Sin límite
d. Mixtos con conexiones parcialmente restringidas a momento	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	6.0	3.0	no se permite		si	30 m	si	50 m
e. De acero con cerchas no dúctiles	el mismo	1.5	1.5	no se permite (nota 5)		no se permite (nota 5)		si	12 m
f. De acero con perfiles de lámina doblada en frío y perfiles tubulares estructurales PTE que no cumplen los requisitos de F.2.2.4 para perfiles no esbeltos (nota 6)	el mismo	1.5	1.5	no se permite (nota 5)		no se permite (nota 5)		si	Sin límite
g. Otras estructuras de celosía tales como vigas y cerchas		No se pueden usar como parte del sistema de resistencia sísmica, a no ser que tengan conexiones rígidas a columnas, en cuyo caso serán tratadas como pórticos de celosía							

Figura 43. Tabla A.3-3 Reglamento NSR-10

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)



Tomando la información consignada en el estudio de suelos, la estructura esta cimentada en un suelo clasificado como tipo D lo que permite establecer los coeficientes de amplificación en las zonas de periodos cortos e intermedios.

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\bar{V}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ 50 kPa (≈ 0.50 kgf/cm ²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Figura 44. Tabla A.2.4-1 Reglamento NSR-10

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)



Tabla A.2.4-3

Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Figura 45. Tabla A.2.4-3 Reglamento NSR-10

Tabla A.2.4-4

Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Figura 46. Tabla A.2.4-4 Reglamento NSR-10

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

Por último, para la generación del espectro sísmico se debe tener en cuenta la clasificación de la estructura mencionada con anterioridad, donde se relaciona su grupo de uso IV y por ende su factor de importancia correspondiente como lo establece el Reglamento NSR-10.

A.2.5.2 — COEFICIENTE DE IMPORTANCIA — El Coeficiente de Importancia, I , modifica el espectro, y con ello las fuerzas de diseño, de acuerdo con el grupo de uso a que esté asignada la edificación para tomar en cuenta que para edificaciones de los grupos II, III y IV deben considerarse valores de aceleración con una probabilidad menor de ser excedidos que aquella del diez por ciento en un lapso de cincuenta años considerada en el numeral A.2.2.1. Los valores de I se dan en la Tabla A.2.5-1.

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Figura 47. Coeficiente de importancia Reglamento NSR-10

Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

Según lo anterior se resumen los datos sísmicos de la estructura que permiten generar el espectro sísmico en la siguiente tabla:

Tabla 12. Resumen de datos sísmicos

Datos sísmicos	
Zona de amenaza sísmica	Alta
Nivel de disipación sísmica	DES
Velocidad horizontal pico efectiva A_v	0.25
Aceleración horizontal pico efectiva A_a	0.25
Tipo de suelo	D
Valor de coeficiente F_a	1.30
Valor de coeficiente F_v	1.90
Grupo de uso	IV
Factor de importancia I	1.50

Fuente: Propia

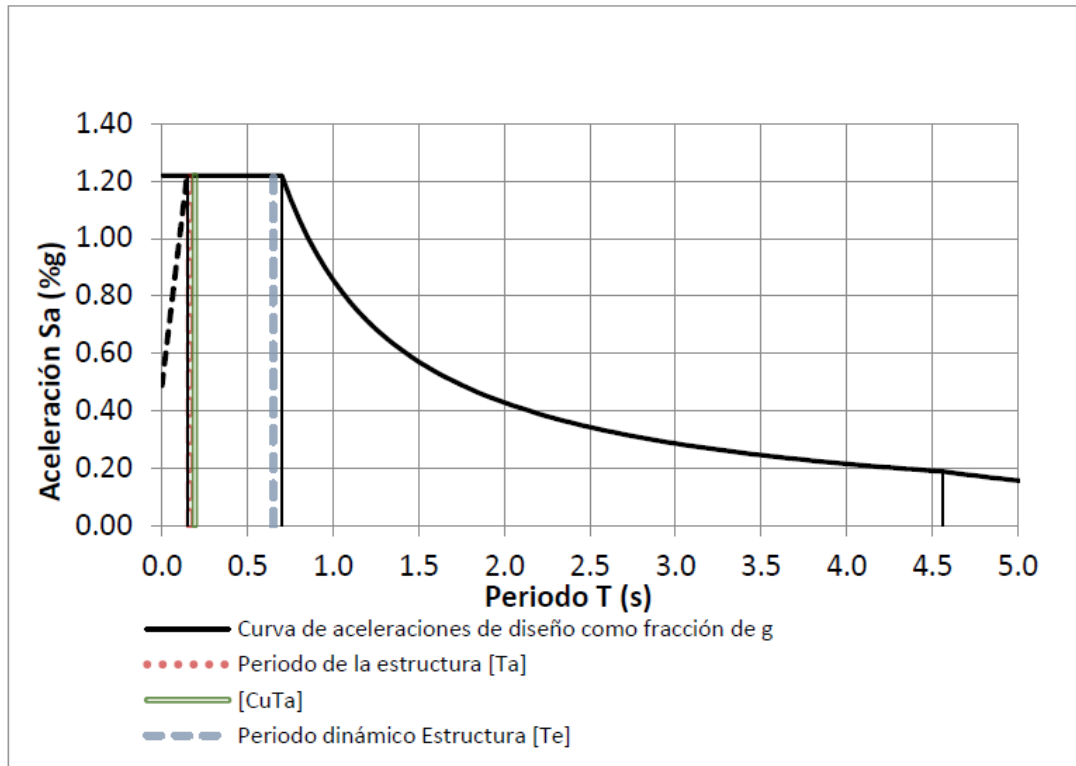


Figura 48. Espectro de diseño usado en el diseño del proyecto.

Fuente: Anexo 6. Memorita de calculo estructural

7. Diagnóstico Patológico

Durante la inspección visual realizada a la caseta de control de la Subestación Guabinas 34.5 kV/13.2 kV, se identificaron varias lesiones que indican la presencia de un posible factor principal causante del daño que se está presentado en la estructura.

Para comprender mejor el origen y la extensión de estas lesiones, se combinaron los datos observados durante la inspección visual junto con los resultados del laboratorio de los dos estudios de suelos (Anexo 5. Estudio de suelos 2018) y el de verificación actual (Anexo 9. Estudio de suelos 2024), lo que posibilitó un análisis más preciso de las causas y magnitud de las lesiones identificadas.

Análisis comparativo realizado entre los dos estudios de suelos considerando las características relevantes y los resultados de las exploraciones y ensayos realizados:



Tabla 13. Comparativa de estudios de suelos

Estudio de Suelos Realizados Subestación Guabinas 34.5kV/13.2 kV			
	Estudio de Suelos N°1 – Diseños 2018	Estudios de Suelos N°2 Verificación 2024	Observación
Alcance y Enfoque de los Estudios	EL informe realiza un análisis integral para toda la subestación incluyendo estructuras asociadas como tanques enterrados, transformadores y pórticos. Se desarrollaron ensayos de refracción sísmica, SPT y pruebas de permeabilidad. La profundidad máxima explorada alcanzó a los 20m	Enfocado en la caseta de control, con un sondeo SPT hasta 6m de profundidad. Incluye un análisis geotécnico simplificado, con recomendaciones específicas para cimentaciones y mejoramientos del terreno.	El estudio de 2018 abarca un análisis más amplio y profundo, mientras que el de 2024 está centrado exclusivamente en la caseta de control y tiene un alcance más limitado.
Clasificación del Suelo	El perfil del suelo se clasifica como tipo D de acuerdo con la NSR-10, basado en las velocidades de onda de corte. Se identificaron tres estratos principales: * Material granular (0-4m) * Arcillas de baja compresibilidad (4-9m) * Depósitos más consolidados y de mayor resistencia (9-20m)	Predominan las arcillas de baja plasticidad (CL) desde 1.5 m hasta 5.5 m, con material granular superficial (SC) hasta 1.5 m. Se reporta alta humedad en el estrato arcilloso, pero no se detectó nivel freático.	Ambos estudios coinciden en identificar arcillas de baja compresibilidad como el material predominante a profundidades relevantes, aunque el 2018 explora un mayor rango estratigráfico.
Capacidad de Carga y Recomendaciones de Cimentación	Capacidad admisible del suelo calculada como 9.55Tn/m ² para cimentaciones superficiales. Se recomienda zapatas desplantadas a 1.5 m o placas flotantes a mayor profundidad para evitar asentamientos excesivos.	Capacidad admisible estimada en 0.97 Kg/cm ² (9.55 Tn/m ²) con un factor de seguridad de 3. Se propone mejorar el terreno mediante compactación y uso de geotextiles, priorizando cimentaciones superficiales con un desplante superior a 1.5 m.	Ambos estudios sugirieron soluciones similares, con énfasis en cimentaciones superficiales debido a las características del suelo.



Estudio de Suelos Realizados Subestación Guabinas 34.5kV/13.2 kV			
	Estudio de Suelos N°1 – Diseños 2018	Estudios de Suelos N°2 Verificación 2024	Observación
Nivel Freático y Permeabilidad	No se detectó nivel freático en los sondeos. Ensayos de permeabilidad indican un coeficiente bajo, característicos de arcillas de baja plasticidad.	Reporta la ausencia de nivel freático. No se realizaron pruebas específicas de permeabilidad, pero se menciona alta retención de humedad en las muestras.	Ambos estudios coinciden en que el suelo tiene baja permeabilidad y carece de nivel freático superficial, pero el estudio de 2018 proporciona datos cuantitativos más detallados.

Fuente: Propia

De acuerdo con los resultados anteriores, la alta humedad reportada en el estudio de suelos N°2 del 2024 en el estrato arcilloso es un factor importante que contribuye a un asentamiento diferencial en la estructura caseta de control construida después del estudio de suelos N°1 del 2018. Las arcillas de baja plasticidad tienen propiedades que las hacen particularmente sensibles a los cambios en la humedad, lo que puede alterar su volumen, capacidad portante y generar deformaciones significativas en el terreno.

Con base con la inspección visual y estudios de suelos, se hace un análisis de las posibles causas del aumento de humedad entre el año 2018 y 2024:

1. Cambios en las condiciones hidrológicas y climáticas:

- Alteraciones en el nivel de aguas subterráneas debido a obras cercanas (Unidades Residenciales Guabinas), como excavaciones profundas, redes de alcantarillado,

pavimentación que pueden haber redistribuido el agua, alterando el flujo natural de las aguas superficiales hacia el área de la caseta.

- Un incremento en las precipitaciones o eventos climáticos extremos entre 2018 y 2024 podrían haber llevado a una mayor infiltración de agua en el subsuelo, como la presentada en el primer semestre del 2022, en el cual la alcaldía de Yumbo declaró calamidad pública por Decreto N 039 de 2022 del 07 de marzo de 2022.
- La falta de épocas secas prolongadas podría haber reducido la capacidad del suelo de drenar y estabilizar su contenido de humedad.

2. Fallas en los sistemas de drenaje de la caseta:

- Deficiencia en el sistema para evacuar las aguas lluvias, en bajantes que llegan a un filtro tipo francés que se encuentra ubicado en la parte externa de la caseta, lo que podría haber permitido que el agua lluvia se filtrara hacia el suelo cercano a los cimientos, lo que también pudo haber permitido acumulaciones prolongadas de agua en el suelo adyacente a la estructura.

3. Alteraciones en el terreno durante la construcción:

- Movimiento de maquinaria pesada, excavaciones, rellenos mal compactados pueden haber alterado la estructura del suelo, facilitando la retención de agua en el subsuelo.

Grietas en losa de contrapiso entre la estructura de caseta de control y foso de celdas: las grietas entre la estructura de los fosos de celdas y la losa de piso se presentan justo en

la junta inducida concebida desde la etapa de construcción, lo cual es un comportamiento estimado posiblemente desde la etapa de diseño, sin embargo, lo anterior refleja un desnivel de aproximadamente 1 cm que desencadena fisuras menos pronunciadas en diferentes zonas de la misma losa de contrapiso.



Figura 49. Fisura en losa de contrapiso

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico

Fisuras en muros de mampostería de concreto: se identifican dos tipologías de fisuras en los muros de mampostería de concreto tanto de fachada como interno, la primera corresponde a fisuras en las juntas contra los pórticos de concreto y la segunda tipología son fisuras en diagonales a través de la pega de esta identificando así algunas zonas con pegos mayores a 14 mm como lo establece numeral D.4.5.10.1 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).



Figura 50. Fisura diagonal en muro de fachada

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico

Para complementar lo ya relacionado y evidenciado en sitio, se obtuvo registro fotográfico del proceso constructivo, en el cual se pudo observar diferentes afectaciones en el relleno de soporte de la cimentación por excavaciones de la red eléctrica, lo anterior reflejado en las imágenes adjuntas a continuación, siendo esto el posible detonante de los problemas observados. Este proceso constructivo podría haber perturbado la estabilidad del suelo reduciendo la capacidad portante y por ende una inestabilidad de las pilas y vigas de cimentación reflejándose esto en asentamientos diferenciales reflejados en las lesiones presentadas en los elementos no estructurales como losas, muros de mampostería y estructura de cubierta.



Figura 51. Instalación de tuberías durante el proceso constructivo

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico



Figura 52. Afectaciones a suelo de cimentación por excavaciones durante el proceso constructivo

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico



Figura 53. Excavaciones adicionales por instalación de tuberías durante el proceso constructivo

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico

Se considera que la alteración del material de relleno para las excavaciones de las cajas eléctricas de tiro es una causa adicional y significativa de las patologías observadas en la caseta de control de la subestación eléctrica Guabinas.

Cuando el contenido de humedad en las arcillas aumenta tiene una menor capacidad portante, lo que provoca que las áreas de la caseta de control más afectadas no soporten uniformemente las cargas de la estructura. Esto nos indica que la zona donde se evidencian las lesiones ha tenido una mayor exposición a la humedad, por lo tanto, experimentan mayor compresión, lo que causa asentamientos desiguales. Aunque las arcillas de baja plasticidad no son extremadamente expansivas, los cambios en su humedad generan ligeras expansiones o contracciones que agraven los asentamientos diferenciales.

El incremento en la humedad del estrato arcilloso desde 2018 hasta 2024 es el factor principal que explica la aparición de asentamientos diferenciales en la caseta de control de la

Subestación Guabinas. La causa es la falta de un sistema de drenaje adecuado, que aumenta las infiltraciones en el terreno.

Para mitigar esos efectos, es necesario:

- Implementar un sistema de drenaje efectivo alrededor de la estructura
- Mejorar el suelo mediante compactación o estabilización química.

Según lo descrito anteriormente se presenta la ficha correspondiente en el Anexo 6.

Memoria de cálculo estructural y se establece que, con las inspecciones visuales iniciales la causa primaria de la estructura en estudio corresponde a asentamientos diferenciales por poca capacidad portante del suelo de relleno y esto da paso a todas las lesiones identificadas, sin embargo, es de resaltar que esto se podrá validar una vez se desarrolle la totalidad de la metodología patológica planteada en el presente documento.

8. Propuestas de intervenciones

Las intervenciones propuestas en este capítulo están orientadas a resolver de manera integral las patologías identificadas en la caseta de control de la Subestación Eléctrica Guabinas, garantizando su estabilidad, funcionalidad y durabilidad a largo plazo. Basados en el diagnóstico técnico, se han planteado soluciones que abordan tanto las causas primarias como los efectos derivados de las patologías observadas, como los asentamientos diferenciales, las infiltraciones de agua y las fisuras en los elementos no estructurales.

Estas intervenciones no solo se fundamentan en las condiciones actuales de la estructura, sino que también consideran las restricciones propias de una edificación en operación crítica, como lo es la caseta de control en una subestación eléctrica indispensable para la red energética. En consecuencia, se prioriza técnicas de bajo impacto, alta efectividad y con tiempos de ejecución optimizados para minimizar riesgos en el funcionamiento continuo de la subestación.

8.1. Estabilización de la estructura

Según (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010), los Asentamiento Diferenciales se definen como “la diferencia entre los valores de asentamiento correspondientes a dos partes diferentes de la estructura”. Es decir, es el movimiento que se produce cuando un elemento apoyado en al menos en 2 puntos presenta un desplazamiento de manera vertical en uno de sus puntos de carga.



Las soluciones a los asentamientos diferenciales en una edificación, dependerá de la causa de la patología, el tipo de terreno y la tipología del edificio. La solución no consiste solamente en repararlas, sino también en evitar vuelvan a aparecer a futuro.

La inyección de resinas se presenta como la solución más adecuada, para estabilizar el terreno afectado por los asentamientos diferenciales identificados en el diagnostico, Esta técnica permite incrementar la densidad y capacidad portante del suelo mediante la inyección de resina líquida, que al expandirse compacta el terreno de manera uniforme. Esta opción es especialmente ventajosa para la caseta de control, dado que:

- Es una solución de baja invasión que no requiere excavaciones extensas, lo que minimiza riesgos para la operación de la subestación en servicio.

- Proporciona resultados rápidos, con tiempos de ejecución reducidos, permitiendo la estabilización del suelo y, si es necesario, la corrección de desniveles en elementos estructurales como losas.
- Mitigar las deformaciones diferenciales al reforzar directamente el suelo bajo las áreas críticas, como la zona de mayor cantidad de lesiones.

8.1.1. Inyección de Resinas Expansivas

En el mercado actual existen diversas opciones para la estabilización de suelos mediante técnicas de inyección de materiales expansivos; sin embargo, se ha seleccionado al proveedor Uretek Colombia, dada su experiencia y trayectoria en proyectos similares. Uretek ofrece un sistema altamente eficiente que utiliza resinas expansivas de alta calidad, garantizando resultados rápidos, precisos y con un impacto mínimo en la estructura en operación.

El procedimiento que se describe a continuación corresponde a las especificaciones técnicas recomendadas por el proveedor Uretek Colombia, (Anexo 8. Fichas técnicas productos) consideradas como las más adecuadas para atender las necesidades específicas del terreno y las condiciones como las más adecuadas para atender las necesidades específicas del terreno y las condiciones estructurales de la caseta de control en la Subestación Eléctrica Guabinas.

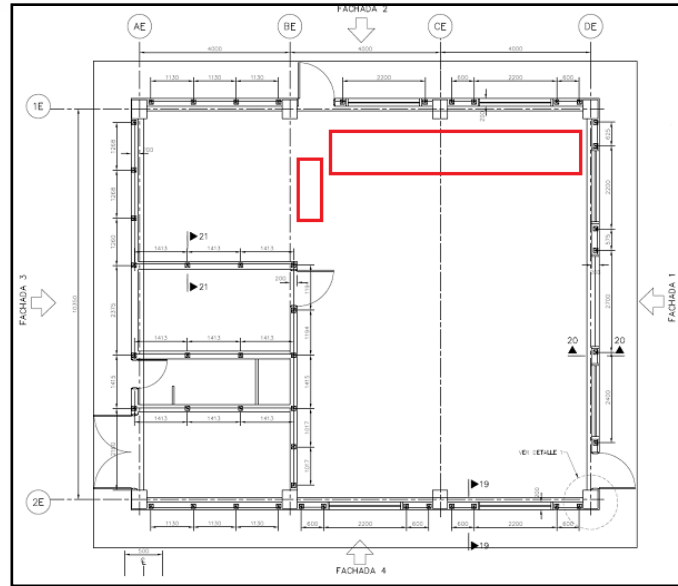


Figura 55. Planta de ubicación de dovelas de refuerzo y anclaje en mampostería

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

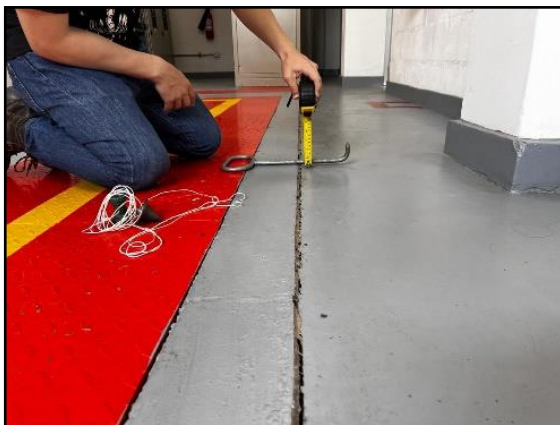


Figura 56. Fisuras en dilataciones de losa de contrapiso

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico



Figura 57. Fisuras en dilataciones de losa de contrapiso

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico

Procedimiento



Figura 58. Procedimiento de inyección

Fuente: (Colombia, 2023)

Inyección: La resina se inyecta en el suelo a través de perforaciones pequeños de 5/8 de pulgadas en un patrón de inyecciones predeterminadas.



Figura 59. Perforación para inyección

Fuente: (Colombia, 2023)

Penetración: En seguida se colocan tubos de acero para la inyección en cada orificio perforado a profundidades determinadas mediante el análisis de los resultados de las pruebas de la condición del suelo, La resina penetra en los poros y fisuras del suelo, distribuyéndose de manera uniforme.



Figura 60. Penetración para inyección

Fuente: (Colombia, 2023)

Expansión: La resina experimenta una reacción química que provoca un aumento en su volumen, generando una presión interna que empuja las partículas del suelo hacia una posición más compacta. Una vez inyectada, la resina polimérica comienza a expandirse hasta 20 veces su volumen de líquido original, buscando las oquedades, consolidando el suelo y creando un geo-material estable, fuerte y ligero como material base. Cuando sea necesario, esta expansión química una vez saturada la tierra, puede elevar suavemente las losas de concreto y sistemas de pavimento a su grado original en cuestión de momentos.



Figura 61. Inyección

Fuente: (Colombia, 2023)



Figura 62. Ejemplos de inyección en losas

Fuente: (Colombia, 2023)

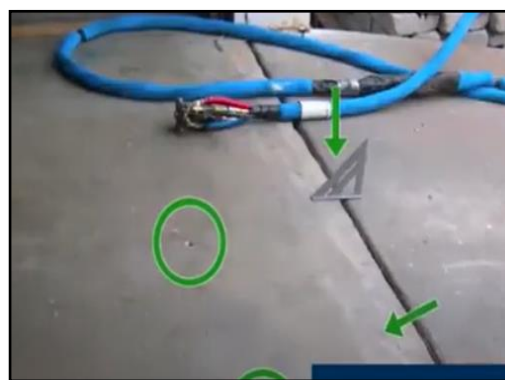


Figura 63. Ejemplos de inyección en losas

Fuente: (Colombia, 2023)

Finalizado el proceso de inyección, los orificios se sellan y el área se limpia y se vuelve a usar en solo 15 minutos. El resultado es un suelo estabilizado, oquedades rellenas, mayor capacidad portante y las losas de concreto, todo en menos tiempo.

8.2. Corrección sistema de aguas lluvias caseta de control

La corrección del sistema de aguas lluvias es crucial para evitar la acumulación de humedad que se identificó como factor determinante en la degradación del terreno y las patologías observadas en la estructura. La propuesta contempla la canalización adecuada de los bajantes hacia un sistema de drenaje eficiente, asegurándose que su ejecución cumpla con los requisitos establecidos en la normativa vigente, específicamente la resolución 0330 de 2017 del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

Esto garantiza que la solución sea técnicamente adecuada y esté alineada bajo los estándares de calidad y seguridad exigidos, contribuyendo a mitigar las infiltraciones y acumulaciones de agua que han afectado el terreno y la estructura de la caseta de control. Las ventajas de esta solución:

- Previene la infiltración de agua en las cercanías de la cimentación, lo que contribuye a reducir los asentamientos diferenciales en el terreno arcilloso, altamente sensible a cambios en la humedad.
- Prolonga la vida útil de los elementos constructivos al evitar el deterioro por humedad, como la aparición de eflorescencias o corrosión en materiales metálicos.
- Es una intervención con un impacto mínimo en la operación de la subestación, ya que puede ejecutarse sin necesidad de deshabilitar la caseta de control.

Esta solución aborda directamente el problema de manejo de aguas lluvias, una causa primaria de los deterioros según el diagnóstico, mejorando significativamente la condición del suelo y reduciendo futuras patologías.

A continuación se detalla el paso a paso para la canalización de los bajantes de aguas lluvias y u conexión a la caja de drenaje existente con el objetivo de evitar filtraciones provenientes de la cubieta:

1. Preparación del área:

- Inspección de la zona para identificar los puntos de salida de los bajantes y su trayectoria hacía la caja de drenaje.
- Señalización el área de trabajo para garantizar la seguridad de las personas y evitar interrupciones en las operaciones de la caseta.
- Retiro de grava existente en el área de trabajo, almacenándola en un lugar designado para su posterior reposición.

2. Excavación para instalación de tubería:

- Marcar el recorrido de la tubería desde los bajantes hacía la caja de drenaje.
- Realizar la excavación manual, según las condiciones del terreno, asegurándose de alcanzar la profundidad requerida para instalar la tubería con la pendiente adecuada que garantice un flujo eficiente del agua.

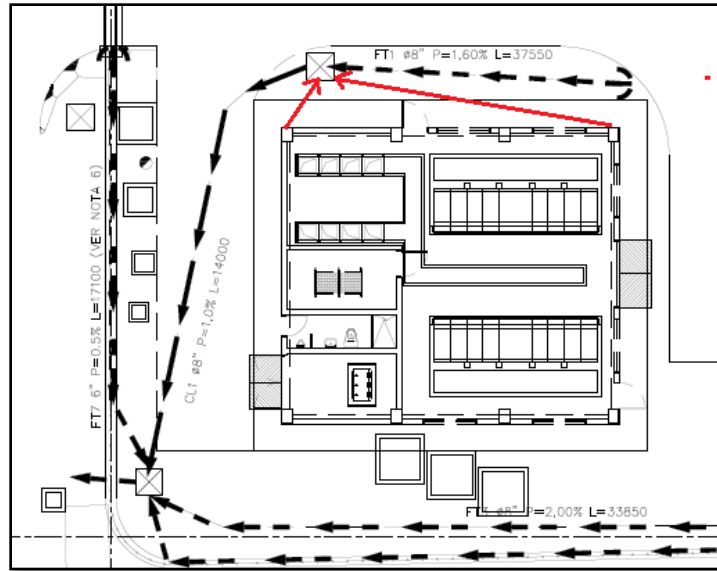


Figura 64. Replanteo de tubería propuesta

Fuente: Propia

3. Instalación de tubería:

- Colocar una capa de arena o material granula compactado en el fondo del canal para nivelar y proteger la tubería.
- Instalar tubería PVC, la cual deberán estar certificados bajo la NTC 1087 y NTC 1341, siguiendo la pendiente, conectándola de manera hermética a los bajantes existentes mediante accesorios adecuados.
- Verificar que todas las uniones y conexiones estén correctamente selladas para evitar fugas.

4. Conexión a la caja de drenaje existente:

- Perforar la pared de la caja de drenaje existente en el punto requerido para la conexión de la nueva tubería.

- Insertar la tubería en la caja y asegura la unión utilizando mortero de reparación para el emboquillado impermeabilizado, garantizando un sellado herético que evite filtraciones o fugas.

5. Relleno y reposición de la grava:

- Rellenar el canal excavado con el material proveniente de la excavación, compactándolo para evitar asentamientos futuros.
- Colocar nuevamente la grava retirada al inicio del procedimiento, nivelando la superficie para recuperar su estado original.

6. Prueba final de funcionamiento:

- Realizar una prueba de funcionamiento mediante la simulación de lluvias (vertiendo agua desde los bajantes) para verificar que el sistema evacúe correctamente hacia la caja de drenaje.
- Inspeccionar todas las conexiones, uniones y el flujo dentro de la caja de drenaje para asegurarse que no existe fugas ni obstrucciones.
- Por último, limpiar el área de trabajo, retirando cualquier material sobrante o desecho generado durante la actividad.

8.3.Reparación fisuras y grietas en muros

La reparación de fisuras y grietas en los muros es fundamental para restaurar la funcionalidad y seguridad de los elementos no estructurales afectados. Esta solución incluye el sellado de fisuras y la aplicación de tratamientos de reparación en las juntas y áreas dañadas. Las ventajas de esta intervención son:

- Asegura la integridad de los muros de mampostería, eliminando puntos de entrada para humedad y agentes que puedan acelerar su deterioro.
- Contribuye a recuperar la estética y la funcionalidad de los muros, mitigando la progresión de las fisuras identificadas en el diagnóstico, especialmente aquellas vinculadas a deformaciones inducidas por asentamientos diferenciales.
- Es una solución económica y de bajo impacto, que no requiere el reemplazo de elementos constructivos y pueden ejecutarse con materiales de alta durabilidad, como sellantes especializados, en este caso se propone utilizar productos Sika (Anexo 8. Fichas técnicas productos)

El sellado de las fisuras encontradas en los muros de la Subestación Eléctrica inherentes al pañete, por retracción entre los diferentes elementos constructivos y que no afecten estructuralmente a la edificación.



Figura 65. Fisuras en muros de mampostería

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico

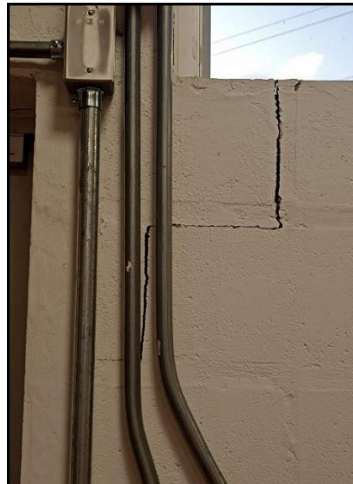


Figura 66. Fisuras en muros de mampostería

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico



Figura 67. Fisuras en muros de mampostería

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico

Z

A continuación, se describe el proceso de forma secuencial:

- Identificar el área afectada o área a intervenir

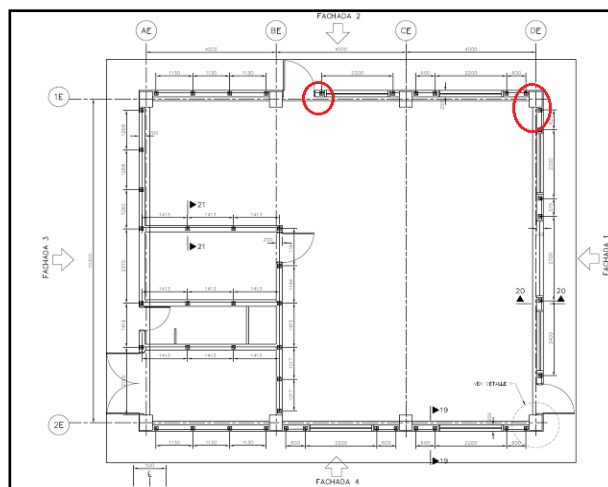


Figura 68. Ubicación fisuras en mampostería

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

- Realizar la limpieza del área a intervenir y retirar las capas de pintura que se encuentran levantadas, infladas, y/o descascaradas, si es el caso.



Figura 69. Limpieza de fisura

Fuente: (homecenter, s.f.)

- Cortar el pañete en forma de V, en las áreas con afectación (fisuras y grietas) debidas al soporte (fisuras por aberturas), o inherentes al pañete, y en forma de canal, por retracción entre los diferentes elementos constructivos, u ocasionadas por cambio de material (Concreto/Ladrillo). La profundidad del corte dependerá de los espesores del pañete existente en el muro intervenido.



Figura 70. Corte de acabado en fisuras

Fuente: (S.A.S, s.f.)

- Retirar y escarificar el pañete existente, en caso de encontrar afectación en este (Pañete hueco) para mejorar adherencia entre los morteros.
- Aplicar y rellenar con Sika sello (Anexo 8. Fichas técnicas productos) en la fisura y grieta, y se alisara con una espátula humedecida



Figura 71. Relleno de fisura

Fuente: (S.A.S, s.f.)

Aplicar estuco y lijar (una vez seco) para refinar la superficie, posteriormente pintar la reparación para igualar su color con el de la pintura que se encuentra aplicada en el muro.

8.4.Reparación de Impermeabilización losa aligerada de cubierta

En el diagnostico patológico se evidencia deterioro en la impermeabilización de la cubierta con lo cual se propone lo expuesto a continuación para el restablecimiento de este, Intervención:



Figura 72. Humedad en cubierta

Fuente: Anexo 3. Registro fotográfico

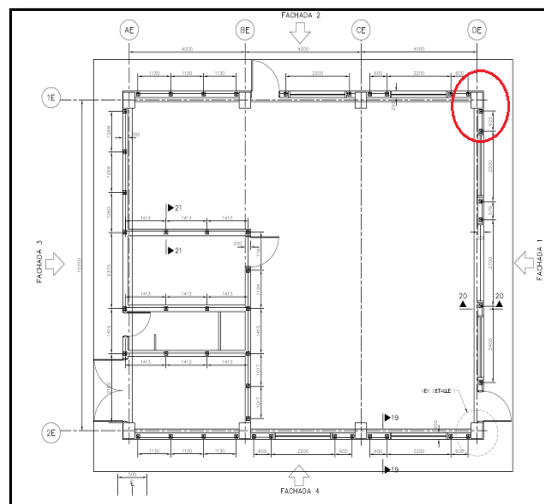


Figura 73. Ubicación de humedad de mayor afectación

Fuente: Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

- El manto de Foil de aluminio debe retirarse por completo con ayuda de un soplete



Figura 74. Retiro de manto

Fuente: (Sika Colombia S.A.S, 2020)

- Se retira todo el manto que se encuentra en mal estado.
- Se procederá a la aplicación del Sikafloor 154W (Anexo 8. Fichas técnicas productos), siguiendo las indicaciones de la ficha técnica del producto, la aplicación se realizará por medio de un rodillo. Esta primera capa mejorará la superficie, sella el manto para las otras capas, y se dejará secar.
- Se procederá a la aplicación de Sikalastic 612 CO (Anexo 8. Fichas técnicas productos).
- Para reforzar los traslapos, se instalará SikaFelt Fv225. (Anexo 8. Fichas técnicas productos)
- Se aplicará un sello Top Coat Sikalastict 621 TC CO, el cual tiene propiedades de reflectividad solar.



9. Presupuesto de Intervención

Las actividades necesarias para abordar y solucionar las patologías identificadas en la caseta de control de la Subestación Eléctrica Guabinas incluyen desde la resolución de problemas estructurales y funcionales, como fisuras, grietas y asentamientos diferenciales, hasta la instalación de sistemas aprobados para prevenir la humedad y mejorar el drenaje de aguas lluvias. Cada punto del presupuesto se ha calculado teniendo en cuenta los recursos humanos, materiales, herramientas y equipos necesarios, garantizando el cumplimiento de los estándares técnicos y normativos. El propósito es garantizar que cada actividad llevada a cabo contribuya a restablecer la funcionalidad, seguridad y la durabilidad de la edificación en la Subestación Eléctrica Guabinas 34.5kV/13.2kV.

Tabla 14. Presupuesto de intervención

Cantidades de Obra Proyecto No.		1			
Nombre Proyecto		Fecha			
INTERVENCIÓN DE PATOLOGÍAS		Noviembre			
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA					
Datos Proyecto					
SE GUABINAS 34.5/13.2 Kv					
SECTOR GUABINAS					
Municipio: YUMBO.					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	CIMENTACIONES				
1,1	Estabilización del suelo Inyección de Resinas Expansivas	und	30	\$ 2.435.305	\$ 73.059.145
2	SISTEMA DE DRENAJA				
2,1	Corrección sistema de Aguas Lluvias caseta de control	global	1	\$ 11.922.760	\$ 11.922.760
3	REPARACIONES				
3,1	Reparación sello de fisuras y grietas en muros	m	126	\$ 147.085	\$ 18.532.711
4	CUBIERTAS				
4,1	Reparación impermeabilización de losa aligerada de cubierta	m2	100	\$ 385.250	\$ 38.525.047
Total Costo Directo					\$ 142.039.663
Administración				17%	\$ 24.146.743
Imprevistos				3%	\$ 4.261.190
Utilidad				5%	\$ 7.101.983
IVA				19%	\$ 1.349.377
TOTAL					\$ 178.898.955

Fuente: Propia



Tabla 15. APU No.1

APU de Obra Proyecto No.01						
Nombre Proyecto			Fecha		Datos Proyecto	
INTERVENCION DE PATOLOGIAS SUBESTACIÓN ELECTRICA GUABINAS 34.5/3.2 Kv			NOVIEMBRE	2024	SE GUABINAS 34.5/13.2 Kv	
			SECTOR GAUBINAS			
			Municipio: YUMBO.			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITEM: Estabilización del suelo Inyección de Resinas Expansivas			UNIDAD:		Unidad (Perforación)	
I. EQUIPO						
Descripción			Tipo	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Herramienta menor			%MO	\$ 420.840	5,00%	\$ 21.042
Equipo completo para realizaci n de inyecciones de resinas expansivas a presion			unidad	\$ 2.825.000	0,07	\$ 188.333
Tubos de 5/8"			unidad	\$ 272.291	0,13	\$ 36.305
Sub-Total					\$ 245.681	
II. MATERIALES EN OBRA						
Descripción			Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Consumibles			gl	\$ 245.681	0,05	\$ 12.284
Inyección simple de resina expansiva, a base de poliuretano en un nivel bajo el plano de cimentación, con un grado de complejidad medio			Unidad	\$ 1.612.500	1,00	\$ 1.612.500
						\$ -
						\$ -
Sub-Total					\$ 1.624.784	
III. TRANSPORTES						
Material			Distancia	Precio / km	Cantidad	Valor-Unit.
Camioneta			120,0	\$ 1.200	1,00	\$ 144.000
						\$ -
Sub-Total					\$ 144.000	
IV. MANO DE OBRA						
Cargo	Cantidad	Jornal	Prestaciones	Total	Rendimiento	Valor-Unit.
Profesional en SST	1	\$ 85.333	67,0%	\$ 142.507	1,00	\$ 142.507
Tecnico en perforaciones e inyección d	1	\$ 93.333	67,0%	\$ 155.867	1,00	\$ 155.867
Auxiliar de perforaciones e inyección d	1	\$ 73.333	67,0%	\$ 122.467	1,00	\$ 122.467
Sub-Total					\$ 420.840	
Total Costo Directo					\$ 2.435.305	
Administración					17%	\$ 414.002
Imprevistos					3%	\$ 73.059
Utilidad					5%	\$ 121.765
IVA					19%	\$ 23.135
TOTAL					\$ 3.067.266	

Fuente: Propia

Tabla 16. APU No.2

APU de Obra Proyecto No.01						
Nombre Proyecto			Fecha		Datos Proyecto	
INTERVENCION DE PATOLOGIAS SUBESTACIÓN ELECTRICA GUABINAS 34.5/3.2 Kv			OCTUBRE 2024		SE GUABINAS 34.5/13.2 Kv	
					SECTOR GAUBINAS	
					Municipio: YUMBO.	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITEM: Corrección sistema de Aguas Lluvias caseta de control			UNIDAD:		Global	
I. EQUIPO						
Descripción			Tipo	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Herramienta menor			%MO	\$ 10.070.100	5,00%	\$ 503.505
Sub-Total					\$ 503.505	
II. MATERIALES EN OBRA						
Descripción			Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Consumibles			gl	\$ 503.505	0,05	\$ 25.175
Tubería PVC Sanitaria 6"			ml	\$ 31.900	18,20	\$ 580.580
Accesorios			unidad	\$ 40.000	15,00	\$ 600.000
Mortero de reparación sikatop- 121			Kg	\$ 10.500	6,00	\$ 63.000
Sub-Total					\$ 1.268.755	
III. TRANSPORTES						
Material			Distancia	Precio / km	Cantidad	Valor-Unit.
Camioneta			67,0	\$ 1.200	1,00	\$ 80.400
						\$ -
Sub-Total					\$ 80.400	
IV. MANO DE OBRA						
Cargo	Cantidad	Jornal	Prestaciones	Total	Rendimiento	Valor-Unit.
Profesional en SST	1	\$ 85.333	67,0%	\$ 142.507	5,00	\$ 712.533
Oficial Civil	1	\$ 75.333	67,0%	\$ 125.807	5,00	\$ 629.033
Ayudante Civil	4	\$ 65.333	67,0%	\$ 436.427	5,00	\$ 8.728.533
Sub-Total					\$ 10.070.100	
Total Costo Directo					\$ 11.922.760	
Administración					17%	\$ 2.026.869
Imprevistos					3%	\$ 357.683
Utilidad					5%	\$ 596.138
IVA					19%	\$ 113.266
TOTAL					\$ 15.016.717	

Fuente: Propia

Tabla 17. APU No.3

APU de Obra Proyecto No.01						
Nombre Proyecto			Fecha		Datos Proyecto	
INTERVENCION DE PATOLOGIAS SUBESTACIÓN ELECTRICA GUABINAS 34.5/3.2 Kv			NOVIEMBRE 2024		SE GUABINAS 34.5/13.2 Kv	
					SECTOR GAUBINAS	
					Municipio: YUMBO.	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITEM: Reparación sello de fisuras y grietas en muros			UNIDAD :		m	
I. EQUIPO						
Descripción			Tipo	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Herramienta menor			%MO	\$ 46.983	5,00%	\$ 2.349
Andamios certificados			día	\$ 800.000	0,05	\$ 40.000
Sub-Total					\$ 42.349	
II. MATERIALES EN OBRA						
Descripción			Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Consumibles			gl	\$ 42.349	0,05	\$ 2.117
Sikasetlo Multiusos Gris 280 ml			Unidad	\$ 15.991	0,25	\$ 3.998
Estucor Estuco Plástico			Kg/m2	\$ 9.900	0,12	\$ 1.188
Pintura para Interior Blanco Viniltex			Galon	\$ 94.900	0,50	\$ 47.450
						\$ -
Sub-Total					\$ 54.753	
III. TRANSPORTES						
Material			Distancia	Precio / km	Cantidad	Valor-Unit.
Camioneta			50,0	\$ 1.200	0,05	\$ 3.000
						\$ -
Sub-Total					\$ 3.000	
IV. MANO DE OBRA						
Cargo	Cantidad	Jornal	Prestaciones	Total	Rendimiento	Valor-Unit.
Profesional en SST	1	\$ 75.333	67,0%	\$ 125.807	0,10	\$ 12.581
Oficial Civil	1	\$ 75.333	67,0%	\$ 125.807	0,10	\$ 12.581
Ayudante Civil	2	\$ 65.333	67,0%	\$ 218.213	0,10	\$ 21.821
Sub-Total					\$ 46.983	
Total Costo Directo					\$ 147.085	
Administración					17%	\$ 25.004
Imprevistos					3%	\$ 4.413
Utilidad					5%	\$ 7.354
IVA					19%	\$ 1.397
TOTAL					\$ 185.250	

Fuente: Propia



Tabla 18. APU No.4

APU de Obra Proyecto No.01						
Nombre Proyecto			Fecha		Datos Proyecto	
INTERVENCIÓN DE PATOLOGÍAS SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUABINAS 34.5/3.2 Kv			NOVIEMBRE 2024		SE GUABINAS 34.5/13.2 Kv	
					SECTOR GAUBINAS	
					Municipio: YUMBO.	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITEM: Reparación impermeabilización de losa aligerada de cubierta			UNIDAD:		m2	
I. EQUIPO						
Descripción			Tipo	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Herramienta menor			%MO	\$ 115.787	5,00%	\$ 5.789
Andamios certificados			día	\$ 800.000	0,05	\$ 40.000
Soplete			día	\$ 154.000	0,05	\$ 7.700
Sub-Total					\$ 53.489	
II. MATERIALES EN OBRA						
Descripción			Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Consumibles			gl	\$ 53.489	0,05	\$ 2.674
SikaFloor 154 W			Kg/m2	\$ 40.350	1,50	\$ 60.525
sikalastic 612 CO			Kg/m2	\$ 57.540	1,80	\$ 103.572
SikaFelt Fv225.			m2	\$ 2.700	1,05	\$ 2.835
sikalastict 621 TC CO			Kg/m2	\$ 50.200	0,84	\$ 42.168
						\$ -
Sub-Total					\$ 211.774	
III. TRANSPORTES						
Material			Distancia	Precio / km	Cantidad	Valor-Unit.
Camioneta			70,0	\$ 1.200	0,05	\$ 4.200
						\$ -
Sub-Total					\$ 4.200	
IV. MANO DE OBRA						
Cargo	Cantidad	Jornal	Prestaciones	Total	Rendimiento	Valor-Unit.
Profesional en SST	1	\$ 75.333	67,0%	\$ 125.807	0,20	\$ 25.161
Oficial Civil	1	\$ 75.333	67,0%	\$ 125.807	0,20	\$ 25.161
Ayudante Civil	3	\$ 65.333	67,0%	\$ 327.320	0,20	\$ 65.464
Sub-Total					\$ 115.787	
Total Costo Directo					\$ 385.250	
Administración					17%	\$ 65.493
Imprevistos					3%	\$ 11.558
Utilidad					5%	\$ 19.263
IVA					19%	\$ 3.660
TOTAL					\$ 485.223	

Fuente: Propia

Conclusiones

La inspección exhaustiva a la caseta de control en la Subestación Eléctrica Guabinas destaca la importancia de realizar investigaciones especializadas en infraestructuras para garantizar su correcto funcionamiento y cumplimiento normativo adecuado. Este análisis no sólo permitió identificar inconvenientes significativos, sino también brindar soluciones técnicas sólidas y personalizadas a las necesidades de la edificación.

Los hallazgos revelan que la interacción entre las propiedades del suelo y el entorno pueden ocasionar daños progresivos en las edificaciones, aun cuando estas sean relativamente nuevas. Es fundamental adoptar un enfoque dinámico y actualizado en los estudios geotécnicos para adaptarse a las variaciones ambientales del entorno y al transcurrir del tiempo.

La experiencia adquirida en este proyecto resalta la relevancia de una gestión preventiva en infraestructuras que juegan roles estratégicos en redes de servicios públicos. Es esencial llevar a cabo revisiones regulares, mantenimiento y mejoras técnicas para prolongar la vida útil y prevenir riesgos estructurales que puedan impactar su operatividad.

El análisis llevado a cabo demuestra cómo la utilización de conocimientos especializados en patología de la construcción puede resolver eficientemente desafíos estructurales, teniendo en cuenta las restricciones operativas y garantizando la sostenibilidad. Este planteamiento integral

no solo asegura la solidez de la estructura, sino que también protege los recursos económicos y técnicos invertidos en infraestructuras críticas y vitales.

Bibliografía

American Concrete Institute . (2019). Code Requirements for Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures (ACI 562-19) and Commentary. Michigan: American Concrete Institute .

American Concrete Institute. (2019). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-19). Bogotá D.C. : American Concrete Institute.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

Colombia, U. (2023, 11 3). <https://www.youtube.com>. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=qfegueCmOARc>

Consejo Municipal de Yumbo. (2001). Acuerdo 0028 de 2001. Yumbo, Valle del Cauca, Colombia.

Difech Consolidaciones . (2021). Difech Consolidaciones. Retrieved from Cimentación con micropilotes hincados a presión - PushPile: <https://difech.es/cimentacion-micropilotes-hincados-a-presion-pushpile/>

Elguero, A. M. (2004). Patologías elementales. Argentina: Nobuko.

Euclid Chemical Toxement . (2022, Abril 28). Toxement . Retrieved from EUCO CARBON FIBER CFS 600: <https://www.toxement.com.co/productos/portafolio-productos/reparaci%C3%B3n-vertical-y-sobre-cabeza/fibras-de-carbono-para-reparaci%C3%B3n-estructural/?prodId=1742>

Euro Mundo Global. (2019, Diciembre 17). Euro Mundo Global. Retrieved from ¿Qué son y por qué se producen los asentamientos diferenciales?: <https://www.euromundoglobal.com/noticia/421249/ciencia-y-tecnologia/que-son-y-por-que-se-producen-los-asentamientos-diferenciales.html>

Fernández, C. S. (2016). PATOLOGÍA Y REHABILITACIÓN EN CONSTRUCCIÓN. Retrieved from Fisuras en mi casa ¿Es peligroso? ¿Qué debo hacer?: <https://www.patologiasconstruccion.net/2016/09/fisuras-casa-peligroso-debo/>

Google LLC. (2023). Google Earth Pro. Retrieved 2024, from <https://earth.google.com/>

Google LLC. (2024). Google Maps. Retrieved from <https://www.google.com/maps>

homecenter. (n.d.). www.homecenter.com.co. Retrieved from <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/content/como-quitar-las-grietas-de-techos-y-paredes/>

Horse Construction . (2024). Horse Construction . Retrieved from Uso de fibra de carbono para reforzar las losas de RC: <https://es.horseen.com/index/solution/content/id/454>

Manuj, A. (2024). Manu Arquitecto Técnico. Retrieved from Rehabilitar fachadas exteriores de ladrillo visto [causas y solución]: <https://manuarquitectotecnico.com/rehabilitar-fachada-ladrillo-visto/>

Meteoblue. (2023). Climograma del Municipio de Yumbo. Retrieved from Meteoblue: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/yumbo_colombia_36656

57

Olivan, F. F. (2014). Manual de patología y rehabilitación de edificios . Burgos : Universidad de Burgos.

S.A.S, S. C. (n.d.). www.sika.com.co. Retrieved from
<https://www.youtube.com/watch?v=Z5PFzoYqZMU>

Sánchez, C. (2019, Febrero 08). Normas APA – 7ma (séptima) edición, 7ma edición.
Retrieved 2024, from Normas APA (7ma edición): <https://normas-apa.org/>

Sika Colombia S.A.S. (2020, Diciembre). Sika Colombia S.A.S. Retrieved from Sika®
Repair-220: <https://col.sika.com/es/construccion/concreto/reparacion-de-concreto/morteros-de-reparacion/sika-repair-220.html>

Sika Colombia S.A.S. (2022). PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN - Reparación,
refuerzo y protección de elementos de hormigón armado. Sika Colombia S.A.S.

Anexos

Anexo 1. Ficha descriptiva de historia clínica: causa primaria

Anexo 2. Planos de diagnósticos: causas primarias

Anexo 3. Registro fotográfico

Anexo 4. Estudio topográfico

Anexo 5. Estudio de suelos 2018

Anexo 6. Memoria de cálculo estructural

Anexo 7. Planos estructurales y arquitectónicos

Anexo 8. Fichas técnicas productos

Anexo 9. Estudio de suelos 2024