

SUPERVISIÓN ELÉCTRICA EN MODERNIZACION FACULTAD DE SALUD UIS

Supervisión de la instalación eléctrica en el proyecto de modernización de la facultad de salud
de la universidad industrial de Santander

Cristhian Camilo Gonzalez Jacome

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Electricista

Director

Rolando Andrés Rincón Saravia

MBA. Magister en dirección de empresas

Codirector

Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga

PhD. Tecnología

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Fisicomecánica

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Comunicaciones

Ingeniería Eléctrica

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Quiero comenzar agradeciendo a Dios por haberme guiado a lo largo de este proceso en mi carrera, permitiéndome adquirir valiosos conocimientos que han enriquecido mi vida tanto personal como profesional. También agradezco por poner en mi camino a personas excepcionales que, de una u otra manera, aportaron significativamente a mi formación y me brindaron su apoyo para culminar con éxito esta etapa. En especial, agradezco a mi director de tesis, quien no solo me orientó en el desarrollo de mi trabajo de grado, sino que, durante varias materias como docente, me motivó y ayudó a superar momentos clave en mi formación académica.

Un agradecimiento especial a mi madre y a mi abuela, quienes son el motor de mi vida. Ellas me han inculcado valores sólidos, enseñándome con su ejemplo lo que significa no rendirse, incluso en los momentos más difíciles. Su amor incondicional, apoyo constante y enseñanzas han sido esenciales para que pueda llegar hasta aquí. Este logro no habría sido posible sin su fortaleza y dedicación, que me inspiran día a día a dar lo mejor de mí.

Quiero expresar mi agradecimiento a cada uno de los docentes de la escuela, quienes compartieron sus conocimientos conmigo y me guiaron en el camino para convertirme en un ingeniero íntegro y profesional. Su dedicación y enseñanza no solo me han brindado herramientas técnicas, sino también valores fundamentales para ser transparente y ético en mis futuros trabajos.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a mi proceso académico. A los tutores que la carrera me presentó, quienes siempre estuvieron dispuestos a resolver mis dudas y brindarme su apoyo; a los docentes que, además de impartirme conocimientos técnicos, me ofrecieron valiosos consejos de vida y enseñanzas como profesionales. Mi gratitud especial es para mí director de tesis, el profesor e ingeniero Rolando Andrés Rincón, quien no solo me guio durante este importante proceso, sino que también me formó como docente en varias materias. Le agradezco profundamente por los conocimientos compartidos y por su constante apoyo a lo largo de mi carrera.

También quiero agradecer a la Universidad Industrial de Santander por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas en una institución tan destacada. Es un privilegio haber podido contribuir con mis conocimientos a una institución de tanta relevancia, que no solo me acogió, sino que también me formó durante todos estos años como estudiante. Estoy orgulloso de haber sido parte de esta comunidad académica que ha dejado una huella imborrable en mi formación profesional y personal.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Descripción de la práctica: Supervisión de obra.....	14
2.1 Descripción del proyecto	14
2.2 Función de la Supervisión.....	15
2.3 Flujo de actividades	16
2.4 Resultados principales de la experiencia	17
2.5 Herramientas implementadas durante la práctica	17
2.6 Bitácora	18
2.7 Detalle de actividades de supervisión	19
2.7.1 Desarrollo de informes semanales	19
2.7.2 Inspección de obra y planos eléctricos.....	20
2.7.3 Supervisión de cantidades de inventarios	21
2.7.4 Trazabilidad de planos y modelos.....	23
2.7.5 Rectificación de cuadro de cargas.....	23
3. Componentes subestación.....	26
3.1 Subestación Eléctrica	26
3.1.1 Especificaciones técnicas de los equipos eléctricos.....	27
3.1.1.1 Transformadores 34,5/0,8Kv	27
3.1.1.2 Celda de media tensión	29
3.1.1.3 Sistema de transferencia	30

SUPERVISIÓN ELÉCTRICA EN MODERNIZACION FACULTAD DE SALUD UIS

3.1.1.4	Blindo barra	31
3.1.1.5	Malla puesta a tierra.....	32
3.1.1.6	Cuadro de carga de la subestación	34
3.1.1.7	Sistema de protección de rayos.....	35
4.	Conclusiones	40
	Referencias bibliográficas.....	41
	Apéndices.....	42

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Ejemplo cantidades piso 1</i>	22
Tabla 2 <i>Ejemplo de trazabilidad con respecto a las actualizaciones de los planos.</i>	23

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Flujo de Actividades</i>	16
Figura 2 <i>Ejemplo de la bitácora en la Supervisión en la facultad de salud de la Universidad Industrial de Santander</i>	19
Figura 3 <i>Ejemplo plano eléctrico Sistema contra incendio sótano 1</i>	21
Figura 4 <i>Ejemplo de verificación del cuadro de carga y cálculo del porcentaje exacto de desbalance</i>	25
Figura 5 <i>Plano de la subestación de los transformadores, celdas de transferencia y planta de emergencia</i>	27
Figura 6 <i>Ficha técnica del transformador trifásico clase F de 1 [MVA] de potencia</i>	28
Figura 7 <i>Celdas de transferencia</i>	30
Figura 8 <i>Instalación de Blindo Barra</i>	32
Figura 9 <i>Memoria de cálculo de malla de puesta a tierra</i>	33
Figura 10 <i>Verificación de memoria de calculo</i>	34
Figura 11 <i>Cuadro de carga de la Subestación</i>	35
Figura 12 <i>Resultados de la simulación del Software de análisis para el SIPRA</i>	37
Figura 13 <i>Resultados del SIPRA</i>	38
Figura 14 <i>Vista frontal del sistema de protección de rayos</i>	39

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Informes semanales y Diagrama de Gantt (Se encuentran en el siguiente enlace https://correouisedu-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/cristhian2182752_correo_uis_edu_co/EsAFfbY5BpJDn1_dk-KKcFQBQAq-awgEpGMLi2eaKI-5Ig).....	42
Apéndice B. Formato bitácora registro fotográfico diario	42
Apéndice C. Anexo de planos PDF iniciales y actualizados	42
Apéndice D. Comité resumen y registro fotográfico	42
Apéndice E. Cuadro de cargas porcentaje de desbalance	42
Apéndice F. Documento técnico diagrama unifilar y cuadro de cargas	42
Apéndice G. Documentos técnicos constructivos.....	42
Apéndice H. Ficha técnica Sipra.....	42
Apéndice I. Información subestación	42
Apéndice J. Memoria de cantidades constructivas vs versiones actualizadas	42

“Los apéndices están adjuntos”

Glosario

Comité: reuniones periódicas donde se debatían los avances del proyecto, evaluando los tiempos establecidos y tomando decisiones estratégicas para las siguientes etapas.

Correcciones: ajustes realizados en la obra cuando las medidas o ubicaciones no coincidían con los planos originales, garantizando la precisión y funcionalidad.

Cantidad de materiales: cálculo detallado de los recursos necesarios para cada etapa de la construcción, como tuberías, luminarias y puntos eléctricos.

Edificio de modernización de la facultad de salud: proyecto de construcción y modernización de una torre hospitalaria en la Universidad Industrial de Santander, con 5 pisos, 2 sótanos, un auditorio y 53 laboratorios, abarcando más de 27,000 metros cuadrados.

Planos: representaciones gráficas detalladas de los sistemas eléctricos y arquitectónicos utilizados como guía para la ejecución de la obra.

Practicantes: estudiantes de Ingeniería Civil y Eléctrica integrados al proyecto con el objetivo de adquirir experiencia profesional y contribuir al desarrollo de la obra.

Revit: herramienta BIM utilizada para modelar y visualizar estructuras en 3D, identificar discrepancias y coordinar cambios en los planos.

Reportes Semanales: informes generados semanalmente que contienen información detallada sobre el avance de la obra, incluyendo el estado de los planos, cantidades de material y tareas realizadas.

Resumen

Título: SUPERVISION DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA FACULTAD DE SALUD DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.*

Autor: Cristhian Camilo Gonzalez Jacome **

Palabras Clave: Construcción, Supervisión, Instalación eléctrica, Modernización.

Descripción: Se dio inicio al proyecto del edificio de modernización de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander, donde se integraron practicantes en las áreas de Ingeniería Civil y Eléctrica con el objetivo de que adquirieran experiencia profesional y contribuyeran al desarrollo de la nueva torre hospitalaria. La supervisión de los practicantes estuvo a cargo de la División de Planta Física de la universidad. Durante un período de 4 meses, se desempeñó un rol activo en la parte eléctrica, asegurando la actualización constante de los reportes semanales y el control detallado de los planos y las cantidades de material por piso. Este trabajo permitió mantener un avance significativo en la obra. La torre hospitalaria cuenta con 5 pisos, 2 sótanos, un auditorio con capacidad destacada y 53 laboratorios, abarcando una construcción de más de 27 mil metros cuadrados.

En el transcurso de estos 4 meses, se desarrolló habilidades técnicas en el manejo de software como AutoCAD, Excel, Microsoft Word, Trimble Connect y Revit, herramientas fundamentales para la revisión de planos, modelos y extracción de cantidades. Estas herramientas facilitaron la generación de reportes precisos sobre el trabajo semanal, permitiendo identificar las correcciones necesarias en la obra cuando las medidas no coincidían exactamente con los planos originales. Revit, en particular, fue clave para visualizar modelos y detectar discrepancias, asegurando que los ajustes fueran efectivos. El uso de estos programas agilizó los cálculos de ingeniería y la presentación de datos precisos en los comités, donde se debatían los avances del proyecto y se evaluaban los tiempos establecidos para cada piso y sus respectivas áreas.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Programa académico. Director: MBA. Rolando Andrés Rincón Sarabia. Codirector: PhD. Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga.

Abstract

Title: SUPERVISION OF THE ELECTRICAL INSTALLATION IN THE MODERNIZATION PROJECT OF THE FACULTY OF HEALTH AT THE UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.*

Author(s): Cristhian Camilo Gonzalez ¹

Key Words: Construction, Supervision, Installation Electric, Modernization

Description: The project for the modernization building of the Faculty of Health at the Universidad Industrial de Santander began, incorporating interns from the fields of Civil and Electrical Engineering with the aim of providing professional experience and contributing to the development of the new hospital tower. The supervision of the interns was handled by the university's Division of Physical Plant. Over a period of 4 months, I actively participated in the electrical area, ensuring the constant updating of weekly reports and the detailed monitoring of plans and material quantities per floor. This work contributed to significant progress on the project. The hospital tower consists of 5 floors, 2 basements, an auditorium with notable capacity, and 53 laboratories, encompassing a construction area of more than 27,000 square meters.

Over the course of these 4 months, technical skills were developed in the use of software such as AutoCAD, Excel, Microsoft Word, Trimble Connect, and Revit, which were essential tools for reviewing plans, models, and extracting quantities. These tools facilitated the generation of accurate reports on weekly progress, allowing the identification of necessary corrections in the construction when measurements did not exactly match the original plans. Revit, in particular, was instrumental in visualizing models and detecting discrepancies, ensuring that adjustments were effectively implemented. The use of these programs streamlined engineering calculations and the presentation of precise data in committee meetings, where project progress was discussed, and timelines for each floor and their respective areas were evaluated.

* Degree Work

¹Faculty of Physico-Mechanical Engineering. School of Electrical, Electronic and Telecommunication Engineering. Academic Program. Director: MBA. Rolando Andrés Rincón Sarabia. Codirector: PhD. Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga.

Introducción

En la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander se está llevando a cabo un proyecto para construir y modernizar su infraestructura física, que incluye un edificio moderno de cinco pisos, 53 laboratorios, dos sótanos y un auditorio, sumando más de 27 mil metros cuadrados de construcción. La supervisión de este proyecto está a cargo de la División de Planta Física de la UIS, que busca contar con estudiantes que colaboran en esta labor. La participación en la supervisión de la obra es fundamental para asegurar la correcta ejecución de los proyectos, garantizando que se respeten los planos, especificaciones y demás diseños pertinentes en cada disciplina, incluida la eléctrica, en la cual estamos involucrados. El acompañamiento en la supervisión eléctrica implica realizar un monitoreo diario, que permitirá la elaboración de un informe semanal que documente el avance de las redes eléctricas, la secuencia de las actividades de obra y la verificación y puesta en marcha de la iluminación, bandejas de redes eléctricas, tomacorrientes y otros componentes. También se espera el seguimiento de los cambios realizados para contribuir a una adecuada ejecución de la obra eléctrica. La práctica empresarial como trabajo de grado ofrece al estudiante la oportunidad de consolidar sus conocimientos académicos, por lo que se ha decidido realizar este trabajo en este formato, dado que las actividades a realizar representan una experiencia práctica. Este documento proporciona una descripción del proyecto, destacando el objetivo de la obra y presentando diagramas unifilares y puntos de arranque clave para el diseño de la infraestructura eléctrica de los pisos desarrollados en la parte eléctrica, como puede ser la bandeja, la tubería para el cableado hacia los tomas. Además, se mencionan algunos de los equipos instalados, como transformadores, celdas de transferencia y celdas de media tensión. Se enfatiza la importancia del acompañamiento a la supervisión y se establece un proceso para recopilar datos confiables y precisos, ya que la forma en que compartimos esta información es crucial para el entendimiento de todos.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Supervisar la instalación eléctrica en el proyecto de modernización de la facultad de salud de la Universidad Industrial de Santander, con el fin de mejorar los procesos de instalación, de equipos e instalaciones de uso final en esta infraestructura.

1.2 Objetivos Específicos

- Elaborar y evaluar informes detallados sobre el estado de la instalación eléctrica, identificando deficiencias, pendientes y correcciones necesarias para desarrollar todo correcto según los planos establecidos.
- Apoyar el proceso de instalación del componente eléctrico de la obra asegurando que se cumplan con las especificaciones técnicas plasmadas en planos, cuadros de carga y diagramas unifilares.
- Participar en la instalación de la subestación, corroborando el cumplimiento de normas de regulación de tensión y los requisitos técnicos de seguridad en Colombia. Asegurando que las cargas de los circuitos estén correctamente distribuidas según cuadros de carga.

2. Descripción de la práctica: Supervisión de obra

2.1 Descripción del proyecto

Con el objetivo de fortalecer la calidad educativa, la Universidad Industrial de Santander lleva a cabo la construcción de un nuevo edificio en la sede de la Facultad de Salud, ubicada en la ciudad de Bucaramanga. Este proyecto busca expandir la infraestructura existente, ofreciendo recursos que contribuyan al mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje. La edificación incluye espacios modernos y funcionales, como aulas educativas completamente equipadas y laboratorios con tecnología avanzada, diseñados para fomentar metodologías de aprendizaje más dinámicas e interactivas.

El proyecto integra características innovadoras, como iluminación LED, sistemas de iluminación con sensores de movimiento, amplias áreas de parqueo, oficinas administrativas, cafeterías, un auditorio con capacidad para 400 personas y laboratorios equipados con tecnología de punta. Según los últimos informes, el progreso del proyecto ha sido altamente positivo y satisfactorio.

Esta iniciativa forma parte de un esfuerzo integral para optimizar las instalaciones dedicadas a la formación en el área de la salud, promoviendo un entorno académico que atraiga tanto a estudiantes como a docentes de alto nivel. Al contar con instalaciones modernas y recursos de calidad, la universidad refuerza su competitividad y fortalece su posición como institución educativa de referencia.

El objetivo de esta práctica empresarial es participar activamente en la supervisión de la ejecución eléctrica del proyecto durante un periodo de cuatro meses, asegurando que se cumplan los estándares de seguridad, eficiencia y sostenibilidad en el sistema de suministro energético.

2.2 Función de la Supervisión

Durante la participación en el proyecto de modernización de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander, se desarrolló competencias en supervisión eléctrica, en concordancia con los principios de ABET, que incluyen la aplicación de conocimientos de ingeniería, trabajo en equipo, análisis de problemas, y comunicación efectiva. Mi experiencia se centró en garantizar el cumplimiento de estándares como el RETIE, optimizando los procesos de instalación eléctrica y de sistemas complementarios mediante la integración efectiva de requerimientos, inspecciones técnicas y comunicación estratégica entre los actores involucrados.

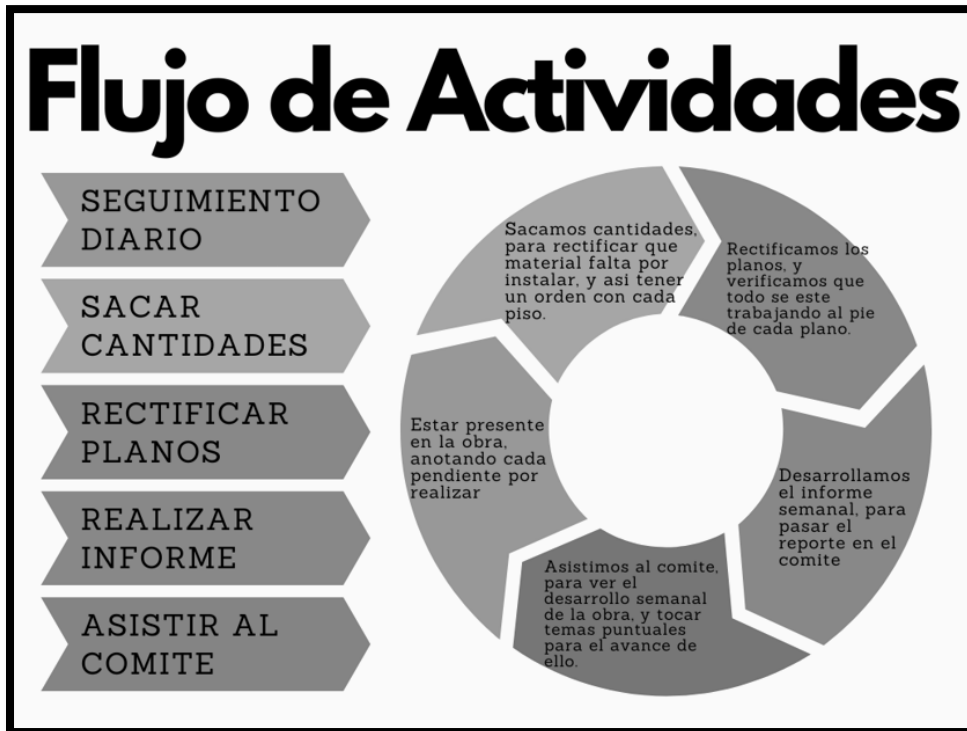
En los cuatro meses que se desempeñó el rol de supervisor en la parte eléctrica, estas responsabilidades incluyeron la verificación de luminarias, puntos eléctricos, y bandeja porta cable así como la instalación de la tubería de iluminación. Se realizó un seguimiento del avance del proyecto, guiándonos por los planos que se tenían en Trimble. Además, se generaron informes semanales que se presentaron en los comités, donde se evaluaba el progreso y se observaba que planos no tenían un avance progresivo.

La práctica empresarial estuvo bajo la tutoría del Ingeniero Civil Iván Rojas, representante de Planta Física de la Universidad, mientras que la interventoría fue realizada por el consorcio “Inter-Salud 2022”, asegurando el cumplimiento de los lineamientos establecidos.

2.3 Flujo de actividades

Figura 1

Flujo de Actividades



Nota. Elaboración propia

Para mantener el orden y la claridad en la ejecución, se estructuró un flujo de actividades que incluyó:

- Seguimiento diario: Verificando la correcta instalación de materiales y asegurando que cada tarea se alinea con los planos actualizados. Se llevaba un registro del material instalado y, en caso de errores, se coordinaba con el ingeniero contratista para implementar correcciones.
- Impresión de planos y cálculo de cantidades: Se imprimían los planos en pliego para facilitar la verificación de instalaciones y se calculaban las cantidades necesarias de materiales como tubería EMT, luminarias, y puntos eléctricos. Esto permitió llevar un orden de los recursos.

SUPERVISIÓN ELÉCTRICA EN MODERNIZACION FACULTAD DE SALUD UIS

- Elaboración de informes: Los reportes semanales consolidaban las observaciones realizadas en obra y eran presentados al comité. Esto con el fin de intentar tener un cronograma organizado y una toma de decisiones.
- Asistencia a comités: Los viernes se realizaban reuniones con representantes del contratista, la interventoría y la Universidad, donde se discutían los reportes, se evaluaba el progreso de cada área y se definían tareas prioritarias para la siguiente semana, a menos que hubiera una actualización y atrasara las respectivas tareas.

2.4 Resultados principales de la experiencia

- Análisis y traducción de información: Se logro integrar los requerimientos técnicos entre los diferentes actores del proyecto, tanto en la ejecución como en el inventario.
- Inspección y corrección: Detecté y rectifiqué no conformidades basándome en la norma RETIE, asegurando la calidad de las instalaciones. norma RETIE, asegurando la calidad de las instalaciones.
- Comunicación efectiva: Se realizaron reportes claros y precisos, comunicándolo al contratista y a los jefes encargados, lo que facilitó la toma de decisiones estratégicas. Esta experiencia fortaleció mis habilidades técnicas y de gestión, brindándome herramientas sólidas para abordar proyectos futuros con un enfoque en estándares de calidad, eficiencia y trabajo colaborativo.

2.5 Herramientas implementadas durante la práctica

Durante esta práctica, una de las responsabilidades principales fue la verificación de planos actualizados, ya fuera para avanzar en el proyecto, ajustar medidas o incluir información en los informes semanales. Para llevar a cabo estas tareas, el uso de herramientas ofimáticas fue fundamental, ya que facilitaron el desarrollo eficiente de las funciones por realizar. Estas


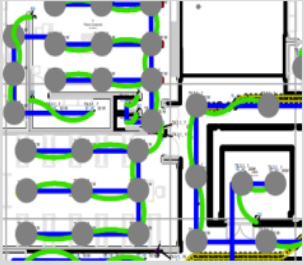
herramientas no solo optimizaron mi trabajo durante la práctica, sino que también contribuyeron al fortalecimiento de habilidades clave para futuros proyectos como ingeniero. Su importancia radica en la precisión que ofrecen al tomar y calcular medidas, la facilidad para realizar cálculos complejos y la capacidad de garantizar la calidad y exactitud en los resultados. Las herramientas empleadas incluyeron AutoCAD, Microsoft Excel, Microsoft Word, Revit y Trimble Connect, cada una de las cuales desempeñó un papel esencial en la planificación, documentación y ejecución de mis actividades.

2.6 Bitácora

Esta bitácora se presenta con el propósito de documentar el procedimiento realizado en la obra, siguiendo un orden establecido y tareas asignadas por el tutor correspondiente. Su objetivo principal es facilitar el desarrollo del proyecto en la parte eléctrica y reflejar un avance progresivo de las actividades indicadas. La bitácora detalla la fecha, la actividad realizada y los comentarios asociados a cada tarea, proporcionando un registro claro y estructurado. Además, cuenta con la firma del tutor, garantizando la veracidad y el seguimiento adecuado del proceso.

Figura 2

Ejemplo de la bitácora en la Supervisión en la facultad de salud de la Universidad Industrial de Santander.

BITÁCORA PRACTICAS FACULTAD SALUD UIS			
Horario Lunes a viernes: 07:00h a 12h – 14:00h a 17h			
OBJETIVO: Registrar avance semanal de la infraestructura de la facultad salud UIS			
Escuela Ingeniería Eléctrica UIS			
Integrante: Cristhian Camilo Gonzalez Jacome - 2182752			
FECHA	PISO	ACTIVIDAD	REGISTRO FOTOGRAFICO
02/10/2024	Piso 3	Se hace marcaje de tubería EMT de Iluminación.	
03/10/2024	Piso 3	Se continua con el marcaje de tubería de EMT de Iluminación.	

Nota. Elaboración propia

2.7 Detalle de actividades de supervisión

2.7.1 Desarrollo de informes semanales

Los informes semanales se estructuran en tres partes clave para garantizar un control del proyecto. En la primera parte, se realiza un análisis de los planos para identificar y subrayar las áreas donde falta instalar tuberías en cada piso, incluidos los dos sótanos. Este proceso incluye la supervisión directa en obra para verificar qué elementos ya están instalados, el tipo de tubería utilizada y sus dimensiones (en pulgadas), asegurando que todo se ejecute conforme a los planos establecidos.

SUPERVISIÓN ELÉCTRICA EN MODERNIZACION FACULTAD DE SALUD UIS

La segunda parte se enfoca en sacar cantidades, utilizando Revit y los modelos como herramientas principales. Una vez identificadas las áreas pendientes, se extraen las cantidades necesarias de tuberías por instalar, lo que permite evaluar el progreso y determinar los ajustes necesarios para cumplir con los planos. Durante este proceso, se resuelven situaciones en las que las tuberías deben ser reubicadas debido a interferencias con otros sistemas, priorizando soluciones que mantengan la funcionalidad y orden. Además, se registran las cantidades de luminarias instaladas, su tipo específico, y el número de puntos eléctricos y de comunicaciones ya completados.

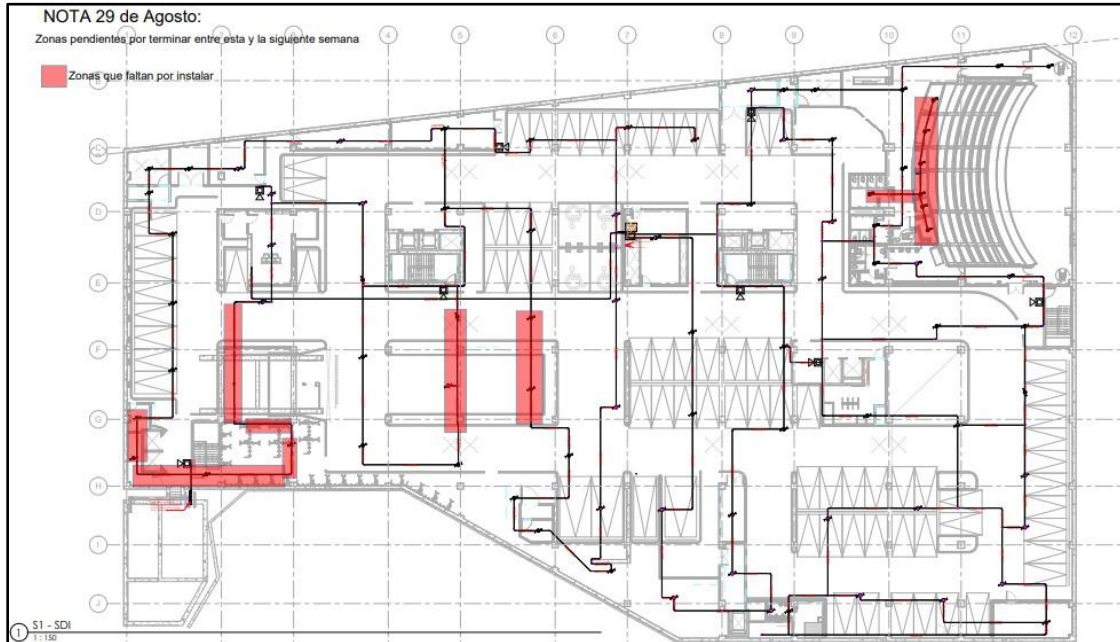
La tercera parte consiste en verificar que los puntos eléctricos que estén correctamente instalados y se ajusten a la altura requerida según las especificaciones de los planos. Esto garantiza que los puntos sean compatibles con la ubicación de los muebles, evitando problemas al momento de su instalación. Este ajuste es fundamental para lograr una integración segura y funcional, proporcionando un entorno adecuado y cómodo para estudiantes y profesores.

2.7.2 Inspección de obra y planos eléctricos

Ese era el proceso que se seguía con los planos eléctricos durante las visitas a la obra, verificando cada piso y sótano para evaluar el avance semanal. Se observaba lo que ya estaba instalado, con el objetivo de mantener un orden y cumplir con los tiempos establecidos. Lo que no estaba instalado se marcaba en el plano con color rojo, permitiendo identificar rápidamente las áreas pendientes. En caso de que alguna zona requiriera modificaciones, estas se señalaban con un color diferente, facilitando la distinción de los cambios necesarios. Este método nos ayudaba a organizar el trabajo de manera eficiente y a generar reportes completos y claros para presentar en el comité semanal, garantizando un control del proyecto.

Figura 3

Ejemplo plano eléctrico Sistema contra incendio sótano 1



Nota. Plano tomado de Trimble connect

2.7.3 Supervisión de cantidades de inventarios

Este es un ejemplo del 3 de octubre de 2024, para eso utilizamos Revit para cargar el modelo del proyecto y obtener cantidades exactas correspondientes al piso 3. Este proceso permitió trabajar con precisión y asegurar que las cifras fueran acordes a la realidad de la obra, facilitando la planificación y ejecución de las actividades. Esta metodología contribuyó a un avance eficiente y comprometido con los objetivos del proyecto, garantizando un desarrollo organizado y alineado con los estándares establecidos.

SUPERVISIÓN ELÉCTRICA EN MODERNIZACION FACULTAD DE SALUD UIS

Tabla 1

Ejemplo cantidades piso 1

ELECTRICO						
REFERENCIA	UNIDAD	TOTAL A CONSTRUIR	CANT. ACUMULADA EJE. AL 3 de	PENDIENTE POR CONSTRUIR	CANT. CONSTRUIDA	OBSERVACIÓN
Tomas corrientes	UN	306	232	74	0	
Bandejas de potencia	m	290	159.28	130	0	
Salida de Emergencia	UN	16	0	16	0	
Luminaria tipo flat led RD 13W 4000K 120-277V	UN	31	0	31	0	
Luminaria tipo flat led RD 16W 4000K 120-277V	UN	57	0	57	0	
Luminaria tipo flat led RD IP65 16W 4000K 120-277V	UN	16	0	16	0	
Luminaria tipo flat led RD 22W 4000K 120-277V	UN	8	0	8	0	
Luminaria tipo flat con cilindro RD 13W 4000K 120-277V	UN	2	0	2	0	
Luminaria tipo blacklight SQ 30x30 cm 20W 4000K 120-277V	UN	8	0	8	0	
Luminaria tipo blacklight SQ 30x30 cm 35W 4000K 120-277V	UN	2	0	2	0	
Luminaria tipo explosion proff Class 1, Division 2, Groups A,B,C,D 120 CMS 50W 100-277V	UN	37	0	37	0	
Luminaria tipo hermetica IP65 modulos led 40W 4000K 120-277V	UN	12	0	12	0	
Luminaria tipo linear perfil SIPL 45 1,25m 40W 120-277V	UN	4	0	4	0	
Luminaria tipo linear 40W 120-277V	UN	122	0	122	0	
Luminaria fig. especial perfil SIPL 45 8,75m 140W 120-277V	UN	7	0	7	0	
Luminaria tipo linear 62,5cm 40W 120-277V	UN	15	0	15	0	
Luminaria tipo monrecesada led SP Ø40cm 30W 4000K 120-277V	UN	32	0	32	0	
Luminaria tipo monrecesada led SP Ø60cm 60W 4000K 120-277V	UN	25	0	25	0	
Luminaria tipo panel backlight RC30x120cm 40W 4000K 120-277V	UN	4	0	4	0	
Luminaria tipo panel backlight IP65 RC 30x120cm 40W 4000K 120-277V	UN	81	0	81	0	
Luminaria tipo panel backlight IP65 RC 30x120cm 60W 4000K 120-277V	UN	12	0	12	0	
COMUNICACIONES						
REFERENCIA	UNIDAD	TOTAL A CONSTRUIR	CANT. ACUMULADA EJE. AL 26 Mayo	PENDIENTE POR CONSTRUIR	CANT. CONSTRUIDA	OBSERVACIÓN
Puntos de datos	UN	60	40	20	0	
Bandeja comunicaciones	m	205.25	137.93	67.32	0	

Nota. Tomado de la información base del proyecto.

2.7.4 Trazabilidad de planos y modelos

Este es un ejemplo de la trazabilidad que se manejaba con respecto a la obra, diseñada para mantener informados a los colegas e ingenieros de otras áreas sobre cualquier modificación realizada en el proyecto. Este enfoque aseguraba que todos estuvieran al tanto de los cambios, evitando retrasos en la obra por ajustes no comunicados previamente.

Cuando se realizaba una modificación o actualización en un piso o zona específica, se documentaba en un archivo de Excel, detallando la justificación del cambio y especificando el área afectada. Además, cada hoja de Excel se nombraba con la fecha correspondiente a la actualización realizada, facilitando el seguimiento y la organización de los registros. Este método aseguraba una comunicación clara y un control eficiente de los cambios en el proyecto.

Tabla 2

Ejemplo de trazabilidad con respecto a las actualizaciones de los planos.

Nº PISO	RED ELÉCTRICA
Sótano 2	N.A.
Sótano 1	N.A.
Piso 1	Actualización del plano, modelo de los puntos eléctricos.
Piso 2	Actualización del plano, modelo de los puntos eléctrico
Piso 3	Actualización del plano, modelo de los puntos eléctricos
Piso 4	N.A.
Piso 5	N.A.

Nota. Tomado de la información base del proyecto.

2.7.5 Rectificación de cuadro de cargas

Durante el proceso de actualización del cuadro de cargas, se consideró el porcentaje de desbalance existente. Sin embargo, las versiones previas proporcionadas por los diseñadores no especificaban ese porcentaje exacto. Por lo tanto, se llevó a cabo una revisión en cada piso

SUPERVISIÓN ELÉCTRICA EN MODERNIZACIÓN FACULTAD DE SALUD UIS

para verificar que cumplieran con las normativas correspondientes. Esta tarea se realizó utilizando una herramienta en Excel, previamente desarrollada por un docente de la universidad.

Este análisis permitió realizar sugerencias a las empresas encargadas, para que pudieran implementar los cambios necesarios y lograr un mejor balance de cargas, especialmente en zonas críticas como los laboratorios, en comparación con las aulas de clase.

Estas comparaciones se realizaron con la última versión disponible durante mi periodo de prácticas. En este caso, se trabajó con ejemplos de los tableros regulados de cada piso, mientras que para los sótanos, se utilizó el cuadro de carga de la subestación, con el fin de tener en cuenta este proceso en su totalidad.

Figura 4

Ejemplo de verificación del cuadro de carga y cálculo del porcentaje exacto de desbalance

FASES EN USO: <u>RST</u>				
CARGA POR FASE (W)			I MAX	I para cálculo del conductor NTC 2050
R	S	T	[A]	
684			5.70	7.13
855			7.13	8.91
	684		5.70	7.13
	684		5.70	7.13
		1539	12.83	16.03
		684	5.70	7.13
684			5.70	7.13
684			5.70	7.13
	684		5.70	7.13
	171		1.43	1.78
		855	7.13	8.91
		171	1.43	1.78
513			4.28	5.34
684			5.70	7.13
	855		7.13	8.91
	1026		8.55	10.69
		1026	8.55	10.69
		684	5.70	7.13
855			7.13	8.91
	684		5.70	7.13
4.959	4.788	4.959		
14.706				
41.33	39.90	41.33		
DESBALANCE			3.6%	

Nota. Excel desarrollado para calcular el porcentaje exacto de desbalance, tomado por el docente de la asignatura de Instalaciones Eléctricas.

3. Componentes subestación

3.1 Subestación Eléctrica

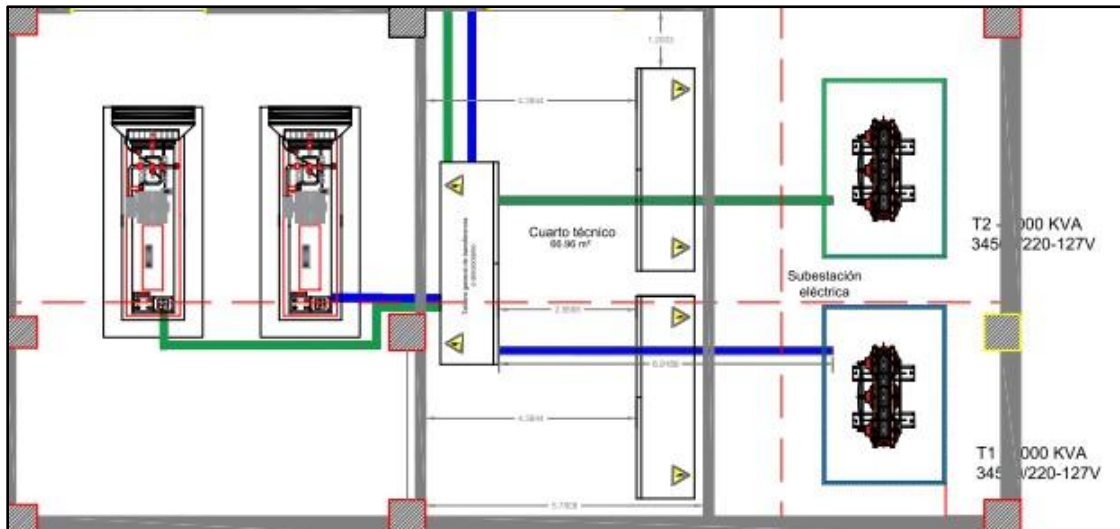
La decisión de ubicar la subestación eléctrica en el sótano 2, específicamente en una esquina del edificio de la torre hospitalaria, responde a un análisis que se realizó por parte de la empresa de interventoría y contratista que consideró aspectos técnicos, normativos, operativos y de seguridad. Esta ubicación estratégica se seleccionó para garantizar la eficiencia en la distribución de energía, la protección de los equipos y la seguridad general del hospital. Al situarse en el sótano 2, la subestación se encuentra cercana a las cargas principales, lo que minimiza las pérdidas en la conducción eléctrica hacia áreas críticas, como quirófanos, laboratorios, sistemas de climatización y equipos médicos esenciales.

Además, la elección de una esquina dentro del sótano permite un control de accesos más seguro, reduciendo la interferencia con otras zonas funcionales del edificio y facilitando el manejo de riesgos asociados a interferencias electromagnéticas que podrían afectar equipos sensibles. Este lugar ofrece ventajas significativas, como una mejor protección frente a condiciones climáticas adversas, aislamiento del ruido generado por los transformadores y accesibilidad controlada para labores de mantenimiento.

La subestación cumple con los requisitos establecidos por normativas técnicas como el (Ministerio de Minas y Energía, 2024) y (Icontec, 2019), incluyendo la provisión de ventilación adecuada, sistemas de extinción de incendios específicos para entornos eléctricos, y una eficiente puesta a tierra para garantizar la seguridad operativa. Esta subestación está equipada con dos transformadores trifásicos de potencia de 1 MVA, celdas de transferencia, una planta de emergencia, blindo barras y otros componentes clave que permiten la distribución eficiente de la energía eléctrica en la torre hospitalaria.

Figura 5

Plano de la subestación de los transformadores, celdas de transferencia y planta de emergencia.



Nota: Plano de la subestación de la edificación Facultad Salud UIS tomado de Trimble.

3.1.1 Especificaciones técnicas de los equipos eléctricos

Las especificaciones técnicas de los Equipos Eléctricos es importante saber sobre ellas para garantizar el correcto funcionamiento, la seguridad y la eficiencia del sistema eléctrico en cualquier instalación. Equipos como transformadores, celdas de media tensión y transferencia, blindo barras, mallas de puesta a tierra y sistemas de protección contra rayos son componentes clave que deben cumplir con normas específicas y requerimientos técnicos para adaptarse a las necesidades del proyecto. Estas especificaciones permiten definir aspectos como la capacidad, la resistencia, el tipo de instalación y los estándares de protección, asegurando que cada equipo opere de manera óptima, minimice riesgos de fallas y contribuya a la estabilidad del sistema eléctrico en su conjunto.

3.1.1.1 Transformadores 34,5/0,8Kv

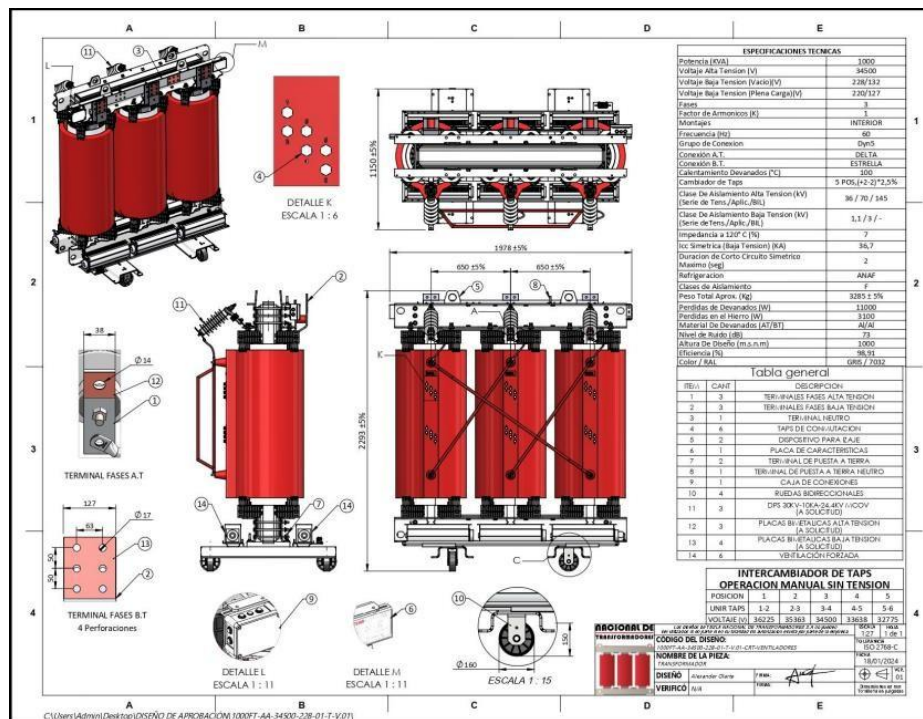
Los dos transformadores trifásicos de 34,5/0,8 kV, con una potencia de 1 MVA cada uno, tienen como función principal reducir la tensión de entrada de media tensión (34,5 kV) a

niveles más bajos, adecuados para alimentar de manera eficiente diferentes sistemas dentro de la instalación. Ambos transformadores cuentan con una topología de conexión Dyn5 (Delta/Estrella) en sus bornes, lo que permite una distribución adecuada de la energía eléctrica y proporciona estabilidad al sistema. Además, presentan una eficiencia del 98,91%, lo que significa que la conversión de energía de media a baja tensión es altamente eficiente, con mínimas pérdidas.

Esta eficiencia se debe a la potencia que maneja este transformador en este caso 1 MVA, las pérdidas de devanado a 120 grados que son 11000 Pdev (W), y a las perdidas de hierro en este caso 3100 Po (W), y con un nivel de ruido de 73 db, y donde cuenta con una eficiencia del 98,91%.

Figura 6

Ficha técnica del transformador trifásico clase F de 1 [MVA] de potencia.



Nota: Tomado de Trimble Connect. Se inserta ficha técnica en anexos.

Durante la instalación del transformador, La función principal fue asegurar el cumplimiento de las normativas establecidas, especialmente las relacionadas con las distancias mínimas requeridas en el cuarto técnico. También se supervisó la instalación y verificación de la malla de puesta a tierra, tanto del transformador como de las celdas donde fueron ubicados. En las dos puertas de cada celda, se instalaron las respectivas conexiones de puesta a tierra para garantizar la seguridad eléctrica y cumplir con los estándares exigidos. Adicionalmente, se verificó la presencia de una puerta trasera en el cuarto técnico, como salida de emergencia, ya que es un requisito técnico indispensable según lo estipulado por el (Ministerio de Minas y Energía, 2024).

Para garantizar un entorno seguro, también se revisaron aspectos como la ventilación adecuada del cuarto técnico, el correcto aislamiento de los equipos, y la instalación de cerraduras antipánico en las puertas principales. Estas medidas no solo aseguran el cumplimiento normativo, sino que también contribuyen a la funcionalidad y seguridad operativa del transformador y sus componentes asociados.

3.1.1.2 Celda de media tensión

Una celda de media tensión es un equipo modular diseñado para distribuir, controlar y proteger la energía eléctrica en sistemas de 1 kV a 36 kV. Garantiza una distribución confiable, protege contra fallas eléctricas como cortocircuitos y sobrecargas, y permite desconexiones seguras para mantenimiento. Es indispensable en subestaciones, plantas industriales y otros sistemas de distribución (Icontec, 2023).

En este caso, la función principal fue rectificar la correcta instalación de las celdas de media tensión, un proceso que estuvo inicialmente a cargo del ingeniero de interventoría, el ingeniero contratista y el técnico responsable de su montaje.

3.1.1.3 Sistema de transferencia

Un sistema de transferencia gestiona el cambio de suministro eléctrico entre una fuente principal y una secundaria de forma automática o manual, garantizando la continuidad del servicio en caso de fallas o interrupciones. Es crucial en instalaciones como hospitales y centros de datos, donde asegura una conmutación rápida y segura, protegiendo equipos sensibles.

Durante el periodo de prácticas, se encargó de verificar la correcta instalación de las blindo barras, supervisando su montaje desde el transformador hacia la celda de transferencia y, posteriormente, desde esta hacia los diferentes pisos. Esta labor aseguró que la instalación cumpliera con los estándares establecidos, garantizando un sistema eléctrico seguro, eficiente y funcional para la distribución de energía en la torre hospitalaria.

Figura 7

Celdas de transferencia



Nota: Fotografía tomada por practicante.

3.1.1.4 Blindo barra

La blindo barra, o barra ducto, es un sistema modular para la distribución eléctrica eficiente y segura en instalaciones grandes. Está formada por conductores encapsulados en una carcasa protectora, diseñada para manejar altas corrientes con mínimas pérdidas y mayor seguridad frente a cortocircuitos. Su diseño modular facilita ampliaciones sin interrumpir el servicio, siendo ideal para sistemas de baja y media tensión en subestaciones y grandes complejos.

Durante su periodo como practicante, estuvo a cargo de supervisar la instalación eléctrica desde el transformador hasta las celdas de transferencia. Asimismo, participó en la rectificación y revisión de la distribución eléctrica hasta el piso 4, asegurando que cada zona cumpliera con los estándares establecidos. Sin embargo, la distribución eléctrica no se completó en todos los pisos durante su tiempo en la obra, debido a que aún faltaban detalles técnicos por resolver en algunos niveles. En particular, el piso 5 no pudo ser intervenido por la ausencia de planos y modelos necesarios para iniciar la instalación en cada zona y eje correspondiente.

Figura 8*Instalación de Blindo Barra*

Nota: Fotografía tomada por practicante.

3.1.1.5 Malla puesta a tierra

La malla de puesta a tierra es un sistema de conductores metálicos enterrados, diseñado para dispersar corrientes eléctricas de manera segura hacia el suelo, protegiendo personas, equipos e infraestructuras de fallas eléctricas, sobretensiones y descargas atmosféricas. Su función principal es desviar corrientes de falla, estabilizar el sistema eléctrico y reducir diferencias de potencial. Es esencial en residencias, edificios e industrias para evitar riesgos eléctricos, daños en equipos sensibles y reducir el riesgo de incendios al disipar la energía de manera controlada.

Durante este procedimiento, supervisé y verifiqué la instalación de la malla de puesta a tierra del transformador, así como las conexiones de puesta a tierra de las puertas de los transformadores y de la planta. Se realizó el proceso utilizando soldadura térmica para

garantizar conexiones seguras y duraderas. Las imágenes que documentan este trabajo se encuentran en los anexos.

Figura 9

Memoria de cálculo de malla de puesta a tierra.

MEMORIA DE CÁLCULO - DISEÑO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA								
PROYECTO: TORRE HOSPITALARIA 34,5 Kv								
1. GENERALIDADES								
La presente memoria de cálculo expone los parámetros específicos que permitieron caracterizar la topología y los componentes de la malla de puesta a tierra de las instalaciones eléctricas indicadas según los requisitos establecidos en el RETIE y la metodología para el diseño de sistemas de puesta a tierra de según la IEEE Std 80-2000.								
2. FACILIDADES DEL TERRENO Y CONDICIONES LOCALES								
DISPOSICIÓN DE ELECTRODOS EN LA MALLA					TIPO DE USO DE LA MALLA DE TIERRA		Rg objetivo [Ω]	
Electrodos en el plano y en las intersecciones					Subestación de media tensión de uso interior		20	
VALORES DE ASIDA A DESCENTAR PARA TOPOLOGÍA DE MALLA EN FORMA DE L					Temp. (°C)	TIPO DE TERRENO	P TOPEL [Ω·m]	
L ₁ [m]	L ₂ [m]	L _c [m]	A' [m ²]	0.00	40	Homogeneo	316.00	
3. CONSTANTES DEL DISEÑO								
Peso [kg]	I [kA]	I ₀ [kA]	t _c [seg.]	MATERIAL DE LA MALLA			K'	
70	19.99	1.32	0.2	Cobre Duro [Eutéctica]			7.07	
4. VARIABLES DEL DISEÑO								
TOPOLOGÍA	hs [m]	rs [m]	L ₁ [m]	L ₂ [m]	D [m]	Lv [m]	N	
Rectangular	0.15	10,000	15	20	5	2.4	18	
5. CALCULOS GEOMÉTRICOS DE LA MALLA								
Lc [m]	h [m]	L ₁ [m]	A [m ²]	L _c [m]	L ₂ [m]	N _c	L ₁ [m]	
155.00	0.50	70.00	300.00	247.62	43.20	12.00	198.20	
6. FACTORES DE CORRECCIÓN PARA MALLAS NO CUADRADAS E IRREGULARES								
n _s	n _h	n _c	n _e	n	L-N (Rtg)	Zeq [Ω]	sf	
4.429	1.005	1.000	1.000	4.451	1 / 2 - (15)	0.6329	0.0638	
7. CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE LA MALLA								
A _c mínima [cm ²]	d final [m]	CALIBRE INICIAL	CALIBRE FINAL	A _c final [cm ²]	d final [m]	resistencia [Ω] 20°C	resistencia [Ω] 75°C	
32.01	0.006384	2/0 AWG	2/0 AWG	67.44	0.0093	351	351	
8. FACTORES DE CORRECCIÓN Y TENSIONES TOLERABLES								
K1	K2	Kh	Km	K5	C5	Factor de [Ω] 20°C	Mantente de [Ω] 20°C	
1.303	1.00	1.225	0.81	0.428	0.78	16,780.80	4,458.50	
9. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA								
Rg [Ω]	I _c [A]	GPR [V]	GPR < V _{lim, GPR}	V _{note} [V]	V _{note} < V _{lim, GPR}	V _{note} [V]	V _{note} < V _{lim, GPR}	
9.29	268.04	2,490.09	VERDADERO	MALLA OK	VERDADERO	308.94	VERDADERO	
10. CONVENCIONES Y OBSERVACIONES								
VALIDACIÓN	RESULTADO				OBSERVACIONES			
GPR < V _{lim, GPR}	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	El algoritmo que permitió la aplicación de la metodología para el diseño del sistema de puesta a tierra y las alternativas para la validación de los resultados se pueden consultar en el capítulo 26 de la "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding", IEEE Std 80-2000.			
V _{note} < V _{lim, GPR}	FALSO	VERDADERO	VERDADERO					
V _{note} < V _{lim, GPR}		VERDADERO	FALSO					
ACCIÓN	MODIFICAR	DISEÑO OK	MODIFICAR	DISEÑO OK				

Nota: Tomado de Trimble Connect.

Figura 10*Verificación de memoria de calculo*

Comprobación de resultados

La tensión de malla esta por encima de la tensión de contacto tolerable

Resistencia del Sistema

Malla Cuadrada Malla Rectangular

Longitud de la Malla [m]: 15

Radio del conductor [m]: 0.003192

Resistividad del Terreno [ohm-m]: 316

Resistencia de la Malla [ohms]: 8,5073139435

Ancho de la Malla [m]: 20

Longitud total de conductor [m]: 247.62

Profundidad de la malla [m]: 0.5

Distancia entre conductores paralelos[m]: 5

Electrodos

Número de electrodos: 18

Longitud de los electrodos [m]: 2.4

Radio de electrodos [m]: 0.0159

Resistencia de los electrodos [ohms]: 10,2339615

Resistencia Mutua Malla-Electrodos [ohms]: 7,39063122453

Resistencia del Sistema [ohms]: 8,19242096645

Tensiones de Paso y Contacto

Resistividad de la capa Superficial[ohms-m]: 10

Máxima corriente de falla [A]: 19990

Grosor de la capa superficial [m]: 0.15

Tiempo de despeje de la falla [s]: 0.2

Tensiones Tolerables

Tensión de Contacto [V]: 393,5142510

Tensión de paso [V]: 520,8689866

Operario 50 kg

Operario 70 kg

Tensiones del Sistema

Tensión de Malla [V]: 27053,08088

GPR [V]: 163766,495

Tensión de Paso [V]: 21102,16514

Nota: Excel programado tomado del docente de la asignatura de Instalaciones Eléctricas.

3.1.1.6 Cuadro de carga de la subestación

Para verificar el balance de cargas en el cuadro de carga de la subestación, se utilizó un archivo Excel en el cual se registraba la distribución de las cargas en cada fase. Este análisis permitió evaluar el nivel de balance de las cargas en las tres fases, identificando un desbalance elevado en algunas áreas. Ante esta situación, se notificó al técnico e ingeniero contratista para que se tomaran las medidas necesarias y se corrigiera el desbalance, con el objetivo de garantizar que la distribución de cargas sea segura, eficiente y confiable.

Los valores utilizados para el análisis fueron tomados del cuadro de carga correspondiente a la última versión disponible durante mi periodo de prácticas. Los resultados y el análisis detallado se encuentran en los anexos.

Figura 11

Cuadro de carga de la Subestación

CARGA TOTAL	FASES			FP TOTAL	CARGA TOTAL
	CARGAS EN (V)				
[V]	L1	L2	L3		[VA]
336.0	336.0			0.92	366.3
307.2		307.2		0.86	358.4
684.0			684.0	0.95	720.0
513.0	513.0			0.95	540.0
171.0		171.0		0.95	180.0
171.0			171.0	0.95	180.0
0.0	0.0			0.00	
0.0		0.0		0.00	
0.0			0.0	0.00	
0.0	0.0			0.00	
0.0		0.0		0.00	
0.0			0.0	0.00	
2182.2	849.0	478.2	855.0	0.93	2344.7

Nota: Resultados tomados de Trimble Connect.

3.1.1.7 Sistema de protección de rayos

El Sistema de Protección contra Rayos (SIPRA) protege edificaciones, equipos y personas al interceptar y conducir descargas eléctricas hacia el suelo de forma segura, evitando daños estructurales, fallas en equipos y lesiones. En una facultad de salud, su importancia es crítica por la presencia de equipos médicos sensibles y la seguridad de estudiantes y pacientes. Garantiza continuidad operativa y minimiza riesgos humanos y económicos.


El RETIE en Colombia exige evaluar el nivel de riesgo frente a rayos en edificaciones, siguiendo normas como la (Icontec, 2023) y (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - IEC, 2024), para diseñar, implementar y mantener sistemas que protejan vidas, estructuras y servicios eléctricos.

En Bucaramanga, con alta incidencia de descargas atmosféricas, el diseño del SIPRA en la Facultad de Salud de la UIS se dimensionó considerando riesgos específicos, estructuras y condiciones ambientales. Se utilizó el software IEC Risk Assessment Calculator, basado en la norma (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - IEC, 2024), para analizar factores de riesgo y pérdidas potenciales, asegurando un diseño efectivo.

El IEC Risk Assessment Calculator es una herramienta clave para calcular riesgos asociados a rayos y diseñar sistemas de protección óptimos, ampliamente usada por ingenieros y diseñadores para garantizar seguridad en infraestructuras.

Figura 12

Resultados de la simulación del Software de análisis para el SIPRA.



**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62305-2
Edition-1
2004-01

Project: PROYECTO - TORRE HOSPITALARIA UIS

Structure's Attributes:
 Length of structure (m): 108
 Width of structure (m): 41
 Height of roof plane (m²): 22
 Equivalent area (m²): 37.788 m²

Structure's Dimensions:
 Location relative to surroundings: Similar in height
 Location density (service line density): Urban
 Number thunderdays: 126 days/year
 Equivalent annual flash density: 12,6 flashes/km²

Structure's Attributes:
 Risk of fire or physical damage: Ordinary
 Structure screening effectiveness: Average
 Internal wiring type: Unscreened

Protection Measures:
 LPS type: Level II - 97%
 Fire protection level: Automated systems
 Surge protection: Full SPD set IEC62305-4

Conductive Service Lines:

Power Line:
 Type of service to the structure: Buried cable
 Type of external cable: Unscreened
 Presence of MV / LV transformer: Transformer

Other Overhead Services:
 Number of conductive services: 0
 Type of external cable: Unscreened

Other Underground Services:
 Number of conductive services: 3
 Type of external cable: Screened

Loss Categories:

Category 1 - Loss of Human Life:
 Special hazards to life: Average panic level
 Life loss due to fire: Commercial, schools...
 Life loss due to overvoltages: No safety critical systems

Category 2 - Loss of Essential Services:
 Services lost due to fire: No service exist
 Services lost due to overvoltages: No service exist

Category 3 - Loss of Cultural Heritage:
 Cultural heritage lost due to fire: No heritage value

Category 4 - Economic Loss:
 Special economic hazards: No special hazards
 Economic loss due to fire: Office, school
 Economic loss due to overvoltage: Museum, school
 Step - touch potential loss factor: No shock risk
 Tolerable risk of economic loss: 1 in 1,000 yrs

	Tolerable Risk Rt	Direct Strike Risk Rd	Indirect Strike Risk Ri	Calculated Risk R
Loss of Human Life:	1,00E-05	6,19E-06	2,73E-08	6,22E-06
Loss of Essential Services:	1,00E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Loss of Cultural Heritage:	1,00E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Economic Loss:	1,00E-03	9,52E-06	6,47E-05	7,42E-05

IEC Risk Assessment Calculator: Version 3.0.3

Database: Version 1.0.6

IEC Central Office Support (Tel: +41-22-919 0211)
Copyright © 2003, IEC. All rights reserved.

Nota: Resultados tomados de Trimble Connect.

El diseño del sistema de protección contra rayos de la torre hospitalaria fue realizado por "VOLTA INGENIERÍA", garantizando seguridad y eficacia. La estructura, de 22 m de altura, 108 m de largo y 41 m de ancho, abarca 37.788 m² y presenta una cubierta con geometría de electrocardiograma. Dada su ubicación, con un nivel ceraúnico de 128, una densidad de 12,6 flashes/km² y 35 días de tormenta al año, se adoptó un nivel de protección II.

Figura 13

Resultados del SIPRA

CALCULO DEL NIVEL DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS													
INFORMACIÓN DEL PROYECTO													
NOMBRE: Torre Hospitalaria - UIS.							NIVEL CERÁUNICO			128			
ESTRUCTURA						DIMENSIONES				ÁREAS (m ²)			
NOMBRE		TIPO				Alto (m)	Largo (m)	Ancho (m)	AC				
Torre hospitalaria		Estructura rodeada por objetos de altura similar o menor				22	108	41	4428				
PARÁMETROS DE DESCARGAS							BAJANTE			DIST. DE SEGURIDAD (m)			
AD	NG	ND	NC	NC/ND	E	NP	FS	Long. (m)	Tipo	Cantidad	DS	LE	
37780.8096	12.8	0.241797	0.056678	0.234405	0.765595	IV	0.4	30.8	Embebido		0.616	2.5	

Nota: Resultados tomados de Trimble Connect.

El sistema incluye un anillo inferior con cable de cobre 2/0 AWG, un anillo superior y bajantes de aluminio desnudo de 8 mm, integrados en la estructura. El diseño, evaluado con el software "IEC Risk Assessment Calculator", cumple normativas como las (NFPA, 2023) Y (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - IEC, 2024), asegurando estándares internacionales de protección.

Figura 14

Vista frontal del sistema de protección de rayos



Nota: Tomado de Trimble Connect.

En este caso, se mencionan los detalles relacionados con el proceso, aunque no se llevaron a cabo durante el período en el que se realizaron las prácticas. Esta información corresponde a los últimos planos previstos para su desarrollo, diseñados para garantizar la correcta ejecución del proyecto en etapas posteriores.

4. Conclusiones

Es fundamental actuar con profesionalismo ante los imprevistos, como los constantes cambios en los planos debido a las actualizaciones frecuentes, ya que la capacidad para tomar decisiones rápidas y eficaces es crucial para evitar atrasos y garantizar el avance del proyecto. En este caso, la escasez de personal en el área eléctrica, sumada a la contratación de profesionales con experiencia insuficiente para gestionar una obra de gran envergadura, representó un desafío significativo. La falta de personal dificultó el avance de los procesos y ralentizó considerablemente el progreso, mientras que la falta de experiencia en la gestión y coordinación de recursos generó retrasos y complicaciones, afectando tanto la eficiencia del trabajo como la organización general. Durante esta experiencia, adquirí un conocimiento integral que no solo abarcó la parte práctica y manual, sino también el desarrollo de habilidades técnicas avanzadas, como el uso de software especializado como Trimble Connect, Revit, AutoCAD, Excel y Word, lo que me permitió mejorar en su aplicación y resolución de problemas con mayor precisión y eficiencia para futuros proyectos.

Referencias bibliográficas

Icontec. (2019). *Código Eléctrico Colombiano NTC 2050. Segunda Actualización.*

<https://tienda.icontec.org/gpd-pb-9-codigo-electrico-colombiano-ntc-2050-segunda-actualizacion.html>

Icontec. (2023). *NTC 4552—Protección contra el rayo. Parte 2: Evaluación del riesgo.*

<https://tienda.icontec.org/gp-ntc-proteccion-contr-el-rayo-parte-2-evaluacion-del-riesgo-ntc4552-2-2023.html>

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - IEC. (2024). *NORME INTERNATIONALE - 62305-2.*

<https://products.iec.ch/view/pub/28137?q=eyJxdWVyeSI6IjYyMzA1LTliLCJtb2RIIjoieUFVCTEldQVRJT04iLCJzb3J0QnkiOiJyZWZlcmVuY2UtLWFzYyIsImxhbmd1YWdlIjoieW4ifQ%3D%3D>

Ministerio de Minas y Energía. (2024). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas—RETIE.*

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.minenergia.gov.co/documents/11563/Resoluci%25C3%25B3n_40117_de_2024.pdf&ved=2ahUKEwjeh7q4mYiLAxWEZzABHaKUN9QQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw2pAdbnYBFhC4m0mPow1m zY

NFPA. (2023). *Norma para la Instalación de Sistemas de Protección contra Rayos 780.*

<https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-780-standard-development/780>

Apéndices

Apéndice A. Informes semanales y Diagrama de Gantt (Se encuentran en el siguiente enlace

<https://correouisedu->

my.sharepoint.com/:f:/g/personal/cristhian2182752_correo_uis_edu_co/EsAFfbY5BpJDn1_d

[k- KKcFQBQAq-awgEpGMLi2eaKI-5Ig\)](https://my.sharepoint.com/:f:/g/personal/cristhian2182752_correo_uis_edu_co/EsAFfbY5BpJDn1_d)

Apéndice B. Formato bitácora registro fotográfico diario

Apéndice C. Anexo de planos PDF iniciales y actualizados

Apéndice D. Comité resumen y registro fotográfico

Apéndice E. Cuadro de cargas porcentaje de desbalance

Apéndice F. Documento técnico diagrama unifilar y cuadro de cargas

Apéndice G. Documentos técnicos constructivos

Apéndice H. Ficha técnica Sipra

Apéndice I. Información subestación

Apéndice J. Memoria de cantidades constructivas vs versiones actualizadas