



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMA Y
TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**DISEÑOS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS AL HOSPITAL NUESTRA SEÑORA
DEL CARMEN CON EL CUMPLIMIENTO DE NORMAS TÉCNICAS
COLOMBINAS PARA CENTRO DE ASISTENCIA MÉDICA**

AUTOR

PEDRO ALBERTO BUELVAS DÍAZ

DIRECTOR

ING. HENRY ALFONSO SEPÚLVEDA PACAGUI

CO-DIRECTOR

ING. LUIS DAVID PABÓN FERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMA Y

TELECOMUNICACIONES

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

COLOMBIA - NORTE DE SANTANDER - PAMPLONA

21/06/2022

**DISEÑOS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS AL HOSPITAL NUESTRA SEÑORA
DEL CARMEN CON EL CUMPLIMIENTO DE NORMAS TÉCNICAS
COLOMBINAS PARA CENTRO DE ASISTENCIA MÉDICA**

**AUTOR
PEDRO ALBERTO BUELVAS DÍAZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO**

**DIRECTOR
ING. HENRY ALFONSO SEPÚLVEDA PACAGUI**

**CO-DIRECTOR
ING. LUIS DAVID PABÓN FERNÁNDEZ**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMA Y
TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
COLOMBIA - NORTE DE SANTANDER - PAMPLONA
21/06/2022**

DEDICATORIA

Este logro está dedicado más que todo a Dios y mis familiares, en especial a mi mamá Eiumina Inés Díaz Hernández, mi papá Pedro Joaquín Buelvas Arias y mi hermano Gilberto Esteban Buelvas Díaz, quienes me han dado la motivación y la ganas de conseguir este título como ingeniero electricista, hoy en te libro quiero darle mis infinitas gracias por esa gran ayuda que siempre me han otorgado a lo largo de mi vida y formación como profesional integral.

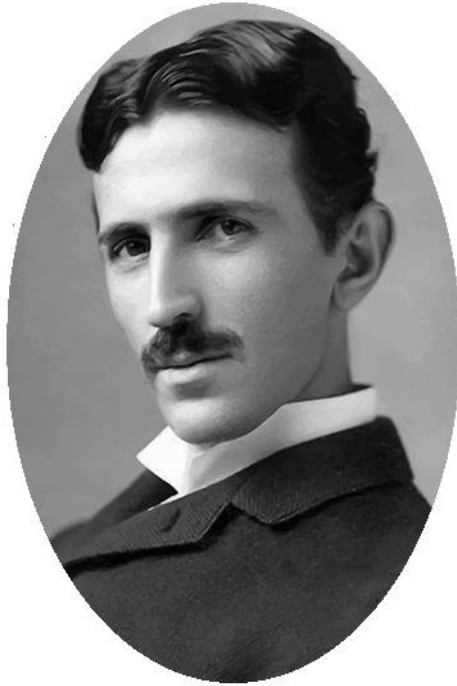
AGRADECIMIENTO

Hoy primeramente quiero agradecer a Dios, quien es el que ha permitido que este logro se haga realidad, por permitirme ya casi culminar esta gran etapa de mi vida, que es formarme como persona profesional en el área de la ingeniería y arquitectura, gracias por esta gran bendición y el privilegio de ser ingeniero electricista.

También quiero agradecer a cada uno de mis docentes que estuvieron en el proceso de mi formación como profesional integral en el área de la ingeniería eléctrica, que gracias a ellos pude lograr este logro tan anhelado, gracias por sus conocimientos que fuero transmitido día a días y que hoy en día han sido a provechado y reflejado en mi área laboral.

También quiero agradecer a cada uno de mis compañeros quienes también hicieron parte de este proceso y que el algún momento me brindaron la motivación necesaria para continuar con esta meta que hoy en día está más cerca de lograrse.

Descripción



- Nikola Tesla - (1856 - 1943)

RESUMEN

Diseños de sistemas eléctricos y cumplimiento de normativas técnicas colombianas

En el presente proyecto se hablará de aquellos sistemas eléctricos hospitalarios que particularmente no están cumpliendo con los reglamentos técnicos colombianos aplicables para centro de asistencia médica, partiendo de las diferentes problemáticas que estos presentan así mismo se brindaran las diferentes soluciones pertinentes a esta.

En particular tenemos el centro de asistencia médica, hospital nuestra señora del Carmen que es uno de muchos centros médico que carecen del cumplimiento de las normas técnicas colombianas en cuanto a los sistemas eléctricos de asistencia médica, cabe recalcar que este ya se encuentra intervenido en cuanto a la remodelación de cada una de sus instalaciones eléctricas, para dar así con el cumplimiento de las normas técnicas colombianas existentes.

Partiendo de la gran importancia que tienen los sistemas eléctricos hospitalarios se tendrá en cuenta el cumplimiento de los diseños establecido.

Palabras clave: sistemas eléctricos, canalización, normas técnicas, interventoría, protección GFCI.

ABSTRACT

Electrical system designs and compliance with Colombian technical regulations

This project will talk about those hospital electrical systems that are particularly not complying with the Colombian technical regulations applicable to medical assistance centers, based on the different problems that these present, as well as providing the different solutions relevant to it.

In particular we have the medical assistance center, hospital nuestra señora del Carmen which is one of many medical centers that pack compliance with Colombian technical standards in terms of electrical systems for medical assistance, it should be noted that this is already intervened in terms of the remodeling of each of its electrical installations, in order to comply with existing Colombian technical standards.

Based on the great importance of hospital electrical systems, compliance with the established designs will be taken into account.

Keywords: electrical systems, piping, technical standards, auditing, GFCI protección.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	16
1. CAPÍTULO 1. SISTEMAS ELÉCTRICOS PARA CENTRO DE ASISTENCIA MÉDICA.....	18
1.1. Justificación	18
1.1.1. Objeto	18
1.1.2. Necesidad del problema	18
1.1.3. Objetivos	18
1.1.3.1. Objetivo general	18
1.1.3.2. Objetivos específicos.....	19
1.2. Acotaciones	19
1.3. Legislación	20
1.3.1. Impacto ambiental.....	20
1.3.2. Formación humana	20
1.3.3. Marco nacional.....	21
1.3.4. Campo de acción profesional.....	21
1.3.5. Sistema de gestión de seguridad.....	21
2. CAPÍTULO 2. REGLAMENTOS TÉCNICOS QUE SE DEBEN IMPLEMENTAR PARA EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS EN LOS CENTROS DE ASISTENCIA MÉDICA EN COLOMBIA	23
2.1. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas.....	23
2.1.1. Instalaciones en instituciones de asistencia médica.....	23
2.2. Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público	23
2.2.1. Inspección con fine de certificación del sistema de iluminación	23
2.3. Norma técnica colombiana NTC-2050	23
2.3.1. Instalaciones eléctricas especiales	23
2.4. Código eléctrico colombiano NTC-2050 Primera actualización	24
2.4.1. Alambrado y protección	24
2.4.1.1. Puesta a tierra de los tomacorrientes y equipos eléctricos fijos	24
2.4.1.2. Uso de tomacorrientes de puesta a tierra aislada	24
2.4.1.3. Protección contra falla a tierra	24
2.4.1.4. Área de atención general al paciente	24
2.4.1.5. Área de cuidado crítico	25

2.4.1.6.	Protección de las personas mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra.	25
2.4.2.	Sistema eléctrico esencial.....	25
2.4.2.1.	Sistemas de emergencia.....	25
2.4.2.2.	Ramal vital	25
2.4.2.3.	Ramal crítico.....	26
2.4.2.4.	Conexión del ramal de equipos con la fuente de alimentación alterna.....	26
2.4.3.	Instalaciones de rayos X	26
2.4.3.1.	Conexión al circuito de suministro	26
2.4.3.2.	Medios de desconexión.....	26
2.4.3.3.	Valor nominal de los conductores de suministro y de la protección contra sobrecorriente.....	26
2.4.3.4.	Instalaciones de equipos.....	27
2.4.3.5.	Transformadores y condensadores.....	27
2.4.3.6.	Instalación de los cables de alta tensión para rayos X	27
2.4.3.7.	Regulados y puesta a tierra	27
2.4.4.	Herramientas para un buen diseño	28
2.4.4.1.	Tablade de luminancias	28
2.4.4.2.	Simbología.....	29
2.4.5.	Sistemas de ecuaciones.....	30
2.4.5.1.	Ley de Watt.....	30
2.4.5.2.	Caídas de tensiones AFINIA	30
2.4.5.3.	Ecuaciones para el cálculo de un sistema de puesta a tierra, RETIE.....	31
2.4.5.3.1.	Máxima tensión de contacto	31
2.4.5.3.2.	Electrodos de Puesta a Tierra	32
2.4.5.3.3.	Conductor del Electrodo de Puesta a Tierra o Conductor a Tierra	33
2.4.5.3.4.	valores de referencia de resistencia de puesta a tierra.....	34
2.4.5.3.5.	mediciones para sistemas de puesta a tierra	34
3.	CAPÍTULO 3. DISEÑOS Y RESULTADOS DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL CENTRO DE ASISTENCIA MÉDICA HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN.	36
3.1.	Diseños en AutoCAD.....	36
3.1.1.	Diseño en AutoCAD, zona UCI y cuartos de recuperación.....	36
3.1.2.	Diseño en AutoCAD, diagrama circuital de luces	36

3.1.3.	Diseño en AutoCAD, diagrama circuital de tomacorriente de uso normal y protección GFCI.....	37
3.1.4.	Diseño en AutoCAD, diagrama circuital de tomacorriente de uso crítico	38
3.1.5.	Línea de alimentación, zona UCI y cuartos de recuperación.....	38
3.1.6.	Cuadro de carga	39
3.1.6.1.	Cuadro de carga para el sistema de iluminación.....	39
3.1.6.2.	Cuadro de carga para el sistema de tomacorriente de uso normal y de protección GFCI.....	39
3.1.6.3.	Cuadro de carga para el sistema de tomacorriente de uso critico	39
3.2.	Diseño en DIALux Evo	40
3.2.1.	Diseño en DIALux Evo, zona UCI y cuartos de recuperación.....	40
3.2.2.	Diseño en DIALux Evo, cuartos de recuperación	41
3.2.3.	Diseño en DIALux Evo, iluminación	41
3.2.3.1.	iluminación, zona UCI	42
3.2.3.2.	Iluminación, cuartos de recuperación	44
3.2.3.3.	Iluminación, baños	47
3.3.	Diseño en AutoCAD	49
3.3.1.	Diseño en AutoCAD, tomografía	49
3.3.2.	Diseño en AutoCAD, diagrama circuital de luces	50
3.3.3.	Diseño en AutoCAD, diagrama de tomacorriente.....	50
3.3.4.	Línea de alimentación, tomografía	51
3.3.5.	Cuadros de cargas	51
3.3.5.1.	Cuadro de cargas para el sistema de iluminación	51
3.3.5.2.	Cuadro de cargas para el sistema de tomacorrientes.....	51
3.4.	Diseño en DIALux Evo	52
3.4.1.	Diseño en DIALux, tomografía.....	52
3.4.2.	Diseño DIALux, iluminación	52
3.4.2.1.	Iluminación, tomógrafo.....	53
3.4.2.2.	Iluminación, Cuarto de control	55
3.4.2.3.	Iluminación, unidad sanitaria	58
3.5.	Sistema de puesta a tierra.....	61
3.5.1.	Sistema de puesta a tierra, área de tomografía	61
3.6.	Memorias de cálculo para alimentadores	62
3.7.	Datos técnicos del trasformador utilizado.....	63

3.8. Interventoría por parte de autor.....	64
3.8.1. Actividades realizadas.....	64
3.8.2. Cumplimiento	64
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXOS	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Zona UCI y cuartos de recuperación.....	36
Ilustración 2. Diagrama circuital de luces.....	37
Ilustración 3. Diagrama de tomacorriente de uso normales y de protección GFCI.....	37
Ilustración 4. Diagrama de tomacorrientes de uso crítico.....	38
Ilustración 5. Diagrama, línea de alimentación.....	38
Ilustración 6. Zona UCI y cuartos de recuperación.....	40
Ilustración 7. Cuarto de recuperación.....	41
Ilustración 8. Iluminación, zona UCI.....	42
Ilustración 9. Nivel de iluminación, zona UCI.....	42
Ilustración 10. Resumen, zona UCI.....	43
Ilustración 11. Resumen 2, zona UCI.....	43
Ilustración 12. Situación de luminaria, zona UCI.....	44
Ilustración 13. Iluminación, cuarto de recuperación.....	44
Ilustración 14. Nivel de iluminación, cuarto de recuperación.....	45
Ilustración 15. Resumen, cuarto de recuperación.....	45
Ilustración 16. Resumen 2, Cuarto de recuperación.....	46
Ilustración 17. Situación de luminaria, cuartos de recuperación.....	46
Ilustración 18. Iluminación, baños.....	47
Ilustración 19. Nivel de iluminación, baños.....	47
Ilustración 20. Resumen, baños.....	48
Ilustración 21. Resumen 2, baños.....	48
Ilustración 22. Situación de luminaria, baños.....	49
Ilustración 23. Diagrama, tomografía.....	49
Ilustración 24. Diagrama circuital de luces.....	50
Ilustración 25. Diagrama, tomacorrientes.....	50
Ilustración 26. línea de alimentación, tomografía.....	51
Ilustración 27. Tomografía.....	52
Ilustración 28. Iluminación tomógrafo.....	53
Ilustración 29. Nivel de iluminación, tomógrafo.....	53
Ilustración 30. Resumen, tomógrafo.....	54
Ilustración 31. Resumen 2, tomógrafo.....	54
Ilustración 32. Situación de luminaria, tomógrafo.....	55
Ilustración 33. Iluminación, cuarto de control.....	55
Ilustración 34. Nivel de iluminación, cuarto de control.....	56
Ilustración 35. Resumen, cuarto de control.....	56
Ilustración 36. Resumen 2, cuarto de control.....	57
Ilustración 37. Situación de luminaria, control del tomógrafo.....	57
Ilustración 38. Iluminación, unidad sanitaria.....	58
Ilustración 39. nivel de iluminación, unidad sanitaria.....	58
Ilustración 40. Resumen, unidad sanitaria.....	59

Ilustración 41. Resumen 2, unidad sanitaria	59
Ilustración 42. Situación de luminaria, unidad sanitaria del tomógrafo.....	60
Ilustración 43. Grupo de trabajo ejecutor del proyecto, zona UCI y cuartos de recuperación.....	68
Ilustración 44. Evidencia de trabajo zona UCI y cuarto de recuperación	68
Ilustración 45. Ejecución de tubería EMT	69
Ilustración 46. Ejecución de tubería aérea y alambrado	69
Ilustración 47. Evidencia, tomacorrientes de uso normal, crítico y de protección GFCI.....	70
Ilustración 48. Evidencia de iluminación, zona UCI.....	70
Ilustración 49. evidencia de iluminación, cuartos de recuperación	71
Ilustración 50. Tomografía	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de iluminancia.....	28
Tabla 2. Simbología.....	29
Tabla 3. Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano	32
Tabla 4. Requisitos para electrodos de puesta a tierra	32
Tabla 5. Constantes de materiales de la norma.....	33
Tabla 6. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.....	34
Tabla 7. Cuadro de carga sistema de luces	39
Tabla 8. Cuadro de carga para el sistema de tomacorriente de uso normal y de protección GFCI.....	39
Tabla 9. Cuadro de carga de tomacorrientes de uso crítico	39
Tabla 10. Cuadro de carga, sistema de luces	51
Tabla 11. Cuadro de cargas, para el sistema de tomacorrientes.....	51
Tabla 12. Cálculo de malla a tierra	61
Tabla 13. Selección de conductor	62
Tabla 14. Caída de tención	62
Tabla 15. Cálculo de tubería	62
Tabla 16. Datos del Transformador	63

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Potencia eléctrica	30
Ecuación 2. Potencia eléctrica	30
Ecuación 3. Potencia eléctrica	30
Ecuación 4. Porcentaje aproximado de la caída de tensión	30
Ecuación 5. Sistema trifásico	31
Ecuación 6. Sistema monofásico	31
Ecuación 7. Máxima tensión de contacto	31
Ecuación 8. sección del conductor.	33
Ecuación 9. Medición de resistividad aparente	34
Ecuación 10. Medición de resistividad aparente	34

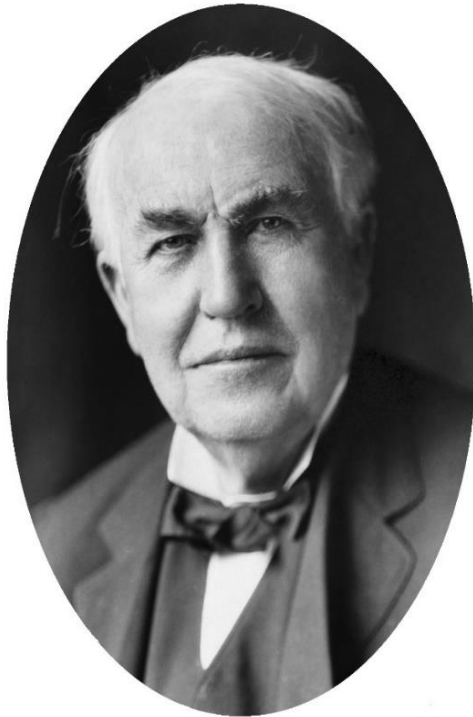
INTRODUCCIÓN

La creación de este documento es con el propósito de mostrar todos aquellos requisitos que se deben tener en cuenta al momento de diseñar y ejecutar proyectos eléctricos en centros de asistencia médica, hospitales o cualquier otra entidad prestadora de servicios hospitalario.

Conociendo que los centros de asistencia médica son aquellos establos de orden privado o público que deben garantizar la salud y el bienestar de cada una de las personas que son intervenidas en estas, como bien sabemos, en los centros de asistencia médica la mayoría de las cosas que se encuentran son de uso especial, y las instalaciones eléctricas no son la excepción.

En los centros de asistencia médica se deben garantizar el cumplimiento de cada norma técnica colombiana vigente establecidas por las leyes nacionales, por eso la instalación de estos sistemas eléctricos son estrictos desde su diseño, luego la ejecución de estos debe de ser inspeccionado por parte de un profesional encargado para que este garantice el cumplimiento de los parámetros otorgado por los objetivos del proyecto, brindado así la confiabilidad y la garantía de este.

Marco legal



- Thomas Edison - (1847 - 1931)

1. CAPÍTULO 1. SISTEMAS ELÉCTRICOS PARA CENTRO DE ASISTENCIA MÉDICA

1.1. Justificación

1.1.1. Objeto

Partiendo de los diseños establecidos, se instalará de manera correcta cada uno de los sistemas eléctricos requerido para el centro de asistencia médica, garantizando así la buena funcionabilidad de cada una de las instalaciones eléctrica instaladas y con la particularidad que estas den con el cumplimiento de cada una de las normas exigidas por los diferentes reglamentos técnicos colombianos.

1.1.2. Necesidad del problema

Actualmente mucho de los hospitales a nivel nacional no cumple con la aplicación de normas técnicas colombianas.

El hospital nuestra señora del Carmen es un de aquellos centros de asistencia médica que no cumple con varios de los requisitos de instalaciones eléctricas hospitalarias como lo exigen las normas técnicas colombianas, luego de los estudios pertinente este centro de asistencia médica, nos percatamos que cuenta con sistemas eléctricos obsoletos e instalado sin ningún tipo de cumplimiento técnico a las normas establecidas por el estado, esta falencias deben de ser corregidas de manera legal para poder tener por parte de los inspectores el visto bueno del cumplimiento de las normas técnicas colombianas, entre los diferente tipos de problema con lo que cuenta el hospital en particular tenemos: canalizaciones en mal estado, no existe distribución por ramales, UCI sin sistemas de potencia aislado, tableros con vida útil completada, acometidas eléctricas con aislamiento desgastado por tiempo de uso y ningún sistema de protección GFCI.

1.1.3. Objetivos

1.1.3.1. Objetivo general

Diseñar los diferentes sistemas eléctricos al hospital nuestra señora del Carmen haciendo uso de normas técnicas colombianas para centro de asistencia médica.

1.1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar los sistemas eléctricos para el área de UCI y cuartos de recuperación.
- Diseñar el sistema eléctrico para el área de tomografía.
- Realizar la interventoría pertinente para el cumplimiento de los diseños establecidos.

1.2. Acotaciones

- UCI y cuartos de recuperación

En esta área se realizará el diseño eléctrico pertinente donde se tendrá en cuenta la instalación adecuada de: tablero de distribución, tubería EMT, iluminación, toma corrientes, protección GFCI, luces de salidas de emergencia y luces de emergencia, haciendo uso de las normas técnicas colombianas con la supervisión respectiva para asegurar el cumplimiento del diseño establecido.

- Tomografía

En esta área se realizará el diseño eléctrico pertinente donde se tendrá en cuenta la instalación adecuada de: tablero de distribución, canalización, puesta a tierra, transformador reductor, iluminación y toma corrientes, haciendo uso de las normas técnicas colombianas con la supervisión respectiva para asegurar el cumplimiento del diseño establecido.

- Interventoría

Esta se realiza con el fin de:

- A. Garantizar el cumplimiento de instalación propuesta por el diseño.
- B. Garantizar el cumplimiento de las normas técnica establecidas.

- Herramientas tecnológicas

Software AutoCAD
Software DIALux Evo

1.3. Legislación

1.3.1. Impacto ambiental

Según el ministerio de minas y energía

En la presente resolución número 18 0398 de 2004 se expide de manera importante el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, este plantea las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica a nivel nacional. (Ministerio de Minas y Energía, 2004)

Decreto 3683 diciembre 19 de 2003

Según la ley 697 de 2001 declara asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, el uso racional y eficiente de la energía, así mismo el uso de fuentes energéticas no convencionales, declara e impone la necesidad de expedir la reglamentación necesaria para garantizar que el país cuente con una normatividad que permita el uso racional y eficiente de los recursos energéticos existentes en el territorio nacional. (Luis Ernesto Mejía Castro, 2003)

1.3.2. Formación humana

La formación profesional de las personas es muy importante para cambiar y ser capaces de enfrentar cualquier circunstancia, dando siempre resultados positivos a cualquier adversidad, yo como estudiante en formación de la universidad de Pamplona y futuro profesional, desarrollo este proyecto con el fin de despertar el interés en cada uno de los lectores, y así dar a conocer la importancia que tienen las instalaciones y sistemas eléctricos en los centros de asistencia médica.

¿Por qué cumplir la norma eléctrica en los centros de asistencia médica?

En los procesos operativos de los centros de asistencia médica se realizan una lista inagotable de actividades que dependen de equipos electrónicos y eléctricos, los cuales traen consigo muchas y diversas fuentes de riesgo eléctrico para personas como la infraestructura misma.

Es imposible controlar todos los riesgos que se pueden presentar en un centro de asistencia médica, los cumplimientos de las normas técnicas para estos centros es clave en la mitigación y control de riesgos de origen eléctrico, ya que los lineamientos que los componen son soluciones técnicas basadas en la experiencia. (RIG, 2021)

1.3.3. Marco nacional

Las normas técnicas colombianas actuales estipulan requisitos a los centro de asistencia médica, hospitales y cualquier otro centro de atención hospitalaria que tenga en particular el cuidado de la salud de los pacientes, estos tipos de instalaciones eléctrica la normas técnicas colombianas exigen estrictamente el cumplimiento de cada una de las normas establecidas por los diferentes reglamento que acobijan estos tipos de instalaciones, esta deben de garantizar el cuidado estricto de los personas que estén en asistencia médica.

Referente al cumplimiento de las instalaciones eléctricas adecuada para los centros de asistencia médica es necesario tener el cumplimiento de los diferentes reglamentos técnicos colombianos que se conocerán más adelante del presente documento.

1.3.4. Campo de acción profesional

Al monto de hablar de los centros de asistencia médica y comprender que estos lugares brindan cuidados para la salud de los pacientes, dentro de estos tenemos, hospitales, clínicas, centros de cuidados ambulatorios y centros de cuidados especializados, los ingenieros electricista dedicados al diseño y a la ejecución de proyectos eléctrico de estos centros de asistencia médica debe tener en cuenta, que siempre se estén cumpliendo con los parámetros exigido por lo diferente reglamentos técnico colombiano. (Medlineplus, 2021)

1.3.5. Sistema de gestión de seguridad

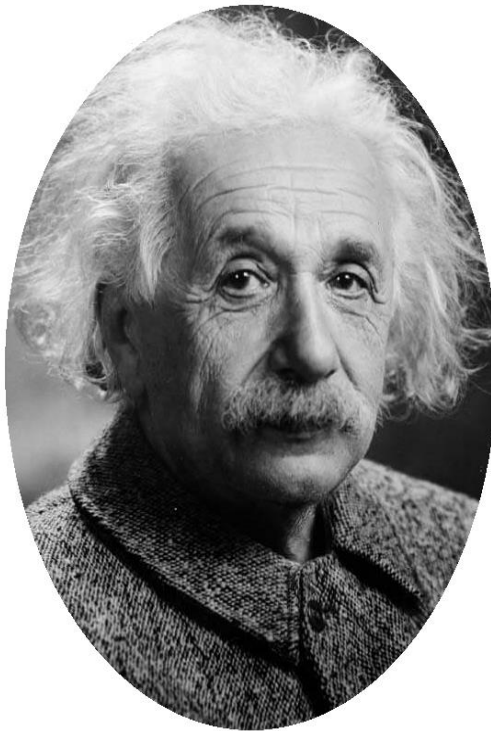
Según el ministerio de minas y energía

La resolución 18 0398 de 7 de abril de 2004

Artículo 5. análisis de riesgo eléctrico

Como bien sabemos las industria utilizadoras de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de cantidades de accidentes a lo largo de los tiempo por contacto con elementos energizados, de igual manera los incendio cada vez incrementan más, el número de accidentes sigue al avance de electrificación de la nación, la mayor parte de los accidentes con origen eléctrico se presentan en los procesos de generación, distribución y utilización de la energía eléctrica. (Ministerio de Minas y Energía, 2004)

Marco teórico



- Albert Einstein - (1879- 1955)

2. CAPÍTULO 2. REGLAMENTOS TÉCNICOS QUE SE DEBEN IMPLEMENTAR PARA EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS EN LOS CENTROS DE ASISTENCIA MÉDICA EN COLOMBIA

2.1. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas

2.1.1. Instalaciones en instituciones de asistencia médica

De acuerdo con lo estipulado en la resolución no. 9 0708 de agosto 30 de 2013 se determina principalmente la protección primordial de los pacientes, la cual siempre debe de garantizarse, además se debe tener en cuenta la salud del personal de trabajo sabiendo que estas también son de importancia, esta resolución propone que se debe de reducir siempre el mínimo riesgo eléctrico que pueda producir pérdidas humanas, caso de incendios o explosión en áreas de atención al paciente. (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

2.2. Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público

2.2.1. Inspección con fine de certificación del sistema de iluminación

Las instalaciones de iluminación de una misma área cerrada, tales como almacenes, centros comerciales, sitios de recreación, espectáculos públicos, centros de salud, hospitales, clínicas, hoteles, auditorios, bibliotecas, estaciones y terminales de transporte, debe de contar con lo estipulado en la resolución no. 18 0540 de marzo 30 de 2010 donde nos muestra, que los sistemas de iluminación que presente anexo, se le establece la obligación de contar con un dictamen de inspección expedido por un organismo de inspección acreditado por la ONAC, como mecanismo de certificación que valide la declaración del proveedor. (Ministerio de Minas y Energía, 2010)

2.3. Norma técnica colombiana NTC-2050

2.3.1. Instalaciones eléctricas especiales

Según la resolución no. 18 0398 de abril 7 de 2004 y la resolución no 18 0498 de abril 29 de 2005 aquellas instalaciones por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos o alimentar equipos o sistemas complejos, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica y por tanto requieren de medidas especiales, para mitigar o eliminar tales riesgos, por estas razones se deben cumplir con ciertas normas, en este caso tenemos algunos apartados del reglamento técnico RETIE y las instalaciones hospitalarias o de asistencia médica que hace referencia la sección 517 del Código Eléctrico Colombiano NTC-2050 primera actualización. (Ministerio de Minas y Energía, 1998)

2.4. Código eléctrico colombiano NTC-2050 Primera actualización

En el presente código colombiano se tendrán en cuenta cada una de las recomendaciones técnica que este brinda, que además se deben cumplirse al momento de realizar cualquier tipo de instalación de sistema eléctricos en centros de atenciones médica.

A continuación, algunos parámetros técnicos otorgado por el presente código vigente colombiano NTC-2050 primera actualización.

2.4.1. Alambrado y protección

2.4.1.1. Puesta a tierra de los tomacorrientes y equipos eléctricos fijos

En un área de cuidados para paciente, cada uno de los terminales o borna d tierra de cada uno de los tomacorrientes y la parte conductiva superficial de los equipos por donde puede pasar la corriente, que puedan estar en contacto con un paciente y esté conectado a un voltaje superior a los 100 V, este debe se conectado mediante un conductor aislado a tierra. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.1.2. Uso de tomacorrientes de puesta a tierra aislada

Al especifica los sistemas de puesta a tierra con tomacorrientes con polo a tierra aislada, para esto se debe tener mucha precaución con la impedancia de puesta a tierra, la cual se controla únicamente con conductores de puesta a tierra, la cual no aumenta la seguridad por conexión a tierra o por estar conectada en paralelo. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.1.3. Protección contra falla a tierra

Cuando la protección contra fallas a tierra este implementada en el funcionamiento del medio de desconexión de la acometida o del alimentador, se debe instalar una protección adicional contra fallas a tierra, en el lado de la carga. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.1.4. Área de atención general al paciente

Para este apartado se debe tener en cuenta que las áreas de camas para paciente se debe suministrar por lo menos dos circuitos ramales, estos tienen que estar conectado directamente a un circuito de respaldo y el otro a la red de tal manera que dicho alimentador de red venga de un mismo sistema de distribución. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.1.5. Área de cuidado crítico

En cada área de camas de pacientes debe haber por lo menos dos circuitos ramales, uno o más conectados al sistema de emergencia y uno o más a la red. Por lo menos un circuito ramal de los del sistema de emergencia debe alimentar a una salida en esa área. Todos los circuitos ramales conectados a la red deben proceder de un solo panel de distribución. Los tomacorrientes conectados al sistema de emergencia deben estar identificados como tales e indicar también el panel de distribución y el circuito del que proceden. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.1.6. Protección de las personas mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra.

Cuando el retrete y el lavabo estén instalados dentro de las habitaciones de los pacientes, no es necesario que los tomacorrientes instalados en las áreas de cuidados críticos estén protegidos por interruptores de circuito por falla a tierra. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.2. Sistema eléctrico esencial

2.4.2.1. Sistemas de emergencia

Las funciones de atención a los pacientes que dependan de alumbrado o de artefactos conectados al sistema de emergencia, se deben dividir obligatoriamente en dos ramales esenciales, como es, el ramal vital y el ramal crítico.

Los sistemas de emergencia divididos en los diferentes ramales deben contar con una rápida conexión a un sistema de alimentación alternativo, el tiempo de conexión no debe de sobrepasar lo diez segundos luego de la suspensión del servicio de uso moral, garantizando así el retorno de cada una de las fusiones específicas. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.2.2. Ramal vital

El ramal vital del sistema de emergencia debe dar el suministro para las siguientes funciones, alumbrado, tomacorrientes y equipos. Los espacios que requieren de este ramal son, alumbrado de medios de salida, señales de salida, sistema de alarma y alerta, sistemas de comunicaciones, cuarto de generadores y ascensores. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.2.3. Ramal crítico

El ramal crítico del sistema de emergencia debe dar el suministro corriente para el alumbrado de trabajo, para los equipos fijos, para tomacorrientes seleccionados y para los circuitos especiales de las siguientes áreas y funciones relativas a la atención al paciente. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.2.4. Conexión del ramal de equipos con la fuente de alimentación alterna

Este sistema de equipo debe contar con una fuente de alimentación alternativa, de tal manera que todos aquellos equipos que este dentro del sistema vuelvan a entrar a labor de manera automática teniendo en cuenta que primero el sistema de emergencia debe entrar en funcionamiento. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.3. Instalaciones de rayos X

2.4.3.1. Conexión al circuito de suministro

Los equipos de rayos X fijos y estacionarios se deben conectar a la fuente de alimentación mediante un método de alambrado que cumpla los requisitos generales de este presente código. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.3.2. Medios de desconexión

Este apartado debe contar con un suministro que contenga un medio de desconexión, el circuito debe implementar unos parámetros de capacidad, que el mínimo de entrada momentánea sea de un 50% y la entrada necesaria prolongada sea de un 100%. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.3.3. Valor nominal de los conductores de suministro y de la protección contra sobrecorriente

La corriente de los conductores del circuito que dará suministro al ramal y dispositivo de protección contra sobrecorriente debe de cumplir con ciertos parámetros de capacidad, el 50% como mínimo de la capacidad de corriente momentánea y el 100% para la capacidad de corriente prolongada. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.3.4. Instalaciones de equipos

Todos los equipos para instalaciones nuevas de rayos X y los equipos usados o reacondicionados de rayos X que se instalen en otro lugar, deben ser tipo aprobado. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.3.5. Transformadores y condensadores

No es necesario que los transformadores y condensadores que formen parte de equipos de rayos X cumplan las Secciones 450 y 460 del presente código, además los condensadores se deben montar en encerramientos de material aislante o metálicos puestos a tierra. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.3.6. Instalación de los cables de alta tensión para rayos X

Se permite que los cables que conecten los tubos e intensificadores de imagen de los equipos de rayos X, que tengan blindaje puesto a tierra, se instalen en bandejas o bateas de cables al lado del equipo de control y de los conductores de la fuente de alimentación, sin necesidad de barreras que los separen. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.3.7. Regulados y puesta a tierra

Para este apartado los tubos de rayo X deben de estar en total encerramiento y colocado a tierra, se deben aislar las partes de alta tensión, también puesta a tierra, los tipo de aislamiento que se puede utilizar tenemos: aire, aceite, gas, también se puede utilizar cualquier otro tipo de aislador que cumpla, la conexión de la alta tensión a los tubos de rayos X o cualquier otro componente, esto se debe hacer con cables blindados de alta tensión. (Ministro de Minas y Energía, 1998)

2.4.4. Herramientas para un buen diseño

2.4.4.1. Tablade de luminancias

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Centros de atención médica				
<i>Salas</i>				
Iluminación general	22	50	100	150
Examen	19	200	300	500
Lectura	16	150	200	300
Circulación nocturna	22	3	5	10
<i>Salas de examen</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Inspección local	19	750	1000	1500
<i>Terapia intensiva</i>				
Cabecera de la cama	19	30	50	100
Observación	19	200	300	500
Estación de enfermería	19	200	300	500
<i>Salas de operación</i>				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local	19	10000	30000	100000
<i>Salas de autopsia</i>				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local		5000	10000	15000
<i>Consultorios</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Iluminación local	19	500	750	1000
<i>Farmacia y laboratorios</i>				
Iluminación general	19	300	400	750
Iluminación local	19	500	750	1000

Tabla 1. Tabla de iluminancia

Fuente: (Ministerio de Minas y Energía, 2010)

La tabla 1, se utiliza con el propósito de hacer los sistemas de iluminación con los parámetros otorgados por la norma colombiana, en este caso RETILAP sección 410 requisitos generales del diseño de alumbrado interior, norma vigente en el territorio nacional. (Ministerio de Minas y Energía, 2010)

2.4.4.2. Simbología

Caja de empalme	Corriente continua	Central hidráulica en servicio	Central térmica en servicio	Conductores de fase	Conductor neutro
Conductor de puesta a tierra	Conmutador unipolar	Contacto de corte	Contacto con disparo automático	Contacto sin disparo automático	Contacto operado manualmente
Descargador de sobretensiones	Detector automático de incendio	Dispositivo de protección contra sobretensiones - DPS	DPS tipo varistor	Doble aislamiento	Empalme
Equipotencialidad	Extintor para equipo eléctrico	Fusible	Generador	Interruptor, símbolo general	Interruptor automático en aire
Interruptor bipolar	Interruptor con luz piloto	Interruptor unipolar con tiempo de cierre	Interruptor diferencial	Interruptor unipolar de dos vías	Interruptor seccionador para AT
Interruptor termomagnético	Lámpara	Masa	Parada de emergencia	Seccionador	Subestación
Tablero general	Tablero de distribución	Tierra	Tierra de protección	Tierra aislada	Tomacorriente, símbolo general
Tomacorriente en el piso	Tomacorriente monofásico	Tomacorriente trifásico	Transformador símbolo general	Transformador de aislamiento	Transformador de seguridad

Tabla 2. Simbología

Fuente: (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

Para el diseño de los sistemas circuíteles de distribución se hizo el uso de la simbología RETIE en artículo 6º- simbología y señalización, normativa vigente, la cual siempre es requerida para la instalación de sistemas eléctricos en Colombia. (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

2.4.5. Sistemas de ecuaciones

2.4.5.1. Ley de Watt

La ley de Watt nos muestra de manera teórica la potencia eléctrica de un componente electrónico, esta define la potencia consumida por la carga, es directamente proporcional al voltaje suministrado y a la corriente que circula por este, la unidad de la potencia es el Watt, el símbolo para representar la potencia es [P], para esto tenemos la siguiente formulas.

Conociendo el voltaje y corriente:

$$P = V \times I$$

Ecuación 1. Potencia eléctrica

Fuente: (MecatrónicaLATAM, 2021)

Conociendo la resistencia eléctrica y corriente:

$$P = R \times I^2$$

Ecuación 2. Potencia eléctrica

Fuente: (MecatrónicaLATAM, 2021)

Conociendo el voltaje y la resistencia eléctrica:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Ecuación 3. Potencia eléctrica

Fuente: (MecatrónicaLATAM, 2021)

En las fórmulas anteriormente planteadas únicamente se sustituyeron las incógnitas pertinentes dentro de la ley de Ohm. (MecatrónicaLATAM, 2021)

2.4.5.2. Caídas de tensiones AFINIA

Para el cálculo de la caída de tensiones se implementa el método del momento eléctrico, el porcentaje aproximado de la caída de tensión está dado por:

$$\% \Delta V = k_r * P * L$$

Ecuación 4. Porcentaje aproximado de la caída de tensión

Fuente: (Torres, 2020)

Sistema trifásico:

$$K_r = \frac{10^5 (r+x*\tan\theta)}{u^2}$$

Ecuación 5. Sistema trifásico

Fuente: (Torres, 2020)

Sistema monofásico:

$$K_r = 10^5 * 2 * \frac{10^5 (r+x*\tan\theta)}{u^2}$$

Ecuación 6. Sistema monofásico

Fuente: (Torres, 2020)

Siendo:

ΔV : Caída de tensión (%), K_r : Constante de regulación (%/(kW*M), P : potencia a transportar (kW), L : Longitud de la acometida (m), r : Resistencia eléctrica del conductor (Ω/m), x : Reactancia eléctrica del conductor (Ω/m), U : Tensión entre fases (V) y $\tan\theta$: Tangente del ángulo del factor de potencia ($\cos\theta$).

En el caso de las líneas monofásicas (120/208 V) a tres hilos se considerará la carga equilibrada, para el cálculo en media tensión, se debe referir al documento de proyecto tipo red aérea. (Torres, 2020)

2.4.5.3. Ecuaciones para el cálculo de un sistema de puesta a tierra, RETIE

2.4.5.3.1. Máxima tensión de contacto

Los sistemas de puesta a tierra deben cumplir los siguientes parámetros:

$$\text{Máxima tensión de contacto} = \frac{116}{\sqrt{t}} [\text{V.c.a.}]$$

Ecuación 7. Máxima tensión de contacto

Fuente: (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

La ecuación 7, corresponden a la máxima tensión de contacto aplicada al ser humano con una resistencia equivalente de 1000 Ω , la cual está dada en función del tiempo de despeje de la falla a tierra, esta es calculada por la tabla 3 del presente documento. (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEC para 95% de la población. (Público en general)	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEEE para personas de 50 kg (Ocupacional)
Mayor a dos segundos	50 voltios	82 voltios
Un segundo	55 voltios	116 voltios
700 milisegundos	70 voltios	138 voltios
500 milisegundos	80 voltios	164 voltios
400 milisegundos	130 voltios	183 voltios
300 milisegundos	200 voltios	211 voltios
200 milisegundos	270 voltios	259 voltios
150 milisegundos	300 voltios	299 voltios
100 milisegundos	320 voltios	366 voltios
50 milisegundos	345 voltios	518 voltios

Tabla 3. Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano

Fuente: (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

2.4.5.3.2. Electrodo de Puesta a Tierra

Los electrodos para este estudio deben cumplir las dimensiones y valores de la siguiente tabla propuesta. (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

TIPO DE ELECTRODO	MATERIALES	DIMENSIONES MINIMAS			
		Diámetro mm	Área mm ²	Espesor mm	Recubrimiento µm
Varilla	Cobre	12,7			
	Aleaciones de cobre	12,7			
	Acero inoxidable	15			
	Acero galvanizado en caliente	16			70
	Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre	14			250
	Acero con recubrimiento total en cobre	15			2000
Tubo	Cobre	20		2	
	Acero inoxidable	25		2	
	Acero galvanizado en caliente	25		2	55
Fleje o cinta sólida	Cobre		50	2	
	Acero inoxidable		100	3	
	Cobre cincado		50	2	40
Cable trenzado	Cobre o cobre estañado	1,8 para cada hilo	50		
	Acero galvanizado en caliente	1,8 para cada hilo	70		
Alambre redondo	Cobre	8	50		
	Acero galvanizado	10	78,5		70
	Acero inoxidable	10			
	Acero recubierto de cobre	10			250
Placa sólida	Cobre		250000	1,5	
	Acero inoxidable		360000	6	

Tabla 4. Requisitos para electrodos de puesta a tierra

Fuente: (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

2.4.5.3.3. Conductor del Electrodo de Puesta a Tierra o Conductor a Tierra

Para hacer selección del conductor a tierra de media, alta y extra alta tensión, se debe hacer uso de la ecuación 8 del presente documento la cual se adoptó de la norma ANSI/IEEE 80.

$$A_{mm^2} = \frac{IKf \sqrt{tc}}{19737}$$

Ecuación 8. sección del conductor.

Fuente: (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

En donde:

A mm²: Es la sección del conductor en mm².

I: Es la corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).

Kf: es la constante de la Tabla 5 del presente documento, para diferentes materiales y valores de Tm. (Tm es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor a una temperatura ambiente de 40 °C).

Tc: es el tiempo de despeje de la falla a tierra. (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD (%)	T _m (°C)	K _F
Cobre blando	100	1083	7
Cobre duro cuando se utiliza soldadura exotérmica.	97	1084	7,06
Cobre duro cuando se utiliza conector mecánico.	97	250	11,78
Alambre de acero recubierto de cobre	40	1084	10,45
Alambre de acero recubierto de cobre	30	1084	14,64
Varilla de acero recubierta de cobre	20	1084	14,64
Aluminio grado EC	61	657	12,12
Aleación de aluminio 5005	53,5	652	12,41
Aleación de aluminio 6201	52,5	654	12,47
Alambre de acero recubierto de aluminio	20,3	657	17,2
Acero 1020	10,8	1510	15,95
Varilla de acero recubierta en acero inoxidable	9,8	1400	14,72
Varilla de acero con baño de cinc (galvanizado)	8,5	419	28,96
Acero inoxidable 304	2,4	1400	30,05

Tabla 5. Constantes de materiales de la norma

Fuente: (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

2.4.5.3.4. valores de referencia de resistencia de puesta a tierra

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas, para mayor entendimiento revisar la tabla del presente documento.

APLICACIÓN	VALORES MAXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 Ω

Tabla 6. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

Fuente: (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

2.4.5.3.5. mediciones para sistemas de puesta a tierra

En la actualidad existen variedades de técnica que nos permiten realizar el cálculo de la resistividad del suelo o terreno donde se desee instalar un sistema de puesta a tierra, dentro de los métodos más comunes se encuentra el método de Wenner, el cual es el más aplicado para este tipo de cálculos, este método está determinado por la siguiente ecuación.

$$P = \frac{4\pi a R}{\left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} + \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right)}$$

Ecuación 9. Medición de resistividad aparente

Fuente: (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

Donde

p: Es la resistividad aparente del suelo en ohmios metro.

a: Es la distancia entre electrodos adyacentes en metros.

b: Es la profundidad de enterramiento de los electrodos en metros.

R: Es la resistencia eléctrica medida en ohmios, dada por $\frac{V}{I}$

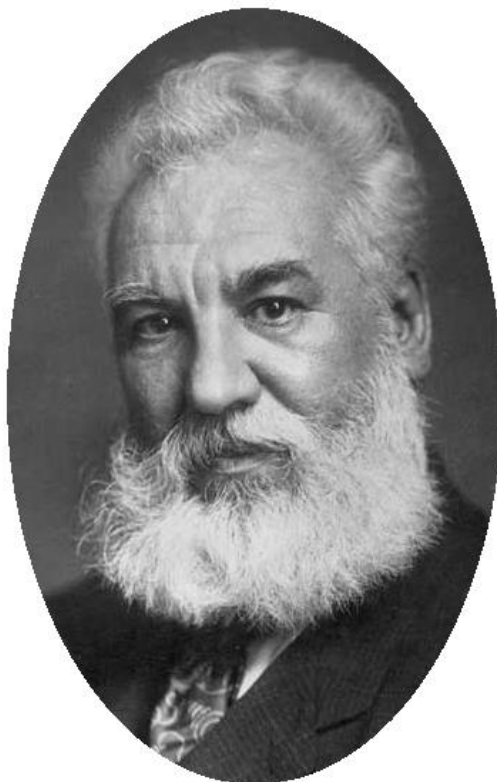
Cuando b es muy pequeño comparado con a, se tiene la siguiente expresión:

$$P = 2\pi a R$$

Ecuación 10. Medición de resistividad aparente

Fuente: (Ministeio de Minas y Energía, 2013)

Marco metodológico



-Alexander Graham Bell – (1847-1922)

3. CAPÍTULO 3. DISEÑOS Y RESULTADOS DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DEL CENTRO DE ASISTENCIA MÉDICA HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN

3.1. Diseños en AutoCAD

Por medio de la siguiente herramienta tecnológica AutoCAD, se desarrollaron los planos arquitectónicos y planos de distribución de cada uno de los circuitos a instalarse, permitiendo así el plan de simulación de los proyectos a ejecutar. (AutoCAD, 2021)

3.1.1. Diseño en AutoCAD, zona UCI y cuartos de recuperación

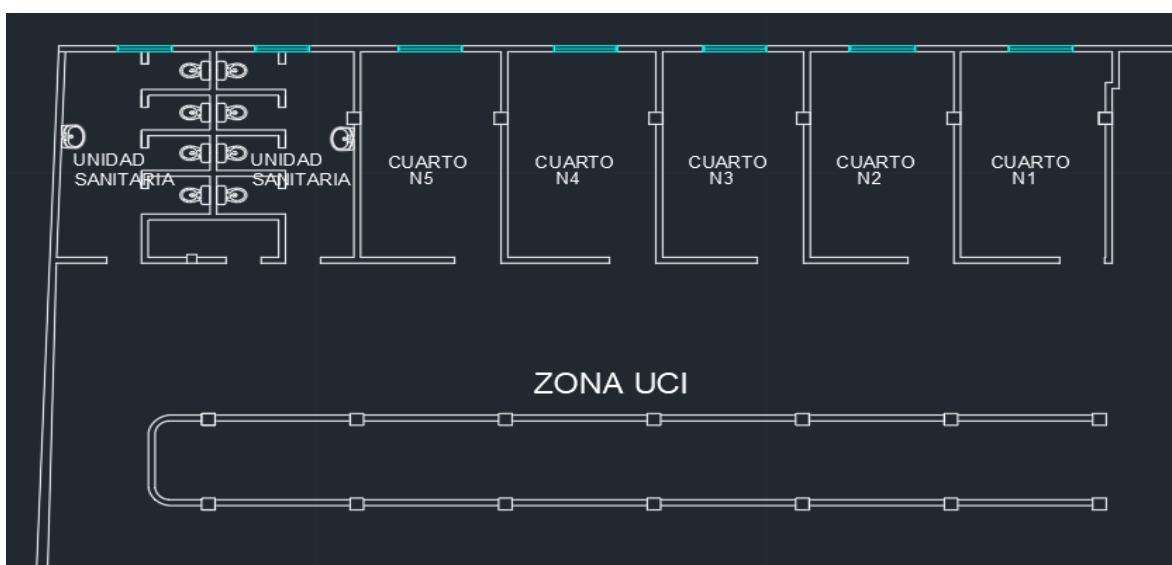


Ilustración 1. Zona UCI y cuartos de recuperación

Fuente: (Autor, 2022)

En esta ilustración tenemos la zona UCI y cuartos de recuperación, donde podemos evidencia de manera clara que esta se encuentra conformada por: un área de pasillo, cinco cuartos de recuperación y una unidad sanitaria que cuenta con baños para caballero, damas y un cubículo para útiles de aseo.

3.1.2. Diseño en AutoCAD, diagrama circuital de luces

En este apartado podemos determinar los circuitos que hacen parte del sistema circuital de luces en la zona UCI y cuartos de recuperación.

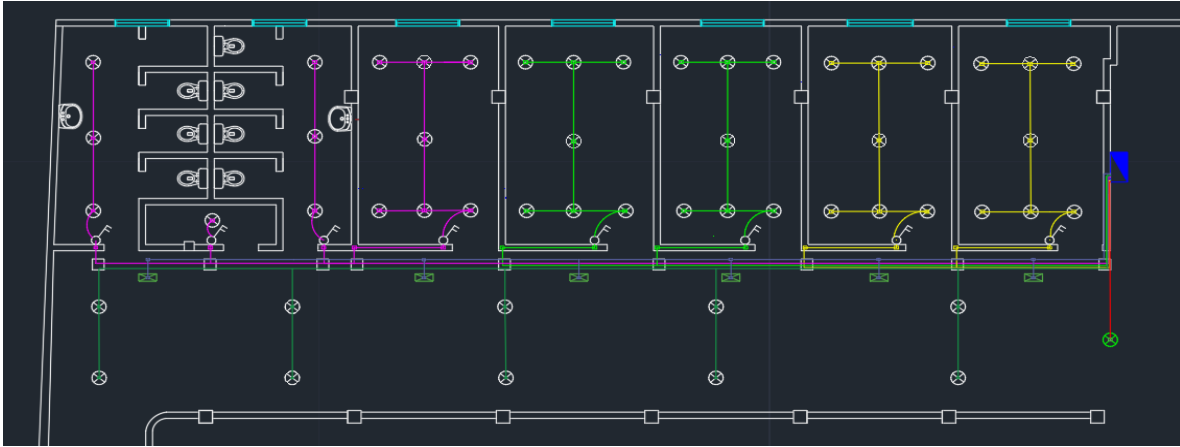


Ilustración 2. Diagrama circuital de luces

Fuente: (Autor, 2022)

La siguiente ilustración, nos muestra todo lo referente respecto al circuito de luces de la zona UCI, el cual cuenta con luces de uso general, luces de emergencia y luces de salida de emergencia las cuales se encuentra empotradas el cielo raso del presente estable, las luces de las habitaciones cuentan con un interruptor bipolar instalado a la altura de 1.20 m con respecto al suelo y 0.15 m con respecto al arco y la puerta.

3.1.3. Diseño en AutoCAD, diagrama circuital de tomacorriente de uso normal y protección GFCI

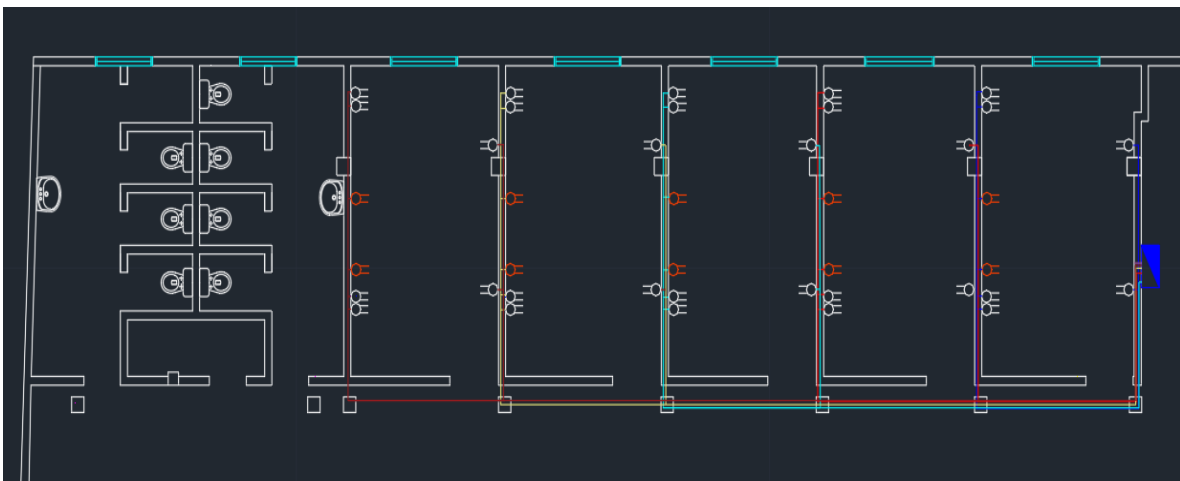


Ilustración 3. Diagrama de tomacorriente de uso normales y de protección GFCI

Fuente: (Autor, 2022)

En esta ilustración podemos observar la conexión de los tomacorrientes de uso normal y tomacorriente GFCI los cuales serán utilizado para la conexión de la cama para pacientes.

3.1.4. Diseño en AutoCAD, diagrama circuital de tomacorriente de uso crítico

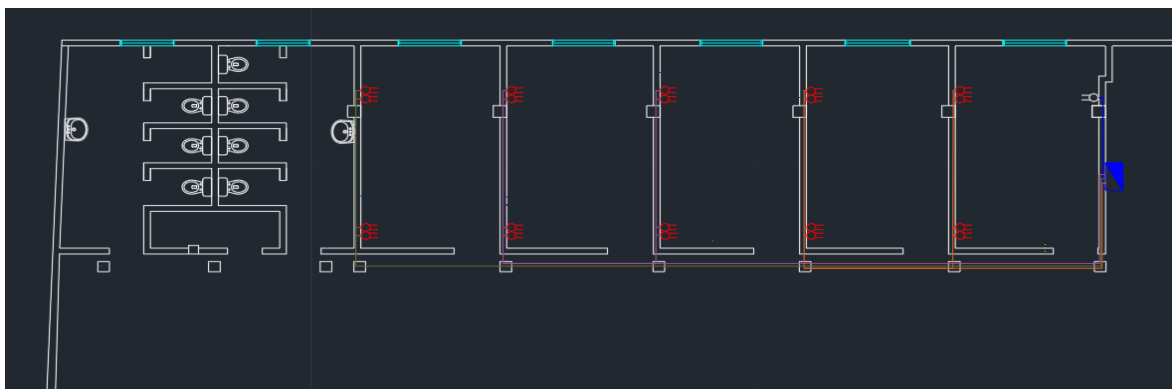


Ilustración 4. Diagrama de tomacorrientes de uso crítico

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 3 y 4 podemos observar la distribución de tomacorriente, los cuales debe de estar instalado a una altura de 0.5 m y 1.5 m de altura según el apartado 20.7.2. requisitos de instalación del reglamento técnico RETIE.

3.1.5. Línea de alimentación, zona UCI y cuartos de recuperación

En este apartado se podrá evidenciar la línea de alimentación, que energizará el tablero de distribución que comprende la zona UCI y cuartos de recuperación.



Ilustración 5. Diagrama, línea de alimentación

Fuente: (Autor, 2022)

En la siguiente ilustración se plantea el diseño actual de la línea de alimentación que es distribuida desde la subestación hasta el tablero de distribución de la zona UCI y cuarto de recuperación, esta alimentación de tableros se encuentra conectada de forma provisional por orden del cliente.

3.1.6. Cuadro de carga

3.1.6.1. Cuadro de carga para el sistema de iluminación

Cuadro de carga para el sistema de iluminación					Fases			S.Total= 2360VA			Voltaje=120V			
N. Circuitos	C. Conductor	Iluminación	Iluminación Vital	Tomas Normales	1	2	3	s	Corriente	Protección	Calibre	Ductos	FP	Descripción
C1-CU1.CU2	Amarillo	14	0	0	x			560VA	5A	6A	12 AWG	1/2"	0.9	Iluminación
C2-CU3-CU4	Verde F	14	0	8		x		560VA	5A	6A	12 AWG	1/2"	0.9	Iluminación
C3-CU5.BF.BM	Púrpura	14	0	8	x		x	560VA	5A	6A	12 AWG	1/2"	0.9	Iluminación
C4-LP	Verde C	10	0	0		x		400VA	4A	6A	12 AWG	1/2"	0.9	Iluminación
C5-LDM	Morado	0	6	0			x	240VA	2A	6A	12 AWG	1/2"	0.9	Iluminación
C6-LDSM	Roja	0	1	0	x			40VA	1A	6A	12 AWG	1/2"	0.9	Iluminación

Tabla 7. Cuadro de carga sistema de luces

Fuente: (Autor, 2022)

El siguiente cuadro de carga mostrado en la tabla 7, define lo parámetros de fase de conexión, potencia consumida VA, corriente por circuitos, protección de los circuitos, calibre del conductor, ductos, factor de potencia y descripción del circuito de luces.

3.1.6.2. Cuadro de carga para el sistema de tomacorriente de uso normal y de protección GFCI

Cuadro de carga para tomacorrientes de uso normal y GFCI					Fases			S.Total= 7200VA			Voltaje=120V			
N. Circuitos	C. Conductor	Iluminación	Iluminación Vital	Tomas Normales	1	2	3	s	Corriente	Protección	Calibre	Ductos	FP	Descripción
C7-Cu1	Azul	0	8	0		x		1440VA	12A	15A	12 AWG	1/2"	0.9	Fuerza
C8-CU2	Rojos	0	8	0			x	1440VA	12A	15A	12 AWG	1/2"	0.9	Fuerza
C9-CU3	Cian	0	8	0	x			1440VA	12A	15A	12 AWG	1/2"	0.9	Fuerza
C10-CU4	Amarillo C	0	8	0		x		1440VA	12A	15A	12 AWG	1/2"	0.9	Fuerza
C11-CU5	Rojos C	0	8	0			x	1440VA	12A	15A	12 AWG	1/2"	0.9	Fuerza

Tabla 8. Cuadro de carga para el sistema de tomacorriente de uso normal y de protección GFCI

Fuente: (Autor, 2022)

El siguiente cuadro de carga mostrado en la tabla 7, define lo parámetros de fase de conexión, potencia consumida VA, corriente por circuitos, protección de los circuitos, calibre del conductor, ductos, factor de potencia y descripción del circuito de tomacorriente.

3.1.6.3. Cuadro de carga para el sistema de tomacorriente de uso crítico

Cuadro de carga para tomacorrientes de uso Crítico					Fases			S.Total= 3600VA			Voltaje=120V			
N. Circuitos	C. Conductor	Iluminación	Iluminación Vital	Tomas Normales	1	2	3	s	Corriente	Protección	Calibre	Ductos	FP	Descripción
C12-Cu1.CU2	Azul	0	0	8	x			1440VA	12A	15A	12 AWG	1/2"	0.9	Fuerza
C13-CU3.CU4	Rojos	0	0	8			x	1440VA	12A	15A	12 AWG	1/2"	0.9	Fuerza
C14-CU5	Cian	0	0	4		x		720VA	6A	10A	12AWG	1/2"	0.9	Fuerza

Tabla 9. Cuadro de carga de tomacorrientes de uso crítico

Fuente: (Autor, 2022)

El siguiente cuadro de carga mostrado en la tabla 7, define lo parámetros de fase de conexión, potencia consumida VA, corriente por circuitos, protección de los circuitos, calibre del conductor, ductos, factor de potencia y descripción del circuito de luces de emergencia y salida de emergencia.

Los cuadros de carga se hacen con el fin de conocer qué tipo de tablero se debe emplear, la potencia que se está consumiendo por circuitos, la cual es calculada por formulas, también se debe tener las protecciones con las que estos circuitos deben de contar.

3.2. Diseño en DIALux Evo

Se requiere de la herramienta tecnológica DIALux, para poder mostrar de manera real el diseño de estructura e iluminación de los proyectos a realizar, en este caso para la elaboración de los diseños de la zona UCI y tomografía del presente estable, brindando la garantía de un buen proyecto ejecutado. (DIALux, 2022)

3.2.1. Diseño en DIALux Evo, zona UCI y cuartos de recuperación

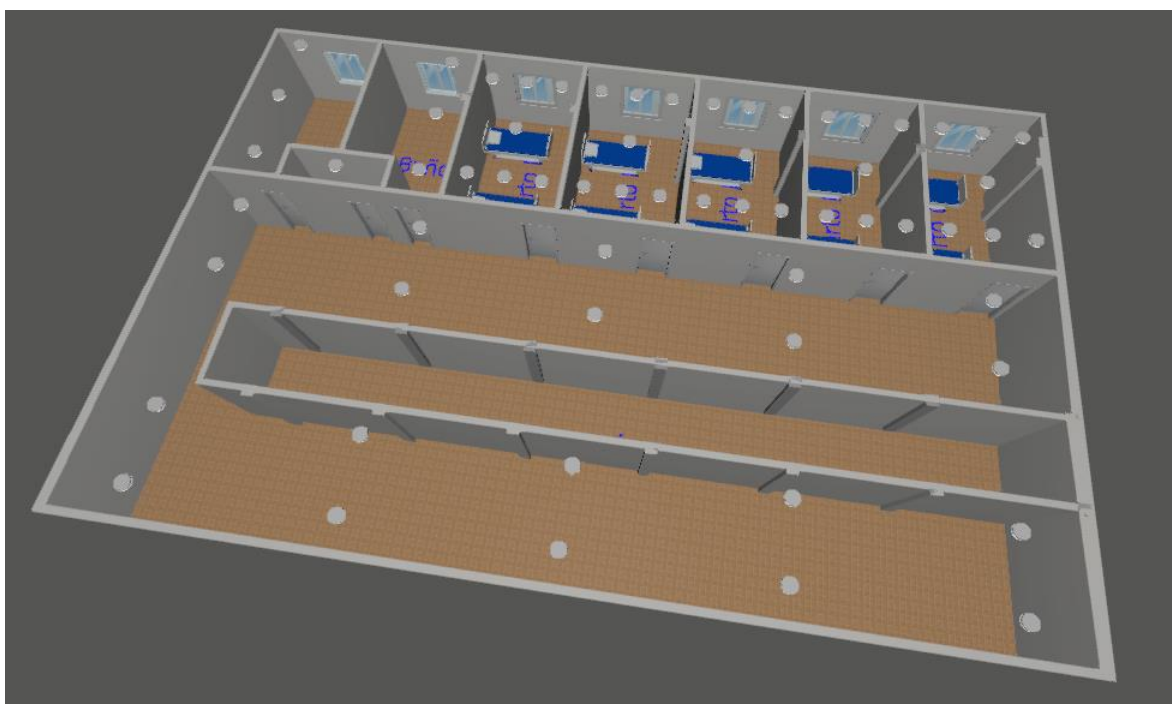


Ilustración 6. Zona UCI y cuartos de recuperación

Fuente: (Autor, 2022)

En la presente ilustración se observa de manera más clara la zona UCI y cuartos de recuperación, a los cuales se le hizo la respectiva instalación luminaria con los cumplimientos de las normas técnicas colombianas establecida en la tabla 1 del presente documento y con la respectiva interventoría por parte del autor del libro.

3.2.2. Diseño en DIALux Evo, cuartos de recuperación

En este apartado se mostrará de manera interna el cuarto de recuperación, para así poder tener una idea más clara de cómo está estructurado.



Ilustración 7. Cuarto de recuperación

Fuente: (Autor, 2022)

La siguiente ilustración muestra lo que es un cuarto de recuperación internamente, en el cual se puede evidenciar de manera clara el sistema y cantidad de luminarias con el que esta cuenta.

3.2.3. Diseño en DIALux Evo, iluminación

De acuerdo con las normas estipuladas en el RETILAP, en el apartado de iluminancias y distribución de luminancias en interiores o área de trabajo, se deben cumplir estos parámetros, para así poder cumplir con la certificación por parte de la norma vigente. (Ministerio de Minas y Energía, 2010)

3.2.3.1. Iluminación, zona UCI



Ilustración 8. Iluminación, zona UCI

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 8, se muestra lo que sería la zona UCI, la cual pertenece a un pasillo de tránsito de paciente y personal de trabajo, también se observa los niveles de LX que debe cumplir de acuerdo con la norma RETILAP vigente.

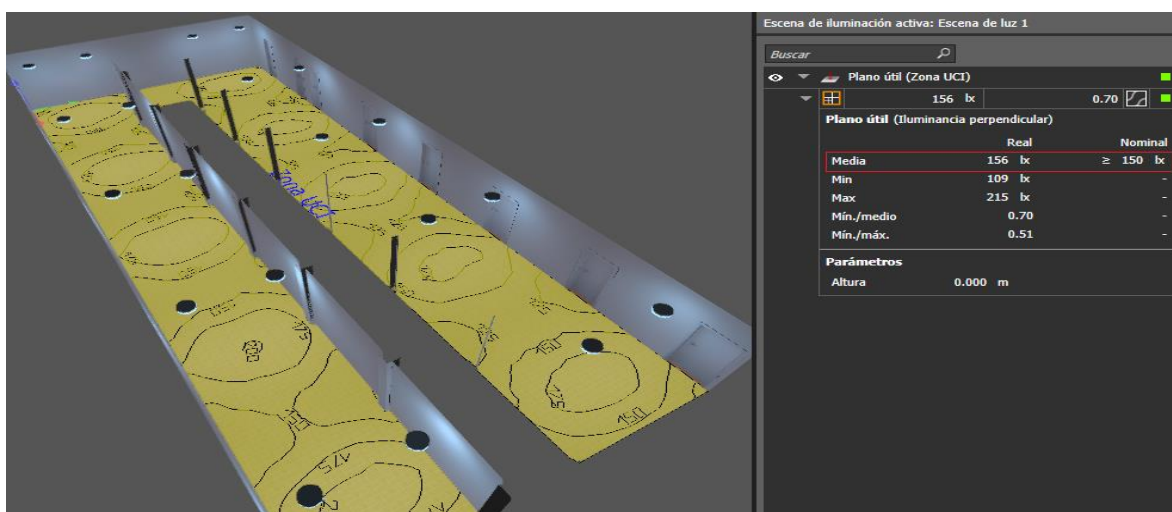


Ilustración 9. Nivel de iluminación, zona UCI

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 9, se ve claramente el cumplimiento del lx requerido para la zona en especial, no sobrepasando de manera exagerada los niveles requeridos por norma RETILAP vigente aquí en Colombia.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Zona UCI (Escena de luz 1)
Resumen

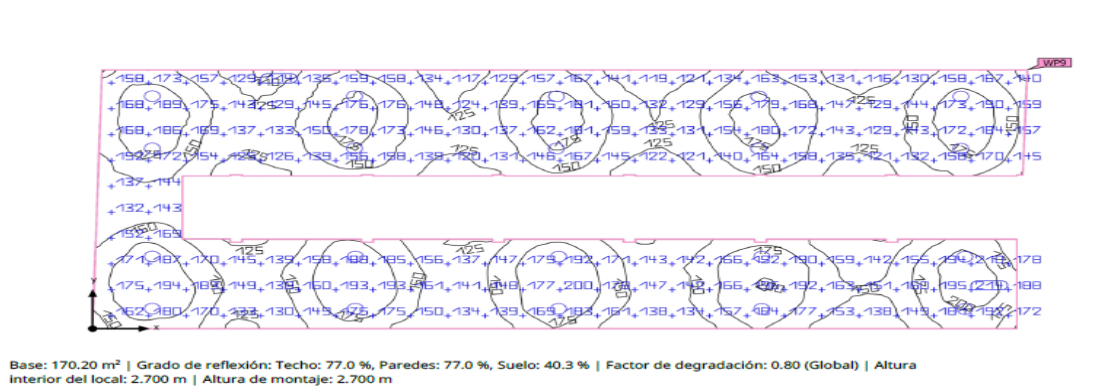


Ilustración 10. Resumen, zona UCI

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 10, se puede evidenciar los niveles de iluminación de la zona UCI

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Zona UCI (Escena de luz 1)
Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E _{perpendicular}	156 lx	≥ 150 lx	✓	WP9
	g ₁	0.70	-	-	WP9
Valores de consumo	Consumo	400 kWh/a	máx. 6000 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	2.12 W/m²	-	-	
		1.36 W/m²/100 lx	-	-	

Ilustración 11. Resumen 2, zona UCI

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 11, se determina el plano útil y los valores de consumo de la zona UCI.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Zona UCI

Plano de situación de luminarias

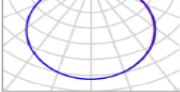
					
Fabricante	AIRAM	P	18.0 W		
Nº de artículo	4297215	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1701 lm		
Nombre del artículo	Lumi 400 IP44 18W/830 RA MS PCO WH				
Lámpara	1x LED 3000K 1700lm				

Ilustración 12. Situación de luminaria, zona UCI

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 12, se determina los datos del fabricante de la luminaria empleada en el diseño y las características pertinente a esta.

3.2.3.2. Iluminación, cuartos de recuperación**Ilustración 13. Iluminación, cuarto de recuperación**

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 13, se logra apreciar los parámetros que debe de cumplir el área a iluminar, esto acatando el cumplimiento del RETILAP vigente y de los lx que este exige para dicho interior.



Ilustración 14. Nivel de iluminación, cuarto de recuperación

Fuente: (Autor, 2022)

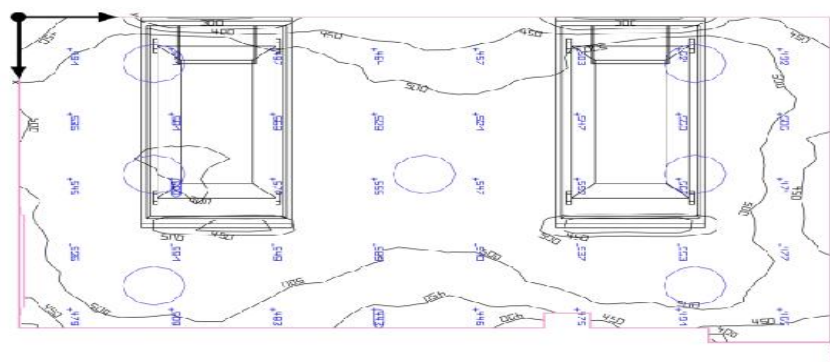
En la ilustración 14, se ve claramente el cumplimiento del lx requerido para la zona en especial, no sobrepasando de manera exagerada los niveles requeridos por norma RETILAP vigente aquí en Colombia.

Proyecto Zona UCI y cuarto de recuperacion

DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Cuarto N1 (Escena de luz 1)

Resumen



Base: 16.89 m² | Grado de reflexión: Techo: 86.0 %, Paredes: 86.0 %, Suelo: 40.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.700 m | Altura de montaje: 2.750 m

Ilustración 15. Resumen, cuarto de recuperación

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 10, se puede evidenciar los niveles de iluminación respecto a la zona UCI.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Cuarto N1 (Escena de luz 1)

Resumen**Resultados**

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E _{perpendicular}	515 lx	≥ 500 lx	✓	WP1
	g ₁	0.55	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	[300 - 450] kWh/a	máx. 600 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	7.46 W/m²	-	-	
		1.45 W/m²/100 lx	-	-	

Ilustración 16. Resumen 2, Cuarto de recuperación

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 16, se determina el plano útil y los valores de consumo del cuarto de recuperación.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Cuarto N1

Plano de situación de luminarias

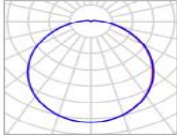
  			
Fabricante	AIRAM	P	18.0 W
Nº de artículo	4297215	Φ _{Luminaria}	1701 lm
Nombre del artículo	Lumi 400 IP44 18W/830 RA MS PCO WH		
Lámpara	1x LED 3000K 1700lm		

Ilustración 17. Situación de luminaria, cuartos de recuperación

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 17, se determina los datos del fabricante de la luminaria empleada en el diseño y las características pertinente a esta.

3.2.3.3. Iluminación, baños

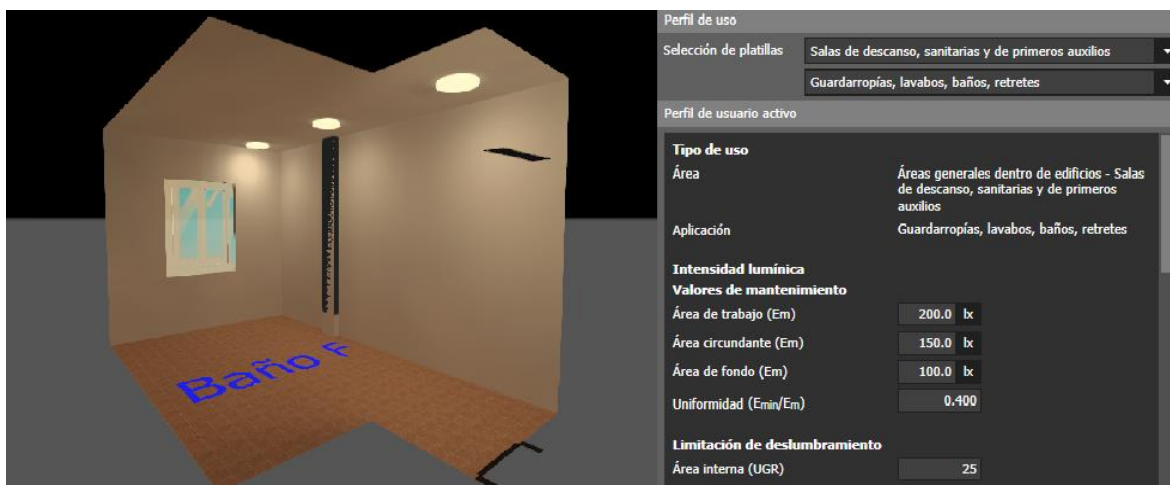


Ilustración 18. Iluminación, baños

Fuente: (Auto,2022)

En la ilustración 18, se logra apreciar los parámetros que debe de cumplir el área a iluminar, esto acatando el cumplimiento del RETILAP vigente y de los lx que este exige para dicho interior, en este caso para baños.

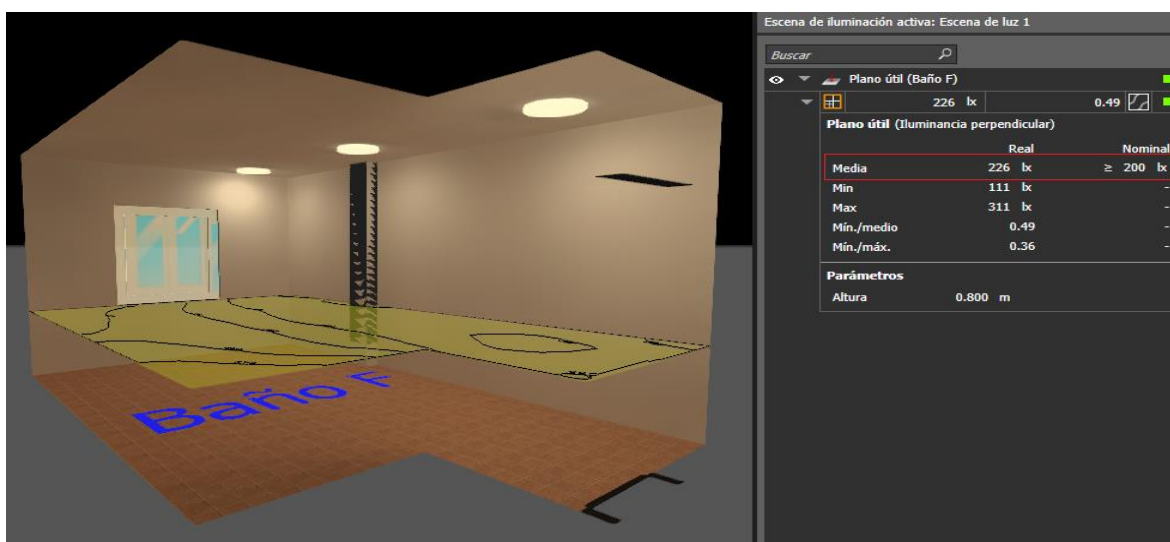
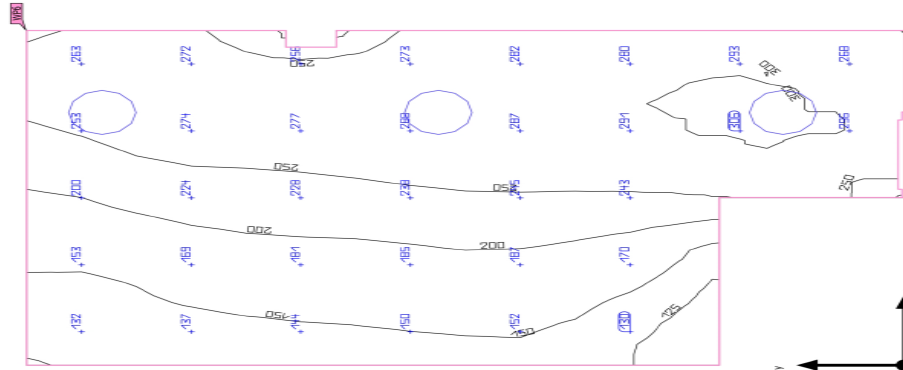


Ilustración 19. Nivel de iluminación, baños

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 19, se ve claramente el cumplimiento del lx requerido para la zona en especial, no sobrepasando de manera exagerada los niveles requeridos por norma RETILAP vigente aquí en Colombia.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Baño F (Escena de luz 1)

Resumen

Base: 14.18 m² | Grado de reflexión: Techo: 77.0 %, Paredes: 77.0 %, Suelo: 40.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.700 m | Altura de montaje: 2.750 m

Ilustración 20. Resumen, baños

Fuente: (Autor,2022)

En la ilustración 10, se puede evidenciar los niveles de iluminación respecto a los baños.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Baño F (Escena de luz 1)

Resumen**Resultados**

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	226 lx	≥ 200 lx	✓	WP6
	g_1	0.50	-	-	WP6
Valores de consumo	Consumo	[28 - 45] kWh/a	máx. 500 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	3.81 W/m ²	-	-	
		1.69 W/m ² /100 lx	-	-	

Ilustración 21. Resumen 2, baños

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 21, se determina el plano útil y los valores de consumo de los baños.

{ 49 }

3.3.2. Diseño en AutoCAD, diagrama circuital de luces

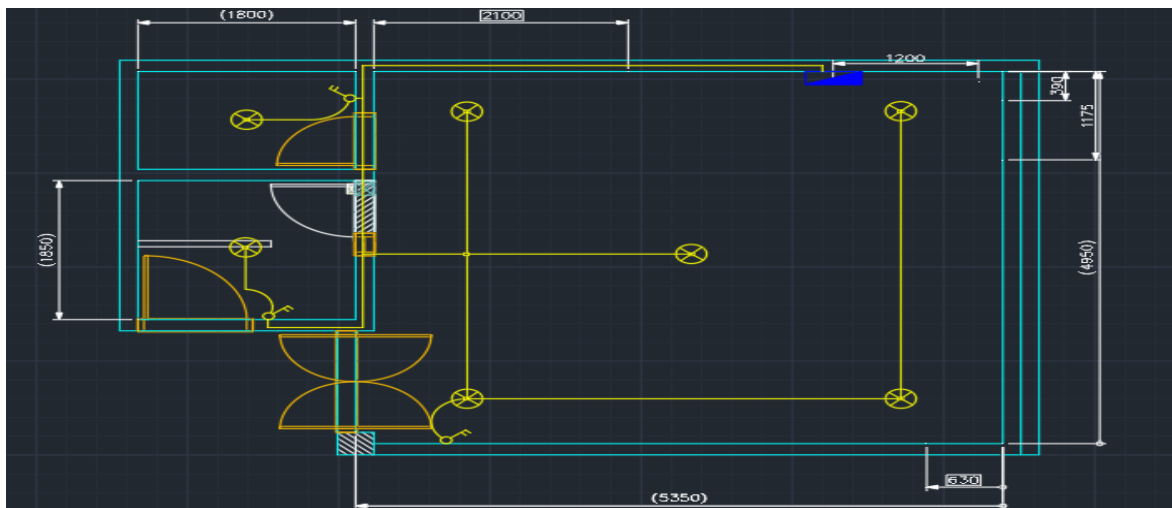


Ilustración 24. Diagrama circuital de luces

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 24, se observa el sistema de luces del área de tomografía, la cual cuenta con siete luces de uso general instalada y empotradas.

3.3.3. Diseño en AutoCAD, diagrama de tomacorriente

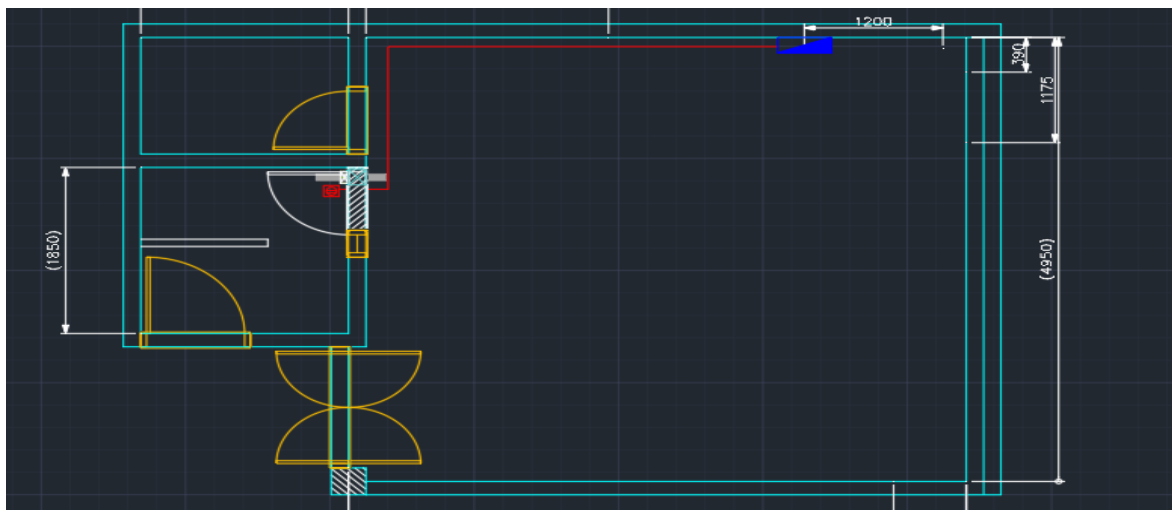


Ilustración 25. Diagrama, tomacorrientes

Fuente: (Autor, 2022)

En esta ilustración se hace la instalación de un tomacorriente en el piso con su alimentación subterránea.

3.3.4. Línea de alimentación, tomografía



Ilustración 26. línea de alimentación, tomografía

Fuente: (Autor, 2022)

En esta ilustración se puede ver la línea de alimentación para el área de tomografía, la cual está representada de color amarillo.

3.3.5. Cuadros de cargas

3.3.5.1. Cuadro de cargas para el sistema de iluminación

Cuadro de carga para el sistema de iluminación					Fases			S.Total= 280VA			Voltaje=120V			
N. Circuitos	C. Conductor	Iluminación	Iluminación Vital	Tomas Normales	1	2	3	s	Corriente	Protección	Calibre	Ductos	FP	Descripción
C1	Amarillo	7	0	0	x			280VA	3A	6A	12	1/2"	0.9	Iluminación

Tabla 10. Cuadro de carga, sistema de luces

Fuente: (Autor, 2022)

Se realiza el siguiente cuadro de carga de luces y así luego determinar la potencia que se consumirá, la corriente utilizada, la protección recomendada, calibre del conductor a utilizar, ducto y factor de potencia con el que está trabajando.

3.3.5.2. Cuadro de cargas para el sistema de tomacorrientes

Cuadro de carga para el sistema de tomacorrientes					Fases			S.Total= 180VA			Voltaje=120V			
N. Circuitos	C. Conductor	Iluminación	Iluminación Vital	Tomas Normales	1	2	3	s	Corriente	Protección	Calibre	Ductos	FP	Descripción
C2	Rojo	0	0	1		x		180VA	2A	6A	12	1/2"	0.9	Fuerza

Tabla 11. Cuadro de cargas, para el sistema de tomacorrientes

Fuente: (Autor, 2022)

En este cuadro de carga se conecta un tomacorriente en el piso para alimentar algunos equipos electrónico que irán puesto en el salón de control del tomógrafo

3.4. Diseño en DIALux Evo

En este apartado se realizarán cada uno de los diseños pertinentes del área de tomografía haciendo uso de la herramienta DIALux Evo.

3.4.1. Diseño en DIALux, tomografía

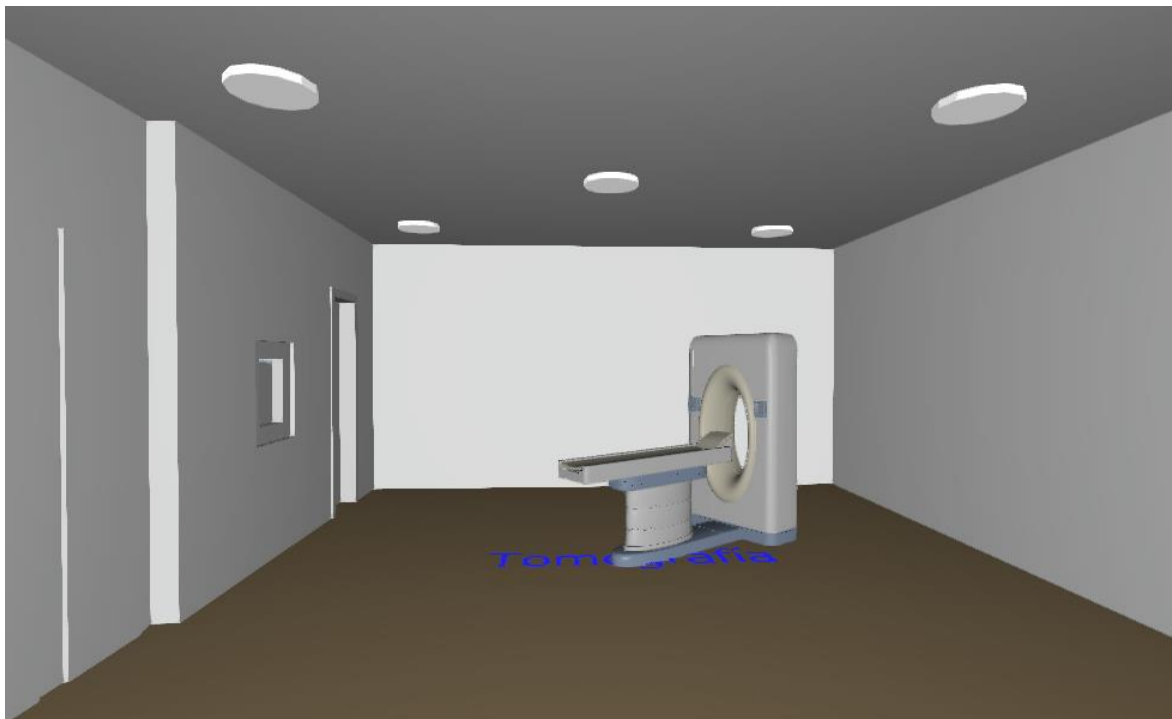


Ilustración 27. Tomografía

Fuente: (Autor, 2022)

Para el sistema de iluminación de la tomografía, se tuvo en cuenta los parámetros otorgados por la norma en este caso RETILAP, para más información revisar la tabla 1 del presente documento

3.4.2. Diseño DIALux, iluminación

Para la zona de tomografía se presentará la iluminación pertinente al área del tomógrafo, cuarto de control y unidad sanitaria.

3.4.2.1. Iluminación, tomógrafo

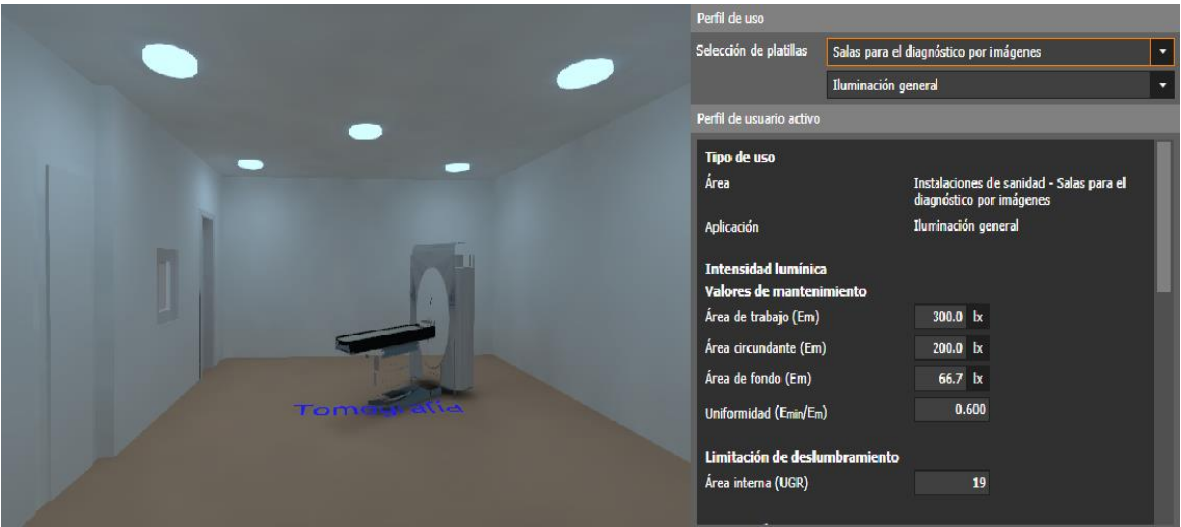


Ilustración 28. Iluminación tomógrafo

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 28, se logra apreciar los parámetros que debe de cumplir el área a iluminar, esto acatando el cumplimiento del RETILAP vigente y de los lx que este exige para dicho interior.

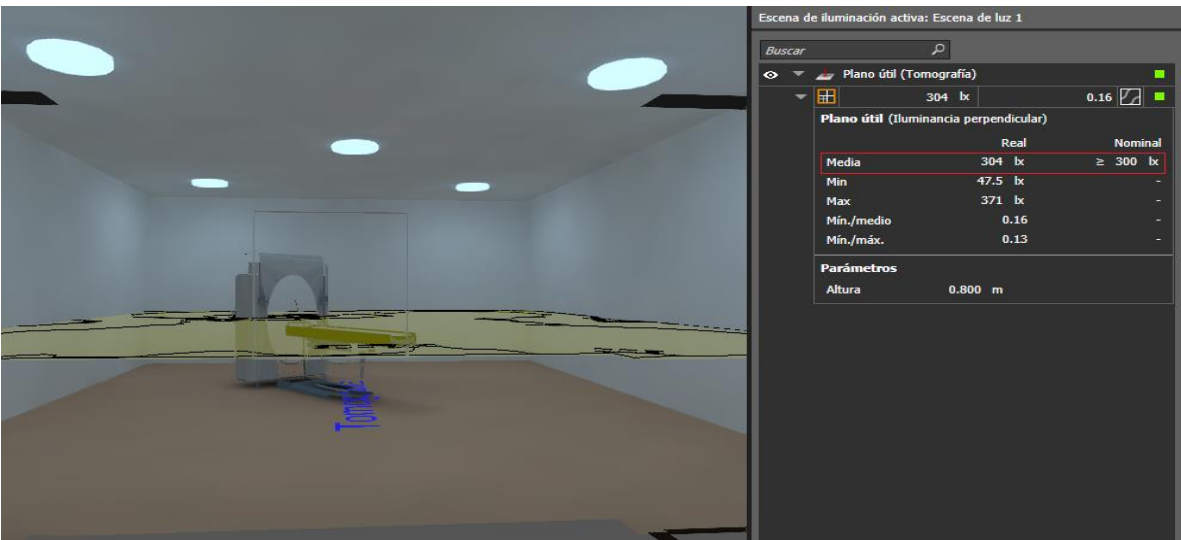
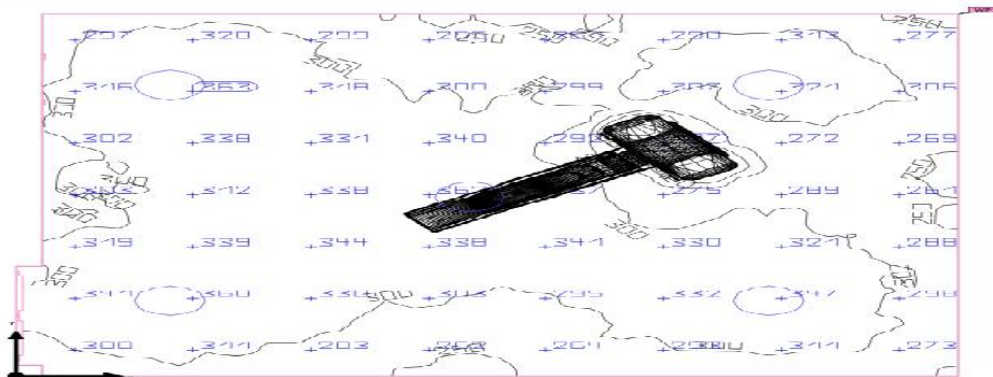


Ilustración 29. Nivel de iluminación, tomógrafo

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 29, se ve claramente el cumplimiento del lx requerido para la zona en especial, no sobrepasando de manera exagerada los niveles requeridos por norma RETILAP vigente aquí en Colombia.

Edificación 1 · Planta 1 · Tomografía (Escena de luz 1)

Resumen

Base: 25.94 m² | Grado de reflexión: Techo: 82.0 %, Paredes: 88.0 %, Suelo: 39.9 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.600 m | Altura de montaje: 2.650 m

Ilustración 30. Resumen, tomógrafo

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 30, se puede evidenciar los niveles de iluminación respecto al área de tomografía.

Edificación 1 · Planta 1 · Tomografía (Escena de luz 1)

Resumen**Resultados**

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E _{perpendicular}	304 lx	≥ 300 lx	✓	WP1
	g ₁	0.16	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	320 kWh/a	máx. 950 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	3.47 W/m ²	-	-	
		1.14 W/m ² /100 lx	-	-	

Ilustración 31. Resumen 2, tomógrafo

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 31, se determina el plano útil y los valores de consumo del tomógrafo.

Edificación 1 · Planta 1 · Tomografía

Plano de situación de luminarias

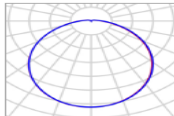
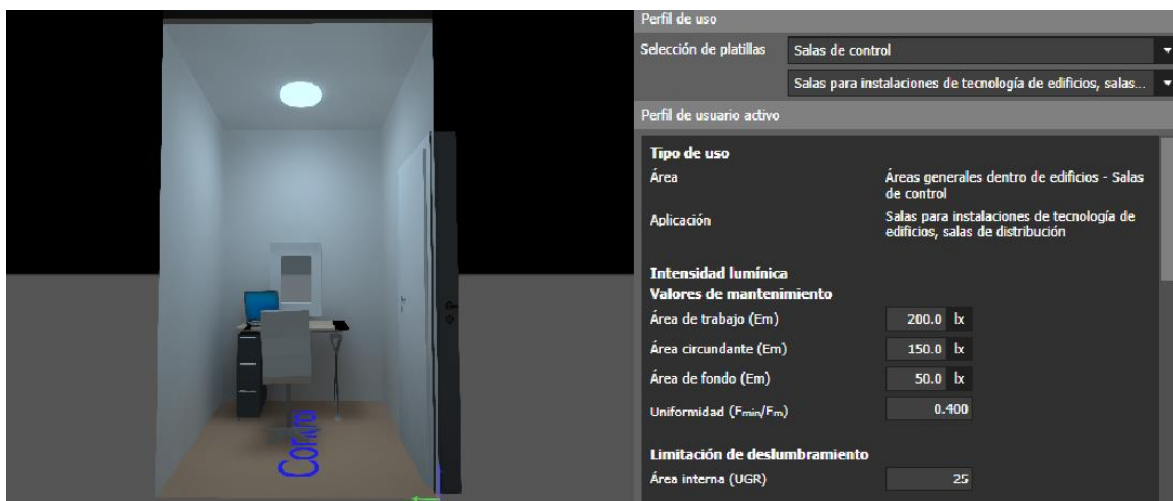
					
Fabricante	AIRAM	P	18.0 W		
N° de artículo	4297215	ΦLuminaria	1701 lm		
Nombre del artículo	Lumi 400 IP44 18W/830 RA MS PCO WH				
Lámpara	1x LED 3000K 1700lm				

Ilustración 32. Situación de luminaria, tomógrafo

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 32, se determina los datos del fabricante de la luminaria empleada en el diseño y las características pertinente a esta.

3.4.2.2. Iluminación, Cuarto de control**Ilustración 33. Iluminación, cuarto de control**

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 33, se logra apreciar los parámetros que debe de cumplir el área a iluminar, esto acatando el cumplimiento del RETILAP vigente y de los lx que este exige para dicho interior.

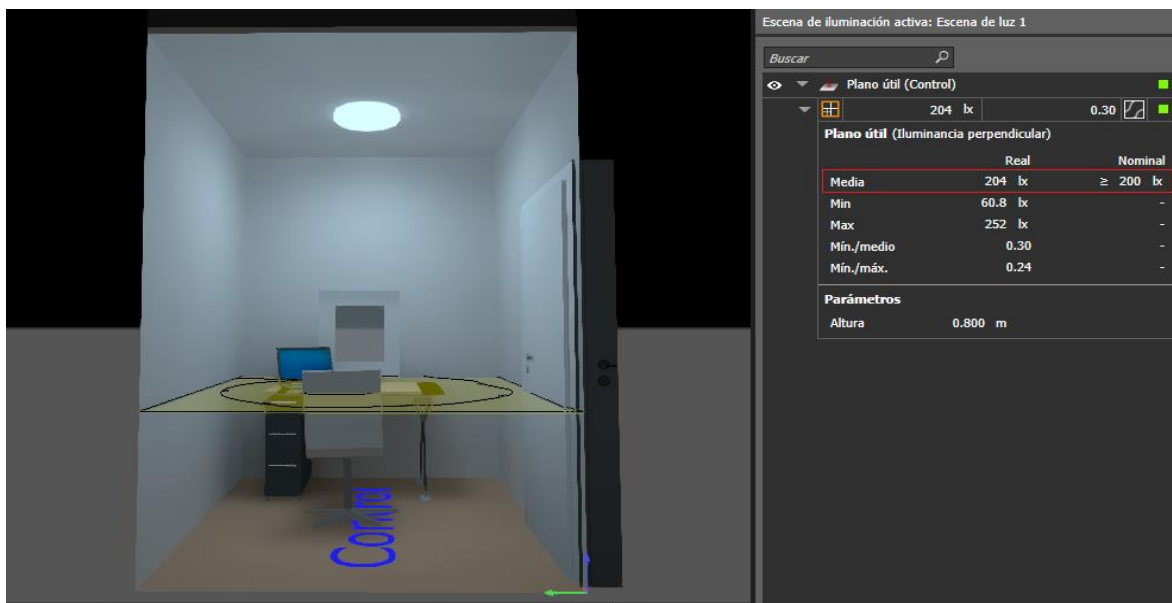


Ilustración 34. Nivel de iluminación, cuarto de control

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 34, se ve claramente el cumplimiento del lx requerido para la zona en especial, no sobrepasando de manera exagerada los niveles requeridos por norma RETILAP vigente aquí en Colombia.

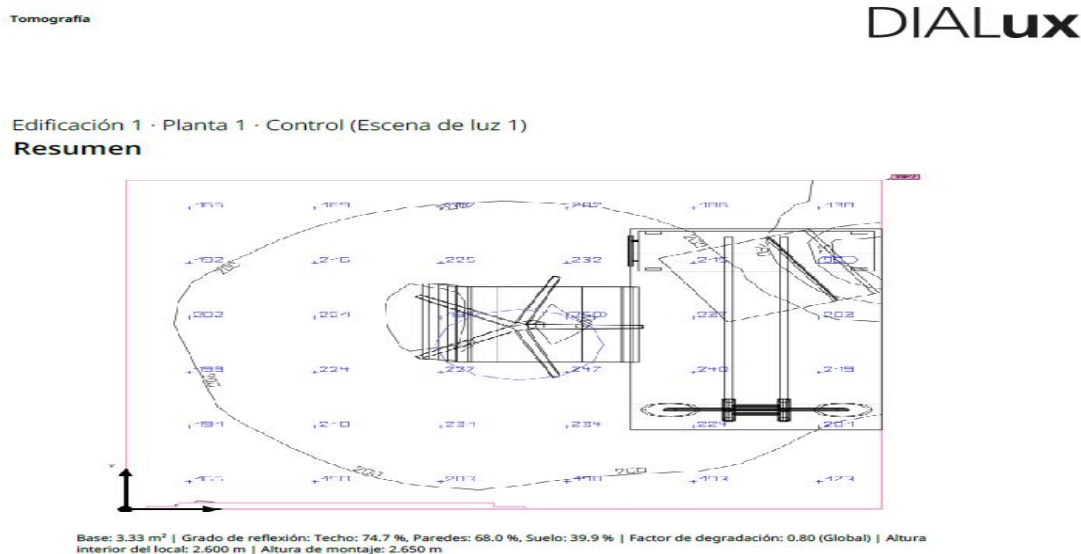


Ilustración 35. Resumen, cuarto de control

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 35, se puede evidenciar los niveles de iluminación respecto al área de control del tomógrafo.

Edificación 1 · Planta 1 · Control (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	204 lx	≥ 200 lx	✓	WP2
	g_1	0.30	-	-	WP2
Valores de consumo	Consumo	3 kWh/a	máx. 150 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.41 W/m ²	-	-	
		2.65 W/m ² /100 lx	-	-	

Ilustración 36. Resumen 2, cuarto de control

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 36, se determina el plano útil y los valores de consumo del tomógrafo.

Edificación 1 · Planta 1 · Control

Plano de situación de luminarias

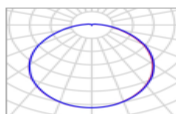
  			
Fabricante	AIRAM	P	18.0 W
Nº de artículo	4297215	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1701 lm
Nombre del artículo	Lumi 400 IP44 18W/830 RA MS PCO WH		
Lámpara	1x LED 3000K 1700lm		

Ilustración 37. Situación de luminaria, control del tomógrafo

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 37, se determina los datos del fabricante de la luminaria empleada en el diseño y las características pertinente a esta.

3.4.2.3. Iluminación, unidad sanitaria



Ilustración 38. Iluminación, unidad sanitaria

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 38, se logra apreciar los parámetros que debe de cumplir el área a iluminar, esto acatando el cumplimiento del RETILAP vigente y de los lx que este exige para dicho interior.

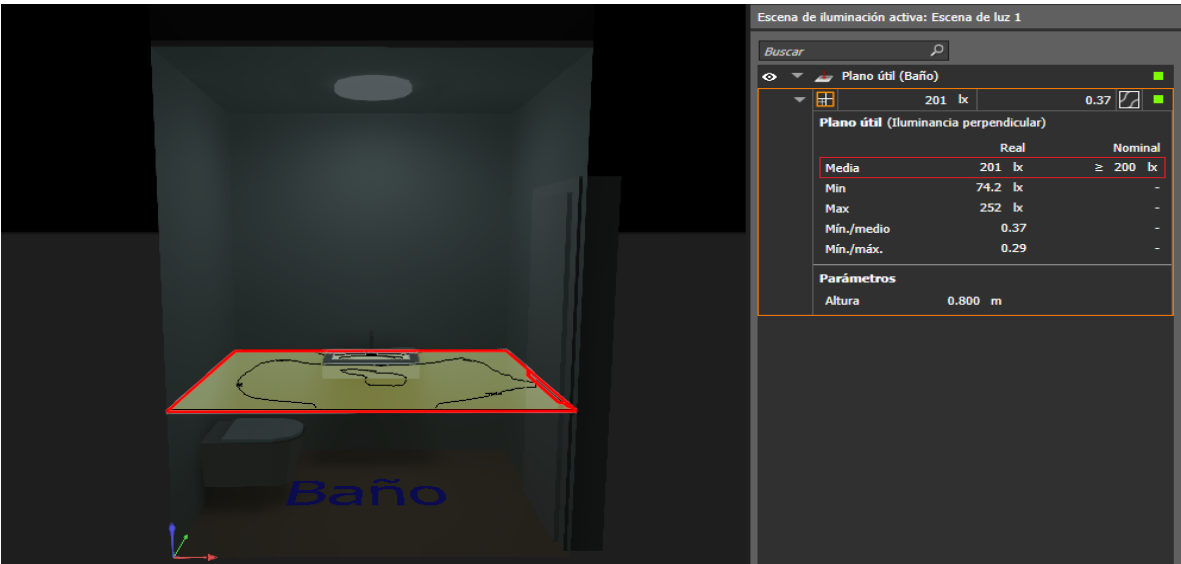
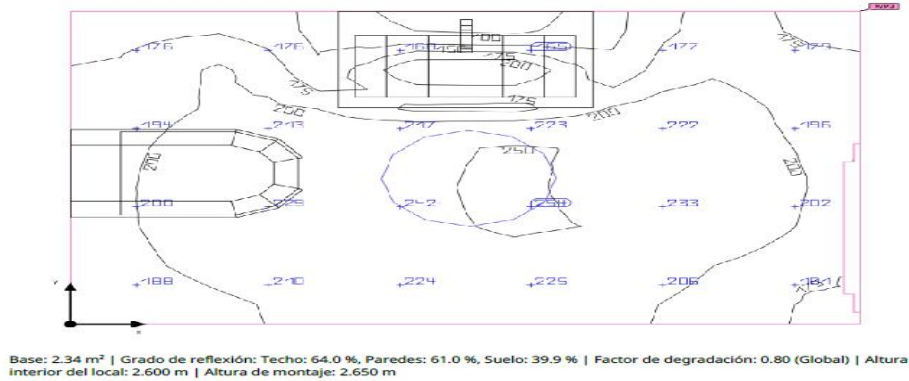


Ilustración 39. nivel de iluminación, unidad sanitaria

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 39, se ve claramente el cumplimiento del lx requerido para la zona en especial, no sobrepasando de manera exagerada los niveles requeridos por norma RETILAP vigente aquí en Colombia.

Edificación 1 · Planta 1 · Baño (Escena de luz 1)

Resumen**Ilustración 40. Resumen, unidad sanitaria**

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 40, se puede evidenciar los niveles de iluminación respecto al área sanitaria del tomógrafo.

Edificación 1 · Planta 1 · Baño (Escena de luz 1)

Resumen**Resultados**

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E _{perpendicular}	202 lx	≥ 200 lx	✓	WP3
	g ₁	0.38	-	-	WP3
Valores de consumo	Consumo	15 kWh/a	máx. 100 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	7.69 W/m²	-	-	
		3.80 W/m²/100 lx	-	-	

Ilustración 41. Resumen 2, unidad sanitaria

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 31, se determina el plano útil y los valores de consumo de la unidad sanitaria del tomógrafo.

Edificación 1 · Planta 1 · Baño

Plano de situación de luminarias

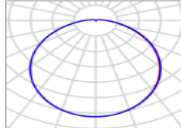
					
Fabricante	AIRAM		P	18.0 W	
Nº de artículo	4297215		ΦLuminaria	1701 lm	
Nombre del artículo	Lumi 400 IP44 18W/830 RA MS PCO WH				
Lámpara	1x LED 3000K 1700lm				

Ilustración 42. Situación de luminaria, unidad sanitaria del tomógrafo

Fuente: (Autor, 2022)

En la ilustración 42, se determina los datos del fabricante de la luminaria empleada en el diseño y las características pertinente a esta.

3.5. Sistema de puesta a tierra

3.5.1. Sistema de puesta a tierra, área de tomografía

CALCULO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA IEEE 80-2000			
ENGIQUALITY SAS			
NOMBRE DEL PROYECTO: Instalacion electrica tomografo TAC PHILLIPS en hospital nuestra señora del Carmen			
DESARROLLADO POR INGENIERO EDWIN DAMIR OLIVA AYOLA - Matricula Profesional: CN250-147490			
Selección del Conductor del electrodo de puesta a tierra			
Nivel de tensión en el secundario	220,0	Voltios	
Corriente de falla a tierra 3Ø referida al primario Io (Dato suministrado or O.R.)	1.404,0	Amperios	
Corriente de falla a tierra 1Ø referida al primario Io (Dato suministrado por O.R.)	789,0	Amperios	
Tension Nominal primaria (Dato suministrado por O.R.)	13.200,0	Voltios	
Factor X/R (Dato suministrado por el Operador de Red)	3,7	Operador de Red	
Factor de asimetría de la corriente de corto Tabla 10 IEEE 80	1,13		
Constante del Material (Tabla 23 del RETIE)	7,06	Cobre duro con soldadura extermica ▼	
Tiempo de despeje de la falla de protecciones en el primario en Segundos	0,15	Segundos	
Area calculada del conductor en mm²	1,23	e	
Area del conductor seleccionado en mm²	67,44	2/0 ▼	
Verificación Area del Conductor seleccionado	CUMPLE		
Longitud de las varillas	2,4000	240 cms ▼	
Diámetro de la varilla en metros	0,0159	5/8"Ø ▼	
Diámetro del Conductor seleccionado (d)	0,0105	Metros	
Profundidad del conductor de la malla 0,25<h<2,5 metros	0,6000	Metros	
Condición para aceptación de modelo d<0,25h	PROSIGA		
Tipo de suelo donde se construye la malla			
Resistividad aparente del terreno uniforme (ρi) (Ω*metro)	0,23	(Ω*metro)	
Resistividad de la capa superficial ρs Ω/Metro	10000	(Ω*metro)	
Refuerzo del aislamiento del suelo			
Espesor de la capa superficial (Entre 0,01 y 0,30 Metros)	0,01	Metros	
Cs (Coeficiente en función del terreno y del espesor la capa superficial)	0,2		
Tipo de suelo donde se construye la malla			
Resistividad aparente del terreno uniforme (ρi) (Ω*metro)	0,23	(Ω*metro)	
Resistividad de la capa superficial ρs Ω/Metro	10000	(Ω*metro)	
Refuerzo del aislamiento del suelo			
Espesor de la capa superficial (Entre 0,01 y 0,30 Metros)	0,01	Metros	
Cs (Coeficiente en función del terreno y del espesor la capa superficial)	0,2		
Voltaje de paso y de toque tolerables			
Constante en funcion del peso de la persona Cp	0,157	Persona 70 Kgrs o más ▼	
Voltaje de paso=(1000+8*Cs*ρs)*Cp/√ts	5270	Voltios	
Voltaje de toque=(1000+1,5*Cs*ρs)*Cp/√ts	1621	Voltios	
Forma de la Malla			
Largo de la Malla en Metros	6	Metros	
Ancho de la Malla	4	Metros	
Area calculada de la malla	24	Metros ²	
Número de conductores en paralelo a lo largo de la malla (Número entero)	3		
Número de conductores en paralelo a lo ancho de la malla (Número entero)	3		
Longitud de contrapesos en metros	0	Metros	
Espaciamiento de la cuadrícula D>1,5 metros	3	Metros	
Longitud del conductor de la malla calculado	36	Metros	
Valor de la Resistencia de la malla de Tierra			
Equipos electrónicos sensibles ▼	5	Ω (Ohmios)	
La malla tiene varilla?	Si ▼		
Numero de electrodos utilizados	8		
Rg Resistencia de puesta a Tierra calculada con varillas	0,01	CUMPLE	
Cálculo del máximo potencial de tierra para malla con varillas			
Factor de division de corriente de corto (Sf=Zth/(Zth+Rg))	0,93		
Máximo potencial de tierra (Voltios)	7	CUMPLE	
Se requiere modificar la malla?	PROSIGA		
Tensiones de Malla, de Paso y de Toque calculados en la malla			
Em = Voltaje de malla	2	CUMPLE	
Ep = Voltaje de paso Calculado	2	CUMPLE	
Para el tiempo de interrupcion la tension máxima de toque aceptable por RETIE es	240	Voltios	
Comprobación del Diseño de la malla	SU DISEÑO ES CORRECTO		

Tabla 12. Cálculo de malla a tierra

Fuente: (ENGIQUALITY)

Por confidencialidad de la empresa solo se me permite mostrar ciertos parámetros del presente sistema a tierra calculado.

3.6. Memorias de cálculo para alimentadores

Tramo	Corriente	Corriente al 125%	Temperatura (°C) (60/75/90)	Material Cond (Cu/Al)	Calibre	Cant. de cond	Factor de ajuste
ALIMENTADOR TABLERO ASESNSOR	100	125	90	Cu	1/0	3	1
CIRCUITO LUCES FOSO	4	5	90	Cu	14	1	1

Corriente NTC20-50 *Factor	Corriente según NTC250 x fase	No. Columna	Sección de conductores (mm2)	Cumple/No Cumple
170	170	4	160,5	Cumple
25	25	4	2,08	Cumple

Tabla 13. Selección de conductor

Fuente: (ENGIQUALITY)

Por medio de la presente memoria de cálculo otorgada por la empresa ENGIQUALITY, se realizan los cálculos de alimentadores para tableros de distribución.

Caída de tensión							
Tramo	Distancia (m)	Calibre acometida	Material Tub. (PVC/Al/Ac)	Material Cond (Cu)	Cant. de cond	FP	Rt (ohm/km)
ALIMENTADOR TABLERO ASESNSOR	60	1/0	AC	Cu	3	0,8	0,394
CIRCUITO LUCES FOSO	60	14	AC	Cu	1	0,9	10,17

No. Columna	X(ohm/km)	No. Columna	Zef	Corriente	Regulación (%)	Cumple	Calibre N
4	0,18	6	0,433060181	125	2,56	Cumple	1/0
4	0,24	6	9,257613575	5	2,19	Cumple	14

Calibre T	Sección N	Sección T	Sección Total
6	53,5	13,29	227,29
6	2,08	13,29	17,45

Tabla 14. Caída de tensión

Fuente: (ENGIQUALITY)

Por medio de la presente memoria de cálculo otorgada por la empresa ENGIQUALITY, se realizan los cálculos de caída de tensión en las líneas de alimentación.

Selección de tubería							
Tramo	Distancia (m)	Calibre acometida	Cantidad tubos (3m/u)		Cant. Hilos	Factor tabla 9.1	Sección total
ALIMENTADOR TABLERO ASESNSOR	60	1/0	20		3	40	227,29
#(REF!)	#(REF!)	#(REF!)	#(REF!)		#(REF!)	#(REF!)	#(REF!)
CIRCUITO LUCES FOSO	60	14	20		1	53	17,45

Sección total - Factor	IMC (Sección)	Pulgadas	EMT (Sección)	Pulgadas	RMT (Sección)	Pulgadas
568,23	573	2	866	2	879	2
#(REF!)	#(REF!)	2	#(REF!)	2	#(REF!)	2
32,92	117	0	104	1/2	108	1/2

RMT (Sección)	Pulgadas	PVC	Pulgadas	SCH40	Pulgadas	Descripción de acometida
879	2	600	2	849	2	
#(REF!)	2	#(REF!)	2	#(REF!)	2	
108	1/2	132	1/2	97	1/2	

Tabla 15. Cálculo de tubería

Fuente: (ENGIQUALITY)

Por medio de la presente memoria de cálculo otorgada por la empresa ENGIQUALITY, se realizan los cálculos para determinar la cantidad de tubería a utilizar para las líneas de alimentación.

3.7. Datos técnicos del transformador utilizado

Descripción	Valor
Tipo	Inmerso en aceite
Potencia [KVA]	112,5
Factor K	1
Tensión primaria	13200
Tensión secundaria plena carga	380-219
Conexión primaria	Delta
Conexión secundaria	Estrella
Grupo de conexión	Dyn5
Material de devanados	AL/AL
Fases	3
Bil AT [KV]	95
Bil BT [KV]	30
Taps (%de regulación)	1-3 x 2.5%
Frecuencia [%]	60
Impedancia[%]	3,5
Io	2,6
Pérdidas en los devanados Pcu@85°C[W]	1540
Pérdidas en el núcleo Po [W]	365
Eficiencia NTC	D
Calentamiento de devanados (°C)	65
Nivel de ruido (dB)	55
Tipo de aceite	Mineral
Tipo de refrigeración	ONAN
Material del tanque	Acero HR
Radiadores	Fijos
Pintura	RAL 7032

Tabla 16. Datos del Transformador

Fuente: (ENGIQUALITY)

En la tabla 16 se puede observar los datos técnicos del transformador existente para la alimentación de la tomografía del hospital nuestra señora del carne, datos otorgados por la empresa ENGICUALITY.

3.8. Interventoría por parte de autor

En este trabajo se plantea la interventoría que tuvo el presente autor en cada uno de los sistemas eléctricos instalados en el hospital nuestra señora del Carmen, donde realizó tareas como interventoría en elaboración de diseño y ejecución de los diferentes sistemas eléctricos en el área de UCI y cuartos de recuperación, tomógrafo, siendo estos realizado de manera eficiente.

3.8.1. Actividades realizadas

Para dar cumplimiento al objetivo tres del presente trabajo el autor, realizo y ejecuto proyecto de instalación de sistemas eléctricos en el hospital nuestra señora del Carmen como fueron, los sistemas eléctricos de la zona UCI y tomografía, haciendo la inspección necesaria para que se cumplieran los requisitos de instalación como los exigen cada una de las normas técnicas colombianas aplicable a estos tipos de sistema, también garantizando la interventoría pertinente para dar por cumplido los parámetros establecidos.

3.8.2. Cumplimiento

Se ejecutan y se logran los objetivos del proyecto en el hospital nuestra señora del Carmen, dando así la satisfacción al presente autor, las evidencias se pueden notar en los anexos del presente trabajo, cada uno de los objetivos planteados se ejecutaron hasta donde el cliente proyecto el alcance del proyecto.

CONCLUSIONES

Los centros de asistencia médica deben de contar con un buen servicio de atención a cada uno de los usuarios que requieran de este, por eso en cada uno de los puntos de atención al paciente, estos deben de contar con un excelente servicio eléctrico de tal manera que no se presenten fallas.

Los centros de asistencia médica respecto a sus sistemas eléctricos deben de cumplir de manera obligatoria cada una de las normas técnicas que le exijan las leyes, en este caso las normas técnicas colombianas, ya que es un requisito importante debido al tipo de prestación de servicio que estos lugares brinda.

Las zonas UCI y los cuartos de recuperaciones, son una de la zona más importante en un centro de asistencia médica, por ende, todos los quipos y demás elemento que se encuentre en esta área debe de ser de uso especial, de igual manera las instalaciones y sistemas eléctricos deben de garantizarse en cuanto a confiabilidad ya que son de uso importante para la atención de los pacientes y del personal de trabajo.

Los tomógrafos son instalados con el fin de obtener estudios por imágenes, que diagnostiquen con claridad cualquier percance que pueda padecer un paciente, dando así la oportunidad al médico de recetar tratamiento que permitan darle fin al problema presentado.

Los tomógrafos son considerados equipos esenciales, ya que son importantes para detectar problemas a nivel interno en un paciente, el sistema eléctrico que estos equipos requieren son circuito especial.

Para instalación de un tomógrafo, es necesario que este cuente con los niveles de tensión requerido por estudios anticipados, tablero de distribución, sistema de puesta a tierra, iluminación requerida, cuarto de control requerido y con la protección necesaria para evitar las fugas de rayos X emitidos por el tomógrafo.

La interventoría se considera de modo obligatoria en cada ejecución de proyecto, ya que por medio de esta se puede garantizar el cumplimiento de las normas que rija en el tipo de trabajo que se esté realizando y el cumplimiento de los diseños establecidos por el ingeniero o arquitecto.

Los proyectos eléctricos se consideran trabajos de alto riesgo, ya que pone en juego la salud de las personas, por eso se hace necesario la interventoría de una persona calificada, que pueda velar por la salud e integridad del personal de trabajo.

La ventaja de un proyecto que cuente con un interventor es que al momento de su ejecución y estos no cumplan con los parámetros establecidos por el diseño, estos puedan ser corregido de manera inmediata brindado así la garantía del trabajo propuesto.

RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta que los sistemas eléctricos hospitalarios en sus mayorías son instalaciones esenciales, y que al momento de ejecutarse estos deben de contar con diseños previamente establecidos y además que estos cumplan con todas las normativas colombianas.
- La interventoría en un proyecto en ejecución debe ser permanente, ya que por medio de esta se garantiza la buena ejecución de los diseños establecidos y el cumplimiento de las normas en cada uno de los sistemas a instalar.

BIBLIOGRAFÍA

- AutoCAD. (2021). Obtenido de AutoCAD: <https://www.autodesk.mx>
- DIALux. (2022). Obtenido de <https://www.dialux.com>
- ENGIQUALITY. (s.f.). Obtenido de <https://engiquality.com>
- Luis Ernesto Mejía Castro. (2003). DECRETO 3683 DE 2003. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/>
- MecatrónicaLATAM. (22 de 04 de 2021). Obtenido de <https://www.mecatronicalatam.com>
- Medlineplus. (15 de 09 de 2021). Centros de salud. Obtenido de Medlineplus: <https://medlineplus.gov>
- Ministeio de Minas y Energía. (30 de 08 de 2013). RETIE. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co>
- Ministerio de Minas y Energía. (25 de 11 de 1998). NTC-2050. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.armada.mil.co>
- Ministerio de Minas y Energía. (07 de 04 de 2004). Resolución 18 0398 de 29 de abril de 2005. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.suin-juriscol.gov.co>
- Ministerio de Minas y Energía. (07 de 04 de 2004). resolución no 18 0398 de 2004. Bogotá D:C. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co>
- Ministerio de Minas y Energía. (30 de 03 de 2010). RETILAP. Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.retilap.com.co>
- Ministro de Minas y Energía. (30 de 11 de 1998). NTC-2050. Santafé de Bogotá D.C.: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- RIG. (11 de 03 de 2021). ¿Por qué cumplir las normas eléctricas para hospitales? Obtenido de Normas eléctricas para hospitales: <https://www.retieingenieriaygestion.com>
- Torres, J. (01 de 10 de 2020). Normativas Técnicas e I&D. 01. Obtenido de <https://energiacaribemar.co>

ANEXOS



Ilustración 43. Grupo de trabajo ejecutor del proyecto, zona UCI y cuartos de recuperación

Fuente: (Autor,2022)



Ilustración 44. Evidencia de trabajo zona UCI y cuarto de recuperación

Fuente: (Autor, 2022)

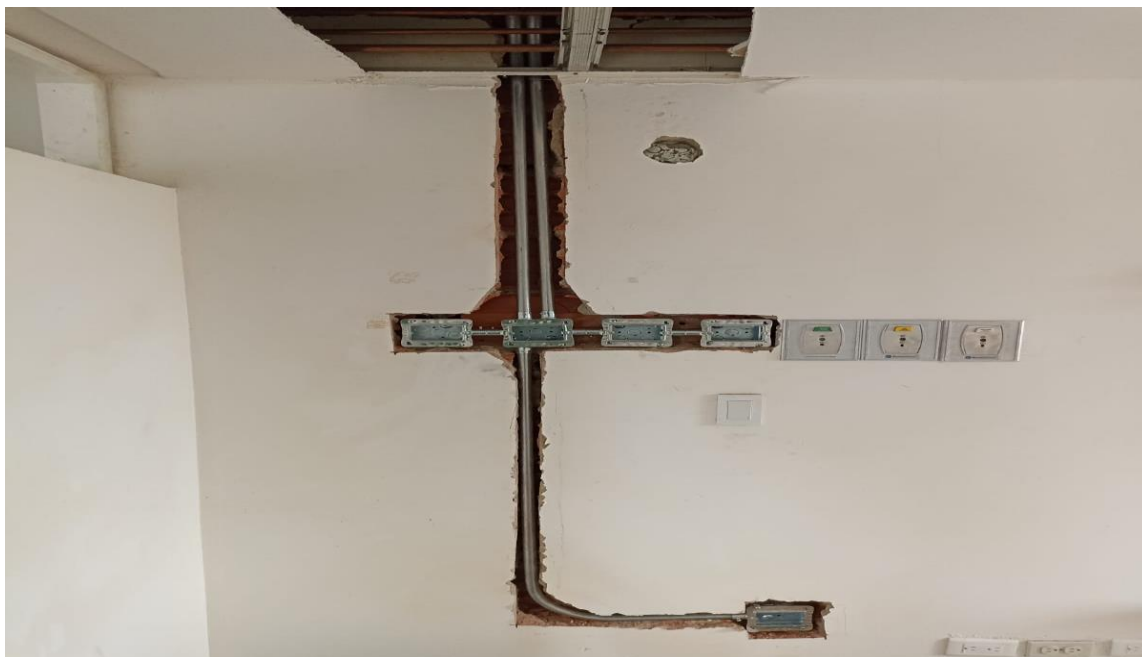


Ilustración 45. Ejecución de tubería EMT

Fuente: (Autor, 2022)



Ilustración 46. Ejecución de tubería aérea y alambrado

Fuente: (Autor, 2022)



Ilustración 47. Evidencia, tomacorrientes de uso normal, crítico y de protección GFCI

Fuente: (Autor, 2022)



Ilustración 48. Evidencia de iluminación, zona UCI

Fuente: (Autor,2022)



Ilustración 49. evidencia de iluminación, cuartos de recuperación

Fuente: (Autor, 2022)



Ilustración 50. Tomografía

Fuente: (Autor, 2022)