



Diseño e implementación de los sistemas eléctrico, iluminación y de comunicaciones para el área de VP operaciones piso 1 en el edificio CCI de Davivienda.

Juan Carlos Giraldo Espitia

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Ciudad, Colombia

2023

Diseño e implementación de los sistemas eléctrico, iluminación y de comunicaciones para el área de VP operaciones piso 1 en el edificio CCI de Davivienda.

Autor: Juan Carlos Giraldo Espitia cód. 10431314976

juancargiraldo@uan.edu.co

Ingeniería Electromecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Electromecánico

Director (a):

Ingeniero Carlos García

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Ciudad, Colombia

2023

Agradecimientos

Mi sincero agradecimiento principalmente a Dios, a mis padres, familia, profesores y a las personas que de una u otra manera, han hecho posible que hoy culmine satisfactoriamente mi carrera universitaria.

Y especial agradecimiento al ingeniero Víctor Hugo Ordoñez, quien en representación de la empresa VICCOM Colombia S.A.S, fue la persona quien me dio la oportunidad de realizar este proyecto, diseñando e implementando todo un sistema eléctrico y de comunicaciones para uno de sus mejores clientes.

Resumen

Este proyecto de grado se desarrolló a partir de la necesidad del banco Davivienda de remodelar una de sus áreas en el edificio CCI ubicado en la calle 28 # 13^a – 15 con sede en la ciudad de Bogotá, para ser ocupada por la vice presidencia de operaciones, para esta adecuación de área se realizó el diseño y la implementación de los sistemas eléctricos regulados, normales y de iluminación a su vez se implementó una nueva red de cableado estructurado (Voz, datos). Razón por la que el banco Davivienda invito a Viccom Colombia S.A.S, el cual es uno de sus proveedores para realizar dicha remodelación y actualización de redes ya que las que se encontraban instaladas eran obsoletas y no cumplían con los estándares del banco y mucho menos estaban cumpliendo los requerimientos exigidos por el RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas), el cual busca que se garantice la protección de la vida y la salud humana, también la protección de la vida animal y vegetal, buscando la preservación del medio ambiente y a su vez lograr la prevención de las prácticas que inducen a los errores de los usuarios. El proyecto se implementó bajo los lineamientos de la norma NTC 2050 (Código Eléctrico Colombiano), RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público) y de los estándares que el banco Davivienda a través de su área de arquitectura e infraestructura ya ha venido implementando a sus instalaciones físicas

Palabras clave: Redes, regulado, normal, potencia, Retie,

Abstract

This degree project was developed from the need of the Davivienda bank to remodel one of its areas in the CCI building located at street 28 # 13^a – 15 with headquarters in the city of Bogotá, to be occupied by the vice presidency of operations , for this adaptation of the area, the design and implementation of the regulated, normal and lighting electrical systems was carried out, in turn a new structured cabling network (Voice, data) was implemented. Reason why the Davivienda bank invited Viccom Colombia S.A.S, which is one of its suppliers to carry out said remodeling and updating of networks since those that were installed were obsolete and did not comply with the bank's standards, much less were they complying the requirements demanded by the RETIE (Technical Regulation of electrical installations), which seeks to guarantee the protection of human life and health, as well as the protection of animal and plant life, seeking the preservation of the environment and in turn achieving the prevention of practices that lead to user errors. The project was implemented under the guidelines of the NTC 2050 (Colombian Electrical Code), RETILAP (Technical Lighting and Public Lighting Regulation) and the standards that the Davivienda bank, through its architecture and infrastructure area, has already been implementing to its physical facilities

Keywords: Networks, regulated, normal, power, Retie,

Contenido

	Pág.
Introducción	15
1. Justificación	17
1.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2 Antecedentes	19
2. Objetivos.....	20
2.1 Objetivo general	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. Marco teórico.....	21
3.1 Proceso de generación eléctrica	21
3.2 Electricidad.....	22
3.2.1 Corriente eléctrica.....	23
3.2.2 Voltaje	23
3.2.3 Potencia y energía eléctrica.....	24
3.2.4 Ley de ohm.....	25
3.2.5 Normas eléctricas en Colombia	26
3.3 Redes eléctricas y sus componentes	27
3.3.1 Red eléctrica.....	27
3.3.2 Circuito eléctrico según el RETIE	28
3.3.3 Acometida eléctrica y su uso	28
3.3.4 Tableros eléctricos.....	29
3.3.5 Circuitos ramales	29
3.3.6 Elementos usados en la conexión de un circuito ramal.....	30
3.3.7 Interruptores automáticos	30
3.3.8 Corriente de corto circuito.....	31
3.3.9 Cables o conductores eléctricos	32
3.3.10 Salidas eléctricas.....	34
3.3.11 UPS.....	34
3.3.12 Bandejas portacable	35

3.3.13 Diagramas unifilares.....	36
3.3.14 Cuadros de cargas	36
3.4 Cableado estructurado.....	37
3.4.1 Concepto de red.....	38
3.4.2 Tipo de redes	38
3.4.3 Criterios que definen una red	38
3.4.4 Principales elementos de una red de cableado estructurado.....	41
3.4.5 Cableado de redes de datos.....	44
3.4.6 Cableado de cobre	44
3.4.7 Conectores para cables de pares trenzados	46
3.4.8 Categorías de los cables de pares trenzados.....	47
4. Desarrollo metodológico.....	49
4.1 Diseño del proyecto	50
4.2 Diseño de cuadros de cargas.....	51
4.3 Cálculo de acometida eléctrica	52
4.4 Cálculo de protecciones eléctricas.....	54
4.5 Cálculo de circuitos ramales regulados y no regulados.....	55
4.6 Cálculo de canalizaciones.....	56
4.6.1 Canalizaciones por bandeja porta cable	56
4.6.2 Canalizaciones por ducterías tipo EMT	59
4.7 Instalación de salidas eléctricas normales y especiales.....	60
4.8 Diseño de iluminación.....	62
4.8.1 Análisis del sistema de iluminación	62
4.8.2 Planificación básica del sistema de iluminación.....	63
4.8.3 Diseño detallado del sistema de iluminación	63
4.9 Diseño de la red de cableado estructurado.....	69
4.9.1 Elección del medio o cable	69
4.9.2 Ubicación de puntos de red.....	70
4.9.3 Canalización del cableado estructurado	71
4.9.4 Configuración de rack de comunicaciones	73
4.9.5 Elementos usados en la red de comunicaciones	74
5. Análisis de resultados	75
6. Conclusiones	76

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Esquema general de una hidroeléctrica. Fuente: [6].....	21
Figura 2. Comparativa de producción de energía en Colombia año 2022. Fuente: [7]....	22
Figura 3. Modelo de un átomo. Fuente: [5].....	22
Figura 4. Representación del voltaje en un conductor. Fuente: [10]	24
Figura 5. Interpretación de la ley de Ohm. Fuente [12].....	26
Figura 6. Estructura básica de una acometida eléctrica. Fuente: [16].....	28
Figura 7. Tableros eléctricos de distribución (a) y auto soportado de fuerza y control (b). Fuente: Propia.....	29
Figura 8. Interruptores automáticos, mono, bifásicos y trifásicos tipo riel. Fuente: [20]...	31
Figura 9. Distintos tipos de cables y construcción de estos. Fuente: [21]	33
Figura 10. Variedad de tomas Levitón. Fuente: [22]	34
Figura 11. UPS bifásica de 6 KVA. Fuente: Propia.....	35
Figura 12. Bandejas portacable tipo malla Cablofil. Fuente: [24]	36
Figura 13. Topología de conexión tipo BUS. Fuente: [32].....	39
Figura 14. Topología de conexión tipo estrella. Fuente: [32].....	40
Figura 15. Topología de conexión de red tipo anillo. Fuente: [32].....	40
Figura 16. Topología de conexión de red tipo árbol. Fuente: [32].....	41
Figura 17. Sistema de cableado horizontal. Fuente: [34]	42
Figura 18. Conexión de un sistema de cableado vertical o Backbone. Fuente: [35]	43
Figura 19. Estación de trabajo. Fuente: [28]	43
Figura 20. Cuarto de comunicaciones. Fuente: Propia	44
Figura 21. Constitución de un cable UTP. Fuente: [37].....	45
Figura 22. Constitución de un cable FTP. Fuente: [37].....	45
Figura 23. Constitución de un cable STP. Fuente: [37].....	46
Figura 24. Constitución de un cable SFTP. Fuente: [37].....	46

Figura 25. Conexión de cables con RJ-45 en estándares T568A y T568B (a) y Configuración de cable directo y cruzado (b). Fuente: [38].	47
Figura 26. Edificio CCI Bogotá. Fuente: Propia	49
Figura 27. Antigua área de crédito y cartera del Banco Davivienda. Fuente: Propia	49
Figura 28. Plano arquitectónico. Fuente: Davivienda Área infraestructura	50
Figura 29. Esquema propuesto y aprobado para la remodelación del área a intervenir. Fuente: Propia	51
Figura 30. Cuadro de cargas modulo normal Fuente: Propia	52
Figura 31. Ejemplos de calculos de los circuitos ramales en cuadros de cargas. Fuente: Propia.	55
Figura 32. Cable eléctrico Sintox de Centelsa instalado en obra. Fuente: Propia	56
Figura 33. Ejemplos de construcción de piezas en sistema de bandeja Cablofil, curva (a), unión de bandejas tipo T (b), cambio de niveles (c). Fuente: [24]	57
Figura 34. Bandeja eléctrica de 200 mm x 54 mm Fuente: Propia	59
Figura 35. Resumen de ducterías instaladas en circuitos ramales. Fuente: Propia	60
Figura 36. (a), toma normal polarizada, (b) toma regulada polarizada. Fuente: Propia.	62
Figura 37. Proceso de diseño de iluminación RETILAP. Fuente: [39]	62
Figura 38. Índice de UGR y niveles de iluminancia exigidos por áreas. Fuente: [39]	64
Figura 39. Cuadro de cargas sistema de iluminación. Fuente: Propia.	65
Figura 40. Lámparas de emergencia SYLVANIA Bifocal EU2L Lithonia instaladas en obra. Fuente: Propia	66
Figura 41. Ficha técnica lámpara de 60 cm x 60 cm. Fuente: Propia	66
Figura 42. Lámparas de 60 cm x 60 cm en techo falso. Fuente: Propia	67
Figura 43. (a) Lámpara suspendida en techo modulado y asegurada con guaya. (b) forma de conexión de lámparas en techo falso. Fuente: Propia	67
Figura 44. Luxómetro UT 382 Fuente: Propia	68
Figura 45. Ejemplos de tomas de luxografía VP operaciones. Fuente: Propia	68
Figura 46. Iluminación (a) baño mujeres, (b) baño hombres (c) pasillo áreas comunes Fuente: Propia	69
Figura 47. Cable UTP cat 6 LSZH Comscope. Fuente: Propia	70
Figura 48. Porción del plano definido para instalación de puntos de red. Fuente: Propia	70
Figura 49. Bandeja Cablofil con cables UTP cat 6 LSZH. Fuente: Propia	72

Figura 50.(a) Diseño de elementos en rack, (b) Rack instalado en vicepresidencia de operaciones. Fuente: Propia..... 73

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Código de colores para cables de corriente alterna. Fuente: [15]	33
Tabla 2. Ejemplo de un cuadro de cargas. Fuente: [27].....	37
Tabla 3. Tipos de categorías en los cables trenzados. Fuente: [37].	48
Tabla 4. Calculo de las cargas instaladas.....	53
Tabla 5. Resumen de circuitos instalados por bandeja.....	58
Tabla 6. Tomacorrientes usados en el proyecto VP operaciones. Fuente: Propia.	61
Tabla 7. Resumen de ductos y calibres instalados en VP operaciones. Fuente: Propia .	72
Tabla 8. Elementos de cableado estructurado usados en la implementación de la obra Fuente: Propia.....	74

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
V	Voltaje	Voltio	$I \cdot R$
I	Corriente	Amperio	V/R
P	Potencia mecánica	Watt	W/t
P	Potencia eléctrica	Watt	$VQ/t=VI$
C	Carga eléctrica	Coulomb	$Q=I/t$
A	Área	m^2	$\iint dx dy$
R	Resistencia eléctrica	ohm	V/A
lm	Flujo luminoso	lúmen	$cd \cdot sr$
lux	Iluminación	lx	lm/m^2

Introducción

El desarrollo tecnológico e industrialización de la humanidad conllevó a la evolución de los ámbitos tecnológicos, algunos de ellos a resaltar es la forma de generar electricidad y de darle un uso eficiente; lo que a su vez permitió descubrir la manera de convertir los pulsos electromagnéticos en transmisión de voz a largas distancias, posteriormente lo conseguiría con la transmisión de datos, dándole paso al diseño de distintos sistemas de redes alámbricas e inalámbricas, con lo cual lograría darle un sinnúmero de usos al manejo de la electricidad. [1]

Las redes de cableado estructurado nacen como una solución al crecimiento de las empresas y la permanencia de sus funcionarios en sus distintas sedes físicas, los cuales requieren realizar el manejo de cualquier tipo de información tanto interna como externa para el desarrollo de sus actividades. Para el Banco Davivienda, en la sede del edificio CCI ubicado en la calle 28 # 13ª – 15 piso 1, lugar en el cual se realizó una remodelación de área y se implementó una mejora tanto en su planta física como en sus redes eléctricas y de comunicaciones, acatando las normas que se encuentran vigentes tales como la NTC-2050, la norma RETIE, la norma RETILAP y su propio estándar de instalaciones, que no realiza modificaciones a dichas normas, solo plantean un estándar de instalación para cualquier sede en el país, sea una oficina administrativa que en promedio poseen 63 sedes o una oficina de captación, que ascienden a 669 oficinas, incluyendo las que están fuera del país. [2]

La empresa VICCOM Colombia S.A.S. con sede en la ciudad de Bogotá, en la carrera 69 b # 25b-44 piso 8, hace parte del grupo de proveedores de servicio de mantenimiento y construcción del banco Davivienda, fue la encargada del proyecto de remodelación de la

sede de la Vice presidencia de operaciones y quien permitió la labor del diseño e implementación de las redes eléctricas y de comunicaciones, como proyecto de grado. [3]

Proceso en el cual, se realizó la consulta de las distintas normas que aplican para el diseño de redes eléctricas, y que a su vez nos permitieron cumplir con los objetivos del proyecto, logrando realizar la implementación de los sistemas eléctricos y de comunicaciones, los cuales fueron entregados al cliente final que es el banco Davivienda a plena satisfacción.

1. Justificación

Al realizar el diseño de las redes eléctricas, los sistemas de iluminación y las redes de cableado estructurado en la actualidad, se busca garantizar el correcto funcionamiento de cada subsistema, logrando que estos ofrezcan una eficiencia energética y que primordialmente estos protejan la integridad física de las personas, al ser estas redes diseñadas para un banco es obligatorio cumplir con todas las normas vigentes de instalación y de materiales a usar ya que estos realizan auditorías internas las cuales son estrictas.

El banco Davivienda al realizar la remodelación del área de vice presidencia de operaciones, tendrá un grupo con un promedio de 60 personas laborando presencialmente, los cuales revisan y tramitan correo sensible para el banco. También realizan la verificación de extractos bancarios y tramites de terceros hacia el banco, por eso la comunicación con los servidores destinados a dicha operación se debe realizar de manera rápida y eficaz.

Para el área de vicepresidencia de operaciones del banco Davivienda es fundamental garantizar el cumplimiento de las normas eléctricas vigentes como lo son las normas NTC 2050 y del reglamento RETIE, al aumentar la categoría del cableado estructurado (red de datos), se aumentará la velocidad. otro factor de gran importancia que se verá implicado será la calidad de iluminación que los funcionarios percibirán en su entorno, ya que se dejara de utilizar tecnología de lámparas fluorescentes actualizando a paneles tipo led lo que para el banco representa dejar de tener que realizar demasiados mantenimientos a las lámparas y el manejo de desechos tóxicos generados por los tubos fluorescentes, al realizar estos diseños se busca que se tenga un ahorro significativo en costos de electricidad, un aumento en la eficiencia del cableado, lo cual garantizara para el banco el correcto funcionamiento de sus instalaciones .

1.1 Planteamiento del problema

Para el banco Davivienda la adecuación de sus redes eléctricas y de comunicaciones son una prioridad ya que esto conlleva a tener una fluidez de transmisión de información interna y externa al igual que garantiza que los funcionarios tendrán las herramientas necesarias para el desarrollo de sus actividades tratando de no llegar a tener algún tipo de interrupción eléctrica o de comunicaciones.

Al realizar la remodelación del área de la vicepresidencia de operaciones se incorpora una mejora a sus redes, tanto eléctricas como de comunicaciones las cuales eran obsoletas y no cumplían con ningún tipo de norma, su red eléctrica se encontraba en cableado tipo THHN/THWN de Centelsa, el cual es un cable usado en sistemas ramales y redes interiores secundarias industriales en los cuales se encuentra presencia de químicos, gasolinas o grasas. La situación anterior no cumple con las normas NTC 2050, RETIE ni con el estándar del banco, las cuales exigen que estos cables sean de tipo libre de halógenos, que garantizan la baja emisión de gases en caso de presentarse un incendio.

Además, estos circuitos eléctricos ramales no se encontraban identificados correctamente, se encontraron empalmes de distintos tipos de cables como encauchetados no certificados, empalmes con cintas sin ningún tipo de conector y la mayor parte de la red eléctrica no se encontraba canalizada. Otro gran inconveniente era el sistema de iluminación ya que este poseía lámparas especulares de 60cm x 60cm fluorescente estándar de 4x17W con una temperatura de 6500 K° otra falencia encontrada fue que el sistema de iluminación no era uniforme y poseía distintos tipos de color de luz.

Para el banco Davivienda el mantenimiento de la iluminación es costoso y para el área de salud ocupacional esta luminosidad no era la adecuada para los funcionarios que duraban un promedio de 8 horas laborales en su puesto de trabajo, ya que estas generaban molestias físicas como dolores de cabeza, migrañas, malestar en los ojos, razón por la cual se realizó el diseño del sistema con paneles Led con una temperatura de color de 4000 K°, que es una luz semicálida y no genera malestar físico en las personas.

La red eléctrica regulada no poseía una UPS adecuada ni independiente para el área, al igual que se encontraron demasiadas falencias en sus instalaciones físicas con cables

defectuosos, la red normal al igual que la red regulada presentaba fallas por empalmes y calentamiento en sus ramales por exceso de conexiones.

Su sistema de cableado estructurado o de datos presentaba cables con categorías distintas, se encontraron categorías 5e y categoría 6 conectados con regletas S 110 no certificadas y ya en daño debido a múltiples trabajos de ponchado sobre estas, este cableado no cumplía con el requerimiento de ser de baja emisión de gases halógenos ni se encuentra debidamente canalizado.

Para esto se plantea la siguiente pregunta de investigación, Es posible mejorar la eficiencia energética, la velocidad de transmisión de datos y la calidad del sistema de iluminación para el banco Davivienda basado en la normativa NTC 2050 y el reglamento RETIE.

1.2 Antecedentes

J. VERA DIAZ, C. ACOSTA MEZA. "Metodología para el diseño de instalaciones eléctricas de acuerdo con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE en la Clínica de salud mental Villa María San Gil Santander del sur". Monografía de grado UTB. Cartagena de indias Colombia 2009.

A. FAUBLA, J. VÉLEZ, X. MORAN. "Implementación de elementos para prácticas de cableado estructurado para el laboratorio de telecomunicaciones". Tesis de grado previo a la obtención de título de grado de ingeniero (a) en telecomunicaciones, Santiago de Guayaquil Ecuador 2011.

M. G. ESPINO ORNELAS, G. HERNANDEZ ANTONIO, M. TRUJILLO OLIVER. "Rediseño del cableado estructurado para la empresa Conjunto LAR de México S.A. de C.V. con el estándar EIA/TIA". Tesina de grado para la obtención de título como Licenciado en ciencias de la informática, Culhuacán México D.F. 2012.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Diseñar e implementar la red eléctrica y de comunicaciones en el área de VP Operaciones para el banco Davivienda en el edificio CCI ubicado en la ciudad de Bogotá, garantizando su implementación de acuerdo a las normas NTC 2050 y al reglamento de instalaciones eléctricas RETIE

2.2 Objetivos específicos

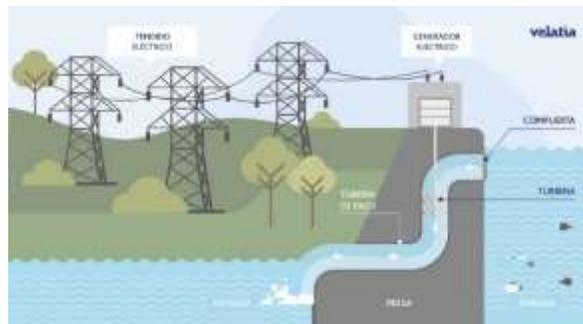
- Consultar la norma NTC 2050 (norma técnica colombiana), el RETIE (reglamento técnico de instalaciones eléctricas), específicamente, la normatividad para la instalación en lugares con alta concentración de personas, trabajos en oficinas de edificios
- Elaborar 3 diagramas unifilares de los sistemas eléctricos (regulados, normal y de iluminación).
- Elaborar el diagrama de la red de comunicaciones que incluya: cantidad de puntos, categoría del cableado a instalar y su conexión y organización en el rack de comunicaciones
- Elaborar un cuadro de cargas correspondiente a cada red (eléctrica regulada, red eléctrica normal y red eléctrica de iluminación).
- Implementar las redes eléctricas (reguladas, normal, y de iluminación) y la red de datos
- Entregar la documentación que soporta el planteamiento de los sistemas eléctricos (regulados, normal, y de iluminación) tales como cuadros de cargas, diagramas unifilares, uno por cada subsistema y su ubicación dentro de las áreas de trabajo
- Evaluar del sistema integrado por parte de la empresa VICCOM Colombia S.A.S. [1], calificando los procesos realizados para la realización del proyecto
- Presentar los ocho requerimientos estipulados en el numeral 10.1.2 inciso a del RETIE.

3. Marco teórico

3.1 Proceso de generación eléctrica

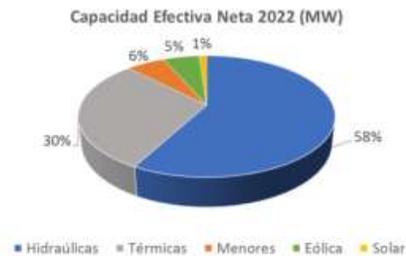
Para realizar la conversión de una energía primaria en electricidad, esta deberá estar sometida a un proceso en el cual se tomarán dichas energías, mediante el uso de generadores electromecánicos, inversores, paneles solares u otros dependiendo del tipo de energía primaria y se procederá a su conversión, un ejemplo sería la transformación de energía por medio de hidroeléctricas (figura 1), con estos procesos definidos, se buscará lograr obtener un diferencial de potencial y un flujo de corriente eléctrica estable para posteriormente ser distribuido por medio de redes eléctricas hasta sus usuarios finales [6].

Figura 1. Esquema general de una hidroeléctrica. Fuente: [6]



En Colombia como nos muestra la (figura 2) la producción de energía eléctrica en el año 2022 está representada por 58% en generación de hidroeléctricas, el 30% de generación por energía con uso de plantas térmicas, 6% por generación de gas natural y carbón y 6 % entre energías como térmicas y solares, lo cual en términos prácticos indica que las energías renovables son las de menos uso en nuestro país

Figura 2. Comparativa de producción de energía en Colombia año 2022. Fuente: [7]



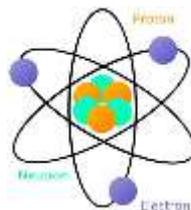
3.2 Electricidad

Se define como electricidad a todo el conjunto de interacciones de los cuerpos físicos producidas por la combinación de cargas eléctricas positivas y cargas eléctricas negativas, las cuales formaran un flujo energético de cargas eléctricas (figura 3) que a su vez se manifestaran en algunos posibles escenarios físicos, por ejemplo:

- **Mecánico:** ya que este producirá movimiento.
- **Luminoso:** producido en sus principios básico por la incandescencia de bobillas.
- **Térmico:** produciendo calor o frio dependiendo de su aplicación.

La electricidad se podría clasificar como una fuente de energía secundaria, ya que, para poder obtener un flujo eléctrico constante, se debe realizar la transformación de alguna fuente de energía primaria las cuales por ejemplo podrían ser las energías: solar, eólica, geotérmica, hidráulica, nuclear, las energías no renovables como las transformadas a base de petróleo, carbón y gas natural. [4]

Figura 3. Modelo de un átomo. Fuente: [5]



3.2.1 Corriente eléctrica

La corriente eléctrica se define como el desplazamiento de cargas eléctricas a través de un conductor, aunque cualquier otro tipo de carga que posea movimiento también se definirá como corriente, los rayos son un ejemplo natural de un flujo de corriente. Durante varias décadas se tenía el concepto de que el flujo de corriente se realizaba con cargas positivas lo cual indicaba que estas se movían del polo positivo al polo negativo, después de varios estudios se llegó a la conclusión que en los metales los portadores de dichas cargas son los electrones con una carga negativa lo cual hace que el flujo de corriente se realizará de manera inversa ósea del polo negativo al polo positivo. [8]

La corriente eléctrica según el Sistema Internacional de unidades (SI), se mide en amperios (A), que es la unidad de intensidad de la corriente, lo cual representa que una corriente de un amperio es igual a un coulomb que equivale a (6.24×10^{18}) de electrones pasando durante un tiempo de un segundo como lo indica la fórmula 1.

Esta relación se denota como:

$$1A = 1 \frac{C}{s} = I = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

Donde:

A = Amperio unidad de medida de la corriente eléctrica.

C= Coulomb unidad de medida de la carga eléctrica.

s = segundo unidad de medida del tiempo.

3.2.2 Voltaje

También llamado tensión o diferencia de potencial hace referencia a una magnitud física que mide la diferencia de potencial eléctrico o energía que obtendrá una carga al desplazarse entre dos puntos. Otra definición dice que es el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula para moverla entre dos puntos.

Cuando se tiene poseemos un voltaje alto y se hace desplazar entre dos puntos será más alta la ganancia de energía, a su vez si la carga que viaja a través del voltaje es alta este poseerá mayor energía cinética [9].

Esta relación se denota como:

$$E = Q\Delta V \quad (2)$$

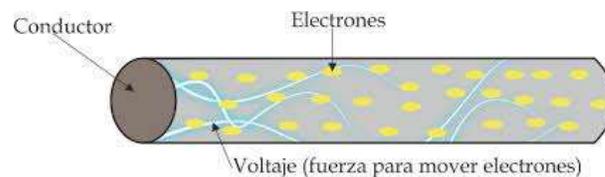
Donde:

E = Energía medida en julios.

Q = Carga medida en culombios.

ΔV = Voltaje medido en Voltios.

Figura 4. Representación del voltaje en un conductor. Fuente: [10]



3.2.3 Potencia y energía eléctrica

La definición de potencia eléctrica indica que esta es la variación con respecto al tiempo del consumo o gasto de energía en un sistema o circuito, su unidad de medida es el watt (W) esta a su vez equivale a un joule (J) de trabajo realizado por segundo [11].

Esta relación se denota como:

$$p = \frac{dw}{dt} \quad (3)$$

Donde:

p = potencia en watts (W)

w = es la energía en Joules (J)

t = es el tiempo en segundos (s)

Otras formulas muy importantes para usarse en los calculos habituales son:

$$P = v \cdot i \quad (4)$$

Donde:

P = potencia en watts (W).

i = corriente que circula medida en amperios (A).

v = diferencia de potencial medida en voltios (V).

3.2.4 Ley de ohm

Es una formula muy usada para determinar la relación directa que existe entre, la corriente, la tensión, y la resistencia en un circuito eléctrico (figura 5).

La mayoría de materiales como los metales por ejemplo como el cobre y el aluminio, poseen una resistividad baja por su constitución física y ofrecen una oposición o resistencia muy baja al flujo de corriente o carga eléctrica, esto es conocido como resistencia, se mide en ohmios su símbolo es Ω y es representado en el SI con la letra (R), la resistencia de cualquier material de área de sección transversal continua (A) depende de ésta y del tamaño de su longitud, como se muestra en la formula a continuación [11]:

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (5)$$

Donde:

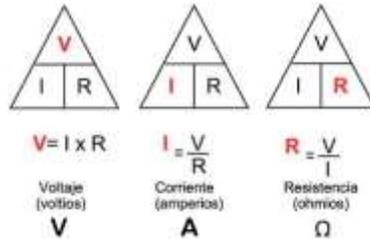
ρ = resistividad del material, en ohm-metros.

A = Amperio unidad de Medida de la corriente eléctrica

l = longitud del material

La ley de Ohm indica que el voltaje (v) a través de un resistor es directamente proporcional a la corriente (i) que corre a través de la resistencia.

Figura 5. Interpretación de la ley de Ohm. Fuente [12]



3.2.5 Normas eléctricas en Colombia

En Colombia las normas eléctricas son expedidas y reguladas por el Ministerio de Minas y Energía, actualmente las normas vigentes son el código eléctrico colombiano, mejor conocido como la norma NTC 2050 y el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE.

3.2.5.1 NTC 2050: La Norma Técnica Colombiana (NTC 2050), cuyo propósito es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad, es el código que contiene las bases necesarias para la realización de instalaciones eléctricas seguras, claro que no necesariamente eficaces, no se puede tomar como un manual de diseño ni de instrucciones de instalaciones eléctricas [13].

Se encuentra basada en el código Eléctrico nacional (NEC), creado en Estados Unidos pero que otros países también lo han incorporado. Originalmente este código se publicó en 1897, este código por la Asociación Nacional de Protección contra incendios (NFPA) [14].

En el año 2020 se realiza la última actualización vigente de la NTC 2050, la cual es la segunda versión, esta fue realizada por la alianza suscita entre la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) e ICONTEC y publicada por el instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC.

3.2.5.2 El RETIE y su función: El documento RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) expedido por el Ministerio de Minas y Energía consta de 39 artículos y cuyo objetivo principal es establecer las medidas que garanticen la seguridad del ser humano, la vida animal y vegetal, y la conservación del medio ambiente, evitando y minimizando los riesgos que se presenten por origen eléctrico.

Este documento indica los parámetros más importantes de diseño, construcción y de mantenimiento de una red eléctrica segura en Colombia, no es una guía de diseño y es muy importante tener en cuenta que es norma de obligatorio cumplimiento [15].

Con la creación del RETIE este hace obligatorio los siete primeros capítulos de la norma NTC 2050 ya que está en su primera actualización del año 1998 se encuentra basada en la norma NFPA 70 del año 1996 es acorde con los lineamientos de un reglamento técnico [15].

La función del RETIE es ser un documento técnico-legal que garantice que toda instalación eléctrica, los equipos y productos usados en los procesos de generación, transmisión, transición, reparto y uso de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos permitidos:

- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal y vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que induzcan a error al usuario.

3.3 Redes eléctricas y sus componentes

3.3.1 Red eléctrica

Una red eléctrica es un sistema el cual se encuentra diseñado para lograr hacer llegar un fluido constante y eficiente de electricidad hasta un usuario final. Las redes eléctricas normalmente se encuentran construidas en tres etapas básicas.

- Generación: Etapa en la que las energías primarias son transformadas en energía eléctrica.
- Transmisión: Etapa en la que la energía eléctrica es distribuida desde su punto de generación hacia las subestaciones eléctricas.
- Distribución: Etapa en la que las sub estaciones eléctricas normalizan o corrigen los parámetros eléctricos y distribuyen la electricidad en sub sistemas hasta los usuarios finales.

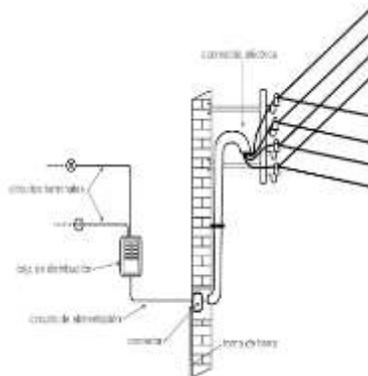
3.3.2 Circuito eléctrico según el RETIE

Se define como circuito eléctrico a un sistema formado por un lazo cerrado el cual contiene elementos y dispositivos eléctricos alimentados por una única fuente de energía, el cual poseerá las mismas protecciones contra sobre tensiones y corrientes, los cableados internos de los equipos no se interpretarán como circuitos,

3.3.3 Acometida eléctrica y su uso

Se define como acometida a un conjunto de cables eléctricos que se encarga de enlazar la red de distribución, de propiedad de un distribuidor de energía eléctrica, con una celda de medida o medidor sea en una casa o propiedad horizontal finalizando está en un pin de corte general (figura 6) [16] .

Figura 6. Estructura básica de una acometida eléctrica. Fuente: [16]



3.3.4 Tableros eléctricos

Se define como tablero eléctrico a aquellos gabinetes, paneles o armarios eléctricos que contienen la distribución general de la red eléctrica interna o externa según sea su aplicación, en él se encuentran contenidos los circuitos en los que se divide la red eléctrica, en estos se concentra los dispositivos de conexión, maniobra y protección. Según su función estos se podrían clasificar en tableros de control, automatización, distribución y fuerza (figura 7) para la construcción de estos se debe planificar o diseñar un diagrama unifilar y un cuadro de cargas [17].

Figura 7. Tableros eléctricos de distribución (a) y auto soportado de fuerza y control (b).

Fuente: Propia

(a)



(b)



3.3.5 Circuitos ramales

Se definen como circuitos ramales a aquellos circuitos clasificados por su capacidad de corriente máxima o de su interruptor automático, los cuales estarán por el orden de los 15, 20, 30, 40 y 50 A, cuando estos superen dichas corrientes estos serán clasificados y determinados por su corriente nominal o por la capacidad de su interruptor de protección contra sobre corriente [18].

La norma NTC 2050 en su artículo (220-3 inciso a), indica que “la capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor a la carga continua más el 125% de la carga continua”.

Hablamos de una carga continua a todo aquel circuito eléctrico que este en operación por más de tres horas.

3.3.6 Elementos usados en la conexión de un circuito ramal

En los circuitos ramales se encuentra el uso de tres elementos básicos como lo son los interruptores automáticos, el cable o conductor eléctrico y la tomacorriente o salida eléctrica.

3.3.7 Interruptores automáticos

Se define como interruptor automático a un interruptor con la capacidad de mantener, interrumpir o fijar las corrientes en servicio, con un límite de operación, pero que a su vez es capaz de censar flujos de corrientes muy altas llamadas corrientes de cortocircuito. La sección 240 de la NTC 2050 indica los parámetros a tener en cuenta, su función es realizar la desconexión automática del circuito en servicio en presencia de una sobre intensidad o cortocircuito garantizando así la protección del ser humano y a su vez la de los equipos o máquinas en operación [8].

Los interruptores automáticos se clasifican con distintos criterios como [19]:

Según su función:

- Alimentadores: usados para conexión de acometidas.
- Distribuidores: realizan la protección del conductor.
- Consumidores: estos se encuentran directamente sobre la carga.

Según su uso (figura 8):

- Domiciliario.
- Industrial.

Según su construcción:

- Interruptores automáticos modulares: o también llamados pequeños interruptores automáticos su carga máxima es de 63 A.

- Interruptores de caja moldeada: de uso industrial con capacidad para 1000 A.
- Interruptores de corte al aire: usados para corrientes de hasta 6300 A.

Figura 8. Interruptores automáticos, mono, bifásicos y trifásicos tipo riel. Fuente: [20]



3.3.8 Corriente de corto circuito

Se define como la conexión normalmente accidental y de baja impedancia entre dos puntos del circuito estando estos en estado normal a diferente tensión. Su cálculo es necesario para determinar el poder de corte de los interruptores automáticos, a continuación, se muestran las fórmulas usadas para dicho calculo. [8]

Primero resistencia de cortocircuito de línea:

$$RL = \rho \frac{L}{s} \quad (6)$$

Donde:

RL = resistencia de cortocircuito de línea.

ρ = resistividad del conductor.

L = longitud de las fases.

s = sección de fases.

Para así aplicar en la ecuación de corriente de cortocircuito como se muestra a continuación:

$$I_{cc} = \frac{0.8xU}{R} \quad (7)$$

Donde:

I_{cc} = Intensidad de corriente de cortocircuito.

U = tensión de alimentación fase neutro (240 v).

R = resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Para lograr calcular la resistencia se considerará por simplificación que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, para así obtener el valor máximo posible de I_{cc} . El 0.8 de la ecuación indica que es el 80% de la tensión nominal.

3.3.9 Cables o conductores eléctricos

Se define como cable eléctrico a un conductor o conjunto de conductores quienes realizan la función de transmisión de corriente eléctrica, estos se encuentran protegidos por distintos tipos de aislamiento cuya función es soportar la tensión en el cable y evita el contacto directo de la corriente sobre cualquier superficie. Usualmente se utiliza el cobre como material de construcción por su alto porcentaje de conductividad, aunque el aluminio posee un nivel bajo de conductividad este es usado para la transmisión de energía eléctrica en redes aéreas por su bajo peso.

El calibre del conductor será calculado dependiendo de su aplicación y uso, estos calibres se encuentran estandarizados por NTC 2050 en su artículo 110-6, avalada el AWG (American Wire Gage), (kcmil) o mm² de circunferencia.

Los conductores o cables eléctricos pueden ser de dos tipos:

- **Alambre:** conductor que se encuentra construido por un solo hilo de cobre o aluminio.
- **Cable:** conductor construido por varios hilos de cobre o aluminio.

Dependiendo del tipo de uso este podrá estar construido adicionalmente con cubiertas o revestimientos los cuales protegerán mecánicamente al cable, algunas aplicaciones de mayor seguridad permiten la construcción de estos con apantallamientos de cobre o aluminio trenzados sobre el cable y revestimientos sobre este, como se muestra en la (figura 9) cuando se realiza instalaciones eléctricas en lugares con condiciones físicas

extremas estos adicionalmente tendrán armaduras para aumentar la resistencia a la fatiga mecánica.

Figura 9. Distintos tipos de cables y construcción de estos. Fuente: [21]



El RETIE en su artículo 20 de requerimientos para los productos para los aisladores específicamente para los cables, en su numeral 20.2.1 de requisitos generales de productos, (inciso e), indica que los cables deben tener en sus aislamientos materiales que garanticen que son auto extingüibles o retardantes a la llama.

Los conductores o cables eléctricos en Colombia están normalizados o configurados por una tabla de colores expedida por el reglamento RETIE con el fin de salvaguardar la vida de las personas y también con el propósito de diferenciar dichos colores al momento de realizar conexiones eléctricas, esta información la encontramos en la tabla 1 del RETIE.

Tabla 1. Código de colores para cables de corriente alterna. Fuente: [15]

Sistema c.a.	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ	3ΦY
Tensión nominal (voltios)	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/277	480 - 440	Más de 1000 V	Más de 1000 V
Conductor activo	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases	3 fases
Fase	Color fase o negro	Color fases o 1 Negro	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo	Amarillo Violeta Rojo
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Blanco o Gris	No aplica	No aplica	No Aplica
Tierra de protección	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	No Aplica
Tierra aislada	Verde o Verde/amarillo	Verde o Verde/amarillo	Verde o Verde/amarillo	No aplica	Verde o Verde/amarillo	Verde o Verde/amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No Aplica

3.3.10 Salidas eléctricas

Llamados también toma corrientes o contactos eléctricos (figura 10), son elementos muy importantes en un circuito eléctrico ya que sobre estos se realizan la conexión del circuito ramal y el equipo a operar. Las conexiones pueden ser de tipo monofásico, bifásico, trifásico y tetra filar, todas estas deberán tener conexión a tierra [18].

Algunas de estas por reglamentación del RETIE tienen usos específicos como por ejemplo las de tipo GFCI, que se usan para instalaciones en zonas húmedas, otras como las tomas de color naranja las cuales nos ayudan a identificar los sistemas regulados, tomacorrientes de color blanco o beige las cuales identifican los sistemas de red normal o de red pública, tomacorrientes llamadas de polo aislado y grado hospitalario para recintos hospitalarios que requieren de precisión eléctrica.

Figura 10. Variedad de tomas Levitón. Fuente: [22]



3.3.11 UPS

Sus siglas en inglés (Uninterruptable Power supply), hacen referencia a un(SAI), sistema de alimentación ininterrumpida el cual es un dispositivo encargado de mantener un fluido de corriente eléctrica constante y que en el caso de una falla o ausencia eléctrica dará un respaldo por un lapso de tiempo determinado debido a que estos elementos poseen un banco de baterías interno, la autonomía de trabajo solo ofrece unos minutos, para aumentar este tiempo se diseñan bancos de baterías que aumentan dicha autonomía. Para Colombia los sistemas o unidades de tensión regulada son regidos por la norma NTC 2540 (Fuentes de potencia estabilizadas, salida c.a.), del 25 de junio de 1997.

No solo su uso permite ofrecer respaldo por ausencia de corriente, por lo general estas máquinas son capaces de corregir fallos adicionales que poseen las redes eléctricas, algunos de estos son:

- Caídas de voltaje o tensión.
- Ruido eléctrico sobre la línea.
- Distorsión armónica.
- Balanceo de la tensión de entrada.
- Fallos en la frecuencia de la red.

Los tipos de UPS más comunes son tres: UPS offline, UPS interactiva y UPS online esta última es la más completa (figura 11) ya que realiza un proceso de *Bypass* más eficaz y corrige un mayor número de fallos proporcionados por la red [23].

Figura 11. UPS bifásica de 6 KVA. Fuente: Propia

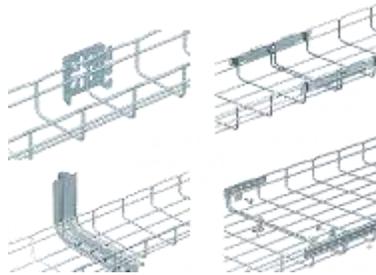


3.3.12 Bandejas portacable

Su uso está encaminado al soporte del cableado horizontal en el caso del cableado estructurado y la distribución de redes eléctricas no inferiores al calibre #12 ni superiores al calibre # 1/0 en cableado eléctrico además realiza las distintas conexiones o derivaciones de cableado en los cuartos eléctricos y de cuartos de comunicaciones.

En el mercado se encuentran distintas variedades de bandejas portacable, entre ellas las más usadas que son: las de tipo fondo liso y perforado, tipo escalerilla y de tipo malla (figura 12). que es una de las más usadas actualmente por su peso, maniobrabilidad y que cumplen con la mayoría de los requerimientos expuestos por la NTC 2050 y el RETIE [2].

Figura 12. Bandejas portacable tipo malla Cablofil. Fuente: [24]



3.3.13 Diagramas unifilares

Un diagrama unifilar es la representación gráfica de la disposición del sistema de distribución eléctrica en un tablero o varios según sea el caso, en este se tiene un esquema de la ubicación de los equipos y dispositivos conexicionados, a su vez muestra la ruta de distribución de cada circuito o sistema integrado en un proyecto eléctrico [25].

La elaboración del diagrama unifilar en un proyecto provee de ciertas ventajas como:

- Identificación de la potencia distribuida en cada circuito o sistema.
- Informa de las características técnicas de los equipos instalados.
- Informa sobre los calibres de conductores o cables.
- Su tipo de protección, marca y capacidad.

3.3.14 Cuadros de cargas

Un cuadro de cargas es una tabla con las especificaciones de cada circuito instalado en un proyecto eléctrico, en él se ofrece una visión específica de cada circuito, por ejemplo su número de identificación, el lugar o lugares donde se ubica el circuito, cantidad de tomas

o salidas eléctricas conectadas y en él se especifica qué tipo de carga es (toma normal, salida de iluminación o una salida eléctrica especial) [26].

Otra gran importancia de la elaboración de un cuadro de cargas es que con este se tratará de realizar un balance de cargas al sistema eléctrico, consiguiendo con esto que ninguna fase quede sobrecargada. Se recomienda no tener más de 5% de desbalance entre las cargas como lo muestra la tabla 2.

Tabla 2. Ejemplo de un cuadro de cargas. Fuente: [27]

CUADRO DE CARGAS												
CIRCUITO	UBICACIÓN	LUMINARIA 100 W	TOMAS GENERALES 180 W	TOMAS ESPECIALES 5500 W	Fase 1 Corriente (A)	Fase 2 Corriente (A)	Fase 3 Corriente (A)	POTENCIA TOTAL (W)	LONGITUD salida más lejana	CONDUCTOR AWG	ΔE < 5%	PROTECCIÓN AMPERIOS
1	Luminarias alcobas, patio cuarto de estudio	10			8.5			1,000	16	14	1.84%	20
2	Luminarias sala comedor, cocina, zona de ropas cuarto de servicio	9				7.5		900	21.27	14	2.20%	20
3	Tomas cocina, zona de ropas, cuarto de servicio, sala comedor		10		15.0			1,800	27.16	12	3.54%	20
4	Tomas alcobas, cuarto de estudio, patio		10			15.0		1,800	26.16	12	3.41%	20
5	Toma estufa cocina			1	14.6	14.6		3,500	8	10	1.28%	40
	TOTAL	19	20	1	37.9	37.1	0.0	9,000				
					ΔE < 5% →→	2.2						
						ΔE < 5% →→						

$$\Delta E < 5\% \text{ representa la diferencia de corrientes entre las fases, ésta no debe ser mayor al } 5\% \quad \Delta E = \frac{\text{Mayor valor de corriente} \times 100}{\text{Menor corriente}} - 100$$

Quando el sistema es monofásico solamente se utiliza una sola fase, las otras dos no se colocan y el ΔE no se considera.

3.4 Cableado estructurado

Una de red de cableado estructurado es un sistema de canalizaciones, conexiones y dispositivos de distribución de cables, diseñados para la transmisión de tráfico de internet con aplicaciones para señales de datos, voz, audio y video, ofreciendo múltiples soluciones de conexionado en pequeñas, medianas y grandes áreas de trabajo, esto lo realiza a través de cables de cobre, fibra óptica o sistemas inalámbricos.

Estas redes son diseñadas para maximizar la velocidad de tráfico de datos y ofrecer a los usuarios mayor seguridad sobre la información procesada en sus actividades informáticas [28].

3.4.1 Concepto de red

Por lo general una red es un conjunto de elementos interconectados alámbrica o inalámbricamente intercambiando información (tráfico de datos) basados en protocolos definidos por programas de red [29].

3.4.2 Tipo de redes

Estas se clasifican dependiendo del tamaño o amplitud de la red [30], las redes de mayor uso se clasifican en:

- **Red WAN (*Wide Area Network*):** Red de área amplia, se caracteriza por ser una red que se extiende por áreas geográficas extensas como países hasta continentes.
- **Red MAN (*Metropolitan Area Network*):** Redes de área metropolitana, son aquellas diseñadas para proporcionar servicios de internet de alta velocidad (banda ancha), estas redes son diseñadas e implementadas por los prestadores de servicio de internet.
- **Red LAN (*Local Area Network*):** Red de área local, son las redes de mayor uso e implementación ya que estas son los sistemas de redes internas para las conexiones de estaciones de trabajo en edificios y complejos relativamente pequeños.

3.4.3 Criterios que definen una red

- Por su topología.
- Por su medio físico.
- Por su protocolo de acceso en la red.

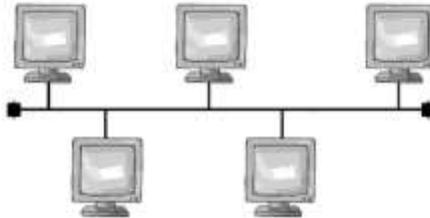
3.4.3.1 Topología y clases de topologías

La topología en una red de comunicaciones hace referencia a una disposición física o lógica, la cual permite la interconexión entre sí de los equipos (computadores, *switches* o *hubs* y servidores), en una red [31].

Algunas de estas topologías son:

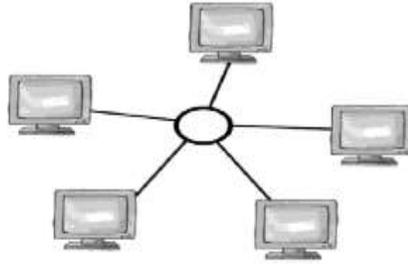
- **Topología tipo BUS:** Esta red se caracteriza por tener una única vía de comunicación la cual es común para todos los dispositivos (figura 13), una característica muy notable es que solo pueden ser transmitidos los datos por un equipo o computador en el momento que ningún equipo este usando la red, una red en bus no posee un nodo principal o equipos activos para su transmisión de datos, si hubiese una ruptura en el BUS las estaciones saldrían de funcionamiento parcial o totalmente.

Figura 13. Topología de conexión tipo BUS. Fuente: [32]



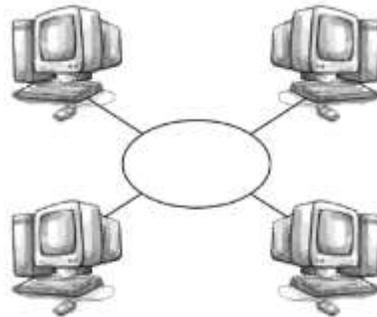
- **Topología tipo estrella:** Esta red se caracteriza por la existencia de un nodo central, o equipo activo (*switch* o *Hub*), de tal manera que para la comunicación de los dispositivos estos se comunicaran directamente al concentrador o nodo, si una estación falla no habrá interrupción en la red para ningún equipo más cada equipo tiene su medio de comunicación independiente de los demás (figura 14).

Figura 14. Topología de conexión tipo estrella. Fuente: [32]



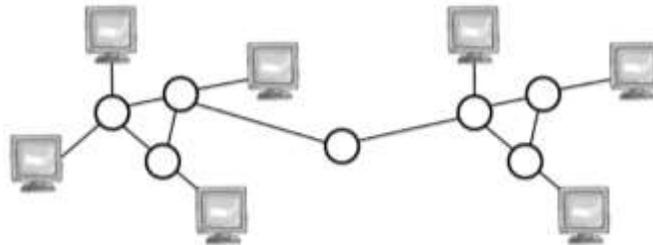
- **Topología tipo anillo:** En una red en anillo cada nodo es conectado por medio de dos enlaces, por uno se transmite la información y por el otro se recibe. La información es transmitida de una estación a la siguiente de forma que cada estación toma los datos y verifica si esta información va dirigida hacia ella y luego coloca de nuevo la información para la siguiente estación y esta se va desplazando de manera circular (figura 15) una sola falla en la red bloquea todos los dispositivos conectados a ella.

Figura 15. Topología de conexión de red tipo anillo. Fuente: [32]



- **Topología de árbol:** Este tipo de topología se usa para la interconexión de uno o más equipos conectados entre sí (figura 16) esta red posee la característica de un conexasión jerárquico en los equipos activos, su falla más notable es al ser apagado un *switch* los conectados en adelante perderán la red, para esto se realizan conexiones redundantes de comunicaciones, desde sus centros de cableado principales.

Figura 16. Topología de conexión de red tipo árbol. Fuente: [32]



3.4.3.2 Medios físicos: Hace referencia al medio por el cual se interconectará un equipo o estación de trabajo con los dispositivos activos servidores, *switches*, *hubs*, hablamos de cables y todo accesorio que hace posible la interconexión de la red [33].

3.4.3.3 Protocolos de accesos a red: Los protocolos de accesos a una red hacen referencia a la parte lógica (*software*) o manera como es configurada una red, a las reglas que estos deben cumplir para el buen funcionamiento en el envío y recepción de datos o información [33].

3.4.4 Principales elementos de una red de cableado estructurado

Estos se distribuyen en cuatro grandes elementos:

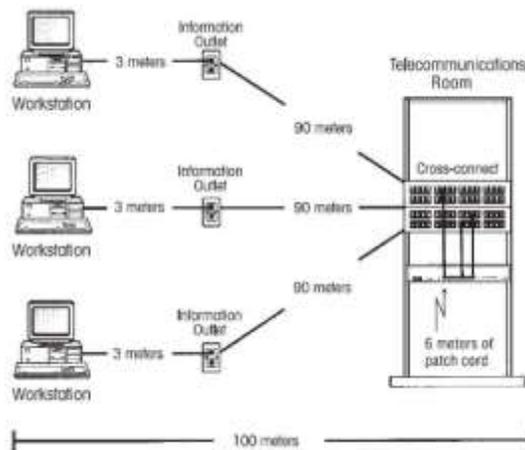
3.4.4.1 Cableado horizontal: Es el medio físico o cable instalado desde el cuarto técnico hasta cada puesto de trabajo o equipo, cada piso deberá tener su propio cuarto de telecomunicaciones por cada 1000m² como lo exige la norma TIA/EIA 569 (anexo 18) y a su vez la distancia física de cada cable no deberá superar los 90 m, y 10 m en el uso de los cables de parcheo o *patch cord* (figura 17).

La norma TIA/EIA 568-A (anexo 18) que la topología a incorporarse en una red de cableado deberá ser de tipo estrella realizando una conexión desde el patch panel en el cuarto de

telecomunicaciones hasta el punto de red de cada equipo, a su vez los *patch cord* o cordones de parcheo no deberán exceder los 6 m [28] .

El cableado horizontal puede contener puntos de consolidación o transición, llamados también sistemas Mutuo A, que es la incorporación de cajas de consolidación con *Patch panel* o regletas, los cuales son usados para zonas con altos movimientos de cableados, con este sistema se protege la inversión del propietario y hace que el cambio de cableados para remodelaciones sea más económico y facilita que las intervenciones físicas sean de menor impacto.

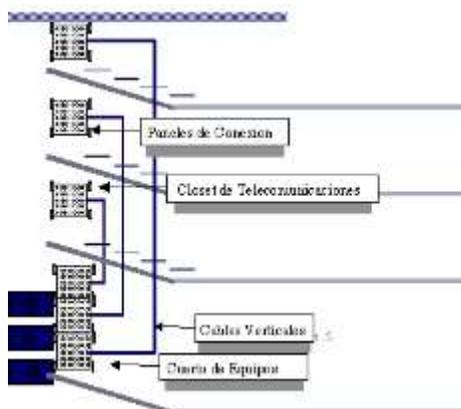
Figura 17. Sistema de cableado horizontal. Fuente: [34]



3.4.4.2 Cableado Vertical o Backbone: Es el sistema de cableado que es instalado de manera vertical y es el encargado de la interconexión de los cuartos de telecomunicaciones de los diferentes pisos o áreas (figura 18) con un cuarto principal o datacenter [28] .

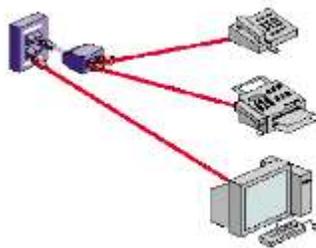
Su topología de instalación deberá ser en tipo estrella, todos los *Backbone* se concentrarán en un solo *patch panel*, se autoriza el uso de UTP para estas conexiones sin exceder la distancia máxima de trabajo de 90 m en aplicaciones de transmisión de datos y 800 m si se transmite voz. En caso tener distancias superiores, se realiza la instalación de fibra óptica como lo establece la norma TIA/EIA 568-B (anexo 18).

Figura 18. Conexión de un sistema de cableado vertical o Backbone. Fuente: [35]



3.4.4.3 Área de trabajo: Se define como área de trabajo al lugar donde se instalan las salidas de telecomunicaciones físicas en los *face plate*, módulos de conexión y *patch cord* con los equipos de los usuarios finales (figura 19), para cada servicio que se requiera conectar la norma TIA/EIA 568-B, 1 (anexo 18) indica que deberán ser instaladas una salida para cada servicio, también sugiere un mínimo de 2 salidas por puesto de trabajo para servicios que no sean POE, [28]

Figura 19. Estación de trabajo. Fuente: [28]



3.4.4.4 Cuarto de comunicaciones: Es el cuarto donde se centralizan todas las conexiones físicas de cableado horizontal y vertical en él se alojan los armarios de distribución o racks de cableado quienes también contienen los equipos activos (figura 20) los cuales entregan a la red física su parte lógica, todas sus conexiones deberán realizarse de forma *cross-connect*, su diseño se basa de acuerdo a la norma TIA/EIA 568-9 (anexo 18) [36].

Figura 20. Cuarto de comunicaciones. Fuente: Propia



3.4.5 Cableado de redes de datos

El medio físico para el transporte o transmisión de la información ya sea de voz, datos o video más usado es el cableado, aunque existen redes con sistemas inalámbricos el uso de cables ya sean de cobre o de fibra óptica garantizan un mayor nivel de velocidad de transmisión de paquetes de datos o información y a su vez ofrece mayor seguridad informática en el diseño de redes de cableado estructurado. Los dos tipos de cables más usados son los cables de pares trenzados y el uso de fibras ópticas [37].

3.4.6 Cableado de cobre

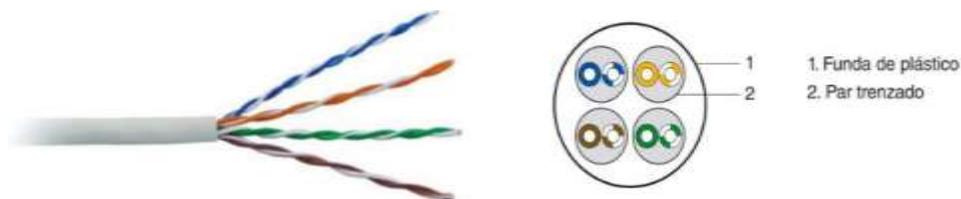
Este tipo de medio de transporte de información es muy confiable por su alto grado de conductividad, los cables de UTP o cables de pares trenzados son construidos mayormente con cobre, en un cable de pares trenzados los hilos se cruzan de a parejas para evitar interferencias, usualmente tienen dos presentaciones de construcción y así mismo de trabajo, los hay construidos en un solo hilo o alambre que son llamados también cables rígidos y son usados para el tendido de cableado horizontal y vertical, la otra presentación hace referencia a los cables multifilares o cables flexibles cuya aplicación se

ubica en la construcción de patch cord (cordones de parcheo) usados en la administración de los rack de comunicaciones [2].

Por su tipo de construcción y de aplicaciones existen distintos tipos de cables de pares trenzados los más usuales son:

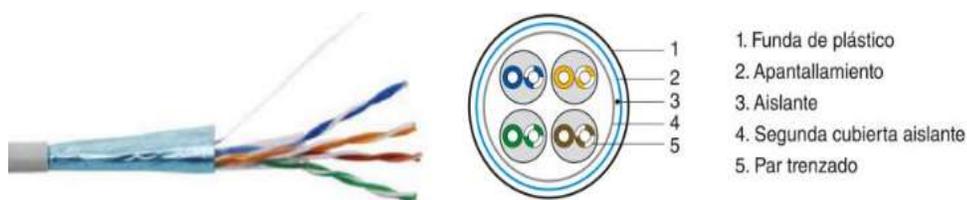
- **Cable UTP (*Unshielded Twisted Pair*):** Par trenzado sin blindaje, es un cable construido sin ningún tipo de blindaje posee 4 pares de cables trenzados con su respectiva codificación de colores (figura 21).

Figura 21. Constitución de un cable UTP. Fuente: [37].



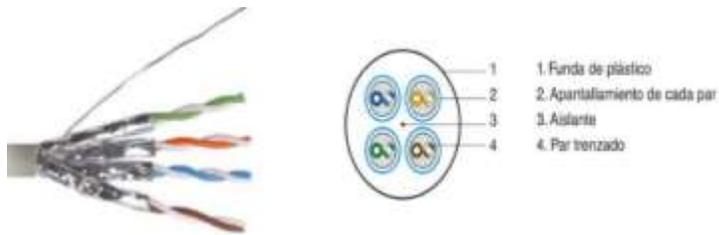
- **Cable FTP (*Foiled Twisted Pair*):** Par trenzado apantallado, es un cable recubierto con una lámina de papel metálico a través de todo el cable y esta cubre todos los cuatro pares de cables (figura 22).

Figura 22. Constitución de un cable FTP. Fuente: [37].



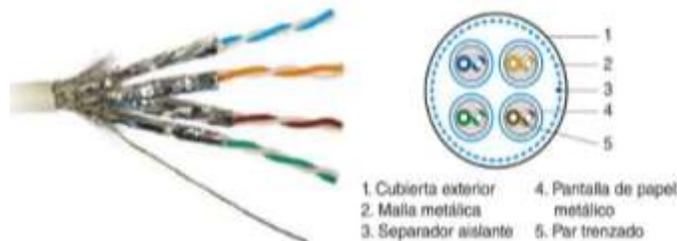
- **Cable STP (*Shielded Twisted Pair*):** Par trenzado blindado, en esta presentación de cable cada par se encuentra con blindaje independiente a lo largo de todo el cable (figura 23).

Figura 23. Constitución de un cable STP. Fuente: [37].



- **Cable SFTP (*Shielded Foiled Twisted Pair*):** Par trenzado blindado y apantallado, en la construcción de este cable cada par se encuentra apantallado por una lámina o malla de papel metálico y a su vez todos los cuatro pares son recubiertos con otra lámina de papel metálico (figura 24).

Figura 24. Constitución de un cable SFTP. Fuente: [37].

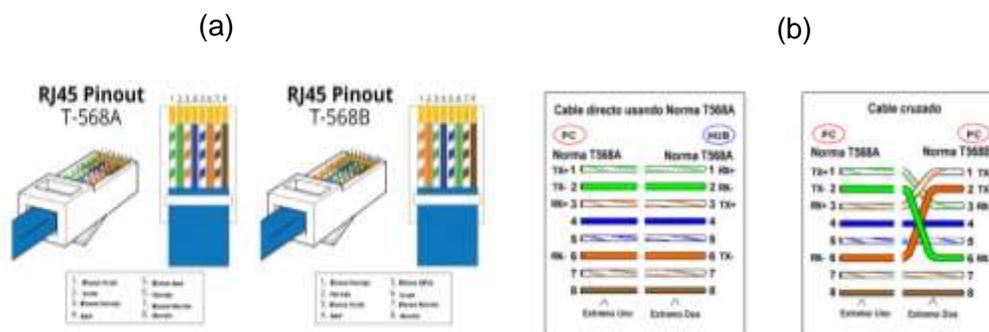


3.4.7 Conectores para cables de pares trenzados

El conector aceptado y más usado en la instalación de redes de cableado se llama conector RJ-45 que posee 8 o 9 pines de conexión dependiendo del cable a usar, a su vez el tipo de conexionado es definido por la norma TIA/EIA 568-B (anexo 18) la cual asigna el estándar para realizar un ponchado con las dos opciones de arreglo de colores como lo son el T568A y el T 568B (figura 25.a.).

Estos estándares definirán como se realizará el ponchado de la red y así mismo la elección de los cordones de parcheo para la administración de la red, algunos equipos activos para su conexión en red requieren de cables tipo cruzado y no uno a uno para esto la norma TIA/EIA 568-B, indica cómo se procede para realizar el cruce del cable (figura 25.b.) [33].

Figura 25. Conexión de cables con RJ-45 en estándares T568A y T568B (a) y Configuración de cable directo y cruzado (b). Fuente: [38].



3.4.8 Categorías de los cables de pares trenzados

En el cableado estructurado el cable de pares trenzados sea cable UTP, STP, FTP o cualquiera de sus tipos de cables han sido categorizados por la ETA/TIA que es la (Electronic Industries Alliance/Telecommunications Industry Association) otorgándoles distintos tipos de categorías en función de su ancho de banda (tabla 3) [37].

Las categorías del número 1 a la 4 son categorías obsoletas de poco uso en la actualidad. Se considera que las redes públicas de transmisión de telefonía están la mayoría instaladas sobre las categorías 3 y 5, en la mayoría de las redes de cableado estructurado actuales se busca que estas sean instaladas en promedio entre las categorías 6 a la categoría 7a,

debido a que los equipos activos (*switch*, *hubs*) y las estaciones de cómputo hoy en día poseen tarjetas de red preparadas para trabajar a un mayor nivel de velocidad y debido al avance en materia de transmisión de datos los operadores locales de internet ofrecen una mayor velocidad y ancho de banda.

Las siguientes categorías 8, 9 y 10 actualmente solo están en estudio y no representan estándar alguno [37], en algunas capacitaciones de fabricantes de elementos de cableado estructurado incluso se habla de la posibilidad de hacer uso solo de fibra óptica en todos

los sistemas pero por costos de diseño y de actualización de los equipos de cómputo esta solución no posee una viabilidad cercana.

Tabla 3. Tipos de categorías en los cables trenzados. Fuente: [37].

Categoría	Clase	Tipo	Ancho de banda	Aplicaciones
Cat. 1	A	UTP	0,4 MHz	Línea telefónica y módem de banda ancha
Cat. 2	B	UTP	4 MHz	Datos hasta 4 Mbps (ARCnet y Token Ring)
Cat. 3	C	UTP/STP	16 MHz	Datos hasta 10 Mbps (Ethernet 100 Base-T)
Cat. 4		UTP/STP	20 MHz	Datos hasta 20 Mbps (Token Ring)
Cat. 5	D	UTP/STP	100 MHz	Datos hasta 100 Mbps (Ethernet 100 Base-T y 100 Base-TX)
Cat. 5e	D	UTP/STP	160 MHz	Datos hasta 1000 Mbps (Ethernet 100 Base-TX y 1000 Base-T)
Cat. 6	E	UTP/STP	250 MHz	Datos hasta 1 Gigabits (Ethernet 1000 Base-T)
Cat. 6a	E _a	UTP/STP	250-500 MHz	Datos hasta 10 Gigabits (Ethernet 10 GBase-T)
Cat. 7	F	UTP/STP	600 MHz	Datos hasta 10 Gigabits (Telefonía, Televisión por cable y Ethernet 1000 Base-T en el mismo cable)
Cat. 7a	F _a	UTP/STP	1000 MHz	
Cat. 8	-	-	1200 MHz	Normas y aplicaciones en desarrollo
Cat. 9	-	-	2500 MHz	Normas y aplicaciones en desarrollo
Cat. 10	-	-	7500 MHz	Normas y aplicaciones en desarrollo

4. Desarrollo metodológico

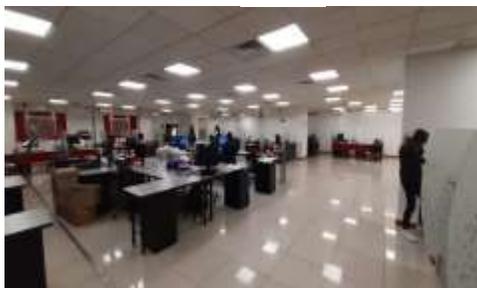
El área de vicepresidencia de operaciones del banco Davivienda se encuentra en el edificio CCI ubicado en la calle 28 # 13ª – 15 con sede en la ciudad de Bogotá en el primer piso (figura 26), esta área que anteriormente pertenecía a crédito y cartera, quien fue trasladada a otro edificio, fue entregada para empezar la construcción del proyecto con el mobiliario sus instalaciones eléctricas y de comunicaciones antiguas, por lo que el primer paso fue realizar el desmonte del área y la liberación del espacio a intervenir (figuras 27 a y b).

Figura 26. Edificio CCI Bogotá. Fuente: Propia



Figura 27. Antigua área de crédito y cartera del Banco Davivienda. Fuente: Propia

(a)



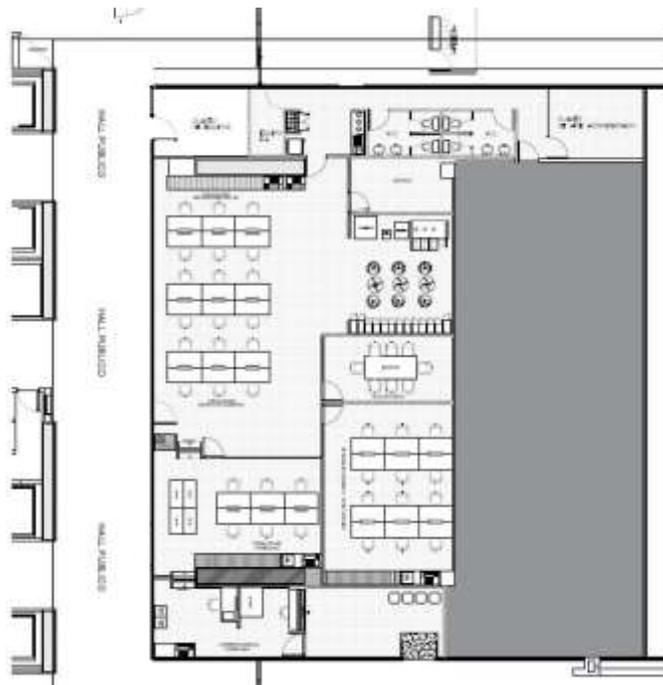
(b)



4.1 Diseño del proyecto

Para proceder con los cálculos y diseños eléctricos, se solicitó al área de arquitectura del banco Davivienda un plano arquitectónico del área a intervenir (Figura 28), tanto en *software AutoCAD* y en formato PDF, ya que este es el programa más usado por el área de arquitectura e infraestructura logrando tener compatibilidad en los archivos que suministran y los que posteriormente les son entregados. Ya con esta información se continuó con la revisión física del lugar a intervenir para poder determinar los cálculos de los sistemas eléctricos y la organización del cableado de comunicaciones del área.

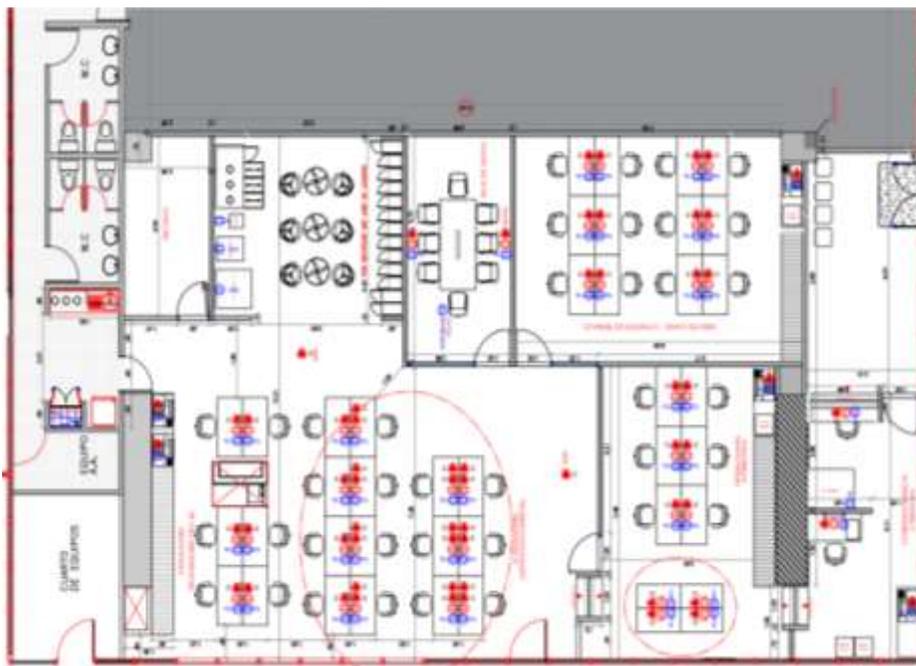
Figura 28. Plano arquitectónico. Fuente: Davivienda Área infraestructura



Posterior a esto, se entrega un archivo al área de infraestructura del banco Davivienda con una posible ubicación de puntos eléctricos y de comunicaciones del área de Vice presidencia de operaciones para su aprobación (Figura 29).

Figura 29. Esquema propuesto y aprobado para la remodelación del área a intervenir.

Fuente: Propia



Tras dos comités de obra, la propuesta fue aprobada para su ejecución. Seguido a esto se empezaron a realizar los cálculos correspondientes al cuadro de cargas de la oficina, con ellos se procedió a la caracterización de las cargas y diseño de la red de datos incluyendo en ellos el posicionamiento de equipos de cómputo, equipos especiales como impresoras y *Access Point*.

4.2 Diseño de cuadros de cargas

En la elaboración de los cuadros de cargas se hizo uso de la norma NTC 2050 artículo (220.3 literal 3), el cual habla de los requisitos para establecer el cálculo de ramales y acometidas, anexo 220 norma NTC 2050. También se utilizó la tabla de parámetros dimensionales de alambres y cables Sintox 75° 600V LHFR-LS CT (anexo 9), los cuales cumplen los requerimientos definidos por el RETIE en su artículo (20.2.9) y en la sección 518 de la norma NTC 2050 para lugares con alta densidad de personas (anexo 10), a

continuación se muestra uno de los cuadros de cargas calculados, como ejemplo (figura 30) , los demás cuadros de cargas son incluidos en los anexos del proyecto.

Figura 30. Cuadro de cargas modulo normal Fuente: Propia

CUADROS DE CARGA VICEPRESIDENCIA DE OPERACIONES CCI P1

OFICINA DAVIVIENDA VP OPERACIONES - MOULO NORMAL
CUADRO DE CARGAS (NO-1)

Código	Descripción	Tomas	Carga (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Cantidad (unidades)	Potencia (W)	% de Regulación	Código	Descripción	Tomas	Carga (W)	Corriente (A)	Protección (A)	Cantidad (unidades)	Potencia (W)
NO-1	Tomas puesto de trabajo-mesa 1	4	1.380	6,00	20	12	5,47	1,84	NO-13	Máquina Sincro	1	100	1,25	2,420	40	30
NO-2	Tomas puesto de trabajo-mesa 2	5	1.440	6,30	20	12	5,76	2,88	NO-14	Máquina Sincro	1	100	1,25	2,420	40	30
NO-3	Tomas puesto de trabajo-mesa 3	5	1.380	6,00	20	12	5,47	2,27	NO-15	Reflex y control tomara (RFC)	5	900	3,90	20	12	30
NO-4	Tomas puesto de trabajo-mesa 4	5	1.380	6,00	20	12	5,47	2,88	NO-16	LPS 1240v	1	3.000	25,5	3,400	40	5
NO-5	Tomas puesto de trabajo-mesa 5	5	900	3,90	20	12	3,36	NO-17	0		0	0	0	0	0	
NO-6	Tomas puesto de trabajo-mesa 6	7	4.200	18,50	20	12	20,14	NO-18	0		0	0	0	0	0	
NO-7	Tomas puesto de trabajo-mesa 7	5	900	3,90	20	12	3,36	NO-19	BI FASES - LPS	1	0	0	0	0	0	
NO-8	Taladro	4	1.800	7,80	40	10	15	2,71		NO-20	0	0	0	0	0	0
NO-9	Impresora multifuncional	1	700	3,03	20	12	3,23	NO-21	Taladro	2	900	3,90	20	12	30	
NO-10	Impresora multifuncional	1	700	3,03	20	12	3,23	NO-22	Taladro	2	900	3,90	20	12	30	
NO-11	Máquina lavadora colada	1	300	1,20	20	12	3,3	0,96	NO-23	Máquina Sincro	1	100	1,25	2,420	40	30
NO-12	Impresora multifuncional	1	700	3,03	20	12	3,23	NO-24	Máquina Sincro	1	100	1,25	2,420	40	30	
Subtotal		55	11.040						Subtotal		13	11.580				

Fase 0: 7.800 VA Fase 1: 7.800 VA Fase 2: 7.800 VA TOTAL: 23.400 VA	TOMAS: 21.549	
CARGA TOTAL INSTALADA: 23.400 VA CARGA DEMANDADA: 15.380 VA CORRIENTE DE LINEA: 42 A PROTECCION DE LA ACOMETIDA: 500A CONDUCTOR DE LA ACOMETIDA: 3000S	$Acometida (3\phi S) + (3\phi S) + (1\phi S) (LAVO)$	

4.3 Cálculo de acometida eléctrica

Para el cálculo de la acometida eléctrica principal del TDU (Tablero Único de distribución) se tuvo en cuenta la sección 215 y 220 de la norma NTC 2050, se midió su longitud desde la subestación eléctrica ubicada en el primer sótano del edificio CCI y se determinó su potencia diversificada, con la cual se obtuvo la cantidad de caída de tensión que en promedio fue el 2%. Con estos valores obtenidos también se precisó la protección de la acometida eléctrica los cuales entregan los siguientes datos (tabla 4):

Tabla 4. Calculo de las cargas instaladas.

Carga calculada según el artículo 220-10 de la NTC 2050.**Cargas no continuas:**

Salidas eléctricas	30.942	VA
Primeros 10000 al 100%	10.000	VA
Restante carga (20942) al 50%	10.471	VA
Total, carga no continua	20.471	VA

Cargas Continuas:

Alumbrado general	5.190	VA
Carga continua al 1,25%	6.487,50	VA
Total, carga continua	6.487,50	VA

Total, cargas continuas y no continuas:

Carga no continua	20.471	VA
Carga continua al 1,25%	6.487,50	VA
	26958,5	VA

Se divide la carga total en 240V, obteniendo la Corriente total de la acometida.

$$26958.5 \text{ VA} / 240 \text{ V} = 112.3 \text{ A}$$

Haciendo uso de la tabla 310-16 de la NTC 2050 se eligió el calibre del conductor necesario en la instalación de la acometida eléctrica, encontrando que el valor más cercano al cálculo realizado es el conductor de cobre AWG tipo THHN/THWN de calibre número 2, el cual posee una capacidad de 130 A. (anexo 12). Con esta información se pasa al cálculo del cable o alimentador de tierra, para esto se hizo uso de la tabla de calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos 250-95 de la norma NTC2050 (anexo 11) la cual indica que para un conductor en cable número 2 se deberá instalar un cable de tierra de calibre AWG número 8, así en la acometida eléctrica principal se instalará cable THHN/THWN-2 90° con recubrimiento de nylon marca Centelsa y quedará conformada de la siguiente manera:

Acometida principal: **3 No 2(F) + 1 No 2 (N) + 1No 8(T).**

4.4 Cálculo de protecciones eléctricas

Una vez calculada la acometida eléctrica se procede a determinar el valor de las protecciones eléctricas tanto de la acometida principal como las de cada módulo en el tablero, para lo cual se hace uso del artículo 210-20 de la norma NTC 2050, que habla de la protección contra sobre corrientes y sugiere que estas sean medidas de la siguiente forma las cargas continuas se deducirán al 125% y las cargas no continuas al 100%.

La acometida principal entregó un valor de 112.5 A, los cuales ya cumplen con los cálculos exigidos por el artículo 210, razón por la cual el valor obtenido no se le debe realizar ningún tipo de incremento adicional, solo se procede a buscar el valor de la corriente de cortocircuito I_{cc} .

$$I_L = \frac{SA}{\sqrt{3} * v_{LL}} \quad (9)$$

usando la ecuación 9

$$I_L = \frac{150kvA}{\sqrt{3} * 208} = 416.35$$

5% de 120 V: 6 V

$$\frac{6v}{416.35} = 0.0145j$$

Por tabla de resistencia de conductores del RETIE.

$$Z = 0.623 + (0.148j + 0.0145j): |z| = \sqrt{Re\ a^2 + Im\ a^2} \quad (10)$$

valor de la inductancia en metros, (distancia de subestación a cuarto eléctrico 45 m)

$$0.623 \text{ FT}/\Omega = 0.09 \text{ m}/\Omega$$

$$Z = 0.09 + (0.148j + 0.0145j)$$

usando la fórmula 10

$$z = \sqrt{0.09^2 + 0.022^2} = 0.09$$

$$I_{cc} = \frac{120v}{0.09} = 1333.33 \quad (7)$$

Esto indicará que la protección a instalar sería un totalizador industrial de 100 A con una corriente de cortocircuito de 1333 A, por experiencia en instalaciones y cálculos anteriores se instaló un totalizador industrial de 125 A regulable, ajustado al 0.85% de marca Schneider de referencia ComPactNSX160N regulable de 87-125 A (anexo 17), lo que indicaría que este soporta hasta una corriente de 106,25 A. Para los módulos eléctricos regulados, normales y de iluminación los totalizadores instalados son fijos y de acuerdo con los valores obtenidos en los cuadros de cargas.

4.5 Cálculo de circuitos ramales regulados y no regulados

El cálculo de los circuitos ramales de cada sistema eléctrico en las redes eléctricas normal y reguladas ya fue realizado en los cuadros de cargas, se presenta un ejemplo (figura 31) obteniendo de las tablas el calibre de conductor y tipo de protección para lograr obtener el valor del conductor requerido, se utilizó la sección 220 (anexo 13) y 310 de la norma NTC 2050, las demás tablas se anexan

Figura 31. Ejemplos de calculos de los circuitos ramales en cuadros de cargas. Fuente: Propia.

Circuito	Descripción	Tomas	Carga (VA)	Corriente (A)	Protección (A)	Conductor (AWG, SINTOX 75°C)	distancia (m)	% de regulación
NO-1	Tomas puestos de trabajo mesa 1	6	1.080	9,00	20	12	17	1,84
NO-2	Tomas puestos de trabajo mesa 2	8	1.440	12,00	20	12	20	2,89
NO-3	Tomas puestos de trabajo mesa 3	6	1.080	9,00	20	12	21	2,27
NO-4	Tomas puestos de trabajo mesa 4	6	1.080	9,00	20	12	24	2,60
NO-5	Tomas puestos de trabajo mesa 5	5	900	7,50	20	12	26	2,35
NO-6	Tomas puestos de trabajo mesa 6	7	1.260	10,50	20	12	23	2,91

En la red normal se instalaron 14 circuitos monofásicos en cable calibre número 12, con una protección de 20 A cada uno, 2 circuitos bifásicos en cable número 10 con una protección de 2*20 A, para determinar el tipo de cable a instalar se remite al reglamento

RETIE el cual en su artículo 20.2.9 literal g, indica que en áreas de alta concentración de personas se debe instalar conductores eléctricos cuyos recubrimientos deben contener un bajo nivel de contenido de halógenos no superior al a 0,5%, estos tampoco podrán propagar la llama, para esto se decidió instalar cable eléctrico marca Centelsa tipo Sintox C 600v PE LHFR-LS CT (figura 32).

Figura 32. Cable eléctrico Sintox de Centelsa instalado en obra. Fuente: Propia



4.6 Cálculo de canalizaciones

El cálculo de canalizaciones tales como bandejas o tuberías para la distribución de los circuitos se realizó teniendo en cuenta: factor de ocupación, capítulo 9 tabla 1 de la NTC 2050, factor de derrateo de corriente (ver tabla sección 310.15, literal d de la NTC 2050, notas a las tablas 310.16 a 310.19 nota 8) y aplicación de las tuberías en cada espacio ver sección 345 a 354 y para bandejas ver sección 318 de la NTC 2050 y del RETIE 20,3.

4.6.1 Canalizaciones por bandeja porta cable

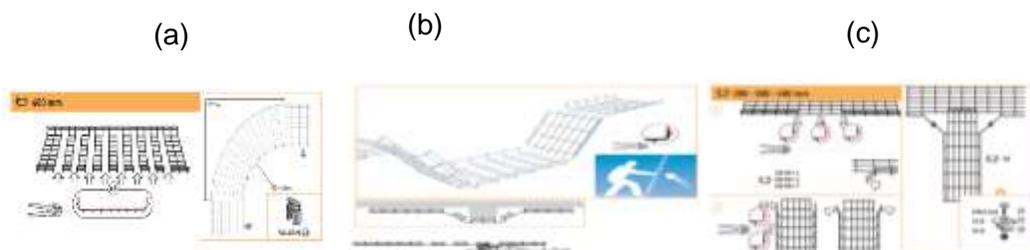
Como lo indica la sección 318-5 y 318-6 de la NTC, una bandeja porta cable deberá cumplir con especificaciones de construcción, algunos de estos por ejemplo serían:

- Tener protección contra la corrosión.
- Poseer una gran variedad de accesorios para su conexión y eventuales situaciones físicas que se presenten.
- Poseer una equipotencialidad en todas las secciones de la bandeja.

Para la implementación del proyecto se optó por la instalación de bandeja tipo malla Cablofil de la empresa Legrand la cual cumple con los lineamientos exigidos tanto por la norma NTC 2050 como el RETIE, además es una bandeja certificada, liviana y de fácil manipulación. La bandeja que fue seleccionada es de uso interior, en ambiente normal, de tipo electrozincada y es fabricada a partir de bandejas de acero bruto que se decapan y se sumergen en un electrólito que contiene zinc. El paso de una corriente eléctrica provoca el electrozincado, esto ofrece una protección mayor a la corrosión, otra de las ventajas del uso de este producto es el hecho de que todos los accesorios como curvas, cambios de nivel, adaptaciones entre bandejas, se realizan con la misma bandeja solo se deben realizar algunos cortes a la bandeja y así se logra obtener la función deseada (figura 33 a, b y c),

Por ser una bandeja que es resistente al fuego y provee un bajo nivel de halógenos este producto cumple con las especificaciones de instalación para zonas con alta densidad de personas.

Figura 33. Ejemplos de construcción de piezas en sistema de bandeja Cablofil, curva (a), unión de bandejas tipo T (b), cambio de niveles (c). Fuente: [24]



En el área de Vice presidencia de operaciones se instalaron 2 bandejas tipo malla de marca Cablofil, una para uso del sistema de distribución eléctrico regulado y normal y otra bandeja para el sistema de cableado estructurado. Cada una de estas bandejas se instaló con soportería en varilla roscada de 3/8" con riel de Cablofil diseñado exclusivamente para este producto con una distancia de 1.5 m entre cada riel e instalando en cada curva o cambio nivel soportes adicionales para no ejercer esfuerzos mecánicos a la bandeja.

Para la instalación de la bandeja del sistema eléctrico se cuantificó (Tabla 5), el total de ocupación de los circuitos eléctricos los cuales fueron:

Tabla 5. Resumen de circuitos instalados por bandeja.

Circuitos	Monofasicos (3 x No 12)	Bifasicos (2 x No10 + 1No 12),
Normales	14	2
Regulados	9	0
Iluminación	12	0

Calibre del conductor	Cantidad	Seccion transversal del conductor
No. 12	107	3.30 mm ²
No. 10	4	5.26 mm ²

realizando los cálculos de ocupación en bandeja se obtuvo:

El área de cada conductor usando la fórmula:

$$A = \pi D^2 / 4 \quad (8)$$

A= Área

D= Diámetro

Para conductor No 12: $A = \pi 3.30^2 / 4 = 8.55 \text{ mm}^2$

Para conductor No 10: $A = \pi 5.26^2 / 4 = 21.73 \text{ mm}^2$

Se calcula la ocupación total de los conductores en la bandeja así:

Conductores No 12 = 8.55 mm^2 (área del conductor) * 107(conductores) = 914.85 mm²

Conductores No 10 = 21.73 mm^2 (área del conductor) * 4(conductores) = 86.92 mm²

Se suman las áreas y se calcula la ocupación y bandeja a usar:

Conductores No 12 = 914.85 mm²

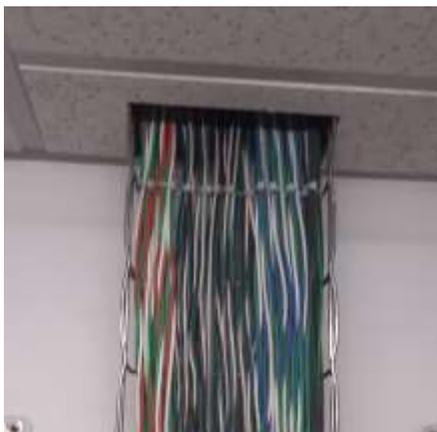
Conductores No 10 = 86.92 mm²

Total de área de ocupación= 1001.77 mm²

El sistema de bandejas Cablofil ofrece medidas de bandejas desde una medida de 100 mm x 54 mm (5400 mm²) y pasa a la medida de 200mm x 54mm (10800 mm²) y así sucesivamente con medidas de 300mm, 400mm, 500mm y 600mm de ancho por 54 mm, por cálculos y respetando el 40% de ocupación en bandeja exigido por norma se debería usar una bandeja de 100 mm x 54 mm ya que solo se estaría usando el 18.55% de ocupación.

Por disposición e inventario del Banco Davivienda se instaló una bandeja de 200 mm x 54 mm la cual entregó una ocupación real del 9.27 % (figura 34).

Figura 34. Bandeja eléctrica de 200 mm x 54 mm Fuente: Propia



4.6.2 Canalizaciones por ducterías tipo EMT

Para definir el uso de tuberías EMT se consultó la sección 348 de norma NTC 2050 la cual permite el uso de tuberías metálicas tipo EMT en áreas expuestas o con techos falsos, que no sean húmedas o con afectaciones por vapores, para el cálculo de la cantidad de conductores a instalar por cada tubería se consultó la tabla 1 del capítulo 9 de la norma NTC 2050 (anexos 14 y 15), donde se muestra la ocupación de ducterías de diferente diámetro en las cuales piden un derrateo del 40%. La instalación de la ductería EMT se realizó con soportería anclada al techo en varilla roscada de 3/8", riel tipo Chanel de 4X2

cm, cortados dependiendo de la ubicación y de los posibles elementos previos instalados que obligaron a cambiar de tamaño el riel, con una distancia de instalación entre los rieles de 1.5 m como lo exige la sección 348 de la norma NTC 2050.

Por disposición del área de infraestructura del banco Davivienda no es permitido el uso de ducterías tipo EMT de un diámetro menor de 3/4", para ningún tipo de instalación eléctrica, de comunicaciones, alarmas y CCTV. A continuación, se resumió por cada zona en una tabla las ducterías, el diámetro usado y su ocupación interna (figura 35).

Figura 35. Resumen de ducterías instaladas en circuitos ramales. Fuente: Propia

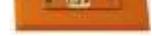
Descripción	Circuito normal	Circuito Regulado	Circuito Iluminación	Calibre de conductor instalado	Diámetro de ductería EMT usado
Tomas puestos de trabajo mesa 1	1	1	0	6 X No 12 AWG	3/4"
Tomas puestos de trabajo mesa 2	1	1	0	6 X No 12 AWG	3/4"
Tomas puestos de trabajo mesa 3	1	1	0	6 X No 12 AWG	3/4"
Tomas puestos de trabajo mesa 4	1	1	0	6 X No 12 AWG	3/4"
Tomas puestos de trabajo mesa 5	1	1	0	6 X No 12 AWG	3/4"
Tomas puestos de trabajo mesa 6	1	1	0	6 X No 12 AWG	3/4"
Tomas puestos de trabajo mesa 7	1	1	0	6 X No 12 AWG	3/4"
Talanqueras	2	0	0	6 X No 12 AWG	3/4"
Impresora multifuncional	1	0	0	3 X No 12 AWG	3/4"

4.7 Instalación de salidas eléctricas normales y especiales

En la instalación de las salidas eléctricas se definió el uso de tomas eléctricas marca Levitón, de su extensa línea de productos se optó por 4 distintos tipos de tomas, ya que para la implementación del proyecto cada tipo de toma tiene una función y manera de identificación tanto para el personal quien labora en el área como para el personal de mantenimiento. A continuación, se referencia el tipo de tomacorrientes instalados (Tabla 6), otro factor para realizar la instalación de estos elementos, es que estos son de trabajo

industrial y el banco Davivienda sugiere un mínimo de calidad para estos elementos los cuales no deben ser de uso domiciliario.

Tabla 6. Tomacorrientes usados en el proyecto VP operaciones. Fuente: Propia.

Tipo de toma corriente	Capacidad de trabajo	Uso	Lugar instalado	Imagen del producto
Toma CR015-W color blanco	15 A - 125 V/ toma con polo aislado	Identificación de salida eléctrica normal en	Puestos de trabajo, paredes no expuestas a humedad, áreas de servicios	
Toma GFCI GFTR1-W	15 A - 125 V/ toma con polo aislado	Instalación en áreas con humedad y posibles caídas de agua indirectamente	Cocina y baños	
Toma 5490-IG color naranja	15 A - 125 V/ toma con polo aislado	Identificación de salidas eléctrica regulada	Puestos de trabajo, equipos de cómputo	
Toma 8280-IGO	15 A - 125 V/ toma con polo aislado, grado hospitalario	Identificación de salida eléctrica para impresoras multifuncionales	Impresoras multifuncionales	

En los puestos de trabajo se instalaron dos tipos de tomacorrientes, tomas de color blanco Leviton CR015-W que indican que son salidas eléctricas normales y tomacorrientes Leviton 5490-IG color naranja que identifican las salidas eléctricas reguladas. Para las áreas de impresión se utilizaron tomas Leviton 8280-IGO de color naranja por su grado de autoprotección (aunque el circuito es normal). El área de infraestructura del Banco Davivienda en sus estándares obliga al uso de estas tomas para circuitos usados en la conexión de impresoras multifuncionales con cargas mayores a 9 amperios.

En lugares como baños y cocina se instalaron tomas eléctricas GFCI leviton de referencia GFTR1-W, para hornos microondas y nevera se utilizaron tomas de color blanco Leviton CR015-W. En el proceso de instalación de salidas eléctricas en el proyecto se realizó una prueba de polarización en cada toma, con esto el técnico verifica la correcta conexión de cada una (figura 36 a y b), para esto se utiliza un elemento llamado polarizador usado solo para tensiones de 110 v el cual posee tres pilotos que operan como testigos de línea, si el circuito está conectado correctamente se deben encender solo los pilotos amarillos, si el piloto rojo se enciende se deben revisar las conexiones, si el circuito es bifásico esta revisión se realiza con un multímetro o una pinza amperimétrica.

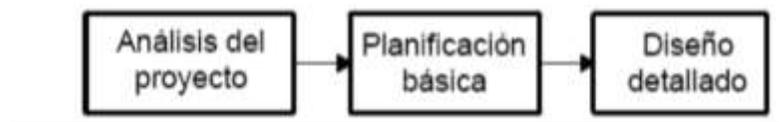
Figura 36. (a), toma normal polarizada, (b) toma regulada polarizada. Fuente: Propia.



4.8 Diseño de iluminación

Un sistema de iluminación eficiente busca satisfacer las necesidades visuales y crear ambientes saludables y agradables para los usuarios. Con el diseño de este sistema se tuvo en cuenta el diseño detallado por el reglamento RETILAP, quien en la sección 210.2 plantea la siguiente metodología (figura 37).

Figura 37. Proceso de diseño de iluminación RETILAP. Fuente: [39]



Para lograr un diseño detallado se tuvo en cuenta los valores de iluminación, uniformidad, límite de UGR (valores máximos permitidos de deslumbramiento) como no lo indica la sección 410,1 del RETILAP.

4.8.1 Análisis del sistema de iluminación

En el desarrollo del proyecto se tienen en cuenta algunos de los parámetros más importantes a evaluar para el banco Davivienda, tales como:

- **Demanda visual:** Como sus funcionarios deben estar por jornadas laborales de 8 horas continuas la iluminación no debe afectar la salud visual del funcionario.
- **Demanda estética:** Al ser una entidad financiera el banco Davivienda posee un estándar de tipo y forma para su implementación de iluminación dependiendo de la zona a intervenir se realiza la implementación de lámparas decorativas.
- **Demanda de seguridad:** El Banco Davivienda dentro de sus normas de seguridad siempre busca que las áreas de trabajo se encuentren bien iluminadas, razón por la cual los sistemas de iluminación siempre están conectados a las plantas eléctricas que posee dentro del edificio CCI, adicional a esto en todas sus áreas son implementados circuitos y lámparas de emergencia con una duración mínima de 1 hora de respaldo.

4.8.2 Planificación básica del sistema de iluminación

Vicepresidencia de operaciones es una zona con un área aproximada de 352 m² la cual se encuentra sectorizada cuenta con áreas internas de servicios en las cuales se encuentran baños, cocina, cuarto técnico y eléctrico.

Por disposición del área de infraestructura del banco, en áreas comunes, oficinas, salas de juntas, archivos se deben instalar luminarias tipo led de 60 cm * 60 cm (por modulación de los techos falsos), no inferiores a 32 W y que estas no posean temperaturas de color de 6500 K°, ya que en su imagen corporativa las mayoría de las paredes son de color blanco lo cual produce deslumbramiento en los funcionarios, en baños y pocetas se instalan balas tipo led cuya potencia no sea inferior a 6W, en cuartos técnicos, eléctricos, de aires acondicionados o sub estaciones se realizó la instalación lámparas herméticas no inferiores a 32W.

4.8.3 Diseño detallado del sistema de iluminación

En esta etapa del diseño por ser un área con alta densidad de personas con una permanencia de más de dos horas continuas y basados en la norma RETILAP, se procedió con el diseño e implementación de la iluminación, primero se realizó revisión de la tabla

410-1, quien especifica el UGR máxima en distintas zonas y lugares (figura 38), para con ella planificar la cantidad de iluminación requerida por áreas.

Figura 38. Índice de UGR y niveles de iluminancia exigidos por áreas. Fuente: [39]

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
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750

El RETILAP en su sección 420.1.1 permite en áreas de oficina, por tener normalmente una disposición lineal en sus techos, realizar un diseño uniforme para todos los lugares de trabajo o salas siempre conservando los valores mínimos de iluminación, uniformidad y deslumbramiento.

Pese a que el RETILAP en su anexo 410-2 habla del aprovechamiento de la luz natural, el área de vicepresidencia de operaciones no cuenta con entradas de luz natural por lo que se acató la orden del anexo 410.1 de cumplir con los valores de iluminancia en los distintos lugares de trabajo.

Se elaboró el cuadro de cargas del sistema del módulo de iluminación, con el cual se calcula la cantidad de circuitos ramales, calibres de conductores y distancias a usar, al igual que este proporcione la información de cuales servicios respalda cada circuito en la red de iluminación (figura 39).

Figura 39. Cuadro de cargas sistema de iluminación. Fuente: Propia.

OFICINA DAVIVIENDA VP OPERACIONES - TABLERO DE ALUMBRADO
CUADRO DE CARGAS (NO-2)

	Descripción	Tomas	Bases, led 5 W	Pared led 40 W	Lámparas led 50 W	Carga (VA)	Corriente (A)	Protección (A)	Conductor (AWG, TMM)	distancia (m)	% de regulación	Circuito	Descripción	Tomas	Bases, led 5 W	Pared led 40 W	Lámparas led 50 W	Carga (VA)	Corriente (A)	Protección (A)	Conductor (AWG, TMM)
EM-1	San Area técnicas				4	320	2,67	20	12	10	0,32	EM-10	San sala de juntas, archivos y stack				12	600	5	20	12
EM-2	Cocina			2		100	0,83	20	12	10	0,10	EM-11	CALL accidente			10		500	4	20	12
EM-3	Iluminación hall público			8		400	3,33	20	12	30	1,20	EM-12	Iluminación correspondencia 2			10		500	4	20	12
EM-4	Iluminación vereda/llena oriental y domosa			8		400	3,33	20	12	30	1,20	EM-13	Reserva					0	0		
EM-5	San de Emergencia	4				720	6,00	20	12	35	2,50	EM-14	Reserva					0	0		
EM-6	CALL oriente			12		600	5,00	20	12	30	1,20	EM-15	Reserva					0	0		
EM-7	San áreas comunes internas			8		400	3,33	20	12	18	0,72	EM-16	Reserva					0	0		
EM-8	Iluminación correspondencia 1			9		450	3,75	20	12	20	0,90	EM-17	Reserva					0	0		
EM-9	Baños			8		320	2,67	20	12	10	0,32	EM-18	Reserva					0	0		
Subtotal		4	8	47	4	1.880						Subtotal		8	8	32	8	1.880			

Fase R	1.220	10A
Fase S	1.170	10A
Fase T	490	10A
TOTAL	2.880	10A
CARGA TOTAL INSTALADA	2.880	10A
	Iluminación	2.880

Como lo indica el reglamento RETILAP en la sección 210.2.3 literal (d), se realizó la instalación de lámparas de emergencia, el área de seguridad del banco Davivienda definió la cantidad de estas y lugares a instalar, las lámparas de emergencia instaladas son de marca SYLVANIA Bifocal EU2L Lithonia (Figuras 40 a y b), las cuales ofrecen una autonomía de 90 minutos de trabajo ver ficha de especificaciones (anexo 16). En el proyecto se implementaron 6 lámparas de emergencia con un circuito independiente, las cuales fueron ubicadas como lo indica el plano de iluminación, en el desarrollo del proyecto se le propuso al área de infraestructura instalar sensores de movimiento para realizar la automatización de la iluminación de algunas zonas. Pese a que el banco en muchas de sus instalaciones físicas tiene automatizado el sistema de iluminación, para este proyecto no lo implemento, debido a que realizar esta implementación generaba un costo adicional, en equipos de automatización y se requería la instalación de redes alternas de control para su correcto funcionamiento.

Figura 40. Lámparas de emergencia SYLVANIA Bifocal EU2L Lithonia instaladas en obra. Fuente: Propia

(a)



(b)



En las áreas en general se seleccionaron lámparas tipo led de 60 cm x 60 cm marca Techno Lamp, (figura 41) la cuales ofrece una potencia de 40 W una temperatura o color de luz de 4000 K° y un flujo luminoso de 4000 lm (lúmenes). Haciendo uso de la sección 410-16 literal c, la cual indica que se permite el soporte de las lámparas en techos suspendidos (cielos rasos) se instalaron las lámparas en las estructuras del techo modulado (figura 42), estas a su vez eran sujetadas con guayas al techo o placa firme.

Figura 41. Ficha técnica lampara de 60 cm x 60 cm. Fuente: Propia



Figura 42. Lámparas de 60 cm x 60 cm en techo falso. Fuente: Propia



El área de seguridad del banco Davivienda, obliga a asegurar los elementos que queden suspendidos del techo (figura 43 a). La conexión eléctrica de las lámparas se realizó empalmando un cable tipo encauchetado 3 x No 14, conectada en una caja galvanizada 2400 instalada en la ducteria EMT con empalmes resortados marca 3M certificados (figura 43 b), por cada área se realizó la instalación de un interruptor sencillo o doble esto dependió de la necesidad expuesta por el cliente.

Figura 43. (a) Lámpara suspendida en techo modulado y asegurada con guaya. (b) forma de conexión de lámparas en techo falso. Fuente: Propia

(a)



(b)



En los puestos de trabajo se realizaron mediciones de luminancia UGR de acorde con lo expuesto por el capítulo 410.1, del RETILAP en donde se exige la cantidad de luxes que se deben emitir en cada lugar o zona de trabajo para esto se utilizó un luxómetro de marca

UNI T con referencia UT382 (figura 44), asegurando que cada puesto de trabajo cumpliera con lo exigido en la norma. Se anexan algunas imágenes de los puestos donde se efectuaron las mediciones guardando los estándares estipulados de UGR (figura 45).

Figura 44. Luxómetro UT 382 Fuente: Propia



Figura 45. Ejemplos de tomas de luxografía VP operaciones. Fuente: Propia



En las áreas comunes y baños (figura 46 a, b, y c) se implementaron balas de incrustar con una potencia de 9 W una temperatura o color de luz de 4000 K° y un flujo luminoso de 1250 lm (lúmenes) las cuales en las pruebas de luxografía arrojaron valores promedio de 180 luxes.

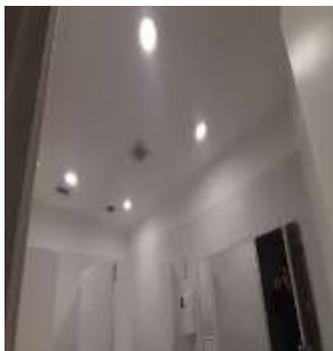
Figura 46. Iluminación (a) baño mujeres, (b) baño hombres (c) pasillo áreas comunes

Fuente: Propia

(a)



(b)



(c)



4.9 Diseño de la red de cableado estructurado

En el área de la vicepresidencia de operaciones el diseño de la red de cableado estructurado se realizó con base en los requerimientos del área de operaciones y el área de telecomunicaciones del banco Davivienda.

Esta red se diseñó bajo la topología de estrella ya que el área de telecomunicaciones suministro dos switches Cisco de 48 puertos de referencia Ws c2960+48pst-I (Poe 370w), lo que indica que por el mismo puerto del switch se genera red de voz y red de datos, por esta razón dependiendo de la exigencia o cantidad de equipos usados por el usuario se definen la cantidad de puntos de red a instalar.

4.9.1 Elección del medio o cable

Por ser un área de alta concentración de personas se procedió a elegir un cable con baja concentración de halógenos, como lo exige el reglamento RETIE en su artículo 20.2.9 literal g, y acatando los estándares impuestos por la norma EIA/TIA 568-C. El cable de par trenzado o conductor elegido. Por costo y cumplimiento de estos requerimientos fue cable UTP cat 6 marca AMP Comscope de uso interior tipo LSZH (figura 47) de 250 MHz el cual satisface las necesidades de velocidad (anexo 19).

Figura 47. Cable UTP cat 6 LSZH Comscope. Fuente: Propia

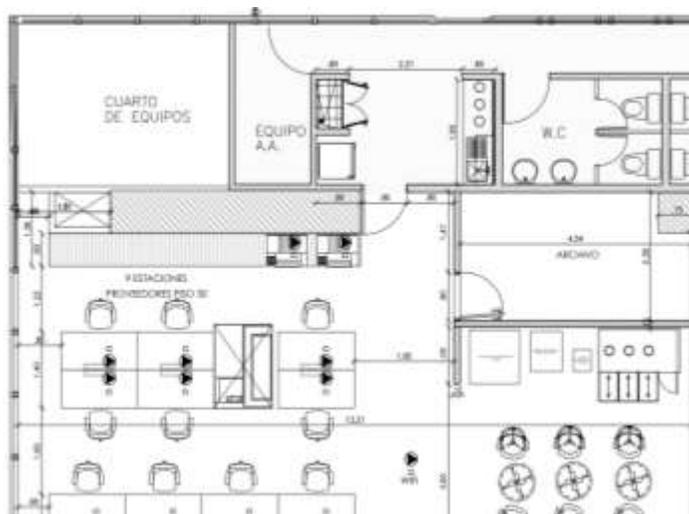


4.9.2 Ubicación de puntos de red

La ubicación de los puntos de red fue definida en el tercer comité de obra donde se definió por parte del área de infraestructura del banco Davivienda las ubicaciones y cantidad de puntos de red por estación de trabajo, la ubicación de impresoras y *Access Point*. (figura 48).

En este comité se había propuesto la instalación del cableado estructurado en sistema Mutuo A, el cual requiere la instalación de cajas de consolidación con patch panel para facilitar posteriores modificaciones, pero no fue aprobada por costos.

Figura 48. Porción del plano definido para instalación de puntos de red. Fuente: Propia



4.9.3 Canalización del cableado estructurado

El cálculo de canalizaciones tales como bandejas o tuberías para la distribución del cableado estructurado se realizó teniendo en cuenta su factor de ocupación, en bandejas y tuberías respetando el 40% de ocupación impuesto en las secciones 345 a 354, para bandejas ver sección 318 de la NTC 2050 y del RETIE 20,3.

Para la instalación de la bandeja del sistema de cableado estructurado se procedió con el cálculo de ocupación de los cables UTP cat 6 LSZH, los cuales fueron 63 cables con una sección transversal de 6.23 mm² cada uno procediendo con los cálculos de ocupación en bandeja daría:

El área de cada cable UTP cat 6 LSZH usando la fórmula:

$$A = \pi D^2 / 4 \quad (11)$$

Para UTP cat 6 LSZH: $A = \pi 6.23^2 / 4 = 30.48 \text{ mm}^2$

Se calcula la ocupación del total de los cables UTP cat 6 LSZH en la bandeja:

Total de área de ocupación área cable UTP cat 6 LSZH = 30.48 mm² * 65 (conductores) = 1981.4 mm² de ocupación de cables UTP cat 6 LSZH en la bandeja.

por cálculos y respetando el 40% de ocupación en bandeja exigido por norma se debería usar una bandeja de 100 mm x 54 mm ya que solo se usará el 36.7% de ocupación.

Por disposición e inventario del Banco Davivienda se instaló una bandeja de 200 mm x 54 mm obteniendo una ocupación real del 18.34 % (figura 49).

Figura 49. Bandeja Cablofil con cables UTP cat 6 LSZH. Fuente: Propia



Para el cálculo del diámetro de las ducterías EMT se elaboró una tabla en la cual por cada zona o ruta se contabilizó la cantidad de puntos de red a instalar, se derrateo al 40% su capacidad y se obtuvo la medida de cada tubería utilizada (tabla 7).

Tabla 7. Resumen de ductos y calibres instalados en VP operaciones. Fuente: Propia

OFICINA DAVIVIENDA VP OPERACIONES - Resumen de capacidad de ducterías instaladas red de datos

Descripción	Cantidad de puntos	Area total cables UTP en mm ²	Diametro de ducteria EMT usado	Descripción	Cantidad de puntos	Area total cables UTP	Diametro de ducteria EMT usado
Puntos de red puestos de trabajo mesa 1	6	37,38	1 1/4"	Ventanilla	2	12,46	3/4
Puntos de red puestos de trabajo mesa 2	12	74,76	1 1/4"	Access Point 1	1	6,23	3/4
Puntos de red puestos de trabajo mesa 3	12	74,76	1 1/4"	Access Point 2	1	6,23	3/4
Puntos de red puestos de trabajo mesa 4	6	37,38	1 1/4"	Access Point 3	1	6,23	3/4
Puntos de red puestos de trabajo mesa 5	7	43,61	1 1/4"	Correspondencia	1	6,23	3/4
Puntos de red puestos de trabajo mesa 6	7	43,61	1 1/4"	Alarmas	1	6,23	3/4
Puntos de red sala de juntas	2	12,46	3/4	video	2	12,46	3/4
Impresora multifuncional	1	6,23	3/4	Impresora multifuncional	1	6,23	3/4
Impresora multifuncional	1	6,23	3/4	Impresora multifuncional	1	6,23	3/4

54

11

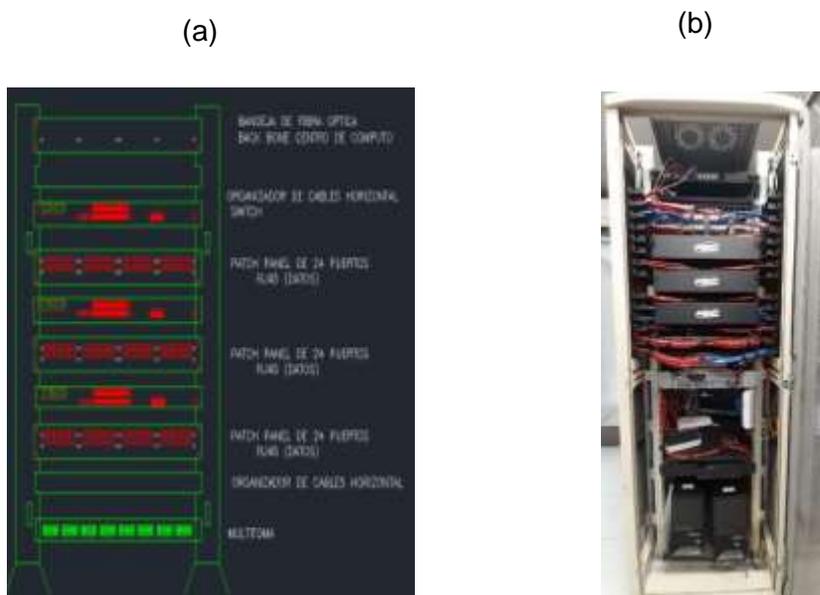
Total puntos instalados =

65

4.9.4 Configuración de rack de comunicaciones

El rack de comunicaciones funciona haciendo el papel de cerebro de toda la red, en él se concentran todos los equipos activos que conforman la red de cableado estructurado, las conexiones de fibra y cableado horizontal para el proyecto de la Vicepresidencia de operaciones se propuso una organización para el rack la cual fue aprobada. Para esto se entregó un diseño preliminar (figura 50 a) para este proyecto se reutilizó un rack de comunicaciones que el banco poseía de 2.10 m de altura 0.90 cm de fondo y 0.65 m de ancho, en el cual se ubicó el canal de comunicaciones (fibra óptica) por medio de *back bone* en una bandeja de fibra de 19", desde el centro de cómputo con respaldo de dos cables UTP cat 6 LSZH Comscope en un patch panel de servicios varios se instalaron 2 switch Cisco 2960 de 48 puertos cada uno, un *Router Cisco Cactalist series* 1941 K9, dos convertidores (*transiever*) de fibra óptica y tres patch panel cat 6 Comscope angulados tipo europeo con organizadores *Hldi*, una bandeja porta equipos y una bandeja porta teclado (figura 50 b).

Figura 50.(a) Diseño de elementos en rack, (b) Rack instalado en vicepresidencia de operaciones. Fuente: Propia



4.9.5 Elementos usados en la red de comunicaciones

Para la implementación de la red de cableado estructurado del área de vice presidencia de Operaciones se requieren de múltiples elementos para su correcto funcionamiento, la norma TIA/EIA 568-B 1 (anexo 18) expresa que toda red de cableado estructurado debe ser construida con sistema mono marca y que el elemento de menor categoría será quien rige la categoría del cableado instalado y que todo punto de red debe ser certificado con equipo homologado para esta operación (anexo 21). Para este proyecto se implementaron 65 puntos de red los cuales fueron certificados y todos ellos pasaron las pruebas del equipo, a continuación, se lista en una tabla los elementos instalados en obra, todos de la marca Comscope y de categoría 6 exceptuando los face plate que no poseen categoría (tabla 8).

Tabla 8. Elementos de cableado estructurado usados en la implementación de la obra

Fuente: Propia

Elemento	Uso	Cantidad en unidades o metros	Imagen del producto
Cable utp cat6 comscope LSZH	Conductor del sistema	presentacion por 305 ml, se utilizaron 2730 ml	
Patch panel cat 6 angulado de 24 puertos Comscope	Nodo de conexión de los puntos de red en rack de comunicaciones	3 unidades	
Modulos cat 6 Comscope color rojo	Conexión final del cable utp en estaciones de trabajo	65 unidades	
Face plate dobles Comscope color blanco	Pieza donde se conecta el modulo para su instalacion en troquel o canaleta	53 unidades	
Patch cord color rojo Comscope cat 6 de 2.1 m	Cables de conexión en rack entre equipos activos y puntos de red - conexión entre cableado horizontal y estacion de trabajo	130 unidades	

5. Análisis de resultados

Con base en la consulta de las normas NTC 2050, RETIE y el RETILAP sé determino que estas solo cuentan con unos pocos capítulos específicos que hablen de una normatividad para instalaciones en lugares con alta concentración de personas. En la NTC 2050 las secciones 518, 520, 525 y 530 y en el RETIE el artículo 28.3.3 (anexo 20) realmente no profundizan para todo tipo de diseño eléctrico por esta razón, se concluye que se requiere tener un conocimiento apropiado de todas estas normatividades al momento de desarrollar trabajos similares, ya que estas se encuentran dispersas a lo largo de toda la Norma y Reglamento. También se encontró que, para la construcción de cuartos técnicos, ni el reglamento RETIE ni las normas NTC 2050 Y RETILAP son específicos lo que obliga a buscar otro tipo de normas para esta labor se deben consultar normas internacionales como la TIA -942.

En el proceso de la elaboración de los diagramas unifilares propuestos se encontró que existe una variedad grande de programas de diseño similares a Auto CAD, como lo son Free CAD, BricsCAD, SolidWorks, Autodesk inventor. Por compatibilidad de archivos el banco Davivienda, solo acepta archivos del programa Auto CAD.

Pese a que la norma NTC 2050 en las secciones 200 y 400 y el reglamento RETIE en el artículo 10, exigen la elaboración de cuadros de cargas en cualquier proyecto eléctrico estas no son específicas con la totalidad de parámetros que se deben incluir en ellas, lo que implicó consultar otro tipo de fuentes y recurrir a la experiencia de ingenieros que se encuentren en el ramo de la electricidad.

La implementación de cable UTP LSZH cat 6, aunque cumple con los requerimientos del banco podría limitar a futuro su trabajo frente a la incorporación de equipos con mayor velocidad.

6. Conclusiones

Tanto las normas NTC 2050, RETILAP, y el reglamento RETIE, aunque se encuentren diseñadas para la elaboración de proyectos eléctricos en Colombia, no están actualizadas con los estándares de diseño actuales lo que obliga a consultar normas internacionales.

Se elaboraron los diagramas unifilares de las redes eléctricas normal, regulada y de iluminación, (anexos 1 al 4), estas presentaron una manera óptima de interpretar un sistema eléctrico resumiendo en el la jerarquía de conexión eléctrica simplificando el desarrollo del proyecto y la comunicación con los técnicos quienes realizaron la implementación de este.

Pese a no lograr encontrar en las normas colombianas un procedimiento de diseño de cableado estructurado, se recurrió a la experiencia en otros proyectos para la elaboración de diagramas y organización de los elementos que se implementarían en la red de datos y la manera de presentar una propuesta de organización del rack de comunicaciones, lo cual facilito la labor en la ejecución del proyecto.

La limitación del presupuesto de la obra no permitió la incorporación de un cableado estructurado de mayor categoría como lo sería un cable UTP LSZH cat 6 A, que ofrece un ancho de banda de hasta 500 MHz y una mayor durabilidad al momento de realizar remodelaciones futuras.

Se elaboraron los cuadros de cargas (anexos 5 al 8) de las redes eléctricas normal, regulado y de iluminación y se obtuvo una perspectiva distinta del proyecto ya que estos cuadros ofrecieron una visión más lógica del tipo de elementos a usar en la implementación en obra y la proyección de cantidades de materiales eléctricos a instalar se simplificó.

En la implementación de las redes eléctricas y de comunicaciones del proyecto pese a tener muchos de los parámetros ya definidos con cuadros de cargas y diagramas unifilares se presentaron inconvenientes derivados por las instalaciones físicas del área, algunas de

ellas para mencionar serian que en el techo se encontraban instalaciones hidrosanitarias lo que obligo a realizar desvíos en las rutas de canalizaciones planteadas en los diseños.

La elaboración de la documentación ofreció un reto debido a que el manejo de algunos programas como AutoCAD no fueron de fácil implementación, la documentación estipulada en este documento, se cumplió a cabalidad y en los tiempos requeridos. Pará la empresa Viccom Colombia S.A.S el desarrollo propuesto en el diseño e implementación de las redes eléctricas y de comunicaciones alcanzo los objetivos esperados, ya que el cliente final que es el Banco Davivienda recibió el proyecto a satisfacción, y se le hizo entrega de las memorias o documentación de soporte de la obra Vicepresidencia de operaciones en los tiempos definidos por este.

Se presenta a la empresa VICCOM Colombia S.A.S, las responsabilidades estipuladas de cada ítem presente en el numeral 10.1.2 inciso a, del reglamento RETIE, ya que el diseño de la puesta a tierra no fue de responsabilidad de la empresa VICCOM Colombia S>A>S. el área de infraestructura manifestó que el edificio cuenta con un sistema de puesta a tierra general y este solo es modificado por los proveedores encargados de esta actividad designados por el banco.

Bibliografía

- [1] J. C. Palacios, «Desarrollo tecnologico en la primera revolucion industrial,» *Unirioja*, vol. 1, nº 1, p. 17, 2004.
- [2] J. C. M. Castillo, Instalaciones de telecomunicaciones, ESpaña: Editorial Editex, 2022.
- [3] V. C. S.A.S, «VICCOM COLOMBIA S.A.S,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.viccom.com.co/>.
- [4] d. A. Brihuega, Electricidad Basica, Madrid España: RA-MA, S.A, 2014.
- [5] «MCI capacitacion-MCI electronics,» 18 junio 2019. [En línea]. Available: <https://cursos.mcielectronics.cl>.
- [6] Velatia, «Velatia,» 30 enero 2023. [En línea]. Available: <https://www.velatia.com>.
- [7] M. A. P. M. -. J. Cárdenas, « <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-matriz-energetica-de-colombia-se-renueva/>,» 19 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.iadb.org/es>.
- [8] J. M. . L. R. Yusta Loyo, Tecnología eléctrica, Zaragoza España: Prensas Universitarias de Zaragoza, 2011.
E. Lévy, Diccionario Akal de Física, Madrid : España, 1992.
- [9]
- [10] K. T. P. Escobar, «Espacio Honduras,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.espaciahonduras.net/>. [Último acceso: 2023].
- [11] C. K. A.-M. N. O. Sadiku, Fundamentos de circuitos electricos, México, D.F.: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V, 2013.
- [12] S. Myst, «Guia mecatronica,» 09 enero 2021. [En línea]. Available: <https://guiademecatronica.com>.
- [13] F. H. Robledo, Riesgos electricos y mecanicos, Bogotá: Ecoe ediciones, 2014.
- [14] C. C. S. LAVERDE, «Revista ACIEM edicion 138,» 30 junio 2020. [En línea]. Available: <https://aciem.org/revista-aciem/>.
- [15] M. d. m. y. e. d. Colombia, «Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE,» 30 Agosto 2013. [En línea]. Available: www.minenergia.gov.co.

-
- [16] A. PCra, «de alta a baja,» 12 septiembre 2016. [En línea]. Available: altaabaja.blogspot.co.
- [17] G. E. Harper, Fundamentos de instalaciones de mediana y alta tension, Mexico D.F.: Editorial Limusa, S.A., 2005.
- [18] J. V. Molineaux, Diseño de proyectos de ingeniería, Santo Domingo R. D.: Editora Buho, 2000.
- [19] G. E. Harper, Guia practica para el calculo de instalaciones electricas, Mexico: Editorial Limusa S.A., 2004.
- [20] ABB, «Interruptores automaticos ABB,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.new.abb.com/>.
- [21] CENTELSA, «CENTELSA BY NEXANS,» 2023. [En línea]. Available: <https://centelsa.com/>.
- [22] LEVITON, «LEVITON HOME PAGE,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.leviton.com/>. [Último acceso: 2023].
- [23] G. Pacio, Data centers hoy, Buenos Aires Argentina: Alfaomega grupo editor Argentino S.A., 2014.
- [24] Legrand Colombia, «Nacional de electricos Bandeja tipo malla Cablofil,» 15 dic 2013. [En línea]. Available: www.nalelectricos.com.co.
- [25] Vertiv, «Vertiv Architects of continuity,» 03 febrero 2023. [En línea]. Available: <http://www.vertiv.com>.
- [26] R. S. Zavala, Introduccion a las instalaciones electricas, Mexicali, baja California, Mexico: Universidad Autonoma de baja California, 2001.
- [27] P. electricos, «Portal electricos.com,» 2023. [En línea]. Available: <https://portalelectricos.com/>.
- [28] S. s. D.-X. C. Sanchez, Guia de sistemas de cableado estructurado, Barcelona: Ediciones experiencia, S.L., 2012.
- [29] M. A. C. G. . L. D. D. Nuria Oliva Alonso, Sistemas de cableado estructurado, Barcelona: Ediciones Experiencia, S.L., 2012.
- [30] M. Lederkremer, Redes informaticas, Buenos Aires Argentina: Six ediciones , 2019.
- [31] J. R. Dari, Fundamentos de redes informaticas, IT Campus Academy, 2016.
- [32] R. I. Mouteira, Instalacion de redes informaticas de ordenadores, España: Ideas propias, 2006.
- [33] C. V. Miranda, Comunicaciones industriales, Madrid España: Ediciones Paraninfo, S.A., 2019.
- [34] J. a. M. Jimenez, «Planificacion y administracion de redes,» 2017. [En línea]. Available: <https://planificacionadministracionredes.readthedocs.io/es/latest/>.

- [35] C. B, «Sistemas de cableado estructurado,» 12 noviembre 2012. [En línea]. Available: <http://sistemadecableadocamilo.blogspot.com>.
- [36] G. Sanchez, «Syscom Blog,» 07 noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.syscomblog.com/>.
- [37] J. C. M. castillo, Instalaciones de telefonía digital y redes de datos (ICTVE), España: Editex editorial S.A., 2019.
- [38] Worton, «FS community,» 15 julio 2021. [En línea]. Available: <https://www.fs.com>.
- [39] M. d. m. y. e. Colombia, Retilap, Bogota: Icontec, 2010.
- [40]