

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RED ELÉCTRICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE  
DOSQUEBRADAS**

**CRISTIAN DAVID JIMENEZ URIBE  
CRISTHIAN DAVID PEÑA DOMÍNGUEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA  
PEREIRA  
2013**

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RED ELÉCTRICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE  
DOSQUEBRADAS**

**CRISTIAN DAVID JIMENEZ URIBE  
CRISTHIAN DAVID PEÑA DOMÍNGUEZ**

**Trabajo de grado realizado para optar al título de  
Tecnólogo en electricidad**

**Director:  
M.Sc. Hugo Baldomiro Cano Garzón  
Docente programa de Tecnología Eléctrica**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA  
PEREIRA  
2013**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

**Firma del director**

---

**Firma del jurado 1**

---

**Firma del jurado 2**

**Pereira, Noviembre de 2013**

## **DEDICATORIA**

A Dios por la fortaleza y sabiduría que me brindo para alcanzar este objetivo de mi vida. A mi madre María Elena, mis abuelos Leonel y María C., mi tío Luis A., mi novia María Camila, familiares y amigos por su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida y el transcurso de mi carrera.

**CRISTIAN DAVID JIMENEZ URIBE**

A mi madre Sandra M. Domínguez y a mi familia que gracias a su confianza, consejos y su total apoyo en los momentos difíciles me han permitido lograr este gran objetivo en mi vida y espero poder compartir muchos más junto a ellos.

También agradezco a mis compañeros de universidad y profesores que me ayudaron con su conocimiento en esta experiencia tan maravillosa como fue pasar por la universidad.

**CRISTHIAN DAVID PEÑA DOMÍNGUEZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

Damos un enorme agradecimiento a nuestro director de trabajo de grado M. Sc. Hugo Baldomiro Cano Garzón por su guía, enseñanza, apoyo y confianza hacia nosotros en la consecución del proyecto. Agradecemos a las directivas, profesores y personas que laboran en el Instituto Tecnológico Dosquebradas por brindarnos la ayuda, disposición de los espacios y permitirnos llevar a cabo nuestro proyecto de grado. Así mismo agradecemos al Ingeniero Santiago Gómez Estrada por su colaboración y a nuestros compañeros de carrera que con sus conocimientos nos aportaron gran ayuda para realizar y culminar nuestro proyecto.

## CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO .....	11
RESUMEN .....	14
INTRODUCCIÓN .....	15
OBJETIVOS .....	16
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO .....	17
1.1 RED ELÉCTRICA .....	17
1.1.1 Componentes de una red eléctrica .....	17
1.1.1.1 Transformador .....	17
1.1.1.2 Acometida y equipo de medición .....	19
1.1.1.3 Tablero general .....	20
1.1.1.4 Circuitos ramales .....	21
1.1.2 Riesgos eléctricos .....	22
1.1.2.1 Arco eléctrico .....	22
1.1.2.2 Ausencia de electricidad .....	22
1.1.2.3 Contacto directo .....	23
1.1.2.4 Contacto indirecto .....	23
1.1.2.5 Cortocircuito .....	23
1.1.2.6 Equipo defectuoso .....	24
1.1.2.7 Sobrecarga .....	24
1.1.3 Código de colores para conductores .....	25
1.1.4 Iluminación .....	25
1.1.4.1 Iluminación de oficinas .....	26
1.1.4.2 Iluminación en instituciones educativas, salas de lectura, auditorios .....	26
1.1.5 Sistema de puesta a tierra .....	27
1.1.5.1 Electrodo de puesta a tierra .....	27
1.1.5.2 Conductor del electrodo de puesta a tierra .....	28
1.1.5.3 Conductor de protección o de puesta a tierra de equipos .....	28
1.1.6 Normativa para redes eléctricas .....	28
1.1.6.1 Código eléctrico colombiano-NTC2050 .....	28
1.1.6.2 Reglamento técnico de instalaciones eléctricas .....	28
1.1.6.3 Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público .....	29
1.2 RED DE TELECOMUNICACIONES .....	30
1.2.1 Componentes de una red de telecomunicaciones .....	30
1.2.1.1 Cableado estructurado .....	30
1.2.1.2 Red de área local (LAN) .....	32
1.2.1.3 Cable UTP .....	33
1.2.1.4 Cuarto de telecomunicaciones .....	34
1.2.1.5 Rack .....	34
1.2.1.6 Módem .....	35
1.2.1.7 Router .....	36

1.2.1.8 Switch .....	36
1.2.1.9 Patch panel .....	37
1.2.1.10 Patch cord.....	37
1.2.1.11 Conector y toma RJ-45 .....	38
1.2.1.12 Bandejas y canaletas .....	39
1.2.1.13 Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS).....	39
1.2.2 Topologías de la red de telecomunicaciones .....	40
1.2.2.1 Topología de bus .....	40
1.2.2.2 Topología en estrella .....	40
1.2.2.3 Topología en anillo.....	41
1.2.2.4 Topología árbol .....	41
1.2.2.5 Topología en malla .....	42
1.2.3 Normativa para redes de telecomunicaciones .....	42
1.2.3.1 Reglamento técnico para redes internas de telecomunicaciones .....	42
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS REDES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DOSQUEBRADAS .....	44
2.1 PLANO ESTRUCTURAL .....	44
2.2 RED ELÉCTRICA ACTUAL .....	44
2.3 RED DE TELECOMUNICACIONES ACTUAL .....	51
2.3.1 Red de voz.....	51
2.3.2 Red de datos.....	51
CAPÍTULO 3. PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS REDES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DOSQUEBRADAS .....	56
3.1 RED ELÉCTRICA PROPUESTA .....	56
3.2 RED DE TELECOMUNICACIONES PROPUESTA .....	58
CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS REDES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DOSQUEBRADAS .....	63
4.1 PRESUPUESTO A .....	63
4.2 PRESUPUESTO B .....	68
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	73
CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
CAPÍTULO 7. ANEXOS .....	78

## LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Código de colores para conductores .....	25
Tabla 2. Niveles de iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades ...	25
Tabla 3. Categoría del cableado .....	33
Tabla 4. Dimensiones mínimas de los salones de telecomunicaciones.....	34
Tabla 5. Conexión interna del Switch 1.....	61
Tabla 6. Conexión interna del Switch 2.....	61
Tabla 7. Conexión interna del Switch 3.....	62
Tabla 8. Base de datos precios materiales presupuesto A .....	63
Tabla 9. Presupuesto circuitos tablero cocina.....	63
Tabla 10. Presupuesto circuitos tablero tienda .....	63
Tabla 11. Presupuesto circuitos tablero coordinación de convivencia .....	64
Tabla 12. Presupuesto circuitos tablero laboratorio de física.....	64
Tabla 13. Presupuesto circuitos tablero sala de sistemas .....	64
Tabla 14. Presupuesto circuitos tablero biblioteca .....	65
Tabla 15. Presupuesto circuitos tablero 1 laboratorio de alimentos.....	65
Tabla 16. Presupuesto circuitos tablero 2 laboratorio de alimentos.....	65
Tabla 17. Presupuesto circuitos tablero asistencia administrativa .....	66
Tabla 18. Presupuesto circuitos tablero principal.....	66
Tabla 19. Presupuesto total red eléctrica y de telecomunicaciones.....	67
Tabla 20. Total implementación del proyecto en el colegio .....	67
Tabla 21. Base de datos precios materiales presupuesto B .....	68
Tabla 22. Presupuesto circuitos tablero cocina.....	68
Tabla 23. Presupuesto circuitos tablero tienda .....	68
Tabla 24. Presupuesto circuitos tablero coordinación de convivencia .....	69
Tabla 25. Presupuesto circuitos tablero laboratorio de física.....	69
Tabla 26. Presupuesto circuitos tablero sala de sistemas .....	69
Tabla 27. Presupuesto circuitos tablero biblioteca .....	70
Tabla 28. Presupuesto circuitos tablero 1 laboratorio de alimentos.....	70
Tabla 29. Presupuesto circuitos tablero 2 laboratorio de alimentos.....	70
Tabla 30. Presupuesto circuitos tablero asistencia administrativa .....	71
Tabla 31. Presupuesto circuitos tablero principal.....	71
Tabla 32. Presupuesto total red eléctrica y de telecomunicaciones.....	72
Tabla 33. Total implementación del proyecto en el colegio .....	72



## LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Transformador monofásico .....	19
Figura 2. Transformador trifásico .....	19
Figura 3. Acometida y equipo de medición .....	20
Figura 4. Tablero general.....	21
Figura 5. Salidas eléctricas .....	21
Figura 6. Arco eléctrico .....	22
Figura 7. Ausencia de electricidad .....	22
Figura 8. Contacto directo.....	23
Figura 9. Contacto indirecto .....	23
Figura 10. Cortocircuito.....	24
Figura 11. Equipo defectuoso .....	24
Figura 12. Sobrecarga .....	24
Figura 13. Iluminación en aulas de clase y tableros .....	26
Figura 14. Sistema de puesta a tierra .....	27
Figura 15. Cableado estructurado.....	31
Figura 16. Distancias en el cableado estructurado .....	32
Figura 17. Esquema de la red de área local (LAN) .....	32
Figura 18. Cable UTP .....	33
Figura 19. Tipos de rack .....	35
Figura 20. Módem.....	35
Figura 21. Router .....	36
Figura 22. Switch .....	37
Figura 23. Patch Panel .....	37
Figura 24. Patch cord.....	38
Figura 25. Conector y toma RJ-45.....	38
Figura 26. Bandejas y canaletas.....	39
Figura 27. Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) .....	40
Figura 28. Topología de bus .....	40
Figura 29. Topología en estrella .....	41
Figura 30. Topología en anillo.....	41
Figura 31. Topología árbol.....	42
Figura 32. Topología en malla .....	42
Figura 33. Transformador monofásico 50kVA.....	44
Figura 34. Acometida aérea.....	45
Figura 35. Medidor bifásico trifilar .....	45
Figura 36. Redes eléctricas en tuberías .....	46
Figura 37. Tableros eléctricos de dos circuitos a disposición .....	46
Figura 38. Tableros eléctricos conectados al medidor.....	47
Figura 39. Reguladores electrónicos de tensión al alcance de los estudiantes .....	47

Figura 40. Tableros eléctricos al alcance de los estudiantes.....	47
Figura 41. Tablero eléctrico con mala identificación de sus circuitos.....	48
Figura 42. Tablero eléctrico en posición de difícil acceso.....	48
Figura 43. Tablero eléctrico ubicado en la tienda.....	48
Figura 44. Luminarias usadas en salones, laboratorios y oficinas.....	49
Figura 45. Reflectores usados en cancha.....	49
Figura 46. Tomacorrientes en mal estado.....	50
Figura 47. Tomacorrientes exteriores con protección a la intemperie.....	50
Figura 48. Electrodo de puesta a tierra.....	50
Figura 49. Central telefónica.....	51
Figura 50. Rack sala de sistemas.....	52
Figura 51. Módem-router inalámbrico ubicado en la entrada.....	52
Figura 52. Módem-router inalámbrico ubicado en la pared de la biblioteca.....	53
Figura 53. Módem-router inalámbrico ubicado en la cancha.....	53
Figura 54. Router inalámbrico sala de sistemas.....	54
Figura 55. Switch de 24 puertos.....	54
Figura 56. Switch de 16 puertos.....	54
Figura 57. Router inalámbrico sala de profesores.....	55
Figura 58. Switch de 12 puertos, módem y router al interior del rack.....	55
Figura 59. Luminaria fluorescente HavellsSylvania.....	57
Figura 60. Luminaria fluorescente compacta de incrustar Havells Sylvania.....	57
Figura 61. Visualización del cuarto de telecomunicaciones propuesto.....	60

## GLOSARIO

**ACCESS POINT:** Punto de acceso. Se trata de un dispositivo utilizado en redes inalámbricas de área local (WLAN - Wireless Local Area Network), siendo una red local inalámbrica aquella que cuenta con una interconexión de computadoras relativamente cercanas, sin necesidad de cables. [12]

**CABLE APANTALLADO:** Cable que cuenta con sus pares trenzados cubiertos en toda su longitud, por una fina lamina de papel metálico a la cual se denomina apantallamiento. Se utiliza en instalaciones con riesgo de interferencias. [17]

**CABLE COAXIAL:** Medio físico que transporta señales eléctricas de alta frecuencia. Formado por dos conductores, uno interno y otro externo en forma de malla, aislados entre sí por un material dieléctrico. [1]

**CAPACIDAD DE CORRIENTE:** Corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio. [5]

**CARGA:** La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito. [5]

**CONFIABILIDAD:** Capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempo dados. Equivale a fiabilidad. [5]

**CORRIENTE ELÉCTRICA:** Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro. [5]

**EQUIPOTENCIALIZAR:** Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados. [5]

**FLUJO LUMINOSO:** Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen. [6]

**ILUMINANCIA:** Es la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad es el lux. [6]

**LUMINANCIA:** Es el flujo reflejado por los cuerpos, o el flujo emitido si un objeto se considera fuente de luz. También llamado brillo fotométrico. Su unidad es la candela por metro cuadrado. [5]

**LUMINARIA:** Componente mecánico y óptico de un sistema de alumbrado que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación. [5]

**NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC):** Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización. [5]

**NORMA TÉCNICA:** Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas y directrices. [5]

**PLANO DE TRABAJO:** Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos. [6]

**RED:** Conjunto de dos o más equipos informáticos que están conectados al mismo medio físico. [17]

**RETIE:** Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia. [5]

**RETILAP:** Acrónimo del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público adoptado por Colombia. [6]

**RIESGO:** Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. [5]

**RITEL:** Acrónimo del Reglamento Técnico para Redes Internas de Telecomunicaciones adoptado por Colombia. [4]

**ROSETA:** También conocida como Base de Acceso de Terminal. Es la encargada de recibir los cables de la línea telefónica. [17]

**SOBRECARGA:** Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal. [5]

**SOBRETENSIÓN:** Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema. [5]

**TENSIÓN DE CONTACTO:** Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro. Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo. [5]

**TENSIÓN DE PASO:** Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (aproximadamente un metro). [5]

**VIDA ÚTIL:** Tiempo durante el cual un bien cumple la función para la que fue concebido. [5]

## RESUMEN

El enfoque de este proyecto es evaluar las condiciones actuales de la red eléctrica y de telecomunicaciones del Instituto Tecnológico Dosquebradas, informar acerca del estado de las mismas y hacer los cambios requeridos en el diseño de estas, presentando una propuesta de mejoramiento que cumpla con las normas vigentes establecidas.

En este proyecto se encontraran, los planos eléctricos y de telecomunicaciones actuales al igual que los propuestos para el mejoramiento de la red, se incluirá un informe de la medición del sistema de puesta a tierra realizado en el colegio, además de simulaciones de los espacios del plantel elaboradas empleando el software DIALux –software para el diseño de sistemas de iluminación interior- que permiten garantizar excelentes niveles de iluminación al interior del mismo y un presupuesto que indica el costo que tendría la implementación de esta propuesta de mejoramiento de la red eléctrica y de telecomunicaciones al interior de Instituto Tecnológico de Dosquebradas.

## INTRODUCCIÓN

El Instituto Tecnológico Dosquebradas es un colegio privado de la Fundación Frisby, donde los jóvenes estudiantes se gradúan como Técnicos en Tecnología de alimentos y Gestión de empresas agroindustriales. Ofrece una infraestructura la cual ha sufrido muchas modificaciones desde su fundación, basada en salones, cafetería, biblioteca, sala de profesores, sala de sistemas, laboratorio de química y un laboratorio de alimentos. Siendo fundamental el correcto funcionamiento de su sistema eléctrico y sistema de telecomunicaciones para generar espacios de confiabilidad, orden, y facilitar labores de trabajo y estudio, que mejoren el rendimiento y comodidad en sus labores diarias.

Por dichas razones en este proyecto se planteó la verificación del estado actual de la red eléctrica y de telecomunicaciones. A partir de allí se planteó una propuesta de mejoramiento que brinde soluciones en los casos donde la institución lo requiere y donde es obligatorio realizar un cambio, de manera que se cumpliera con la normatividad de seguridad vigente como la NTC2050, RETIE, RETILAP, y RITEL. Garantizando así redes actualizadas, seguras, que ofrezcan servicios de calidad y protección a las personas de la institución. Así mismo se realizaron mediciones para el sistema de puesta a tierra (STP), identificación y modificación tanto de circuitos ramales eléctricos como del cableado estructurado en las redes de voz y datos. Toda esta información fue consignada en los planos eléctricos y de telecomunicaciones actuales y propuestos elaborados, con el propósito de que quedara allí una documentación del estado en el que se encontraba el colegio y de la propuesta de mejoramiento diseñada en este proyecto.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta que permita el mejoramiento de la red eléctrica y de telecomunicaciones del Instituto Tecnológico Dosquebradas.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el estado actual de la red eléctrica y de telecomunicaciones.
- Realizar la propuesta de diseño para el mejoramiento de la red eléctrica y de telecomunicaciones, de acuerdo a las necesidades requeridas y a las normas vigentes.
- Digitalizar los planos de la nueva red eléctrica y de telecomunicaciones propuesta.
- Elaborar un presupuesto para la implementación de la nueva red eléctrica y de telecomunicaciones propuesta.
- Presentar un informe detallado con la propuesta de mejoramiento, a las directivas del Instituto Tecnológico Dosquebradas, que comprenda aspectos técnicos y financieros.



# CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 RED ELÉCTRICA

Las redes eléctricas se encargan de transportar y distribuir la electricidad desde los centros de generación de energía hasta los usuarios en óptimas condiciones para su consumo y garantizando la mayor eficiencia de los equipos, dentro de los límites de tensión y frecuencia establecidos.

Están conformadas por diferentes elementos como, transformadores, protecciones, seccionadores, elementos de mando y control, equipos de medición, sensores, interruptores, tableros, canalizaciones, tubos, cables, conductores, cajas de conexión. Pueden ser visibles (conductores visibles), ocultas (dentro de paneles), parcialmente ocultas (ductos o tubos) o en techos, muros o pisos. Así mismo, para brindar protección, control, y conducción de la energía eléctrica a equipos y usuarios de la red se debe, evitar el deterioro de los componentes que puedan ser causantes de cortos circuitos y afecten tanto la seguridad como el rendimiento; analizar condiciones actuales y formar un sistema flexible pensando en futuras modificaciones; contar con una red de fácil acceso, operación y mantenimiento a todos sus componentes; pero principalmente preservar la estética y costos del diseño de manera que estén acordes a las necesidades requeridas por el consumidor.

### 1.1.1 Componentes de una red eléctrica

#### 1.1.1.1 Transformador

El transformador es una máquina eléctrica que transforma la energía eléctrica recibida en otra energía eléctrica de características distintas de tensión o corriente, transfiriéndola de un circuito a otro bajo el principio de inducción magnética y conservando siempre una frecuencia constante. Este dispositivo puede aumentar o disminuir la tensión, pero en la mayoría de casos se usa para disminuir la tensión a niveles bajos, evitando así riesgos eléctricos de manipulación por parte de los usuarios.

El transformador puede ser clasificado por [18]:

Su operación: se refiere a la energía o potencia que manejan dentro del sistema eléctrico.

- De distribución: tienen capacidad desde 5 hasta 500kVA (monofásicos y/o trifásicos).
- De potencia: tienen capacidades mayores a 500kVA.

Su número de fases: de acuerdo a las características del sistema al que se conectará.

- Monofásico: transformadores de potencia o distribución conectados a una línea o fase y neutro o tierra. Tiene solo un devanado de alta tensión y uno de baja tensión (ver Figura 1).
- Trifásico: transformadores de potencia o distribución conectados a tres líneas o fases y pueden estar o no conectados a un neutro común o tierra. Tiene tres devanados de alta tensión y tres de baja tensión (ver Figura 2).

Su utilización: de acuerdo a la posición ocupada en el sistema.

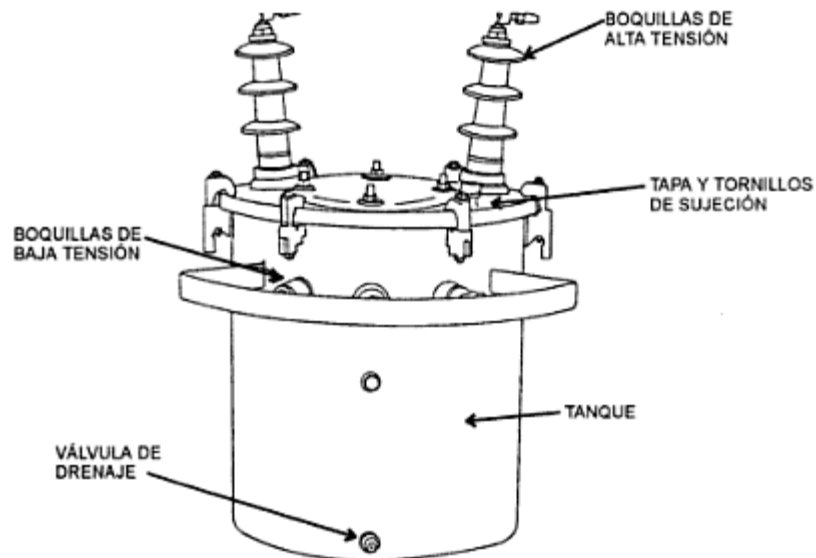
- Para generador: transformadores de potencia que van conectados a la salida del generador. Proporcionan la energía a la línea de transmisión.
- De subestación: transformadores de potencia que se conectan al final de la línea de transmisión para reducir la tensión a nivel de subtransmisión.
- De distribución: reducen la tensión de subtransmisión a tensiones aplicables en zonas de consumo.
- De instrumentos: transformadores de potencial y transformadores de corriente que son usados en la medición, protección y el control.

Su construcción o forma de núcleo: de acuerdo a la posición que existe entre la colocación de las bobinas y el núcleo.

- Núcleo acorazado: el núcleo se encuentra cubriendo los devanados de baja y alta tensión.
- Núcleo no acorazado: es aquel en el cual las bobinas abarcan una parte considerable del circuito magnético.

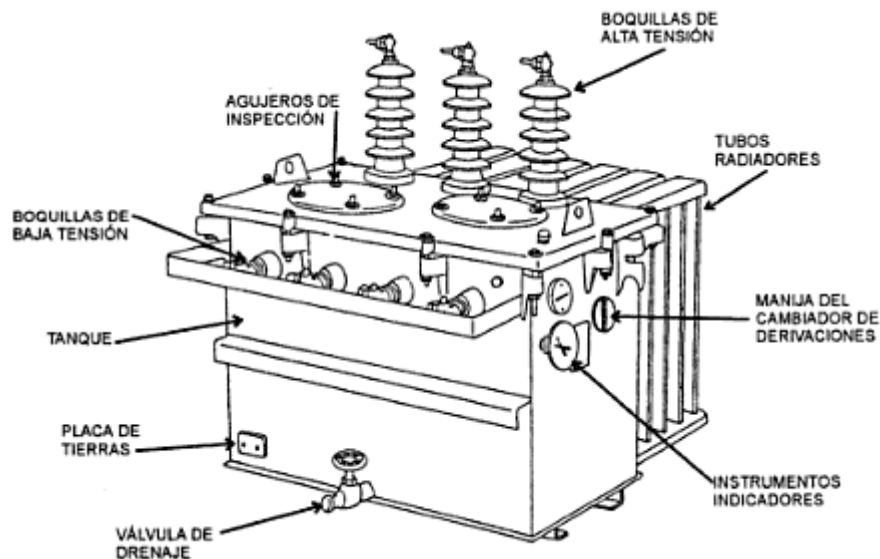
Las potencias normalizadas de los transformadores son: 10, 25, 50, 100, 160, 250, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000 kVA. [3]

**Figura 1. Transformador monofásico**



Tomada de [9]

**Figura 2. Transformador trifásico**



Tomada de [9]

### **1.1.1.2 Acometida y equipo de medición**

La acometida es el punto de conexión de tipo aéreo o subterráneo, entre la red eléctrica de alimentación que abastece al usuario, y el equipo de medición de energía eléctrica, como se observa en la Figura 3. En las terminales de entrada de la acometida se colocan apartarrayos, protegiendo así la instalación y el equipo de

fallas atmosféricas o maniobras de conexión o desconexión por parte de la red de suministro. [2]

Para zonas urbanas la acometida suele ser subterránea, instalándose en cámaras por encima de las canalizaciones de agua o gas, por lo tanto deberá ir en tubos que la protejan de la corrosión, siendo más duraderas y seguras. Mientras que en zonas rurales y vías públicas es de tipo aérea, caracterizándose por la resistencia de sus cables al estar a la intemperie y ubicándose sobre las fachadas de las edificaciones y los postes a una altura no inferior a 6m. [3]

El medidor eléctrico es un equipo de medición propiedad de la compañía suministradora del servicio, que mide la cantidad de energía eléctrica consumida por el usuario, se instala a un lado de la edificación y se conecta a la acometida. Consta de un delgado disco metálico, el cual gira dentro del medidor cuando se hace uso de la energía. Debe estar sellado, protegido contra agentes externos, y de fácil acceso para su lectura y revisión. [2]

**Figura 3. Acometida y equipo de medición**



Tomada de [8]

### **1.1.1.3 Tablero general**

Gabinete metálico resistente a acciones mecánicas, eléctricas y térmicas (ver Figura 4). Es un componente importante para lograr una instalación eléctrica segura, confiable y ordenada, puesto que es el encargado de recibir el servicio de la electricidad y distribuirla a través de los circuitos ramales de la edificación, además en él están reunidos los elementos de accionamiento y control de dichos circuitos. Puede instalarse en superficies o empotrado, con acceso a personal calificado o abierto para instalaciones comunes, su tamaño varía de acuerdo al número de circuitos requeridos de manera que los conductores puedan ser localizados de manera fácil.

Los elementos de control son los interruptores o fusibles los cuales son dispositivos de protección que cortan automáticamente el suministro eléctrico en caso de sobrecargas o corto circuitos, también pueden ser usados para cortar la corriente de los circuitos ramales mientras se trabaja en ellos. [2]

**Figura 4. Tablero general**



Tomado de [7]

#### **1.1.1.4 Circuitos ramales**

Circuitos encargados de suministrar energía a distintas áreas de una instalación eléctrica, se encuentran entre el dispositivo final de protección contra sobrecorrientes y las salidas de alumbrado, contactos o equipos especiales. Se pueden clasificar de la siguiente manera [15]:

- Circuito ramal de uso general: circuito ramal que alimenta diversas salidas para alumbrado y artefactos, en la Figura 5 se enseña un ejemplo.
- Circuito ramal especial de conexión de artefactos eléctricos: circuito ramal que alimenta una o más salidas a las que se pueden conectar los artefactos; tales circuitos no deben contener elementos de iluminación conectados permanentemente que no formen parte de un artefacto.
- Circuito ramal individual: circuito ramal que alimenta un solo equipo de utilización.

**Figura 5. Salidas eléctricas**



Tomado de [7]

### 1.1.2 Riesgos eléctricos

La utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados o incendios, los cuales se han incrementado por el aumento del número de instalaciones, presentándose en los procesos de distribución y uso final de la electricidad la mayor parte de los accidentes. A medida que el uso de la electricidad se extiende se requiere alta exigencia en cuanto a la normalización y reglamentación.

Todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, a continuación se mencionan algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y medidas de protección. [5]

#### 1.1.2.1 Arco eléctrico

Se origina a causa de malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores. Para evitarlo se debe utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar gafas de protección contra rayos ultravioleta (ver Figura 6). [5]

**Figura 6. Arco eléctrico**



Tomada de [5]

#### 1.1.2.2 Ausencia de electricidad

Se origina por un apagón, corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia (UPS), no tener plantas de emergencia. Para evitarlo se debe disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática (ver Figura 7). [5]

**Figura 7. Ausencia de electricidad**

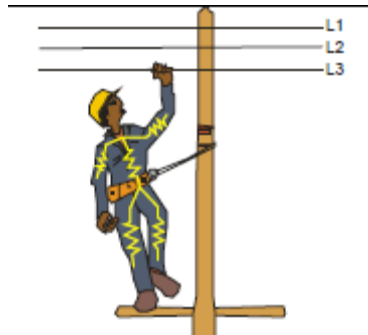


Tomada de [5]

### 1.1.2.3 *Contacto directo*

Causado por la negligencia de técnicos o impericia de no técnicos. Para evitarlo se debe, establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión (ver Figura 8). [5]

**Figura 8. Contacto directo**

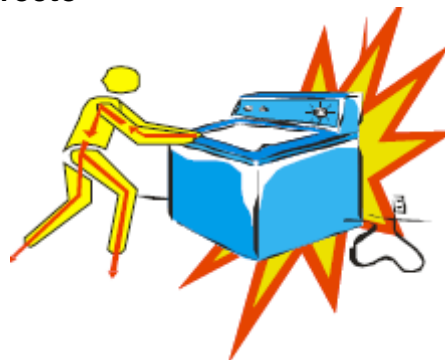


Tomada de [5]

### 1.1.2.4 *Contacto indirecto*

Originado por fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. Para evitarlo debe existir separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo (ver Figura 9).[5]

**Figura 9. Contacto indirecto**

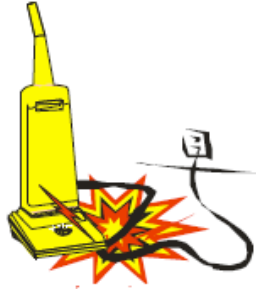


Tomada de [5]

### 1.1.2.5 *Cortocircuito*

Se origina a causa de fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades. Para evitarlo se deben tener interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles (ver Figura 10). [5]

**Figura 10. Cortocircuito**



Tomada de [5]

#### **1.1.2.6 Equipo defectuoso**

Se origina por un mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado. Para evitarlo se debe realizar un mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético (ver Figura 11). [5]

**Figura 11. Equipo defectuoso**

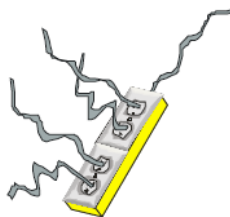


Tomada de [5]

#### **1.1.2.7 Sobrecarga**

Causado por, superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos. Para evitarlo se debe contar con interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles, dimensionamiento adecuado de conductores y equipos (ver Figura 12).[5]

**Figura 12. Sobrecarga**



Tomada de [5]



### 1.1.3 Código de colores para conductores

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación de las tensiones y tipos de sistemas utilizados, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados establecido en la Tabla 1. El código de colores no aplica para los conductores utilizados en instalaciones a la intemperie, diferentes a la acometida, tales como las redes, líneas y subestaciones tipo poste. [5]

**Tabla 1. Código de colores para conductores**

SISTEMA	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ
TENSIONES NOMINALES (V)	120	240/120	240	240/ 208/ 120	380/220	380/220	480/440	480/440	Mas de 1000V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases
FASES	Negro	Negro/ Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta café Rojo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	No aplica	Gris	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
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

Tomada de [5]

### 1.1.4 Iluminación

La iluminación de espacios tiene alta relación con las instalaciones eléctricas, ya que la mayoría de las fuentes modernas de iluminación están sometidas al paso de corriente eléctrica. Una buena iluminación del área de trabajo trae ventajas como la seguridad, productividad y rendimiento en las labores, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida.

Por tanto, un buen diseño luminotécnico es fundamental para cumplir con los factores deseados en la iluminación de cada área y debe asegurar el cumplimiento de los niveles de luminancia de acuerdo al lugar y a la actividad a desarrollar allí, estipulado en el RETILAP, tal y como se observa en la Tabla 2. [6]

**Tabla 2. Niveles de iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades**

Lugar	Niveles de Iluminancia (lx)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Salones de clase			
Iluminación general	300	500	750
Tableros para emplear con tizas	300	500	750
Elaboración de planos	500	750	1000

**Continuación Tabla 2. Niveles de iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades**

Salas de conferencias			
Iluminación general	300	500	750
Tableros	500	750	1000
Bancos de demostración	500	750	1000
Laboratorios	300	500	750
Salas de arte	300	500	750
Talleres	300	500	750
Salas de asamblea	150	200	300

Tomada de [6]

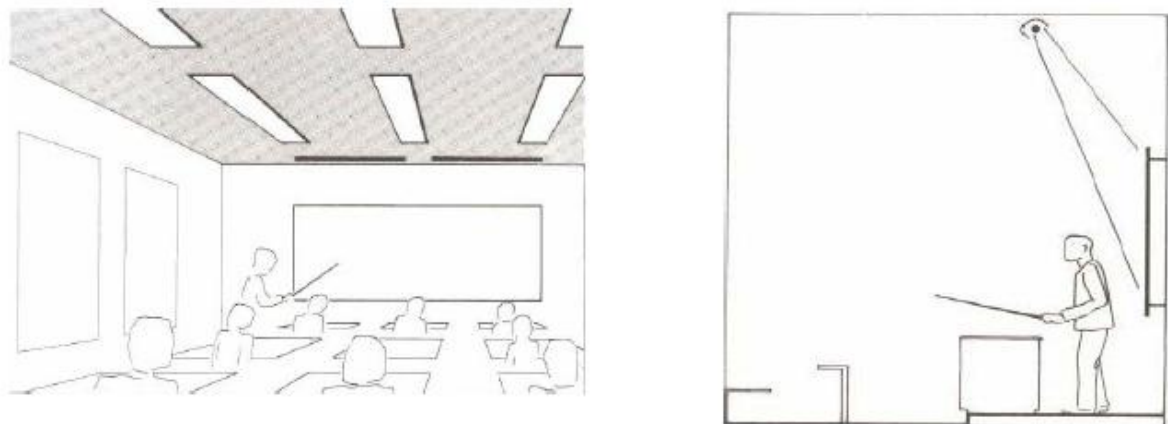
**1.1.4.1 Iluminación de oficinas**

En este tipo de locales las luminarias van empotradas en el techo o adosadas en él, con lámparas fluorescentes, como se muestra en la Figura 13. Se puede realizar la misma distribución de luminarias para salas similares, cualquiera sea su dimensión, siempre y cuando cumplan con los requisitos de nivel de iluminación, dado que en el diseño las luminarias se disponen normalmente siguiendo un modelo regular de líneas rectas y solo se llevan a cabo tareas de leer, escribir, dibujar, uso de computador. [6]

**1.1.4.2 Iluminación en instituciones educativas, salas de lectura, auditorios**

El diseño de iluminación en este tipo de lugares requiere de especial cuidado, puesto que una iluminación deficiente podría generar afectaciones visuales en las personas que hicieran uso del lugar. La iluminación de estas áreas debe permitir actividades de escritura, lectura de libros y del tablero. Como estas actividades son parecidas a las de las oficinas, los requisitos de estas pueden aplicarse aquí. [5]

**Figura 13. Iluminación en aulas de clase y tableros**



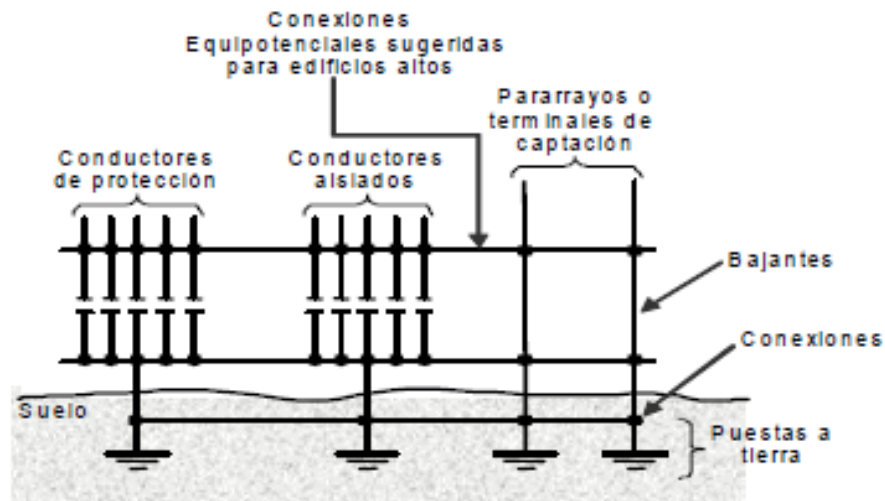
Tomada de [6]

### 1.1.5 Sistema de puesta a tierra

Toda instalación eléctrica cubierta por el RETIE, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un sistema de puesta a tierra (SPT). Así mismo la red interna de telecomunicaciones deberá estar diseñada e implementada, cumpliendo los aspectos relativos a la seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, de manera que satisfaga lo establecido en el RETIE y la NTC 2050. [4]

Un sistema de puesta a tierra (ver Figura 14) es importante debido a que garantiza condiciones de seguridad a los seres vivos, permite a los equipos de protección conducir y disipar rápidamente las corrientes de falla, sobretensiones, rayos o maniobra, sirve de referencia común al sistema eléctrico y realiza una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos. Todos los sistemas de puesta a tierra cuentan con unos materiales los cuales deberán ser certificados y cumplir con algunos requisitos mencionados a continuación [5]:

**Figura 14. Sistema de puesta a tierra**



Tomada de [5]

#### 1.1.5.1 Electrodo de puesta a tierra

Puede ser de tipo varilla, tubo, placa, flejes o cables y de material de cobre, acero inoxidable, acero galvanizado en caliente o acero con recubrimiento total de cobre. Se debe garantizar que su resistencia a la corrosión sea mínimo de 15 años a partir de la fecha de instalación. Si es tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4m de longitud y debe contar con la información del fabricante. El electrodo debe enterrarse en su totalidad a una profundidad de no menos de 2,4m, su unión con el conductor de puesta a tierra se hace con soldadura exotérmica. Puede ser enterrado de manera vertical, horizontal en una zanja a no menos de 0,75m o con una inclinación no mayor a 45°.

#### **1.1.5.2 Conductor del electrodo de puesta a tierra**

Conductor que une la puesta a tierra con el barraje principal de puesta a tierra, debe ser de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre. El material debe ser resistente a la corrosión que se pueda producir en la instalación. El conductor debe ser macizo o trenzado, aislado, forrado o desnudo y debe ser un tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

#### **1.1.5.3 Conductor de protección o de puesta a tierra de equipos**

Puede ser un conductor de cobre u otro material resistente a la corrosión, un tubo conduit de metal rígido, metálico, metal flexible, una tubería metálica eléctrica, bandejas portacables, canalizaciones metálicas con continuidad eléctrica, siempre y cuando tengan certificación de puesta a tierra. Debe ser un conductor continuo, sin interrupciones o medios de desconexión, debe acompañar los conductores activos durante todo el recorrido.

### **1.1.6 Normativa para redes eléctricas**

#### **1.1.6.1 Código eléctrico colombiano-NTC2050**

Para salvaguardar las personas y bienes contra los riesgos que surjan por el uso de la electricidad existe la Norma Técnica Colombiana-NTC2050. La cual contiene disposiciones necesarias para la seguridad, dando lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.

Dentro de los riesgos, se pueden resaltar los causados por sobrecarga en instalaciones eléctricas, debido a que no se utilizan de acuerdo con las disposiciones de este código. Esto sucede porque la instalación inicial no prevé los posibles aumentos del consumo de electricidad. Una instalación inicial adecuada y una previsión razonable de cambios en el sistema, permitirá futuros aumentos del consumo eléctrico. [15]

#### **1.1.6.2 Reglamento técnico de instalaciones eléctricas**

La dependencia y el aumento progresivo del consumo de la electricidad en la vida actual, obliga a establecer unas exigencias y especificaciones para las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, garantizando así la seguridad de las personas, la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente.

El RETIE se aplica en instalaciones eléctricas nuevas, ampliaciones, remodelaciones, realizadas a partir de su entrada en vigencia (1 de Mayo de 2005). Su propósito es fijar parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas, las personas, prevenir, reducir o eliminar los riesgos de origen eléctrico. [5]

### **1.1.6.3 Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público**

La luz es un componente esencial en cualquier medio ambiente, por este motivo, el diseño de iluminación es la búsqueda de soluciones que optimicen la relación visual entre el usuario y entorno. Así mismo la iluminación se relaciona con las instalaciones eléctricas, dado que las fuentes de iluminación requieren de corriente eléctrica para funcionar. De ahí la importancia de ofrecer calidad en las instalaciones de iluminación interior, puesto que una buena iluminación mejora el rendimiento de trabajo y el confort visual.

Por ende, para evitar accidentes por la deficiencia de los niveles de iluminación, luminancia en lugares de concentración de personas, el RETILAP fijo las condiciones para evitar accidentes o lesiones visuales. Minimizando las deficiencias en los diseños de iluminación, exigiendo requisitos para el uso racional y eficiente de la energía y protegiendo el medio ambiente. En consecuencia el RETILAP se aplica a toda instalación de iluminación nueva, remodelada o ampliada, pública o privada, construida después de su entrada en vigencia (6 de Agosto de 2009). Considerando como una instalación de iluminación, los circuitos eléctricos de alimentación, fuentes luminosas y luminarias usadas para iluminación interior y exterior de bienes de uso público o privado. [6]

## **1.2 RED DE TELECOMUNICACIONES**

Las redes de telecomunicaciones son la infraestructura completa que cuenta con medios de transmisión, conmutación, enrutamiento, equipos terminales que tienen, un manejo con exactitud de la información generada, la rapidez de transporte hasta el punto donde requiera ser usada, y la capacidad para la transmisión de voz, datos, video, logrando así establecer una comunicación entre sus diferentes dispositivos de red. Así mismo estas redes deben proporcionar alta confiabilidad, control, preservación de la información, y gran funcionamiento de la red, de ahí que en la actualidad los sistemas de cableado para las redes de telecomunicaciones sean tan importantes como las redes de suministro de energía eléctrica.

Estas deberán estar diseñadas, construidas, montadas y probadas de manera que cumplan los aspectos relativos a la seguridad eléctrica, de compatibilidad electromagnética, establecido en el RETIE. Cuando se instalen los distintos equipos, se deberá crear una red mallada equipotencial que conecte las partes metálicas accesibles de todos ellos entre si y al anillo a tierra del inmueble. Además todos los cables con portadores metálicos de telecomunicaciones procedentes del exterior del edificio deberán ser apantallados, las puestas a tierra y sus barrajes de conexiones o soldaduras se deberán conformar cumpliendo el RETIE y la norma NTC 2050. [4]

Entre los componentes que conforman esta red se encuentran, el cableado estructurado que consiste en una estructura flexible de cables que puede aceptar y soportar varios sistemas de cómputo y telefonía; las topologías usadas, los dispositivos usados para integrar la red, los sistemas de protección que permitan que se tenga una red protegida, libre de peligros que brinde seguridad a los usuarios que disponen de ella.

### **1.2.1 Componentes de una red de telecomunicaciones**

#### **1.2.1.1 Cableado estructurado**

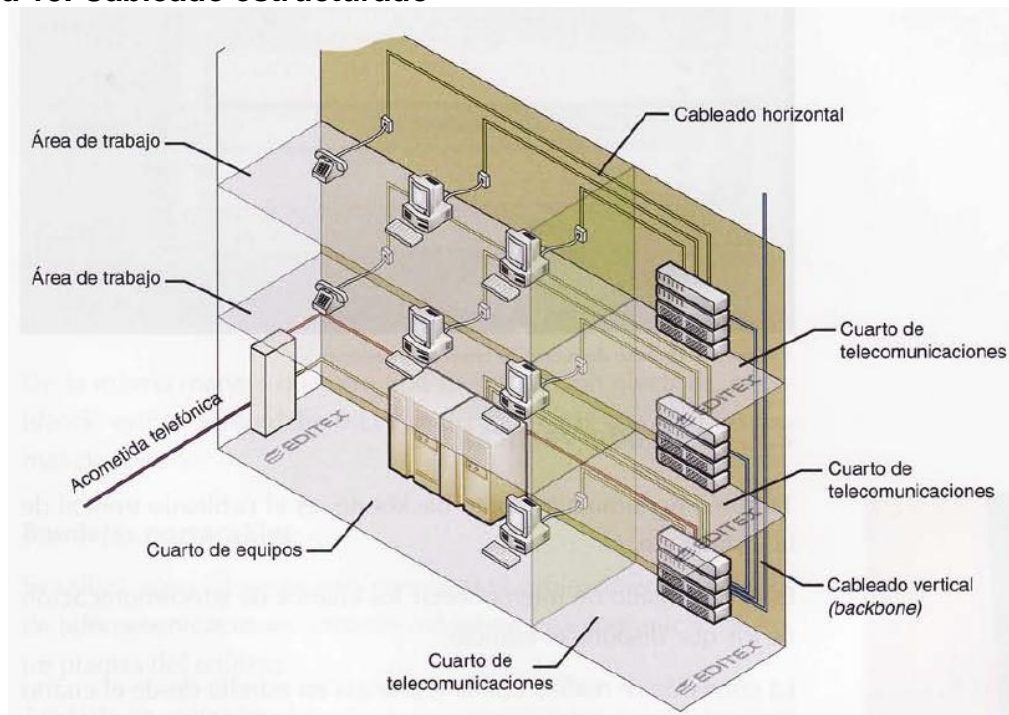
El cableado estructurado puede considerarse como un sistema de cableado integrado que permite transportar cualquier tipo de señal: voz, datos, video. También como una red que cubre todas las áreas del lugar sin considerar el uso específico de cada una de ellas, es decir, se puede prestar allí cualquier tipo de servicio: oficina, centro de cómputo, área de fax, etcétera. [13]

Una instalación de cableado estructurado deberá incluir los cables como soporte físico para la transmisión de datos y todos los elementos (tomas, paneles, switch, router, etcétera) que permitan la conexión entre los dispositivos de red.

Se caracteriza por su flexibilidad en el momento de hacer reformas o reestructuración del cableado, ampliación del sistema, facilidad en su administración y mantenimiento, y en la búsqueda de problemas o daños en el sistema, en la Figura 15 se puede apreciar un ejemplo. Se dan dos tipos de cableado estructurado [17]:

- Cableado vertical: denominado backbone, es el cableado troncal de la instalación. Se encarga de interconectar los cuartos de telecomunicaciones que se dispongan en el lugar. Se realiza mediante la topología en estrella desde el cuarto de telecomunicaciones principal.
- Cableado horizontal: es el cableado que se distribuye desde el cuarto de telecomunicación mediante la topología en estrella hacia todos los tomas RJ-45 ubicados en las diferentes áreas de trabajo.

**Figura 15. Cableado estructurado**



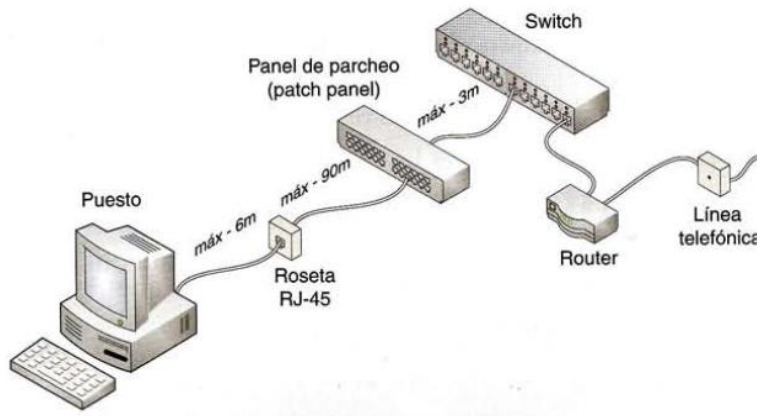
Tomada de [17]

Para el correcto funcionamiento de la instalación del cableado estructurado se han establecido unas distancias máximas para el cableado entre elementos, tal y como se muestra en la Figura 16:

- La distancia entre el rack y el punto de acceso del usuario más alejado deberá ser menor o igual a 90m. [4]

- Entre los switch y los patch panels deberá existir una distancia de máximo 3m. [17]
- Entre el toma de conexión y el dispositivo de red o computador la distancia máxima será de 6m. [17]

**Figura 16. Distancias en el cableado estructurado**



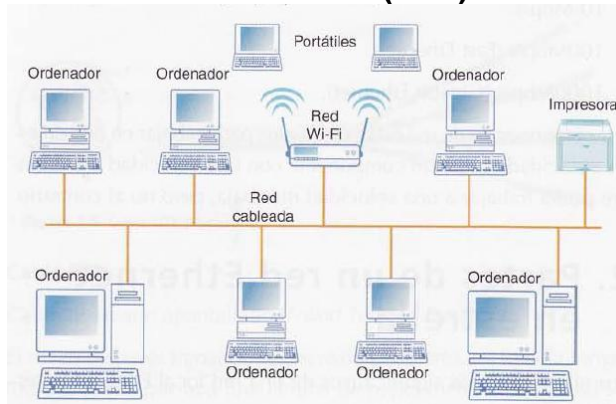
Tomada de [17]

### 1.2.1.2 Red de área local (LAN)

Red de dispositivos como son ordenadores, impresoras, servidores y demás equipos de interconexión que pertenecen a una red dentro de un mismo edificio o planta, que cubren una área geográfica relativamente pequeña, su extensión generalmente no abarca más de dicha planta o edificio (ver Figura 17). [16]

Cuando se cuenta con más redes LAN ubicadas en otros edificios pero que comparten la misma información se usan las redes de área metropolitana (MAN), las cuales se forman por la interconexión de varias redes LAN, ofreciendo una cobertura más amplia a la ofrecida por las redes de área local. [13]

**Figura 17. Esquema de la red de área local (LAN)**



Tomada de [17]



### 1.2.1.3 Cable UTP

Los sistemas de cableado estructurado solamente utilizan cables de pares trenzados UTP o cables de pares no blindados, en estos cables los pares de hilos están trenzados en toda su longitud. No disponen de blindaje ni apantallamiento, son de uso extendido, porque son más delgados, económicos, manejable y ocupan poco espacio. Están formados por cuatro pares de hilos sólidos de cobre, cada hilo está cubierto por un aislante y los conjuntos de pares van rodeados por una cubierta plástica. Cada uno de los pares suele tener una combinación de colores específica que facilita su conexión, esto se aprecia en la Figura 18. [16]

Los cables están diseñados para trabajar en una categoría determinada. Las categorías tienen asignados números en función de la velocidad que soporta el cableado, aunque para que un elemento pueda pertenecer a una red normalizada de cableado estructurado, deberá pertenecer al menos a la categoría 5 ó 6. Actualmente están definidas varias categorías como se muestra en la Tabla 3. [17]

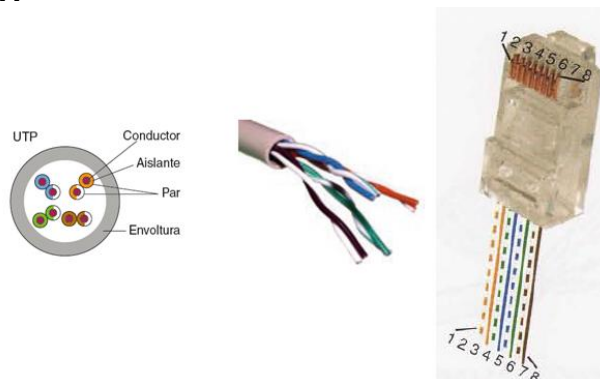
**Tabla 3. Categoría del cableado**

Categoría del cableado	Velocidad de transmisión	Aplicaciones
Categoría 1	-	Telefonía
Categoría 2	Hasta 4 Mbps	Datos
Categoría 3	Hasta 10 Mbps	Datos
Categoría 4	Hasta 10 Mbps	Datos
Categoría 5	Hasta 100 Mbps	Datos (Fast Ethernet)
Categoría 6	Hasta 1 Gbps	Datos (Gigabit Ethernet)

Tomada de [17]

El grosor de un cable de telefonía es de 22 AWG y el de red es más delgado con 24 AWG. El siguiente código es el típico para conexiones de red de tipo LAN para el cable de cuatro pares (ver Figura 18): 1. Blanco-Naranja, 2. Naranja, 3. Blanco-Verde, 4. Azul, 5. Blanco-Azul, 6. Verde, 7. Blanco-Marrón, 8. Marrón. [1]

**Figura 18. Cable UTP**



Tomada de [17]

#### 1.2.1.4 Cuarto de telecomunicaciones

Es el lugar de uso exclusivo para el sistema de cableado de telecomunicaciones, donde ira instalado el rack y se albergan los dispositivos tales como centrales telefónicas, switch, routers, hubs, patch panels y demás elementos. Su ubicación será en lugares reservados y su dimensión dependerá de la cantidad de puntos de acceso definidos en el lugar, además estarán equipados con canaletas para el tendido de los cables.

Tendrán una puerta de acceso metálica, con apertura hacia el exterior y dispondrán de cerradura con llave común para los usuarios autorizados, estarán protegidos de la humedad y al menos a dos metros de distancia de transformadores eléctricos o cuarto de equipos de aire acondicionado. Además se deberá garantizar una adecuada ventilación para mantener las condiciones ambientales referentes a la temperatura, por lo que se debe disponer de ventilación mecánica que permita una renovación total del aire del salón. Como mínimo deberá contar con dos bases de enchufe con toma de tierra y capacidad para 16 A, y cumplir con un mínimo nivel de iluminación de 300 lx. Todo lo anterior relativo a las instalaciones eléctricas se cumplirá con lo establecido en el RETIE. En la Tabla 4 se definen las dimensiones para dicho cuarto. [4]

**Tabla 4. Dimensiones mínimas de los salones de telecomunicaciones**

Núm. de puntos de acceso	Altura (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
Hasta 20	2,3	1	0,5
De 21 a 30	2,3	1,5	0,5
De 31 a 45	2,3	2	0,5
De 46 a 60	2,3	2	2
Más de 60	2,3	6m <sup>2</sup>	

Tomada de [4]

#### 1.2.1.5 Rack

Estructura para alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones, cuyo ancho normalizado es de 19 pulgadas (48,26 cm). Su altura se mide en unidades de rack (U), siendo 1U equivalente a 1,75 pulgadas o 4,445 cm. Pueden ser de dos tipos [1], como se muestra en la Figura 19:

- Abiertos: no disponen de tapas o puertas de cierre. En este caso, todos los dispositivos están al aire y se dispone de un fácil acceso.
- Cerrados: son de tipo armario. Se instalan en lugares en los que se aconseja protección del cableado y los dispositivos ante agentes externos. Estos a su vez pueden ser de suelo o pared.

En la parte delantera se encuentra el acceso a los puertos de los patch panels, switch y patch cords que los unen. Por la parte trasera se saca el conjunto de cables que se dirige a las áreas de trabajo, y se encuentra la alimentación de los equipos. [17]

**Figura 19. Tipos de rack**



Tomada de [17]

#### **1.2.1.6 Módem**

Dispositivo electrónico que permite conectar un ordenador a Internet a través de la red telefónica (ver Figura 20). Se define módem por las primeras letras de modulador y demodulador, puesto que el módem convierte (modula) las señales digitales en señales analógicas para enviarlas por la línea telefónica y decodifica (demodula) las señales de entrada analógicas para convertirlas en señales digitales al recibirlas.

El módem ha sido el dispositivo más usado para el acceso a Internet, antes aprovechando el ancho de banda de la línea de red de telefonía básica, ahora aprovechando el ancho de banda de la red de televisión a través del cable coaxial.

**Figura 20. Módem**



Tomada de [17]

### **1.2.1.7 Router**

Dispositivo electrónico de la capa de red del modelo OSI/ISO empleado para traducir la información de una red a otra y encargado de enrutar las unidades de información, buscando la ruta más óptima para el envío de datos. La información se intercambia mediante direcciones lógicas, y aunque este tiene acceso a la información física, solo intercambia información lógica.

Los routers no solo permiten la conexión entre redes en el segundo nivel (enlace de datos) del modelo OSI/ISO, sino también la comunicaciones entre redes de nivel de red, es decir, interpretan el nivel de enlace y pueden escoger entre diferentes redes para la transferencia a la red correcta del mensaje. Pueden interconectar redes con diferentes protocolos físicos y de enlace de datos, debido a que la dirección de origen y destino la toman del nivel de red. [13]

El router (ver Figura 21) se conecta mediante un conector RJ-45 a la red local de ordenadores, algunos suelen disponer de conexión inalámbrica. [17]

**Figura 21. Router**



Tomada de [17]

### **1.2.1.8 Switch**

Dispositivo que une en un nodo todos los equipos participantes de una red (ver Figura 22). Cuenta con capacidad de conmutación, por ejemplo, si se envía de un ordenador datos a otro, solamente este los va a recibir. Es decir, el switch es capaz de discriminar la información según el equipo o equipos, a los que va dirigida. El switch adapta la velocidad de transmisión en función de los participantes que se van a comunicar, por ejemplo, si se comunican dos ordenadores, según el equipo, la velocidad se adaptara al más lento de los dos participantes. Requiere de alimentación eléctrica para funcionar, algunos suelen tener una fuente de alimentación externa, otros se conectan directamente a la red eléctrica. [17]

**Figura 22. Switch**

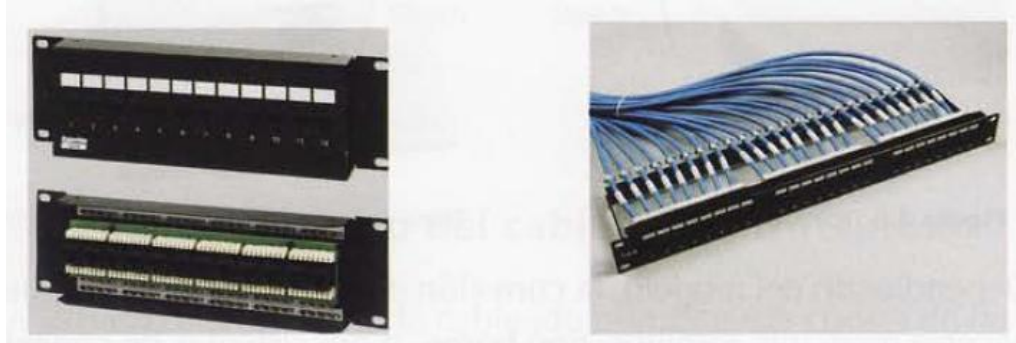


Tomada de [17]

#### **1.2.1.9 Patch panel**

Los paneles de parcheo (ver Figura 23), son elementos pasivos que permiten centralizar y flexibilizar la conexión de los diferentes equipos que participan en la red. Se montan junto con los switch y ambos se alojan en los racks. Están disponibles con diferentes números de puertos (12, 16, 24...), no necesitan alimentación eléctrica y según el modelo pueden disponer de un sistema de conexión propio o a través de conectores RJ-45 tipo keystone. [17]

**Figura 23. Patch Panel**



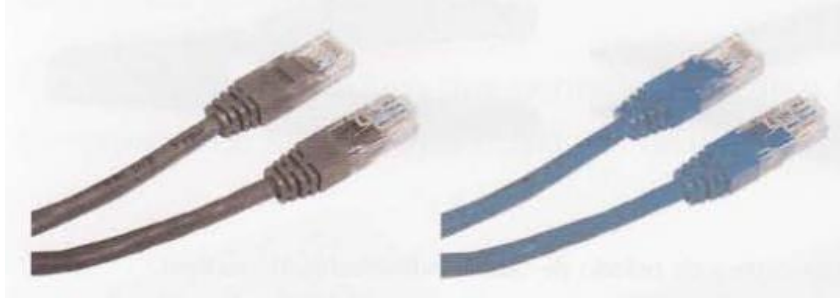
Tomada de [17]

#### **1.2.1.10 Patch cord**

Cable de red UTP de tipo manguera que dispone de pares hilos trenzados y codificados por colores (ver Figura 24), se utiliza para conectar los diferentes dispositivos de red, además de unir físicamente los patch panels con los switches ubicados al interior del rack.

Cuando se realice la instalación de los patch cords se deben evitar pliegues en ángulos menores a 90°, las curvas muy cerradas, las excesivas torsiones y en caso de defecto de aislamiento, deberá cambiarse. Todas las derivaciones y conexiones se realizan en el rack, por lo tanto no se deben realizar empalmes. Se recomienda organizarlos por zonas en caso de operaciones de mantenimientos, reparación o reformas y usar marcadores en ambos extremos del cable, con el fin de identificar cada uno de los conductores. [17]

**Figura 24. Patch cord**



Tomada de [17]

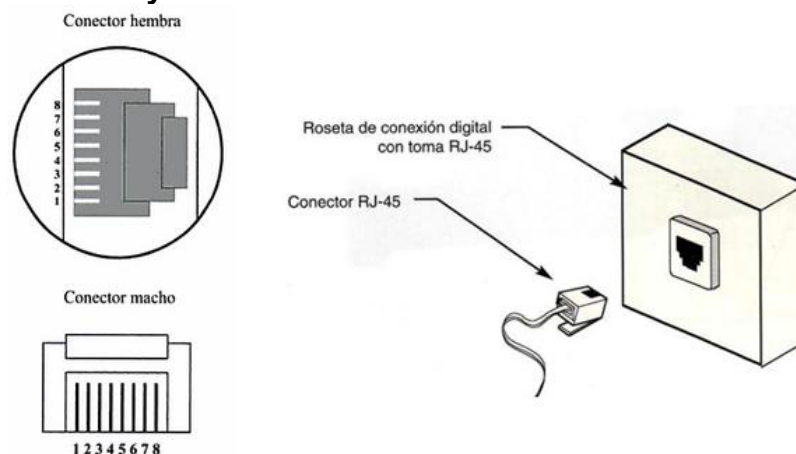
#### **1.2.1.11 Conector y toma RJ-45**

El conector RJ-45 (siglas de las palabras “Registered Jack” o clavija registrada) tiene un amplio uso en el cableado estructurado. Empleado para realizar la conexión de equipos, de terminales a redes de área local y de terminales a redes de telefonía digital. Para cables de tipo UTP el conector cuenta con ocho contactos. [16]

Existe un tipo de conectores RJ-45 denominado tipo keystone los cuales son de pequeñas dimensiones y se pueden adaptar a los patch panels o tomas de conexión si aceptan este sistema. Disponen de un mecanismo de fijación rápida sobre la carcasa, ahorrando tiempo en el montaje. Su compatibilidad con todo tipo de sistemas y fabricantes les han hecho muy populares en las instalaciones de cableado estructurado. [17]

Los tomas RJ-45 (Hembra) es el lugar donde se conectan los conectores RJ-45 (Macho), tal y como se enseña en la Figura 25, pueden ser de superficie, de empotrar, para canaleta exterior. La conexión del cable en el toma puede hacerse mediante tornillos, tipo borne, o por sistemas de conexión rápida. [17]

**Figura 25. Conector y toma RJ-45**



Tomada de [16,17]

### 1.2.1.12 *Bandejas y canaletas*

Así como las instalaciones eléctricas, el cableado estructurado debe estar canalizado. Para esto se hace uso de las bandejas portacables las cuales se usan en cuartos de telecomunicaciones y en el cableado horizontal para cablear las diferentes áreas de trabajo. También se encuentran las canaletas de superficie que son las más usadas para llevar los cables a las áreas de trabajo. Estas formas de canalización son flexibles ante posibles modificaciones o reformas en el cableado estructurado (ver Figura 26).

Hay que tener en cuenta que el cableado estructurado va separado de la instalación eléctrica, por lo que se debe contar como dos bandejas o en el caso de las áreas de trabajo, usar canaletas de dos compartimientos independientes entre sí. [17]

**Figura 26. Bandejas y canaletas**



Tomada de [17]

### 1.2.1.13 *Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS)*

Dispositivo que permite mantener la alimentación de una línea eléctrica durante un breve periodo de tiempo (ver Figura 27), después de la interrupción del suministro eléctrico en la zona donde esté instalado. Dispone de una batería que se carga continuamente, siempre que esté conectado a la red eléctrica. Cuando se produce un corte del suministro, un circuito de disparo conecta esta batería al circuito de salida, a través de un sistema electrónico que convierte la corriente continua en corriente alterna, permitiendo que los equipos informáticos funcionen de forma temporal hasta que la batería se descargue por completo.

Este no hace parte de la instalación del cableado estructurado, pero es muy importante para mantener los datos de los equipos informáticos, por lo que actualmente es muy usado. Su potencia radica en la cantidad de equipos a proteger. [17]

**Figura 27. Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS)**



Tomada de [17]

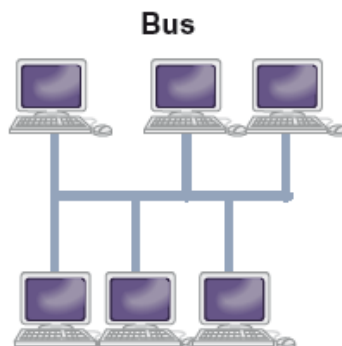
## **1.2.2 Topologías de la red de telecomunicaciones**

Es la manera en cómo se distribuye o conecta la red para poder comunicar entre sí sus elementos. Entre las más importantes se encuentran [1]:

### **1.2.2.1 Topología de bus**

Solo existe un único canal de comunicaciones que comparten los diferentes dispositivos de la red. Este canal se llama bus, troncal o backbone. Sus ventajas son la fácil implementación y simplicidad. Pero tiene desventajas como el límite de equipos, degradación de la señal, los problemas de la red influyen en todos los equipos (ver Figura 28).

**Figura 28. Topología de bus**



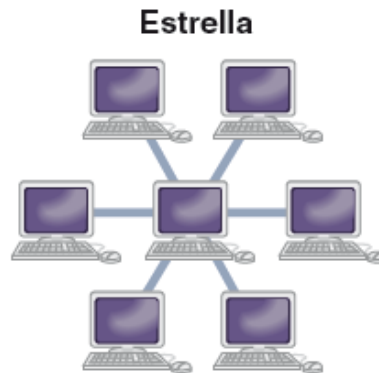
Tomada de [1]

### **1.2.2.2 Topología en estrella**

Todos los equipos están conectados a un punto central, en el cual se realizan todas las comunicaciones. Es la topología que siguen la mayoría de redes que cuentan con un router y switch, siendo estos el nodo central. Tiene entre sus ventajas que si un terminal falla el resto de la red no se ve afectada, por lo que se hace necesario el uso de una UPS, de fácil prevención, pero también tiene desventajas como si el nodo central falla, la red se desconecta, además que requiere demasiado cableado (ver Figura 29).



**Figura 29. Topología en estrella**

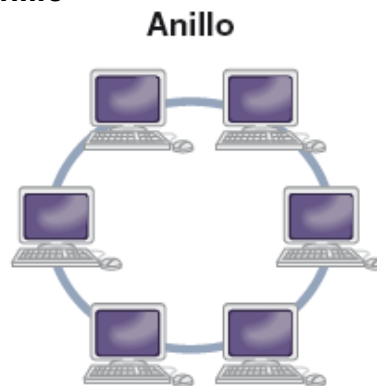


Tomada de [1]

### **1.2.2.3 Topología en anillo**

Cada estación está conectada a la siguiente y la última a la primera, cerrando el círculo. Este tipo de topología tiene las mismas ventajas e inconvenientes que la topología de bus, siendo el más preocupante su fragilidad, puesto que si un terminal falla, la red no funciona (ver Figura 30).

**Figura 30. Topología en anillo**

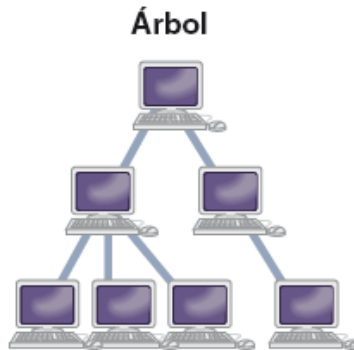


Tomada de [1]

### **1.2.2.4 Topología árbol**

Tiene una estructura jerárquica. Si un nodo falla, deja un grupo de terminales sin conexión. Usado mucho en redes de telefonía (ver Figura 31).

**Figura 31. Topología árbol**

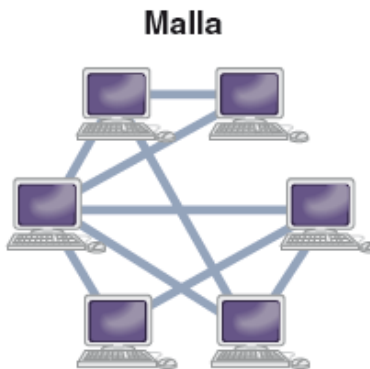


Tomada de [1]

### **1.2.2.5 Topología en malla**

Todos los nodos están conectados entre sí con varias conexiones a otros equipos. Tiene un costo alto, pero es tolerante a fallos (ver Figura 32).

**Figura 32. Topología en malla**



Tomada de [1]

## **1.2.3 Normativa para redes de telecomunicaciones**

### **1.2.3.1 Reglamento técnico para redes internas de telecomunicaciones**

Las necesidades de información crecen con el pasar del tiempo, y estar informados es cada vez más importante para las personas, quienes han buscado la manera de recopilar la información y superar estas necesidades mediante el uso de las redes de telecomunicaciones. Siendo estas el conjunto de equipos y programas que unidos permiten la transferencia de información, aumentan la eficiencia de las tareas, la capacidad de acceso a los datos, permitiendo la comunicación de las personas.

Por esta razón se puso a disposición este reglamento, el cual establece medidas técnicas relacionadas con el diseño, construcción, y puesta en servicio de las

redes internas de telecomunicaciones bajo estándares de ingeniería internacionales. Por otra parte contribuye a garantizar la protección de la vida y la salud humana, exigiendo que los cables usados en la red interna de telecomunicaciones sean de material no propagador de llama, libres de halógenos y bajos en emisión de humos.

El RITEL se aplica a todos aquellos inmuebles que soliciten licencia de construcción como obra nueva y las obras construidas con anterioridad a la entrada en vigencia del reglamento (18 de Octubre de 2011) y a los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones, operadores de televisión cableada y cerrada de televisión satelital. [4]

## **CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS REDES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DOSQUEBRADAS**

### **2.1 PLANO ESTRUCTURAL**

El Instituto Tecnológico Dosquebradas cuenta con su plano estructural actualizado y de manera digital, lo que permitió realizar un estudio de su infraestructura al momento de describir el estado actual y en la ejecución de la propuesta. En cuanto a las redes eléctricas y de telecomunicaciones no existe información detallada, por lo que se tuvieron que realizar los planos para que la institución contara con dicha documentación.

### **2.2 RED ELÉCTRICA ACTUAL**

La energía eléctrica es distribuida al colegio por medio de un transformador monofásico de 50kVA. De allí sale al Instituto Tecnológico Dosquebradas la acometida aérea la cual al llegar al colegio se encuentra por tubería, hasta conectarse con el medidor bifásico trifilar suministrado por la empresa prestadora del servicio eléctrico. Lo anterior se observa en las Figuras 33, 34, 35.

**Figura 33. Transformador monofásico 50kVA**



**Figura 34. Acometida aérea**



**Figura 35. Medidor bifásico trifilar**



El Instituto Tecnológico Dosquebradas cuenta con su red eléctrica cableada por tuberías en el techo o pared, puesto que hace poco se hizo una reforma en esta y todo el cableado se dispuso en las respectivas tuberías, por lo que no existen cables a la vista, como se observa en la Figura 36. Como el colegio ha sido ampliado y modificado en varias ocasiones desde su fundación, se presentan varios tableros eléctricos en todo el colegio, algunos de ellos de solo dos circuitos a su disposición, los cuales se conectan al medidor como se observa en las Figuras 37 y 38, a causa de la inexistencia de un tablero principal.

**Figura 36. Redes eléctricas en tuberías**



**Figura 37. Tableros eléctricos de dos circuitos a disposición**



Algunos de los tableros se encuentran al alcance de los estudiantes y no poseen información de precaución, igualmente en la sala de sistemas se encuentran reguladores electrónicos de tensión al lado de los puestos de trabajo de los estudiantes, lo que puede representar un riesgo. Esto se puede observar en las Figuras 39 y 40.

**Figura 38. Tableros eléctricos conectados al medidor**



**Figura 39. Reguladores electrónicos de tensión al alcance de los estudiantes**



**Figura 40. Tableros eléctricos al alcance de los estudiantes**



Se encontraron tableros eléctricos los cuales no tenían información del circuito que le correspondía o tenían mal identificados los circuitos lo que es un grave inconveniente en un caso de emergencia, un ejemplo de esto se muestra en la Figura 41. También se observó un tablero en una posición de difícil acceso porque está cercano al techo de la sala de sistemas, usado para controlar el aire acondicionado y un tablero ubicado en la tienda el cual no poseía la tapa de protección y tenía su cableado a la vista, como se enseña en las Figuras 42 y 43.

**Figura 41. Tablero eléctrico con mala identificación de sus circuitos**



**Figura 42. Tablero eléctrico en posición de difícil acceso**



**Figura 43. Tablero eléctrico ubicado en la tienda**





En algunos lugares del colegio se cuenta con luminarias fluorescentes T8 2x32 W de marca Havells Sylvania, en otros se cuenta con luminarias de incrustar fluorescentes compactas 2x15 W y en los demás con luminarias individuales fluorescentes compactas de 15 W. Mientras que en la cancha se cuenta con dos reflectores a cada lado marca Philips Tempo de 400 W cada uno, tal y como se observa en las Figuras 44 y 45. Todas las luminarias encontradas se encuentran en buen estado y no requieren modificación alguna.

**Figura 44. Luminarias usadas en salones, laboratorios y oficinas**



**Figura 45. Reflectores usados en cancha**



Los salones solo disponen de un tomacorriente y algunos se encontraron en mal estado o fuera de servicio, esto se puede observar en la Figura 46. Los baños no cuentan con tomacorrientes GFCI y en el exterior se encuentran tomacorrientes con protector para intemperie, como se muestra en la Figura 47. Así mismo cuenta con un electrodo de puesta a tierra el cual está ubicado entre la sala de sistemas y la cancha en una cámara para su inspección, como se observa la Figura 48.

**Figura 46. Tomacorrientes en mal estado**



**Figura 47. Tomacorrientes exteriores con protección a la intemperie**



**Figura 48. Electrodo de puesta a tierra**



El plano eléctrico actual para la primera planta, la biblioteca y el laboratorio de alimentos puede observarse en los anexos A, B, y C, con sus respectivos cuadros de carga y diagramas unifilares.

## 2.3 RED DE TELECOMUNICACIONES ACTUAL

### 2.3.1 Red de voz

El Instituto Tecnológico Dosquebradas cuenta con una central telefónica marca Panasonic Electronic Modular Switching System KX T61610B, la cual se ubica en la sala de sistemas debajo del rack como se indica en la Figura 49. Las extensiones se encuentran distribuidas en toda la institución llegando a la asistencia administrativa, rectoría, secretaría, psicología, aula de apoyo, coordinación de convivencia, coordinación académica, biblioteca y bodega (portería).

**Figura 49. Central telefónica**



### 2.3.2 Red de datos

El Instituto Tecnológico Dosquebradas no cuenta con un cuarto de telecomunicaciones, pero la red se encuentra en un buen estado, a pesar de que no existe una completa identificación de los puertos usados en los dispositivos, todo el cableado estructurado está ubicado en las respectivas canaletas y tuberías, todos los equipos están al interior del rack, el cual está en la sala de sistemas y es de tipo pared como se muestra en la Figura 50. Se identificó que la posición del rack no es la adecuada puesto que está cercano a uno de los computadores usado por los estudiantes, lo que representa un riesgo al momento de este levantarse de su lugar de trabajo. Las altas temperaturas al interior del rack también son un problema llegando hasta derretir las etiquetas de identificación de los puertos de los equipos, lo que hace que el profesor encargado de la sala de sistemas tenga que mantener la puerta del gabinete abierta y encender el aire acondicionado para evitar un recalentamiento. Además se cuenta con un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) en la oficina de asistencia administrativa y en la emisora, pero en la sala de sistemas no se cuenta con una.

Dos empresas son las prestadoras del servicio de Internet al Instituto Tecnológico Dosquebradas. Uno de los servicios (Claro) dispone de un ancho de banda de 10Mbps distribuido en tres dispositivos que funcionan como módem-router inalámbrico, de los cuales dos solo se usan para proporcionar acceso a la red inalámbricamente, tienen la conexión del cable coaxial por donde llega el servicio y están ubicados a la entrada del colegio y por la pared de la biblioteca, como se observa en las Figuras 51 y 52, por lo que se están desperdiciando sus demás funciones y se está evitando un mejor aprovechamiento del ancho de banda de la empresa prestadora del servicio, lo contrario sucedería si en lugar de esos dispositivos se usaran access point; el otro módem-router inalámbrico se encuentra en la cancha, cuenta con su conexión del cable coaxial por donde llega el servicio, como se muestra en la Figura 53.

**Figura 50. Rack sala de sistemas**



**Figura 51. Módem-router inalámbrico ubicado en la entrada**



**Figura 52. Módem-router inalámbrico ubicado en la pared de la biblioteca**



**Figura 53. Módem-router inalámbrico ubicado en la cancha**



El dispositivo módem-router inalámbrico ubicado en la cancha se conecta con un router inalámbrico, el cual se muestra en la Figura 54 y el cual está colocado encima del rack, esto también podría mejorarse dado que se están conectando entre si routers lo que genera retardos en el envío de los datos . Este a su vez se conecta con el switch mostrado en la Figura 55 en el interior del rack. El switch mencionado dispone de 24 puertos, pero debido a que no contaba con los puertos suficientes, a él también se conectó un switch de 16 puertos el cual se observa en la Figura 56, puesto que son 28 computadores de la sala de sistemas y el computador de la biblioteca, lo que permite que todos los computadores tengan

acceso a la red. Así mismo al switch de 24 puertos se conecta el router inalámbrico mostrado en la Figura 57, el cual se encuentra en la sala de profesores para brindar allí acceso a la red, esto también es un inconveniente puesto que se está conectando otro router más a la red, ocasionando más retardos a los ya existentes en el envío de los datos.

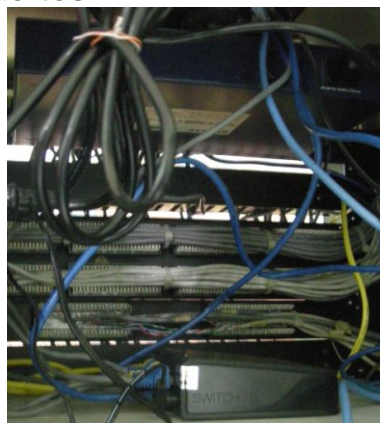
**Figura 54. Router inalámbrico sala de sistemas**



**Figura 55. Switch de 24 puertos**



**Figura 56. Switch de 16 puertos**



**Figura 57. Router inalámbrico sala de profesores**



El otro servicio de Internet (UNE) con el que cuenta el colegio maneja un ancho de banda de 3Mbps, tiene a su disposición un módem al cual llega el servicio por medio de cable coaxial, y el cual se encuentra al interior del rack. Este servicio es de uso exclusivo para las oficinas de asistencia administrativa, rectoría, secretaría, psicología, aula de apoyo, coordinación académica y coordinación de convivencia. Este módem se conecta con un router, y de allí se conecta a un switch de 12 puertos como se observa en la Figura 58, para brindar acceso a la red a los lugares mencionados anteriormente.

**Figura 58. Switch de 12 puertos, módem y router al interior del rack**



El plano de telecomunicaciones actual para la primera planta, la biblioteca y el laboratorio de alimentos puede observarse en el anexo D.

# **CAPÍTULO 3. PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS REDES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DOSQUEBRADAS**

## **3.1 RED ELÉCTRICA PROPUESTA**

Para la propuesta de mejoramiento se evaluaron las condiciones actuales del colegio, se aprovecharon los elementos del estado actual que estuvieran en buenas condiciones, se modificaron aquellos elementos que pudieran ser causantes de inconvenientes y se agregaron elementos en lugares donde hiciera falta y fuera necesario. Para elaborar dicha propuesta se tuvieron en cuenta las normativas para redes eléctricas ya mencionadas anteriormente.

En el colegio existen tableros como en la sala de sistemas, biblioteca y salón 132 (ver Anexo A, B y C) que disponen de solo dos circuitos, además algunos de estos circuitos manejan demasiados elementos, o manejan luminarias y tomacorrientes en el mismo circuito lo cual no es recomendable puesto que en caso de algún daño se quedarían muchos elementos sin energía.

Para solucionar esto, se propone situar un tablero en la sala de sistemas que albergue todos los circuitos que estaban en los tableros allí presentes, este tablero deberá tener su puerta e información de precaución que evite que los estudiantes accedan a él. Para la biblioteca y salones ubicados debajo de ella se coloca un tablero que se encontrara en la biblioteca, en un lugar donde solo tenga acceso la persona encargada allí, creando circuitos independientes para iluminación, y salidas de fuerza (tomacorrientes).

Los demás tableros no tuvieron grandes modificaciones dado que cumplían y tenían a disposición iluminación o salidas de fuerza, por esta razón algunos continuaron igual y a otros se les agrego algunos elementos que eran necesarios para el lugar donde se encontraban. Lo anterior puede observarse en el plano eléctrico propuesto en los anexos E, F, y G.

En el lugar donde quedaba la enfermería se propone ubicar un tablero principal para tener control de todos los demás tableros eléctricos, esto servirá para proteger todos los circuitos ante posibles fallas, además de facilitar en algún momento labores de mantenimiento a los mismos.

De esta manera con la nueva distribución de circuitos ramales, donde se tienen circuitos para iluminación independientes de los de salidas de fuerza o tomacorrientes, se puede tener mayor control de las instalaciones eléctricas en caso de algún daño en la misma, se evitan sobrecargas y además se tiene identificación de los elementos que corresponden a cada circuito ramal.



Para realizar la propuesta del plano eléctrico de iluminación se utilizó el software DIALux –software para el diseño de sistemas de iluminación interior- en donde se simularon todos los salones, oficinas, laboratorios y biblioteca del plantel con las condiciones actuales, lo que se quería era observar si con las luminarias que contaba cada lugar mencionado si se cumplían los niveles de iluminancia establecidos en la Tabla 2 que garantizaran excelentes niveles de iluminación al interior del mismo.

En la simulación se trataron de representar lo más real posible los lugares del colegio, contando con las medidas establecidas en el plano estructural para cada uno de ellos. Las luminarias usadas durante la simulación fueron referencia Havells Sylvania 0052062 SYLREF-E 236 B2 PC 2x36 W T8 (6700 lm) y Havells Sylvania 3034300 INSAVER 225 TC-T 2x18 W (2400 lm), las cuales se aprecian en las Figuras 59 y 60, sus hojas de datos se pueden observar en el anexo I.

**Figura 59. Luminaria fluorescente HavellsSylvania**



**Figura 60. Luminaria fluorescente compacta de incrustar Havells Sylvania**



Los resultados de las simulaciones del software DIALux se pueden observar en el anexo I, allí se aprecia que la mayoría de los lugares simulados necesita más luminarias de las que posee actualmente, dado que con las condiciones actuales no cumple con los niveles de iluminancia establecidos en la Tabla 2. Según lo anterior se determinó que en aquellos lugares donde los resultados estuvieran dentro del rango estipulados por la normativa no tendrían nuevo diseño de iluminación, mientras que en los demás se realizó una nueva distribución de las luminarias de manera que cumpliera con lo dicho por la normativa y se simularon nuevamente para determinar si este nuevo diseño planteado si cumplía con los

valores de iluminancia de la Tabla 2. Cabe recordar que solo se simularon en el software DIALux aquellos espacios del colegio en donde se realizaran actividades académicas de lectura, escritura o uso de computador, es decir, salones, oficinas, laboratorios y biblioteca.

Para los demás lugares del Instituto Tecnológico se determinó dejar el diseño actual puesto que son lugares que no requieren de altos esfuerzos visuales. Los lugares donde fue necesario un nuevo diseño de iluminación fueron los siguientes: Laboratorio de física, salón u oficina 110,111, 112, 115, 116, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 129, 130, 132, 133, 134 y biblioteca. Como las luminarias instaladas en la red eléctrica actual están en buenas condiciones, se sugiere en caso de que el lugar requiera de más luminarias, añadir solo las luminarias faltantes a las ya existentes. En el plano eléctrico de iluminación propuesto (ver Anexo E) pueden apreciarse los cambios realizados en la instalación eléctrica y en el anexo I los nuevos resultados obtenidos en la simulación del software DIALux para el diseño planteado.

En el caso de la propuesta eléctrica para las salidas de fuerza o tomacorrientes se observó que actualmente cada salón solo contaba con un tomacorriente por lo que en caso de tener que conectar varios dispositivos como un televisor, DVD, equipos de audio no se podría. Por esta razón en la propuesta se colocaron tomacorrientes y se cablearon solamente estos nuevos, de acuerdo a las necesidades del lugar y al espacio que este presentara. Se sugiere cambiar las salidas de fuerza actual por nuevos tomacorrientes. También se consideró las salidas de datos nuevas instaladas en el plano de telecomunicaciones, puesto que cada salida de datos implica la instalación de un computador al que le deberá corresponder su propio tomacorriente. En los baños se colocaron tomacorrientes GFCI, en el laboratorio de alimentos se cambiaron los tomacorrientes actuales por tomacorrientes GFCI ya que allí por la limpieza se trabaja con agua, evitando así algún riesgo eléctrico y en sitios como los kioscos se colocaron también salidas de fuerza GFCI a causa de que estos lugares en ocasiones están expuestos al agua.

En cuanto al sistema de puesta a tierra se realizaron las mediciones de resistividad del suelo en la zona verde del jardín para niños y de resistencia de puesta a tierra en los alrededores de la cancha, por lo que ahora se contara con esta información, la cual se encuentra disponible en el anexo J.

### **3.2 RED DE TELECOMUNICACIONES PROPUESTA**

Para la elaboración de esta propuesta se tuvieron en cuenta las necesidades encontradas en el Instituto Tecnológico Dosquebradas y comentadas por el profesor encargado de esta área en el mismo. La red de voz no necesito ninguna modificación puesto que no existían inconvenientes con esta y las extensiones telefónicas llegaban a los lugares necesarios para el colegio, se determino dejar la central telefónica existente en el lugar donde se encuentra actualmente.

También la configuración de la sala de sistemas se dejó de la misma forma puesto que es una sala pequeña y como está conformada se aprovecha al máximo su espacio, se decidió agregar una salida de datos en cada salón de manera que pueda ser aprovechada por el profesor y el estudiante para su enseñanza y aprendizaje, de acuerdo a lo estipulado por el artículo 2.3.4 del RITEL, esto puede observarse en el anexo H. Para evitar problemas de modificación de la infraestructura actual en lugares como laboratorios, salones ubicados debajo de la biblioteca y emisora, se sugiere conectarle una tarjeta de red vía USB al computador, en caso de que se instale uno en estos lugares, de manera que tenga acceso a la red inalámbrica que se proporciona en todo el colegio.

Aquellos puntos de datos nuevos para los salones se colocaron teniendo como base la ubicación de los tomacorrientes en el plano eléctrico, puesto que a cada salida de datos le deberá corresponder su propio tomacorriente.

Se reemplazaran los dispositivos módem-router inalámbricos de la biblioteca, cancha, entrada principal y el router inalámbrico ubicado en la sala de profesores por dispositivos access point que se ubicaran en los mismos lugares, de esta manera se optimizara el manejo de ancho de banda, se evitaran retardos en la red de telecomunicaciones y solo se usaran dispositivos para la función requerida. En esta nueva propuesta se contara solo con un servicio de Internet que brinde un ancho de banda de 15Mbps puesto que anteriormente se contaba con un servicio total de ancho de banda de 13Mbps. El servicio de Internet se conectara por cable coaxial a uno de los módem-router inalámbricos con los que contaba anteriormente el colegio debido a las buenas condiciones en las que se encuentran.

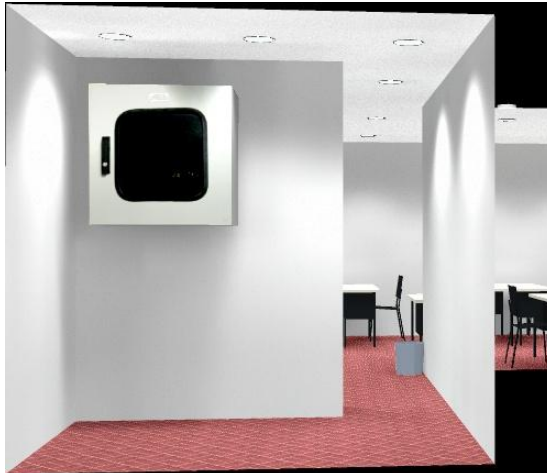
Este dispositivo estará ubicado en el rack pero ahora este ira conectado directamente a un switch de 24 puertos. En dichos puertos irán conectados los access point ya mencionados, además allí también se conectarán otros dos switch que dispondrán de 24 puertos, esto con el fin de que todas las salidas de datos instaladas cuenten con acceso a Internet.

Con esta propuesta se garantiza que tanto inalámbricamente como en cableado estructurado se tenga acceso a la red en todo el Instituto Tecnológico Dosquebradas y esta sea aprovechada de la mejor manera y con los dispositivos indicados de acuerdo a las necesidades, además se sugiere cambiar algunos puntos de datos inactivos en rectoría y coordinación de convivencia para que puedan ser usados por los allí presentes. Así mismo se logra que todos los puertos de los elementos ubicados en el rack estén identificados claramente de manera que la persona encargada en este caso el profesor de sistemas pueda tener control de los equipos y en caso de alguna falla, esta pueda ser detectada a tiempo.

Se creó un cuarto de telecomunicaciones en el cual se alojara el rack, el cuarto se ubicara donde antes se encontraba la enfermería, que podría establecerse en la bodega 102, si de manera organizada se adecuan y distribuyen los espacios. Se eligió este sitio dado que es un punto central para realizar la distribución del cableado estructurado teniendo en cuenta que el artículo 3.3.1 del RITEL menciona que la distancia entre el rack y el punto de acceso más lejano debe ser menor o igual a 90m, además este espacio es más que suficiente de acuerdo a las mínimas medidas que se deben cumplir, indicadas en la Tabla 3 especificada por el RITEL. Allí solo tendrá acceso la persona encargada, en este caso, el profesor de sistemas, y por consiguiente se evitaran riesgos en los estudiantes, como los que se pueden generar en la posición actual en la que está el rack.

El cuarto telecomunicaciones dispondrá de una puerta de acceso metálica, con acceso solo a la persona autorizada, estará protegido de la humedad y con adecuada ventilación mecánica que permita mantener las condiciones ambientales referentes a la temperatura, de manera que cumpla con lo estipulado en el artículo 4.4.7 del RITEL. Se instalaran tomacorrientes en el cuarto y como este debe cumplir con unos niveles de iluminancia mínimos de 300 lx, se simuló en el software DIALux el espacio de tal forma que la disposición de luminarias planteada cumpliera con lo estipulado. Las luminarias empleadas en este diseño fueron Havells Sylvania 3034300 INSAVER 225 TC-T 2x18 W (2400 lm). Con el diseño propuesto se garantiza el cumplimiento de lo anteriormente dicho y lo mencionado en el artículo 4.4.7.1 del RITEL. En el anexo I se pueden observar los resultados de la sala de profesores y del cuarto de telecomunicaciones propuesto alojado en su interior y en la Figura 61 se observa cómo quedaría este. Las luminarias empleadas son las mismas que se muestran en la Figura 60.

**Figura 61. Visualización del cuarto de telecomunicaciones propuesto**



En la Tabla 5, 6 y 7 se observa la conexión interna entre los equipos, puertos y las salidas de datos.

**Tabla 5. Conexión interna del Switch 1**

RACK 1	PUERTO	NOMENCLATURA	UBICACIÓN
SWITCH1	P1	R1SW1P1	AP-BIBLIOTECA
	P2	R1SW1P2	AP-ENTRADA
	P3	R1SW1P3	AP-CANCHA
	P4	R1SW1P4	AP-SALA PROFESORES
	P5	R1SW1P5	BIBLIOTECA
	P6	R1SW1P6	SALÓN 119
	P7	R1SW1P7	SALÓN 120
	P8	R1SW1P8	AULA APOYO
	P9	R1SW1P9	PSICOLOGIA
	P10	R1SW1P10	SALÓN 123
	P11	R1SW1P11	SALÓN 118
	P12	R1SW1P12	SALÓN 117
	P13	R1SW1P13	SALÓN 124
	P14	R1SW1P14	SALÓN 125
	P15	R1SW1P15	SALÓN 130
	P16	R1SW1P16	SALÓN 129
	P17	R1SW1P17	RESERVA
	P18	R1SW1P18	
	P19	R1SW1P19	
	P20	R1SW1P20	
	P21	R1SW1P21	
	P22	R1SW1P22	
	P23	MÓDEM-ROU	CUARTO TELECO.
	P24	R1SW2P24	CUARTO TELECO.
MÓDEM-ROU	SERVIDOR PROXY R1SW1P23		

**Tabla 6. Conexión interna del Switch 2**

RACK 1	PUERTO	NOMENCLATURA	UBICACIÓN
SWITCH2	P1	R1SW2P1	SALÓN 112
	P2	R1SW2P2	SALÓN 111
	P3	R1SW2P3	SECRETARÍA
	P4	R1SW2P4	RECTORÍA
	P5	R1SW2P5	A. ADMINISTRATIVA
	P6	R1SW2P6	A. ADMINISTRATIVA
	P7	R1SW2P7	A. ADMINISTRATIVA
	P8	R1SW2P8	CONVIVENCIA
	P9	R1SW2P9	CONVIVENCIA
	P10	R1SW2P10	SALA SISTEMAS
	P11	R1SW2P11	
	P12	R1SW2P12	
	P13	R1SW2P13	
	P14	R1SW2P14	
	P15	R1SW2P15	
	P16	R1SW2P16	
	P17	R1SW2P17	
	P18	R1SW2P18	RESERVA
	P19	R1SW2P19	
	P20	R1SW2P20	
	P21	R1SW2P21	
	P22	R1SW2P22	
	P23	R1SW3P24	
	P24	R1SW1P24	CUARTO TELECO.

**Tabla 7. Conexión interna del Switch 3**

RACK 1	PUERTO	NOMENCLATURA	UBICACIÓN
SWITCH3	P1	R1SW3P1	SALA SISTEMAS
	P2	R1SW3P2	
	P3	R1SW3P3	
	P4	R1SW3P4	
	P5	R1SW3P5	
	P6	R1SW3P6	
	P7	R1SW3P7	
	P8	R1SW3P8	
	P9	R1SW3P9	
	P10	R1SW3P10	
	P11	R1SW3P11	
	P12	R1SW3P12	
	P13	R1SW3P13	
	P14	R1SW3P14	
	P15	R1SW3P15	
	P16	R1SW3P16	
	P17	R1SW3P17	
	P18	R1SW3P18	
	P19	R1SW3P19	
	P20	R1SW3P20	
	P21	R1SW3P21	RESERVA
	P22	R1SW3P22	
	P23	R1SW3P23	
		P24	R1SW2P23

# CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS REDES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DOSQUEBRADAS

## 4.1 PRESUPUESTO A

**Tabla 8. Base de datos precios materiales presupuesto A**

Base de datos materiales presupuesto A							
Cód.	Referencia	Cantidad	Valor Unitario	Cód.	Referencia	Cantidad	Valor Unitario
1	Access Point 300 Mbps	1	\$ 130.000,00	26	Interruptor Termomagnético 2x30A	1	\$ 13.550,00
2	Cable UTP Cat. 6	1 m	\$ 1.028,00	27	Interruptor Termomagnético 2x40A	1	\$ 14.650,00
3	Caja monofásica para 2 circuitos	1	\$ 14.350,00	28	Interruptor Termomagnético 2x50A	1	\$ 19.680,00
4	Canaleta metálica 100 x 45 mm	2 m	\$ 26.200,00	29	Interruptor Termomagnético 2x80A	1	\$ 27.200,00
5	Canaleta metálica 40 x 25 mm	2 m	\$ 12.708,00	30	Interruptor Termomagnético 2x100A	1	\$ 37.800,00
6	Conductor calibre 1/0 AWG	1 m	\$ 12.763,00	31	Jacks de conexión para toma RJ-45	1	\$ 11.511,00
7	Conductor calibre 2 AWG	1 m	\$ 7.421,00	32	Luminaria Havells-Sylvania T8 2x32 W	1	\$ 39.000,00
8	Conductor calibre 4 AWG	1 m	\$ 4.519,00	33	Luminaria Havells-Sylvania de empotrar Espiral 2x15 W	1	\$ 17.316,00
9	Conductor calibre 8 AWG	1 m	\$ 1.987,00	34	Patch panel Cat.6 de 24 puertos	1	\$ 165.000,00
10	Conductor calibre 10 AWG	1 m	\$ 1.250,00	35	Patch cord Cat. 6	1 m	\$ 7.200,00
11	Conductor calibre 12 AWG	1 m	\$ 783,00	36	Switch 24 puertos 10/100 Mbps	1	\$ 110.000,00
12	Conductor calibre 14 AWG	1 m	\$ 550,00	37	Tablero bifásico con puerta para 8 circuitos	1	\$ 43.250,00
13	Conector de ponchar RJ-45	1	\$ 250,00	38	Tablero bifásico con puerta para 12 circuitos	1	\$ 62.000,00
14	Curva PVC 1/2 "	1	\$ 232,00	39	Tablero bifásico con puerta para 24 circuitos y espacio totalizador	1	\$ 345.500,00
15	Curva metálica 100 x 45 mm	1	\$ 18.412,00	40	Tarjeta de red tipo USB	1	\$ 32.900,00
16	Curva metálica 40 x 25 mm	1	\$ 1.916,00	41	Terminal metálica 40 x 25 mm	1	\$ 696,00
17	Derivación T metálica 100 x 45 mm	1	\$ 19.024,00	42	Toma Teléfono	1	\$ 2.772,00
18	Derivación T metálica 40 x 25 mm	1	\$ 1.916,00	43	Tomacorriente doble	1	\$ 3.646,00
19	Faceplate 1 puerto	1	\$ 2.650,00	44	Tomacorriente doble GFCI	1	\$ 15.660,00
20	Interruptor sencillo	1	\$ 2.830,00	45	Tomacorriente doble regulado	1	\$ 4.600,00
21	Interruptor Termomagnético 15 A	1	\$ 7.540,00	46	Tubería PVC 1/2 "	3 m	\$ 2.086,00
22	Interruptor Termomagnético 20 A	1	\$ 7.865,00	47	Tubería PVC 3/4 "	3 m	\$ 2.732,00
23	Interruptor Termomagnético 50 A	1	\$ 6.500,00	48	Tubería PVC 1 1/4 "	3 m	\$ 5.508,00
24	Interruptor Termomagnético 2x15A	1	\$ 13.550,00	49	Unión metálica 100 x 45 mm	1	\$ 4.041,00
25	Interruptor Termomagnético 2x20A	1	\$ 13.550,00	50	Unión metálica 40 x 25 mm	1	\$ 696,00

**Tabla 9. Presupuesto circuitos tablero cocina**

Presupuesto Circuitos Tablero Cocina												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	14 AWG	149,93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 82.461,50
2	12 AWG	24	0	0	1	0	1	0	0	0	0	\$ 49.938,00
3	10 AWG	14,7	0	0	2	0	2	0	0	0	0	\$ 80.667,00
4	RESERVA											
<b>TOTAL</b>												\$ 213.066,50

**Tabla 10. Presupuesto circuitos tablero tienda**

Presupuesto Circuitos Tablero Tienda												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	8 AWG	17,25	0	0	2	0	0	0	0	0	0	\$ 41.930,00
2	8 AWG	21	0	0	1	0	2	0	0	0	0	\$ 100.814,00
<b>TOTAL</b>												\$ 142.744,00

**Tabla 11. Presupuesto circuitos tablero coordinación de convivencia**

Presupuesto Circuitos Tablero Coordinación de Convivencia												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	12 AWG	66,4	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 60.335,20
2	12 AWG	17,4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	\$ 20.916,20
3	12 AWG	15	0	0	0	3	0	0	0	0	0	\$ 25.545,00
4	RESERVA											
5	RESERVA											
<b>TOTAL</b>												\$ 106.796,40

**Tabla 12. Presupuesto circuitos tablero laboratorio de física**

Presupuesto Circuitos Tablero Laboratorio de Física												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	SIN MODIFICACIÓN											
2	SIN MODIFICACIÓN											
3	12 AWG	117,03	12	10	0	0	5	0	0	0	0	\$ 301.018,49
4	14 AWG	93,87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 51.628,50
5	14 AWG	87	22	0	0	0	0	0	0	6	0	\$ 166.348,00
<b>TOTAL</b>												\$ 518.994,99

**Tabla 13. Presupuesto circuitos tablero sala de sistemas**

Presupuesto Circuitos Tablero Sala Sistemas												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	8 AWG	90	33	2,5	0	0	0	0	0	0	1X50	\$ 222.874,00
2	12 AWG	18	0	0	0	7	0	0	0	0	0	\$ 46.294,00
3	8 AWG	90	33	2,5	0	0	0	0	0	0	1X50	\$ 222.874,00
4	12 AWG	27	0	0	0	7	0	0	0	0	0	\$ 53.341,00
5	12 AWG	30	0	0	0	7	0	0	0	0	0	\$ 55.690,00
6	12 AWG	36	0	0	0	7	0	0	0	0	0	\$ 60.388,00
7	12 AWG	164,4	0	0	0	8	0	0	0	0	0	\$ 165.525,20
8	12 AWG	43,5	15	3	0	0	0	0	0	0	0	\$ 57.198,50
9_11	12 AWG	48	0	3	0	0	0	0	0	0	0	\$ 50.292,00
10	RESERVA											
12	RESERVA											
<b>TOTAL</b>												\$ 934.476,70



**Tabla 14. Presupuesto circuitos tablero biblioteca**

Presupuesto Circuitos Tablero Biblioteca												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
	Calibre	Cant. (m)	Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
					Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	14 AWG	33	10	2	0	2	0	0	0	0	0	\$ 46.316,00
2	12 AWG	88,5	7	23	8	0	0	0	0	0	1x20	\$ 250.288,50
3	12 AWG	149,5	36	3	0	0	0	0	4	0	1x20	\$ 318.663,50
4	12 AWG	112,5	4,5	32	6	1	0	0	0	0	1x20	\$ 327.842,50
5	12 AWG	118,5	12,5	26,5	4	2	1	0	0	0	1x20	\$ 325.482,50
6	12 AWG	175	4,5	42	0	0	0	0	4	0	1x20	\$ 569.844,00
7	12 AWG	142,5	17,5	15	0	0	0	0	2	0	1x20	\$ 296.828,50
8	RESERVA											
<b>TOTAL</b>												\$ 2.135.265,50

**Tabla 15. Presupuesto circuitos tablero 1 laboratorio de alimentos**

Presupuesto Circuitos Tablero 1 Laboratorio de Alimentos												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
	Calibre	Cant. (m)	Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
					Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	10 AWG	39	0	0	0	0	4	0	0	0	0	\$ 158.750,00
2	14 AWG	61,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 33.935,00
3	12 AWG	36	0	12	0	0	2	0	0	0	1X20	\$ 167.301,00
4	10 AWG	53,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 66.875,00
<b>TOTAL</b>												\$ 426.861,00

**Tabla 16. Presupuesto circuitos tablero 2 laboratorio de alimentos**

Presupuesto Circuitos Tablero 2 Laboratorio de Alimentos												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
	Calibre	Cant. (m)	Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
					Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	12 AWG	128,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 100.787,76
2	12 AWG	33,3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	\$ 108.573,90
3	12 AWG	43,2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	\$ 198.825,60
4_6	8 AWG	20	0	0	0	0	0	0	0	0	2X50	\$ 59.858,00
5_7	SIN MODIFICACIÓN											
<b>TOTAL</b>												\$ 468.045,26

**Tabla 17. Presupuesto circuitos tablero asistencia administrativa**

Presupuesto Circuitos Tablero Asistencia Administrativa												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
	Calibre	Cant. (m)	Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
					Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	14 AWG	126,03	34	0	0	0	0	0	0	4	0	\$ 161.526,50
2	12 AWG	322,84	93	0	0	0	0	0	0	1	0	\$ 334.765,72
3	14 AWG	148,8	39	0	0	0	0	0	2	0	0	\$ 186.958,00
4	12 AWG	185,9	42	3	0	0	0	2	4	0	0	\$ 349.131,70
5	12 AWG	278,3	69	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 265.886,90
6	12 AWG	72,6	0	18	4	0	0	0	0	0	0	\$ 185.801,80
7	12 AWG	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 39.933,00
8	14 AWG	239,8	61	0	0	0	0	0	8	0	0	\$ 485.610,00
9	10 AWG	202,5	0	12	2	1	0	0	0	0	0	\$ 341.265,00
10	12 AWG	399,55	105	0	0	0	0	0	6	0	0	\$ 619.857,65
11	12 AWG	179,86	52	0	0	0	0	1	3	0	0	\$ 296.122,38
12	10 AWG	130,2	0	33,5	5	2	3	0	0	0	0	\$ 476.008,00
13_15	12 AWG	52	0	0	0	0	0	0	0	0	2X20	\$ 54.266,00
14	12 AWG	147,6	0	41,5	7	2	0	0	0	0	0	\$ 404.452,80
16	12 AWG	108,5	0	31,5	7	2	0	0	0	0	1x20	\$ 318.162,50
17	12 AWG	57	0	14	4	1	0	0	0	0	0	\$ 152.771,00
18	12 AWG	135,1	0	31	8	2	0	0	0	0	0	\$ 334.771,30
<b>TOTAL</b>												\$ 5.007.290,25

**Tabla 18. Presupuesto circuitos tablero principal**

Presupuesto Circuitos Tablero Principal									
Cto.	Cable						Tub. (m)	Prot.	Total (\$)
	Fase	Neutro	Tierra	Fase	Neutro	Tierra			
	Calibre	Calibre	Calibre	Cant,(m)	Cant,(m)	Cant,(m)			
1_3	14	14	14	42,6	42,6	42,6	43	2X15	\$ 113.739,33
2_4	14	14	14	41,6	41,6	41,6	42	2X15	\$ 111.394,00
5_7	14	14	14	36	36	36	36	2X15	\$ 97.982,00
6_8	12	12	12	32,6	32,6	32,6	33	2X20	\$ 113.073,40
9_11	4	4	8	16	16	16	16	2X80	\$ 246.100,00
10_12	10	10	10	15,5	15,5	15,5	16	2X30	\$ 82.105,00
13_15	14	14	14	38,3	38,3	38,3	39	2X15	\$ 103.863,00
14_16	8	8	10	46,3	46,3	46,3	47	2X40	\$ 289.755,80
17_19	2	2	8	9	9	9	9	2X90	\$ 205.974,00
18_20	14	14	14	17	17	17	17	2X15	\$ 52.030,00
<b>TOTAL</b>									\$ 1.416.016,53

**Tabla 19. Presupuesto total red eléctrica y de telecomunicaciones**

Presupuesto Total Red Eléctrica			Presupuesto Total Red Telecomunicaciones		
Elemento	Cantidad	Valor Cant.	Elemento	Cantidad	Valor Cant.
Caja monofásica 2 circuitos	1	\$ 14.350,00	Access Point 300 Mbps	4	\$ 520.000,00
Curva PVC 1/2"	110	\$ 25.520,00	Cable UTP Cat. 6	1350 m	\$ 1.387.800,00
Curva metálica 40 x 25 mm	32	\$ 61.312,00	Canaleta metálica 100 x 45 mm	70 m	\$ 917.000,00
Derivación en T metálica 40 x 25 mm	5	\$ 9.580,00	Canaleta metálica 40 x 25 mm	110 m	\$ 698.940,00
Tablero bifásico con puerta para 12 circuitos	1	\$ 62.000,00	Conector de ponchar RJ-45	60	\$ 15.000,00
Tablero bifásico con puerta para 24 circuitos y totalizador	1	\$ 345.500,00	Curva metálica 100 x 45 mm	10	\$ 184.120,00
Tablero bifásico con puerta para 8 circuitos	1	\$ 43.250,00	Curva metálica 40 x 25 mm	22	\$ 42.152,00
Terminal metálica 40 x 25 mm	33	\$ 22.968,00	Derivación T metálica 100 x 45 mm	9	\$ 171.216,00
Conductor calibre 1/0 AWG	48 m	\$ 612.624,00	Derivación T metálica 40 x 25 mm	5	\$ 9.580,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero cocina	1	\$ 213.066,50	Faceplate 1 puerto	49	\$ 129.850,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero tienda	1	\$ 142.744,00	Jacks de conexión para toma RJ-45	60	\$ 690.660,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero convivencia	1	\$ 106.796,40	Patch Cord Cat.6	60	\$ 432.000,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero física	1	\$ 518.994,99	Patch panel Cat.6 de 24 puertos	3	\$ 495.000,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero sistemas	1	\$ 934.476,70	Switch 24 puertos 10/100 Mbps	3	\$ 330.000,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero biblioteca	1	\$ 2.135.265,50	Tarjeta de red tipo USB	6	\$ 197.400,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero 1 alimetros	1	\$ 426.861,00	Terminal metálica 40 x 25 mm	17	\$ 11.832,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero 2 alimentos	1	\$ 468.045,26	Toma Teléfono	10	\$ 27.720,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero administración	1	\$ 5.007.290,25	Unión metálica 100 x 45 mm	14	\$ 56.574,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero principal	1	\$ 1.415.321,20	Unión metálica 40 x 25 mm	16	\$ 11.136,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 12.565.965,80</b>	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 6.327.980,00</b>

**Tabla 20. Total implementación del proyecto en el colegio**

Presupuesto Personal			
Cargo	Cantidad	Salario	Tiempo
Tecnólogo Eléctrico	4	\$ 972.500,00	1 mes
Presupuesto Total Propuesta de mejoramiento			
Presupuesto		Valor	
Total Red eléctrica		\$ 12.565.965,80	
Total Red de temecomunicaciones		\$ 6.327.980,00	
Personal		\$ 3.890.000,00	
Transporte materiales		\$ 500.000,00	
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 23.283.945,80</b>	
Administracion (6%)		\$ 1.397.036,75	
Utilidad (5%)		\$ 1.164.197,29	
Imprevistos (4%)		\$ 931.357,83	
IVA (16%)		\$ 3.725.431,33	
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 30.501.969,00</b>	

## 4.2 PRESUPUESTO B

**Tabla 21. Base de datos precios materiales presupuesto B**

Base de datos materiales presupuesto B							
Cód.	Referencia	Cantidad	Valor Unitario	Cód.	Referencia	Cantidad	Valor Unitario
1	Access Point 300 Mbps	1	\$ 130.000,00	26	Interruptor Termomagnético 2x30A	1	\$ 13.550,00
2	Cable UTP Cat. 6	1 m	\$ 735,00	27	Interruptor Termomagnético 2x40A	1	\$ 14.650,00
3	Caja monofásica para 2 circuitos	1	\$ 14.350,00	28	Interruptor Termomagnético 2x50A	1	\$ 19.680,00
4	Canaleta metálica 100 x 45 mm	2 m	\$ 29.900,00	29	Interruptor Termomagnético 2x80A	1	\$ 27.200,00
5	Canaleta metálica 40 x 25 mm	2 m	\$ 12.708,00	30	Interruptor Termomagnético 2x100A	1	\$ 37.800,00
6	Conductor calibre 1/0 AWG	1 m	\$ 12.763,00	31	Jacks de conexión para toma RJ-45	1	\$ 5.450,00
7	Conductor calibre 2 AWG	1 m	\$ 5.139,00	32	Luminaria Havells-Sylvania T8 2x32 W	1	\$ 48.000,00
8	Conductor calibre 4 AWG	1 m	\$ 3.333,00	33	Luminaria Havells-Sylvania de empotrar Espiral 2x15 W	1	\$ 17.316,00
9	Conductor calibre 8 AWG	1 m	\$ 1.867,00	34	Patch panel Cat.6 de 24 puertos	1	\$ 165.000,00
10	Conductor calibre 10 AWG	1 m	\$ 1.249,00	35	Patch cord Cat. 6	1 m	\$ 7.200,00
11	Conductor calibre 12 AWG	1 m	\$ 720,00	36	Switch 24 puertos 10/100 Mbps	1	\$ 110.000,00
12	Conductor calibre 14 AWG	1 m	\$ 526,00	37	Tablero bifásico con puerta para 8 circuitos	1	\$ 65.700,00
13	Conector de ponchar RJ-45	1	\$ 800,00	38	Tablero bifásico con puerta para 12 circuitos	1	\$ 70.700,00
14	Curva PVC 1/2 "	1	\$ 232,00	39	Tablero bifásico con puerta para 24 circuitos y espacio totalizador	1	\$ 281.904,00
15	Curva metálica 100 x 45 mm	1	\$ 17.400,00	40	Tarjeta de red tipo USB	1	\$ 32.900,00
16	Curva metálica 40 x 25 mm	1	\$ 1.916,00	41	Terminal metálica 40 x 25 mm	1	\$ 1.160,00
17	Derivación T metálica 100 x 45 mm	1	\$ 19.024,00	42	Toma Teléfono	1	\$ 2.772,00
18	Derivación T metálica 40 x 25 mm	1	\$ 1.160,00	43	Tomacorriente doble	1	\$ 3.450,00
19	Faceplate 1 puerto	1	\$ 2.650,00	44	Tomacorriente doble GFCI	1	\$ 15.660,00
20	Interruptor sencillo	1	\$ 3.250,00	45	Tomacorriente doble regulado	1	\$ 4.600,00
21	Interruptor Termomagnético 15 A	1	\$ 5.250,00	46	Tubería PVC 1/2 "	3 m	\$ 2.086,00
22	Interruptor Termomagnético 20 A	1	\$ 5.250,00	47	Tubería PVC 3/4 "	3 m	\$ 2.732,00
23	Interruptor Termomagnético 50 A	1	\$ 6.500,00	48	Tubería PVC 1 1/4 "	3 m	\$ 5.508,00
24	Interruptor Termomagnético 2x15A	1	\$ 13.550,00	49	Unión metálica 100 x 45 mm	1	\$ 3.712,00
25	Interruptor Termomagnético 2x20A	1	\$ 13.550,00	50	Unión metálica 40 x 25 mm	1	\$ 1.160,00

**Tabla 22. Presupuesto circuitos tablero cocina**

Presupuesto Circuitos Tablero Cocina												
Cto.	Cable		Materiales								Total (\$)	
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.			Prot.
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	14 AWG	149,93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 78.863,18
2	12 AWG	24	0	0	1	0	1	0	0	0	0	\$ 48.230,00
3	10 AWG	14,7	0	0	2	0	2	0	0	0	0	\$ 80.260,30
4	RESERVA											
<b>TOTAL</b>											\$ 207.353,48	

**Tabla 23. Presupuesto circuitos tablero tienda**

Presupuesto Circuitos Tablero Tienda												
Cto.	Cable		Materiales								Total (\$)	
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.			Prot.
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	8 AWG	17,25	0	0	2	0	0	0	0	0	0	\$ 39.105,75
2	8 AWG	21	0	0	1	0	2	0	0	0	0	\$ 97.657,00
<b>TOTAL</b>											\$ 136.762,75	

**Tabla 24. Presupuesto circuitos tablero coordinación de convivencia**

Presupuesto Circuitos Tablero Coordinación de Convivencia												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	12 AWG	66,4	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 56.152,00
2	12 AWG	17,4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	\$ 19.428,00
3	12 AWG	15	0	0	0	3	0	0	0	0	0	\$ 24.600,00
4	RESERVA											
5	RESERVA											
<b>TOTAL</b>												\$ 100.180,00

**Tabla 25. Presupuesto circuitos tablero laboratorio de física**

Presupuesto Circuitos Tablero Laboratorio de Física												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	SIN MODIFICACIÓN											
2	SIN MODIFICACIÓN											
3	12 AWG	117,03	12	10	0	0	5	0	0	0	0	\$ 293.645,60
4	14 AWG	93,87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 49.375,62
5	14 AWG	87	22	0	0	0	0	0	0	6	0	\$ 164.260,00
<b>TOTAL</b>												\$ 507.281,22

**Tabla 26. Presupuesto circuitos tablero sala de sistemas**

Presupuesto Circuitos Tablero Sala Sistemas												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	8 AWG	90	33	2,5	0	0	0	0	0	0	1X50	\$ 210.184,00
2	12 AWG	18	0	0	0	7	0	0	0	0	0	\$ 45.160,00
3	8 AWG	90	33	2,5	0	0	0	0	0	0	1X50	\$ 210.184,00
4	12 AWG	27	0	0	0	7	0	0	0	0	0	\$ 51.640,00
5	12 AWG	30	0	0	0	7	0	0	0	0	0	\$ 53.800,00
6	12 AWG	36	0	0	0	7	0	0	0	0	0	\$ 58.120,00
7	12 AWG	164,4	0	0	0	8	0	0	0	0	0	\$ 155.168,00
8	12 AWG	43,5	15	3	0	0	0	0	0	0	0	\$ 54.458,00
9_11	12 AWG	48	0	3	0	0	0	0	0	0	0	\$ 47.268,00
10	RESERVA											
12	RESERVA											
<b>TOTAL</b>												\$ 885.982,00

**Tabla 27. Presupuesto circuitos tablero biblioteca**

Presupuesto Circuitos Tablero Biblioteca												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	14 AWG	33	10	2	0	2	0	0	0	0	0	\$ 45.524,00
2	12 AWG	88,5	7	23	8	0	0	0	0	0	1x20	\$ 240.530,00
3	12 AWG	149,5	36	3	0	0	0	0	4	0	1x20	\$ 342.630,00
4	12 AWG	112,5	4,5	32	6	1	0	0	0	0	1x20	\$ 316.964,00
5	12 AWG	118,5	12,5	26,5	4	2	1	0	0	0	1x20	\$ 314.618,00
6	12 AWG	175	4,5	42	0	0	0	0	4	0	1x20	\$ 592.204,00
7	12 AWG	142,5	17,5	15	0	0	0	0	2	0	1x20	\$ 303.236,00
8	RESERVA											
<b>TOTAL</b>												\$ 2.155.706,00

**Tabla 28. Presupuesto circuitos tablero 1 laboratorio de alimentos**

Presupuesto Circuitos Tablero 1 Laboratorio de Alimentos												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	10 AWG	39	0	0	0	0	4	0	0	0	0	\$ 158.711,00
2	14 AWG	61,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 32.454,20
3	12 AWG	36	0	12	0	0	2	0	0	0	1X20	\$ 162.418,00
4	10 AWG	53,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 66.821,50
<b>TOTAL</b>												\$ 420.404,70

**Tabla 29. Presupuesto circuitos tablero 2 laboratorio de alimentos**

Presupuesto Circuitos Tablero 2 Laboratorio de Alimentos												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
			Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
	Calibre	Cant. (m)			Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	12 AWG	128,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 92.678,40
2	12 AWG	33,3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	\$ 106.476,00
3	12 AWG	43,2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	\$ 196.104,00
4_6	8 AWG	20	0	0	0	0	0	0	0	0	2X50	\$ 57.038,00
5_7	SIN MODIFICACIÓN											
<b>TOTAL</b>												\$ 452.296,40

**Tabla 30. Presupuesto circuitos tablero asistencia administrativa**

Presupuesto Circuitos Tablero Asistencia Administrativa												
Cto.	Cable		Materiales									Total (\$)
	Calibre	Cant. (m)	Tub. (m)	Canal. (m)	Tomacorrientes			Interr.	Lamp.		Prot.	
					Norm.	Reg.	GFCI		Fluor.	F. Comp.		
1	14 AWG	126,03	34	0	0	0	0	0	0	4	0	\$ 158.501,78
2	12 AWG	322,84	93	0	0	0	0	0	0	1	0	\$ 314.426,80
3	14 AWG	148,8	39	0	0	0	0	0	2	0	0	\$ 201.386,80
4	12 AWG	185,9	42	3	0	0	0	2	4	0	0	\$ 374.260,00
5	12 AWG	278,3	69	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 248.354,00
6	12 AWG	72,6	0	18	4	0	0	0	0	0	0	\$ 180.444,00
7	12 AWG	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 36.720,00
8	14 AWG	239,8	61	0	0	0	0	0	8	0	0	\$ 551.854,80
9	10 AWG	202,5	0	12	2	1	0	0	0	0	0	\$ 340.670,50
10	12 AWG	399,55	105	0	0	0	0	0	6	0	0	\$ 648.686,00
11	12 AWG	179,86	52	0	0	0	0	1	3	0	0	\$ 312.211,20
12	10 AWG	130,2	0	33,5	5	2	3	0	0	0	0	\$ 474.897,80
13_15	12 AWG	52	0	0	0	0	0	0	0	0	2X20	\$ 50.990,00
14	12 AWG	147,6	0	41,5	7	2	0	0	0	0	0	\$ 393.782,00
16	12 AWG	108,5	0	31,5	7	2	0	0	0	0	1x20	\$ 307.340,00
17	12 AWG	57	0	14	4	1	0	0	0	0	0	\$ 148.396,00
18	12 AWG	135,1	0	31	8	2	0	0	0	0	0	\$ 324.692,00
<b>TOTAL</b>												\$ 5.067.613,68

**Tabla 31. Presupuesto circuitos tablero principal**

Presupuesto Circuitos Tablero Principal									
Cto,	Cable						Tub. (m)	Prot.	Total (\$)
	Fase	Neutro	Tierra	Fase	Neutro	Tierra			
	Calibre	Calibre	Calibre	Cant,(m)	Cant,(m)	Cant,(m)			
1_3	14	14	14	42,6	42,6	42,6	43	2X15	\$ 109.976,80
2_4	14	14	14	41,6	41,6	41,6	42	2X15	\$ 108.398,80
5_7	14	14	14	36	36	36	36	2X15	\$ 95.390,00
6_8	12	12	12	32,6	32,6	32,6	33	2X20	\$ 106.912,00
9_11	4	4	8	16	16	16	16	2X80	\$ 249.060,00
10_12	10	10	10	15,5	15,5	15,5	16	2X30	\$ 82.058,50
13_15	14	14	14	38,3	38,3	38,3	39	2X15	\$ 101.105,40
14_16	8	8	10	46,3	46,3	46,3	47	2X40	\$ 276.652,90
17_19	2	2	8	9	9	9	9	2X90	\$ 204.705,00
18_20	14	14	14	17	17	17	17	2X15	\$ 50.806,00
<b>TOTAL</b>									\$ 1.385.065,40

**Tabla 32. Presupuesto total red eléctrica y de telecomunicaciones**

Presupuesto Total Red Eléctrica			Presupuesto Total Red Telecomunicaciones		
Elemento	Cantidad	Valor Cant.	Elemento	Cantidad	Valor Cant.
Caja monofásica 2 circuitos	1	\$ 14.350,00	Access Point 300 Mbps	4	\$ 520.000,00
Curva PVC 1/2"	110	\$ 25.520,00	Cable UTP Cat. 6	1350 m	\$ 992.250,00
Curva metálica 40 x 25 mm	32	\$ 61.312,00	Canaleta metálica 100 x 45 mm	70 m	\$ 1.046.500,00
Derivación en T metálica 40 x 25 mm	5	\$ 5.800,00	Canaleta metálica 40 x 25 mm	110 m	\$ 698.940,00
Tablero bifásico con puerta para 12 circuitos	1	\$ 70.700,00	Conector de ponchar RJ-45	60	\$ 48.000,00
Tablero bifásico con puerta para 24 circuitos y totalizador	1	\$ 281.904,00	Curva metálica 100 x 45 mm	10	\$ 174.000,00
Tablero bifásico con puerta para 8 circuitos	1	\$ 65.700,00	Curva metálica 40 x 25 mm	22	\$ 42.152,00
Terminal metálica 40 x 25 mm	33	\$ 38.280,00	Derivación T metálica 100 x 45 mm	9	\$ 171.216,00
Conductor calibre 1/0 AWG	48 m	\$ 612.624,00	Derivación T metálica 40 x 25 mm	5	\$ 5.800,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero cocina	1	\$ 207.353,48	Faceplate 1 puerto	49	\$ 129.850,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero tienda	1	\$ 136.762,75	Jacks de conexión para toma RJ-45	60	\$ 327.000,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero convivencia	1	\$ 100.180,00	Patch Cord Cat.6	60	\$ 432.000,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero física	1	\$ 507.281,22	Patch panel Cat.6 de 24 puertos	3	\$ 495.000,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero sistemas	1	\$ 885.982,00	Switch 24 puertos 10/100 Mbps	3	\$ 330.000,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero biblioteca	1	\$ 2.155.706,00	Tarjeta de red tipo USB	6	\$ 197.400,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero 1 alimetros	1	\$ 420.404,70	Terminal metálica 40 x 25 mm	17	\$ 19.720,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero 2 alimentos	1	\$ 452.296,40	Toma Teléfono	10	\$ 27.720,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero administración	1	\$ 5.067.613,68	Unión metálica 100 x 45 mm	14	\$ 51.968,00
Total Presupuesto Circuitos Tablero principal	1	\$ 1.385.065,40	Unión metálica 40 x 25 mm	16	\$ 18.560,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 12.494.835,63</b>	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 5.728.076,00</b>

**Tabla 33. Total implementación del proyecto en el colegio**

Presupuesto Personal			
Cargo	Cantidad	Salario	Tiempo
Tecnólogo Eléctrico	4	\$ 972.500,00	1 mes
Presupuesto Total Propuesta de mejoramiento			
Presupuesto		Valor	
Total Red eléctrica		\$ 12.494.835,63	
Total Red de temecomunicaciones		\$ 5.728.076,00	
Personal		\$ 3.890.000,00	
Transporte materiales		\$ 500.000,00	
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 22.612.911,63</b>	
Administracion (6%)		\$ 1.356.774,70	
Utilidad (5%)		\$ 1.130.645,58	
Imprevistos (4%)		\$ 904.516,47	
IVA (16%)		\$ 3.618.065,86	
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 29.622.914,24</b>	



## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Se logró desarrollar la propuesta de mejoramiento de las redes eléctricas y de telecomunicaciones para el Instituto Tecnológico Dosquebradas, adquiriendo una experiencia práctica al describir y digitalizar el estado actual del colegio en los planos eléctricos y de telecomunicaciones, dado que se tenía que revisar, verificar los elementos que pertenecían a los circuitos eléctricos e identificar los diferentes puntos de voz y datos y la forma en cómo se conformaba en su interior el rack, poniendo así a prueba en situaciones cotidianas los conocimientos aprendidos durante la carrera.
- Se determinó la importancia de tener actualizada la información con respecto a las redes eléctricas y de telecomunicaciones que se dispongan en cualquier lugar, puesto que puede llevar a la desinformación del personal que labora en este, así como sucede con la información de la disposición de los circuitos en el tablero eléctrico ubicado en la oficina de asistencia administrativa, la cual en su mayoría no correspondía a lo mostrado.
- Se logró elaborar el presupuesto para la implementación de las nuevas redes propuestas, lo que permite tener una noción de los costos que se podrían tener en un proyecto de este tipo y los precios que se manejan en el mercado para los diferentes materiales usados tanto en la parte eléctrica como de telecomunicaciones.
- Se presentó una propuesta de mejoramiento basada en las normas vigentes NTC 2050, RETIE, RETILAP, y RITEL, las cuales definen características y requerimientos básicos de obligatorio cumplimiento que deben tener las instalaciones tanto eléctricas como de telecomunicaciones para operar de manera segura.
- Se destaca que el colegio contaba con el plano arquitectónico actualizado, pero también es indispensable contar con el plano eléctrico y de telecomunicaciones para tener un conocimiento de las redes y para que en caso de algún inconveniente con estas, su corrección se pueda realizar con mayor facilidad.
- Se destaca que las redes actuales del colegio están en un buen estado puesto que todas se encuentran cableadas en canaletas y tuberías, no se evidencian cables a la vista que puedan representar un peligro para las personas allí presentes, además el electrodo del sistema de puesta a tierra se encuentra en una cámara que permite fácilmente su inspección.

- Se observó que se realiza un mantenimiento periódico a las luminarias del colegio, por lo tanto se resalta esta labor que previene daños, evita deterioros y conserva el estado de los elementos de las redes.
- Se observó que la posición del rack y algunos tableros eléctricos representan un riesgo para los estudiantes al estar alojados en áreas comunes y no contar con la respectiva información de seguridad, por lo tanto se sugiere un cambio de lugar de estos, y en caso de no ser posible, colocar avisos de seguridad que eviten el contacto de los estudiantes con estos elementos.
- Se recomienda integrar el sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) en la sala de sistemas, dada su importancia en la protección tanto de los equipos como de la información contenida en estos.
- Se recomienda identificar de manera correcta todos los circuitos de los tableros eléctricos y los puntos de voz y datos usados en el colegio, puesto que esto facilita las revisiones y proporciona un orden a las redes, así mismo el uso de la simbología de riesgos para evitarlos. Además de consignar cada una de las reformas que se realicen en el colegio en el respectivo plano, para mantener así una información actualizada del estado del mismo.
- Se recomienda mejorar la iluminación de algunos salones, puesto que cuentan con pocas luminarias para el espacio que se maneja, y a pesar de que en la mayoría de los salones se cuenta con buena iluminación exterior por los grandes ventanales que se tienen, se hace indispensable contar con unos óptimos niveles de iluminación.
- Se deben cambiar los tomacorrientes que se encuentren en mal estado, porque esto representa un riesgo para los equipos, y como en los salones solo se dispone de uno o dos tomacorrientes, se hace obligatorio que al menos el que exista allí se encuentre funcionando de manera correcta. Así mismo en zonas como laboratorios, cocina, kioskos, se cambien los tomacorrientes actuales y se disponga de tomacorrientes GFCI, dado que estas zonas son propensas al contacto con el agua.
- Se recomienda colocar la tapa al tablero de la tienda de manera que se eviten riesgos y se proteja el estado de los circuitos. Además de sellar todas aquellas ranuras de los tableros eléctricos de cocina y laboratorio de alimentos que no estén en uso.
- Se recomienda cambiar los módem-router inalámbricos de la entrada, la biblioteca y el router inalámbrico de la sala de profesores por access point de manera que se brinde un mejor servicio en la red inalámbrica y se usen dispositivos para las funciones requeridas.

- Se recomienda quitar de la red el router inalámbrico ubicado encima del rack y conectar directamente el módem-router inalámbrico de la cancha al switch de 24 puertos.
- Se recomienda contar solo con un servicio de Internet que brinde la misma o mayor capacidad de ancho de banda a todo el colegio, dado que se hace innecesario tener dos servicios.
- Aunque esta propuesta de mejoramiento no se ejecute en el colegio, para este es de suma importancia contar con toda la documentación del estado actual, y tener conocimiento de cuales aspectos podrían representar un riesgo allí.
- Para el diseño de la propuesta de mejoramiento eléctrica en cuanto a salidas de fuerza (tomacorrientes) para salones, oficinas y baños, solo se tuvieron en cuenta las necesidades observadas y las fallas encontradas, porque la norma NTC 2050 ni el RETIE exigen unas mínimas distancias para este tipo de locaciones.

## **CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1]. ANDREU GÓMEZ, Joaquín. Redes Locales. España: Editorial Editex S.A., 2011. 312 p.
- [2]. BRATU SERBÁN, Neagu y LITTLEWOOD CAMPERO, Eduardo. Instalaciones eléctricas: conceptos básicos y diseño. 2 ed. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, 1995. 240 p.
- [3]. CARRASCO SÁNCHEZ, Emilio. Instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios de viviendas. España: Editorial Tébar, 2008. 338 p.
- [4]. COLOMBIA.COMISIÓN DE REGULACIÓN DE COMUNICACIONES. Resolución 4262 (15, julio, 2013). Por la cual se expide el Reglamento Técnico para Redes Internas de Telecomunicaciones-RITEL. Bogotá D.C., 2013. 100 p.
- [5]. COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 181294 (06, agosto, 2008). Por el cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctrica - RETIE. Bogotá D.C., 2008. 164 p.
- [6]. COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 181331 (06, agosto, 2009). Por el cual se expide el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C., 2009. 243 p.
- [7]. Creative Publishing International Editors. Instalaciones eléctricas básicas. 2002. 128 p.
- [8]. ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto. El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión. México: Editorial Limusa, 2004. 352 p.
- [9]. ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto. Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión. México: Editorial Limusa, 2005. 509 p.
- [10]. GORMAZ GONZÁLEZ, Isidoro. Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios: Instalaciones electrotécnicas. España: Editorial Paraninfo S.A., 2007. 405 p.
- [11]. GUZMÁN TABARES, Viviana Yineth, GIRALDO GARCIA, Natalia Andrea y GIL LLANO, Wilson. Inspección eléctrica del Colegio Lorencita Villegas de Santos de Santa Rosa de Cabal. Trabajo de grado Tecnólogo eléctrico. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología Eléctrica, 2013. 115 p.

- [12]. HERNÁNDEZ TABORDA, David Stiven y GALLEGO LÓPEZ, Luis Esteban. Propuesta de mejoramiento de la red de voz y datos del Instituto Educativo San Fernando Municipio de Pereira. Trabajo de grado Tecnólogo eléctrico. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología Eléctrica, 2013. 82 p.
- [13]. HERRERA PÉREZ, Enrique. Tecnologías y redes de transmisión de datos. México: Editorial Limusa, 2003. 312 p.
- [14]. HOYOS CASTAÑO, Michel Andrés y PATERNINA RIVERA, Miguel Armando. Propuesta de mejoramiento de la red eléctrica y de telecomunicaciones de la Institución Educativa Boyacá de Pereira. Trabajo de grado Tecnólogo eléctrico. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología Eléctrica, 2012. 90 p.
- [15]. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO – NTC 2050. Bogotá D. C.: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1998. 955 p.
- [16]. LÁZARO LAPORTA, Jorge y MIRALLES AGUIÑIGA, Marcel. Fundamentos de telemática. España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2005. 408 p.
- [17]. MARTÍN CASTILLO, Juan Carlos. Instalaciones de Telecomunicaciones. España: Editorial Editex S.A., 2009. 176 p.
- [18]. PÉREZ, Pedro Avelino. Transformadores de distribución: teoría, cálculo, construcción y pruebas. México: Reverté Ediciones, 2001. 262 p.

## **CAPÍTULO 7. ANEXOS**

**A. PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN ACTUAL (disponible en CD)**

**B. PLANO ELÉCTRICO DE TOMACORRIENTES ACTUAL (disponible en CD)**

**C. CUADROS DE CARGA Y DIAGRAMAS UNIFILARES ACTUALES (disponible en CD)**

**D. PLANO DE TELECOMUNICACIONES ACTUAL (disponible en CD)**

**E. PLANO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN PROPUESTO (disponible en CD)**

**F. PLANO ELÉCTRICO DE TOMACORRIENTES PROPUESTO (disponible en CD)**

**G. CUADROS DE CARGA Y DIAGRAMAS UNIFILARES NUEVOS (disponible en CD)**

**H. PLANO DE TELECOMUNICACIONES PROPUESTO (disponible en CD)**

**I. SIMULACIONES Y RESULTADOS ACTUALES Y PROPUESTOS EN EL SOFTWARE DIALUX (disponible en CD)**

**J. INFORME DE LA MEDICIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (disponible en CD)**