

**DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIONES DE LA  
SEDE DE LA FUNDACIÓN HOGAR PICCOLI SAGGI.**

**NANCY AMOROCHO GUALDRÓN  
JULIETH ALEXANDRA PÉREZ TÉLLEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2008**

**DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIONES DE LA  
SEDE DE LA FUNDACIÓN HOGAR PICCOLI SAGGI.**

**NANCY AMOROCHO GUALDRÓN  
JULIETH ALEXANDRA PÉREZ TÉLLEZ**

**Proyecto de Grado para optar por el título de Ingeniera Electricista.**

**Director  
Ing. CIRO JURADO JEREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE ELÉCTRICA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2008**

*A Dios, por darme la fortaleza para trabajar día a día.*

*A mi madre Oliva, por su apoyo, comprensión, sacrificio y por ser la motivación más profunda en mi vida.*

*A mi padre Efraín, por enseñarme que cada día debe ser de autosuperación.*

*A mis hermanas Patricia y Yolanda, por su apoyo mas allá de las palabras y su comprensión en todos mis errores.*

*A Jorge, mi roca, mi fuerza, esa voz que me alentó, que me acompañó en mis días de más frustración y de más alegría.*

*A mis amigos por su alegría y palabras de ánimo a lo largo de mi carrera.*

*Nancy.*

*A Dios mi fortaleza, mi guía y luz espiritual, a mi padre (Q. P. D.) por sus palabras, las cuales me incentivaron a seguir el camino, por su cálido abrazo en los momentos difíciles, a mi madre por sus sacrificios e incondicionalidad, a mis hermanas por su cooperación, a mi hija Valeria que es todo en mi vida y a su padre por estar siempre conmigo brindándome su apoyo y comprensión, pues gracias a ellos he alcanzado una de mis metas.*

*Julieth.*

## AGRADECIMIENTOS.

Al ingeniero **Ciro Jurado Jerez**, por su dirección, colaboración e interés en la realización de este proyecto, de igual forma por todos sus consejos para nuestro desarrollo como profesionales.

A la **Fundación Hogar Piccoli Saggi**, en cabeza de la señora **Myriam Parra de Bautista**, por la confianza puesta en nosotras para la complementación de esta labor que permita a futuro brindar mas servicios a la comunidad menos favorecida.

Al profesor **Rafael Arizmendi**, por sus aportes técnicos a este proyecto.

A **Edwin Ordoñez**, ingeniero del CENTIC por su orientación e información de los diferentes Sistemas de Comunicaciones.

A **Jorge Ardila Álvarez**, por su importante colaboración durante la realización de este proyecto.

A la **Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones**, por tratar de desarrollar ingenieros preocupados por el ámbito social, motivo para fortalecer los lazos con la comunidad que es el motor fundamental de la sociedad.

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	18
1. GENERALIDADES.....	21
1.1 OBJETIVOS .....	21
1.1.1 Objetivo General.....	21
1.1.2 Objetivos Específicos.....	21
1.2 RESUMEN DEL PROYECTO. ....	21
1.2.1 Impacto Esperado. ....	22
1.2.2 Usuarios Directos E Indirectos. ....	23
2. MARCO TEORICO.....	24
2.1 DEFINICIONES. ....	24
2.1.1 Código Eléctrico Colombiano NTC 2050. ....	24
2.1.2 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE. ....	25
2.1.3 Norma para el Cálculo y Diseño de Instalaciones Eléctricas ESSA 2005. ...	27
2.1.4 Norma para el Cableado Estructurado ANSI/TIA/EIA-568-A. ....	27
2.1.5 Norma Técnica colombiana NTC 4552.....	28
2.2 SISTEMA ELECTRICO. ....	29
2.2.1 Regulación de Tensión.....	29
2.2.2 Selección de Conductores. ....	31
2.2.3 Nivel de Iluminación. ....	32
2.2.4 Selección de Protecciones.....	33
2.2.5 Selección del Transformador.....	33
2.2.6 Nivel de Tensión. ....	33
2.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	34

2.3.1	Conductor y Malla de Puesta a Tierra.....	34
2.3.2	Calculo de la Malla de PAT.....	34
2.3.3	Resistividad del Terreno.....	36
2.4	SISTEMA DE VOZ Y DATOS.....	36
2.4.1	Generalidades.....	36
2.4.2	Normas para Cableado Estructurado.....	36
2.4.3	Selección de conductores.....	37
2.4.4	Conectores.....	43
2.4.5	Códigos de conexión para las tomas de información o jacks RJ 45.....	44
2.4.6	Topología de Redes.....	45
2.4.7	Elementos Principales de un Cableado Estructurado.....	47
2.5	SISTEMA DE PROTECCION CONTRA RAYOS.....	48
2.5.1	Generalidades.....	48
2.5.2	Calculo del Nivel de Riesgo.....	48
2.5.3	Elementos de un Sistema de Protección Externa contra Rayos [8].....	50
2.5.4	Métodos de diseño para la protección externa contra rayos.....	51
2.5.5	Sistema de Protección Interna (SPI).....	53
3.	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.....	55
3.1	ACOMETIDA.....	55
3.2	TRANSFORMADOR.....	55
3.2.1	Potencia Nominal.....	55
3.2.2	Relación de Transformación.....	55
3.2.3	Protecciones.....	56
3.2.4	Puesta a Tierra.....	58
3.3	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS.....	58

3.3.1	Demanda Máxima de la Instalación.....	58
3.3.2	Acometida General de B.T.....	58
3.3.3	Barraje de Baja Tensión.....	60
3.4	PUESTA A TIERRA.....	60
3.4.1	Malla de PAT.....	60
3.4.2	Calculo de la Malla de PAT.....	61
3.5	INSTALACIONES INTERNAS Y DESCRIPCION DE TABLEROS POR PISO....	62
3.5.1	Descripción General.....	62
3.5.2	Tableros de Distribución de Servicios.....	63
3.5.3	Tableros de Distribución de Emergencia.....	67
3.6	CUADROS DE CARGA Y REGULACION DE LAS INSTALACIONES.....	71
3.6.1	Descripción General.....	71
3.6.2	Cálculo de Regulación.....	71
3.6.3	Cálculo Tipo de Regulación.....	71
4.	NIVEL DE ILUMINACIÓN.....	77
4.1	MÉTODO DE LA CAVIDAD ZONAL.....	78
4.1.1	Flujo Luminoso de la Bombilla.....	79
4.1.2	Intensidad máxima debajo de la luminaria.....	79
4.1.3	Factores de Depreciación de los Lúmenes de la Luminaria, Bombilla y Factor de Balastro.....	80
4.1.4	Relaciones de Cavidad.....	81
4.1.5	Coeficiente de Utilización.....	81
4.1.6	Numero de Luminarias.....	82
4.1.7	Espaciamiento entre Luminarias.....	82
4.1.8	Distribución de las Luminarias.....	82

4.1.9	Nivel de Iluminancia final Obtenida .....	84
5.	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE COMUNICACIONES. ....	85
5.1	SISTEMA DE DATOS.....	85
5.2	SISTEMA DE VOZ. ....	86
5.3	SONIDO AMBIENTAL. ....	87
5.4	CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN, (CCTV). ....	88
5.5	SISTEMA DE TELEVISIÓN.....	90
5.6	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.....	91
5.7	DUCTERÍA. ....	94
5.8	ESPECIFICACIONES.....	95
6.	DISEÑO DE LA PROTECCION EXTERNA CONTRA RAYOS. ....	96
6.1	CALCULO DEL FACTOR DE RIESGO. ....	96
6.2	SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNA CONTRA RAYOS, SPE.....	99
6.3	SISTEMA DE PROTECCIÓN INTERNA CONTRA RAYOS, SPI.....	100
7.	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO.....	102
8.	CONCLUSIONES.....	105
9.	RECOMENDACIONES. ....	106
10.	BIBLIOGRAFIA.....	107
	ANEXOS.....	108

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. TABLAS DE LAS NORMAS .....	108
Anexo 2. NIVEL CERÁUNICO COLOMBIA.....	123
Anexo 3. CALCULOS Y PLANOS .....	124

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Nivel de Protección.....	53
Tabla 2. Tableros.....	55
Tabla 3. Parámetros para la relación de transformación.....	56
Tabla 4. Parámetros de Diseño malla de PAT .....	61
Tabla 5. Configuración de la malla de PAT .....	62
Tabla 6. Factor de Peso para Cálculo de Iluminación.....	77
Tabla 7. Reflectancias .....	77
Tabla 8. Nivel de Luminancia por Espacio .....	78
Tabla 9. Puntos Salida de Datos .....	85
Tabla 10. Puntos Salida de Voz .....	86
Tabla 11. Puntos Salida de Sonido Ambiental .....	87
Tabla 12. Puntos Salida de CCTV.....	88
Tabla 13. Puntos Salida de Televisión .....	90
Tabla 14. Componentes Cuarto Telecomunicaciones.....	92
Tabla 15. Puntos de Potencia Datos .....	93
Tabla 16. Puntos de Potencia General.....	94
Tabla 17. Sección Cable UTP .....	94
Tabla 18. Cantidad de Conductores en Cableado Estructurado .....	95
Tabla 19. Área y Altura de la Fundación .....	96
Tabla 20. Parámetros Rayo para Bucaramanga .....	96
Tabla 21. Clasificación de la Estructura para la Fundación.....	97
Tabla 22. Tipo de Estructura de la Fundación.....	97
Tabla 23. Clasificación por área y altura .....	97
Tabla 24. Indicador de Gravedad para la Fundación .....	98
Tabla 25. Fragmento de la Matriz de Riesgo.....	98

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Código de colores .....	40
Ilustración 2. Distancia máxima .....	42
Ilustración 3. Cable Coaxial .....	43
Ilustración 4. Conector RJ-45 .....	44
Ilustración 5. Terminal de Patch Cord .....	44
Ilustración 6. Asignación Pin-Par .....	45
Ilustración 7. Distancia de impacto .....	51
Ilustración 8. Giro de la Esfera .....	51
Ilustración 9. Gráfica ángulo contra altura .....	52
Ilustración 10. Zona de Protección por el método del ángulo.....	52
Ilustración 11. Diagrama de Categorías .....	53
Ilustración 12. Distribución de Circuito Ramal 2-S3 .....	72
Ilustración 13. Dimensiones Parqueadero en el Sótano.....	79
Ilustración 14. Características del tipo de Luminaria .....	80
Ilustración 15. Ubicación Lámparas en la planta del Sótano.....	83
Ilustración 16. Funcionamiento de un Conmutador Tradicional .....	87
Ilustración 17. Salidas de Audio para Techo .....	88
Ilustración 18. Amplificador de Audio .....	88
Ilustración 19. Conexión de cámaras y Monitoreo.....	89
Ilustración 20. Baluns .....	89
Ilustración 21. Cambio de Cable coaxial a UTP por medio de baluns.....	90
Ilustración 22. Splitter de 4 vías.....	91
Ilustración 23. Amplificador de Señal de Televisión .....	91
Ilustración 24. Rack Modular de 19”.....	92

Ilustración 25. Giro de Circulo sobre la Estructura .....	99
Ilustración 26. Proyección del ángulo sobre la Estructura.....	99

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIONES DE LA SEDE DE LA FUNDACIÓN HOGAR PICCOLI SAGGI.<sup>1</sup>

**AUTORES:** Nancy Amorocho Gualdrón, Julieth Alexandra Pérez Téllez<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Fundación, Instalaciones eléctricas, Instalaciones de comunicaciones, Diseño, Presupuesto, Recomendaciones.

### DESCRIPCION:

La Universidad Industrial de Santander, en reafirmación de su compromiso social con la comunidad, aprueba la vinculación de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones para la realización de este proyecto.

Para el desarrollo de este proyecto se plantearon cinco etapas: (1) Diseño de las instalaciones eléctricas, (2) Diseño de las instalaciones de comunicaciones, (3) Protección contra rayos, (4) Cantidades de Obra y su respectivo presupuesto, (5) Recomendaciones.

El diseño realizado se basó principalmente en cuatro aspectos, seguridad, continuidad de servicio, calidad del servicio y flexibilidad, lo que permite tener unas óptimas instalaciones eléctricas y de comunicaciones para el desarrollo de cada una de las actividades que se programan hacia la comunidad.

El diseño eléctrico se realizó de tal forma que cada uno de los espacios contara con una iluminación adecuada y suficientes puntos de salida para cualquier tipo de aparato, el diseño de comunicaciones se basó en cinco sistemas, de voz, datos, sonido ambiental, circuito cerrado de televisión y televisión, ubicados en sitios donde fuese necesario.

Se plateó la protección contra rayos, la cual cuenta con un sistema de protección externa con base a pararrayos tipo Franklin y un sistema de protección interna basada en DPS.

Al acoplar cada uno de los diseños mencionados anteriormente se calcularon las cantidades de obra y presupuesto teniendo en cuenta los productos y sus precios en el mercado.

Este diseño esta enmarcado dentro de las normas vigentes en sector eléctrico nacional y regional.

---

<sup>1</sup> Proyecto de Grado.

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director, Ing. Ciro Jurado Jerez.

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN OF ELECTRICAL INSTALLATIONS AND COMMUNICATIONS HEADQUARTERS OF THE FUNDACIÓN HOGAR PICCOLI SAGGI.<sup>3</sup>

**AUTHORS:** Nancy Amorocho Gualdrón, Julieth Alexandra Pérez Téllez.<sup>4</sup>

**KEYWORDS:** Foundation, Electrical installations, Communications facilities, Design, Budget, Recommendations.

### DESCRIPTION:

The Industrial University of Santander, a reaffirmation of its social commitment to the community, approved the linking of the School of Electrical, Electronics and Telecommunications Engineering for carrying out this project.

For the development of this project were raised five stages: (1) Design electrical installations, (2) Design of communications facilities, (3) Lightning protection, (4) Quantities of Work and its respective budget, (5) Recommendations.

The design was based mainly conducted in four aspects, security, continuity of service, service quality and flexibility, allowing some optimal electrical installations and communications for development of each of the activities that are programmed into the community.

The electrical design was made so that each of the spaces to have adequate lighting and sufficient outlets for any type of device, the design was based on five communications systems, voice, data, sound environmental, closed circuit Television and television, located on sites where necessary.

You outlines protection against lightning, which has an external protection system based on Franklin's lightning rod and a kind of internal protection system based on DPS.

By coupling each of the designs mentioned above were calculated quantities of work and budget taking into account the products and their market price.

This design is framed within the existing rules in the electricity sector nationally and regionally.

---

<sup>3</sup> Degree Works

<sup>4</sup> Faculty of Physical-Mechanical Engineering. Electrical, Electronics and Telecommunications Engineering School. Director, Ing. Ciro Jurado Jerez.

## INTRODUCCIÓN.

La seguridad y los ambientes adecuados son de gran importancia para el desarrollo de los niños, quienes son las nuevas generaciones de nuestro país, y necesitan de espacios que les ayuden a realizar y a llevar a cabo todas las ideas que tengan en mente, este proyecto de grado nace como respuesta de la Universidad Industrial de Santander, UIS, a la solicitud de la Fundación Hogar Piccoli Saggi, para la realización del Diseño de las Instalaciones Eléctricas y de Telecomunicaciones de la nueva infraestructura, que será en el futuro la sede de la Fundación.

La UIS, pone de manifiesto su compromiso social al permitir a sus estudiantes ponerse en contacto y trabajar en las necesidades de ésta *Fundación sin Ánimo de Lucro* encargada de brindar apoyo a familias desplazadas y madres cabeza de hogar, a través de esta modalidad de práctica válida para optar el título de ingenieras electricistas. Adicionalmente los diseños realizados se rigen por la normatividad vigente, lo que por ende, brindara a las nuevas instalaciones la seguridad requerida para las personas que frecuenten estos espacios y a su vez fue una oportunidad que permitió a las autoras poner en práctica conocimientos adquiridos durante la carrera profesional.

Cuando se habla de seguridad lo más importante son las vidas humanas y sobre todo en espacios que albergarán principalmente niños, es de suma importancia brindar las condiciones de iluminación adecuadas para el fomento de las capacidades y aprendizaje en los cursos impartidos, para mejorar las condiciones de los servicios de salud prestados a la comunidad, etc.

El documento que presenta el proyecto se encuentra estructurado principalmente en cuatro partes. En primer lugar, se presenta el marco teórico, que comprende los conceptos, terminología y normas vigentes tomados como referencia para el desarrollo del proyecto; en segundo lugar se presenta el desarrollo del diseño eléctrico, el diseño de iluminaciones, el diseño de cableado estructurado y el diseño de protección externa contra rayos; en tercer lugar, se presentan las cantidades de obra, presupuestos y los planos del diseño; y finalmente se expresan como un aporte adicional, las conclusiones y recomendaciones que surgieron durante el desarrollo de la práctica, junto con los anexos, soportes y constancias respectivas.

# 1. GENERALIDADES

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo General

Realizar el diseño eléctrico y de comunicaciones enfocadas principalmente a la seguridad de los usuarios de estas instalaciones buscando reafirmar el compromiso social de la Universidad con la comunidad.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diseño y cálculos de iluminación de cada una de las áreas de acuerdo a los niveles requeridos.
- Ofrecer comodidad y flexibilidad en el diseño eléctrico en cada uno de los espacios.
- Calcular los conductores de las redes eléctricas de acuerdo a los criterios de regulación exigidos por la norma para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de la ESSA y así garantizar un óptimo servicio.
- Diseño de la protección contra rayo que puedan producir en las instalaciones algún tipo de sobretensión.
- Elaborar el diseño de las redes de comunicación y cómputo.
- Diseño del sistema de puesta a tierra para las instalaciones, teniendo en cuenta las redes de computo presentes.
- Proyectar las cantidades de obra y presupuesto.
- Realización de diagramas topológicos y unifilares.
- Ofrecer a los usuarios de las instalaciones seguridad y así permitir que se realicen todas las actividades que se programan en esta entidad para la comunidad beneficiada.

## 1.2 RESUMEN DEL PROYECTO.

En la actualidad es de gran importancia el entorno donde crecemos, nos desenvolvemos y del cual aprendemos, por tal razón es necesario el acompañamiento de personal capacitado que actué como guía en este proceso especialmente en la infancia que proviene de familias vulnerables los cuales por su situación económica o social no gozan

de la oportunidad de tener un desarrollo psicomotriz adecuado, al igual que su crecimiento intelectual.

La Fundación Hogar Piccoli Saggi brinda atención integral en salud, educación a esta comunidad de niños y niñas de cero (0) a cinco (5) años provenientes de familias vulnerables, desplazadas por la violencia y de madres cabeza de familia, presta sus servicios en sus instalaciones ubicada en la carrera 17 N° 10ª-06, donde su infraestructura no es adecuada para los programas ofrecidos y los cupos de niños a cubrir, esto ha limitado su labor social pues su pequeña instalación no les permite ofrecer un óptimo servicio y los programas abiertos para la sociedad son completamente restringidos.

Adicionalmente la seguridad de las instalaciones eléctricas es una de las preocupaciones para esta Fundación debido a que la mayoría de sus usuarios son niños. Las instalaciones poseen cierta antigüedad y lo ideal es que estas se rijan bajo normas vigentes de seguridad para este tipo de infraestructura y de usuarios las cuales se han emitido por entidades y empresas electrificadoras, dentro de las cuales se destacan la NTC 2050 (Código Eléctrico Colombiano), el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), Norma para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de la ESSA.

Por lo tanto es de gran importancia, el controlar la regulación de los diferentes circuitos ramales para evitar las pérdidas de tensión y los calentamientos de los equipos que puedan generar sobrecargas e incendios, también para los equipos y para la protección de la vida humana de las personas encargadas del manejo de los equipos la puesta a tierra, al ocurrir descargas atmosféricas o choques eléctricos, para lo cual las normas nos informan sobre los diferentes valores de puesta a tierra recomendadas.

A su vez los niveles de iluminación de los salones y demás zonas de la instalación, ya que las personas que utilizaran dichas instalaciones se pueden ver afectados en su salud, sino se utilizan los niveles adecuados.

### **1.2.1 Impacto Esperado.**

Con la realización de este proyecto se pretende ofrecer la oportunidad a esta fundación de tener unas instalaciones eléctricas óptimas, de calidad, con altos niveles de seguridad para cada uno de los usuarios en especial las áreas donde se van a ubicar a los niños beneficiarios de los cupos, que les ofrezcan seguridad y comodidad en cada una de las actividades que se realizan, en los servicios abiertos que se ofrecen a la comunidad objetivo, adicionalmente a esto se busca poder ampliar la cobertura de sus programas para poder beneficiar a nuevos niños.

Se espera que los diseños realizados ofrezcan cada uno de los ambientes requeridos en las nuevas instalaciones de la Fundación Hogar Piccoli Saggi para las actividades que se

programan en dicha entidad, que brinden flexibilidad y facilidades para futuras ampliaciones o cambio de ambientes.

### **1.2.2 Usuarios Directos E Indirectos.**

Los usuarios directos de estas instalaciones son especialmente niños entre 2 a 5 años provenientes de familias de escasos recursos, desplazados por la violencia o de madres cabeza de familia de estratos socioeconómicos 1 y 2, las personas que laboran en esta entidad debido a que sus áreas de trabajo presenta alta calidad de iluminación, comodidad y seguridad en cada uno de los puntos de salida, la comunidad en general que buscan en esta Fundación un punto de apoyo para cada una de sus dificultades pues esta ofrece programas abiertos a la comunidad, para lo cual es necesario la realización de este proyecto y así mejorar el servicio, la calidad de iluminación de cada uno de los recintos, la flexibilidad de las instalaciones, lo cual permite tener unas áreas de trabajo optimas.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 DEFINICIONES.

Las siguientes son las definiciones de algunos conceptos básicos tenidos en cuenta como un aspecto fundamental en el diseño de instalaciones eléctricas y de comunicaciones. Estas definiciones son tomados del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, la Norma para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Electrificadora de Santander ESSA 2005 y de la Norma ANSI para el Diseño de Cableado Estructurado ANSI/TIA/EIA-568-A.

#### 2.1.1 Código Eléctrico Colombiano NTC 2050.

**Acometida:** Derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble.

**Acometida Subterránea:** Conductores subterráneos de la acometida desde la red de la calle, incluidos los tramos desde un poste o cualquier otra estructura o desde los transformadores, hasta el primer punto de conexión con los conductores de entrada de la acometida en el tablero general, tablero de medidores o cualquier otro tablero con espacio adecuado, dentro o fuera del muro de una edificación.

**Alimentador:** Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

**Bandeja Portacables:** Unidad o conjunto de unidades, con sus accesorios, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

**Barraje de Puesta a Tierra (Equipotencial):** Conductor de tierra colectiva, usualmente una barra de cobre o un cable de diámetro equivalente.

**Canalización:** Canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras.

**Capacidad de Corriente:** Corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso, sin superar su temperatura nominal de servicio.

**Carga Continua:** Carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más.

**Conductor de Puesta a Tierra (Grounding Conductor):** Conductor utilizado para conectar los equipos o el circuito puesto a tierra de una instalación, al electrodo o electrodos de tierra de la instalación.

**Conductor de Puesta a Tierra de los Equipos:** Conductor utilizado para conectar las partes metálicas que no transportan corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos, al conductor puesto a tierra, al conductor del electrodo de tierra de la instalación o a ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado independiente.

**Conductor Puesto a Tierra (Grounded Conductor):** Conductor de una instalación o circuito conectado intencionalmente a tierra, generalmente es el neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.

**Factor de Demanda:** Relación entre la demanda máxima de una instalación o parte de una instalación y la carga total conectada a la instalación o parte de la instalación considerada.

**Interruptor Automático:** Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada.

**Interruptor de Circuito contra Fallas a Tierra (GFCI):** Funciona cortando el paso de corriente por un circuito o parte del mismo dentro de un determinado lapso, cuando la corriente a tierra supera un valor predeterminado, menor que el necesario para que funcione el dispositivo protector contra sobrecorriente del circuito de suministro.

### 2.1.2 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.

**Capacidad Nominal:** El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas.

**Circuito:** Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes.

**Conexión Equipotencial:** Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente que pase, no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos.

**Cortocircuito:** Fenómeno eléctrico ocasionado por una unión accidental o intencional de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

**Electrodo de Puesta a Tierra:** Conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

**Empalme:** Conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica.

**Iluminancia:** Es el flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad es el Lux.

**Instalación Eléctrica:** Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

**Luminancia:** Es el flujo reflejado por los cuerpos, o el flujo emitido si un objeto se considera fuente de luz.

**Luminaria:** Componente mecánico principal de un sistema de alumbrado que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos requeridos para la iluminación.

**Puesta a Tierra:** Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

**Red Interna:** Es el conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro del servicio público al inmueble a partir del medidor. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

**Resistencia de Puesta a Tierra:** Es la relación entre el potencial del sistema de puesta a tierra a medir, respecto a una tierra remota y la corriente que fluye entre estos puntos.

**Sistema de Puesta a Tierra (SPT):** Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y el cableado puesto a tierra.

**Sistema de Puesta a Tierra de Protección:** Conjunto de conexión, encerramiento, canalización, cable y clavija que se acoplan a un equipo eléctrico, para prevenir electrocuciones por contactos con partes metálicas energizadas accidentalmente.

**Sobrecarga:** Funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal que, si persiste durante un tiempo suficiente podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga.

**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.

**Subestación:** Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

**Tomacorriente:** Dispositivo con contactos hembra, diseñado para instalación fija en una estructura o parte de un equipo, cuyo propósito es establecer una conexión eléctrica con una clavija.

### 2.1.3 Norma para el Cálculo y Diseño de Instalaciones Eléctricas ESSA 2005.

**Carga:** la potencia requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

**Carga de Diseño:** carga que para efectos de diseño se considera atendida por una salida.

**Carga instalada:** suma de las cargas de diseño de los equipos instalados en los predios de los suscriptores, susceptibles a ser conectados al sistema o a la parte del sistema que se considera.

**Circuito Alimentador:** Línea de distribución que lleva potencia eléctrica de una central generadora o subestación a un centro de consumo.

**Circuito Ramal en Baja Tensión:** Conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas.

**Plano:** Representación a escala en una superficie.

**Red de Distribución:** Conjunto de conductores que llevan energía desde una subestación a toda el área de consumo.

**Tablero de Distribución:** Conjunto de equipos de protección, barrajes y cableado que recibe las acometidas parciales y del cual se derivan los circuitos ramales.

### 2.1.4 Norma para el Cableado Estructurado ANSI/TIA/EIA-568-A.

**Área de Trabajo:** sus componentes llevan las telecomunicaciones desde la unión de la toma o salida y su conector donde termina el sistema de cableado horizontal, al equipo o estación de trabajo del usuario.

**Cableado de Backbone:** El propósito es proveer interconexión entre edificio sala de equipo y closet de telecomunicaciones y además incluye los medios de transmisión, intermediario y terminaciones mecánica, utiliza una estructura convencional tipo estrella.

**Cableado Horizontal:** consiste en el medio físico usado para conectar cada toma o salida a un gabinete. Se pueden usar varios tipos de cable para la distribución horizontal.

**Eje de Cableado Central:** proporciona interconexión entre los gabinetes de telecomunicaciones. Consiste de cables centrales, interconexiones principales e intermedias, terminaciones mecánicas, y puentes de interconexión.

**Gabinete de Telecomunicaciones:** es donde terminan en sus conectores compatibles, los cables de distribución horizontal.

**Instalación de Entrada, o Acometida:** es el punto donde la instalación exterior y dispositivos asociados entran al edificio. Este punto puede estar utilizado por servicios de redes públicas, redes privadas del cliente, o ambas. Están ubicados los dispositivos de protección para sobrecargas de voltaje.

**Sala de Maquinas o Equipos:** es un espacio centralizado para el equipo de telecomunicaciones que da servicio a los usuarios en el edificio.

#### **2.1.5 Norma Técnica colombiana NTC 4552**

**Conductor Bajante:** elemento conectado eléctricamente entre los terminales de captación o la red de terminales de captación y la puesta a tierra de protección contra rayos, cuya función es conducir las corrientes de rayo que puedan incidir sobre la instalación a proteger.

**Distancia de impacto:** longitud definida por el método electrogeométrico (que es función exponencial de la corriente de retorno del rayo) que determina la posición de la estructura interceptadora con respecto a la estructura protegida, o como el radio de una esfera que permite establecer cuál es el área de cubrimiento de una estructura para una corriente dada.

**Método Electrogeométrico:** procedimiento que permite establecer cuál es el volumen de cubrimiento de protección contra rayos de una estructura para una corriente dada, según la posición y la altura de la estructura considerada como pararrayos.

**Nivel Cerámico, CN:** número de días al año en los cuales es oído por lo menos un rayo.

**Nivel de protección contra rayos NPR:** número relacionado con un conjunto de los parámetros de la corriente en un rayo, pertinentes a la probabilidad que asocia los valores de diseño máximo y mínimo, son los valores que no están excedidos cuando ocurra una descarga.

**Sistema de Protección contra rayos SIPRA:** Lithing Protection System, sistema integral para reducir los daños físicos que puedan ser causados por el rayo.

**Sistema de Protección interna:** es el conjunto de dispositivos que limitan las sobretensiones y las sobrecorrientes transitorias que se pueden presentar al interior de una instalación.

**Rayo:** la descarga eléctrica atmosférica o más comúnmente conocida como rayo es un fenómeno físico que se caracteriza por una transferencia de carga eléctrica de una nube hacia la tierra, de la tierra hacia la nube, entre dos nubes, al interior de una nube o de la nube hacia la ionosfera.

## 2.2 SISTEMA ELECTRICO.

### 2.2.1 Regulación de Tensión.

La regulación es la razón en porcentaje (%) de la diferencia entre magnitudes de la tensión en el receptor en vacío y a plena carga, con respecto a la magnitud de la tensión en el receptor a plena carga,

$$\delta = \frac{V_{Rv} - V_{Rpc}}{V_{Rpc}} * 100\%$$

Donde:

$V_{Rv}$ , tensión del receptor en vacío.

$V_{Rpc}$ , tensión del receptor a plena carga.

Al considerar la caída de tensión que se pueda producir al circular una corriente por un conductor debido a la resistencia e impedancia que esté presente, tenemos:

$$\delta_v = \frac{(X \operatorname{sen} \varphi + r \cos \varphi) * L * I}{V} * 100\%$$

Donde:

$\delta_v$ : Es el valor relativo en Voltios.

$r$  y  $X$  son los parámetros por unidad de longitud del conductor.

$\cos \varphi$ , es el factor de potencia

$L$ , la longitud del cable

$V$ , la tensión.

Al fijar los valores de estas variables, podemos calcular una constante de regulación del conductor, ( $K_G$ ), que nos permite seleccionar el conductor en base a valores de regulación establecidos, este valor puede ser pensado como una resistencia aparente del conductor, y se calcula con base a diferentes valores de factor de potencia.

Para realizar el cálculo de regulación en los circuitos ramales de un edificio, utilizamos la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{F_C * K_G * \sum M_s}{V_L^2} * 100\%$$

Donde:

$F_C$ , es el Factor de corrección.

Para conexiones diferentes de las trifásicas tetrafilares balanceadas en B.T y M.T, se debe aplicar este factor, dado en la tabla de la Norma para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, ESSA 2005, en su numeral 3.1.12.9.3 (ver ANEXO 1- Tabla 2).

$K_G$  = Constante generalizada, del conductor.  $K_G = 100 * (X \sin \phi + r \cos \phi)$

Esta constante depende tanto de la tensión en la red como del factor de potencia por el circuito ramal, para el caso de nuestro diseño, los factores de potencia a utilizar son F.P=0.85, 0.9, 0.95 (ver ANEXO 1- Tabla 3), dados en la tabla de la Norma para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, ESSA 2005, descrita en el numeral 3.1.12.9.2.

$M_s$  = Momentos del circuito ramal.  $M_s = S * l$

$S$  = Potencia aparente, demanda de la carga a alimentar.

$l$  = Longitud entre el receptor y la fuente.

A medida que aumentamos la longitud de los circuitos ramales la caída de tensión también aumentan, por lo cual es necesario limitarla, lo que no sucede si los cables son cortos.

$V_L$  = Tensión de línea en el extremo receptor.

Los porcentajes de regulación permitidos según el tipo de instalación eléctrica e ubicación en B.T, se muestran en la tabla descrita en la Norma para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, ESSA 2005, en su numeral 2.1.4.2, (ver ANEXO 1- Tabla 1).

### 2.2.2 Selección de Conductores.

En el diseño de las instalaciones eléctricas de un edificio, la selección de los conductores es de gran importancia, ya que esto conlleva la seguridad de las personas que van a utilizar la infraestructura, la seguridad de los equipos a los cuales alimentan y mayores o menores gastos, ya que si un conductor implementado es sobrecargado, puede llegar a implicar una remodelación.

Los conductores en paralelo de cada fase, neutro o conductor de circuito de puesta a tierra, deben ser de la misma distancia, del mismo material conductor, del mismo calibre, tener el mismo tipo de aislamiento y terminarse de la misma manera [1].

Los conductores para los circuitos ramales del tablero de distribución, se seleccionan por medio de la regulación y se verifican por corriente y temperatura.

#### ❖ Selección de conductores de los circuitos ramales.

Con base a la regulación dada en la tabla 1 del ANEXO 1, dependiendo del diseño, la tensión de operación del circuito, la longitud y la carga de cada elemento en el ramal, calculamos el valor de  $K_G$ .

$$K_G = \frac{V_L^2}{F_C * \sum M_s} * \delta\%$$

Con la constante generalizada, aseguramos que el conductor a seleccionar se acerque a la regulación requerida, y por lo tanto cumpla con lo especificado en la Norma.

Con este valor de  $K_G$  y con el factor de potencia seleccionado por la carga, buscamos en la tabla de las constantes de los conductor uno que cumpla o uno inmediatamente inferior al valor calculado, (ver ANEXO 1- Tabla 3).

La capacidad de corriente debe ser igual o superior a la corriente de la carga instalada en el circuito, multiplicada por un factor de 1.25, para guardar un factor de seguridad, esta capacidad se ve afectada por factores como por el número de conductores por el mismo ducto y por el tipo de recubrimiento de los conductores por el mismo.

El cálculo de la capacidad de corriente del conductor para circuitos ramales se determina a partir de la siguiente expresión.

$$I_c \geq F_s * N * \frac{P}{V_n * \cos \varphi}$$

Donde:

$I_c$  , capacidad de corriente del conductor, en amperes.

$P$  , potencia total del circuito ramal.

$V_n$ , tensión nominal que depende del tipo de circuito.

$\cos \varphi$ , factor de potencia de la carga.

$F_s$ , factor de seguridad (1.25).

$N$ , factor que depende del tipo de circuito. (Ver ANEXO 1- Tabla 4)

❖ Selección del conductor de puesta a tierra.

Para circuitos de baja tensión el conductor de continuidad de puesta a tierra en ductos se selecciona tomando en consideración la capacidad nominal del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes de la tubería o equipo (ver ANEXO 1- Tabla 5).

La ESSA, ofrece los valores correspondientes para estos conductores, en su norma, numeral 3.1.12.8, igualmente se puede dimensionar el conductor de puesta a tierra de acuerdo a la tabla 250-95 de la norma NTC 2050.

❖ Selección de la ductería.

Para la selección de la ductería, se deben tener en cuenta el número de conductores portadores de corriente y su sección transversal, en la norma NTC 2050, podemos encontrar los porcentajes de sección transversal para el llenado de conductores (ver ANEXO 1- Tabla 20), para contar con un óptimo espaciamiento entre ellos así no se generen interferencias o queden limitados por el espacio.

$$D \geq 1.58 * \sqrt{\sum_{j=1}^N dj^2}$$

$D$ , diámetro de la ductería

$d_j$ , diámetro de los conductores.

En la Norma Técnica Colombiana, NTC 2050 tabla 4, Dimensiones y porcentajes de la selección de los tubos y tuberías, tabla 5, Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos y en las tablas del apéndice C, Tablas de ocupación de los tubos conduit y tuberías para conductores y conductores para aparatos de la misma sección transversal, podemos encontrar valores para los ductos que se necesiten.

### 2.2.3 Nivel de Iluminación.

Es importante para el cuidado de la salud visual de las personas la correcta iluminación en los recintos en los cuales se va a trabajar o a estudiar. El nivel de iluminación va determinado por ciertas condiciones, entre algunas, la edad, la labor a realizar, el área en el cual se va a realizar el diseño, el entorno de los espacios (colores de las paredes, tipo

de piso, muebles dentro de las habitaciones, colores del techo y tipo de lámpara a utilizar), etc. Y esto conlleva a brindar un mejor contexto visual para las personas involucradas, así como seguridad, bienestar y comodidad. Para una correcta iluminación y eliminar el deslumbramiento en las personas se tienen ciertos límites de lúmenes (ver ANEXO 1- Tabla 6) dependiendo del tipo de edificio y actividades que se desarrollen, estos niveles los encontramos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE, tabla 25, Niveles de iluminancia aceptados para diferentes aéreas y actividades.

#### **2.2.4 Selección de Protecciones.**

Las protecciones son elementos que deben tenerse en cuenta a la hora de realizar un diseño eléctrico, ya que al no ser dimensionadas correctamente, pueden no cumplir la función por la cual fueron instalados, permitiendo que cortocircuitos y sobrecargas causen daños a los equipos, a la edificación en sí, e incluso provocar incendios que atenten contra la vida de las personas.

Los elementos de protección más usados en las instalaciones eléctricas son los interruptores termomagnéticos, ubicados en las líneas vivas (fases), de los tableros de distribución, y que se pueden accionar de forma manual o automática. En los tableros, el valor de la protección debe ser de 1.25 veces la corriente de la carga instalada y que la capacidad del conductor seleccionado sea menor.

En el caso de los motores, estos deben ser protegidos contra sobrecargas y cortocircuito, por lo cual se calcula la capacidad del elemento de protección entre 1.15 y 1.2 veces la corriente nominal del motor.

#### **2.2.5 Selección del Transformador.**

Con la demanda máxima, de la edificación en la cual se está realizando el diseño, se selecciona la potencia nominal del transformador, y se toma del valor estándar inmediatamente superior al cálculo de la demanda máxima.

Para calcular la demanda máxima tenemos dos métodos que son la NTC 2050 y la Norma técnica de Instalaciones Eléctricas ESSA. Al proyectar los valores de consumo en la edificación, se procede a sumar todos los valores de los diferentes tableros que se instalaron, dependiendo del área y de la cantidad de tomas o aparatos especiales que se encuentran.

#### **2.2.6 Nivel de Tensión.**

Con el fin de limitar los niveles de cortocircuito y reducir las corrientes en el lado de baja tensión, se restringe la potencia de los transformadores, de la siguiente manera: hasta 500 kVA, la tensión primaria correspondiente se limita a 13.2 kV, hasta 5000 kVA la tensión indicada es de 34.5 kV, [1].

Además de limitar los niveles de cortocircuito y reducir las corrientes en el lado de baja, el nivel de tensión, según la demanda máxima hallada, reduce los costos por consumo, ya que a mayor nivel de servicio el kilovatio/hora es más económico.

### **2.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.**

Es posible que en las partes metálicas, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora, se presenten tensiones con respecto a tierra, así que para limitarlas y evitar el riesgo de averías en los materiales eléctricos o el riesgo de un choque eléctrico que ponga en peligro la integridad de las personas, se establece la unión eléctrica directa, sin fusibles ni ninguna protección mediante un electrodo o un grupo de electrodos enterrados en el suelo, con lo que se busca es suministrar un valor de impedancia con la cual se cree un medio de balance para las corrientes de falla en los circuitos, y establecer un medio de transporte a la carga electrostática y para desenergizar equipos para la realización de mantenimiento. Las puestas a tierra deben tener un mantenimiento rutinario que consiste en la medición de resistencia a tierra del sistema completo y de la resistividad del terreno, la inspección de corrosión, apriete y limpieza de las conexiones que fueron dejadas intencionalmente con conectores atornillables. Estas mediciones, deben ser hechas en diferentes épocas del año para evaluar el comportamiento con los cambios de humedad.

#### **2.3.1 Conductor y Malla de Puesta a Tierra.**

El conductor de puesta a tierra, es un conductor que se coloca con el fin de garantizar que cualquier objeto metálico de un equipo esté conectado al neutro del transformador que lo alimenta, de tal forma que sirva como retorno de las corrientes de falla. Por esta razón, a diferencia del conductor de neutro, el conductor de puesta a tierra sólo lleva corriente durante las fallas. La malla de tierra, por su parte, es el conjunto de conductores dispuestos en el suelo con el fin de controlar los potenciales de paso y de toque, que se producen generalmente por fallas a tierra de líneas de potencia.

Una malla está formada por la unión de conductores horizontales, normalmente según direcciones perpendiculares y uniformemente espaciados, incluyendo eventualmente conductores verticales (barras). Se utiliza especialmente cuando el objetivo principal de la puesta a tierra es mantener un control de potenciales en la superficie del terreno, con un bajo valor de resistencia. [4]

#### **2.3.2 Calculo de la Malla de PAT**

El cálculo de la malla de PAT se realiza por medio del método de Schwarz que permite determinar y evaluar el estado de la malla de PAT.

Este método se basa en la expresión:

$$R = \frac{R_{11} * R_{22} * R_{12}^2}{R_{11} + R_{22} - 2R_{12}}$$

Donde:

$R$  = Resistencia de la malla de tierra.

$R_{11}$  = Resistencia de los conductores de la malla de tierra.

$R_{22}$  = Resistencia de todas las barras enterradas.

$R_{12}$  = Resistencia mutua entre el grupo de electrodos y los conductores de la malla.

De la ecuación anterior se tiene que cada uno de los parámetros involucrados se calcula de la siguiente manera:

$$R_{11} = \frac{\rho}{\pi * L_{cond}} \left[ \text{Ln} \left( 2 \frac{L_{cond}}{\sqrt{d * h}} \right) + \left( K_1 \frac{L_{cond}}{\sqrt{A}} \right) - K_2 \right]$$

$$R_{22} = \frac{\rho}{2\pi n_b * L_b} \left[ \text{Ln} \left( 8 \frac{L_b}{d_b} \right) - 1 + \left( \frac{2K_1 L_b}{\sqrt{A}} \right) (\sqrt{n_b} - 1)^2 \right]$$

$$R_{11} = \frac{\rho}{\pi * L_{cond}} \left[ \text{Ln} \left( 2 \frac{L_{cond}}{L_b} \right) + \left( K_1 \frac{L_{cond}}{\sqrt{A}} \right) - K_2 + 1 \right]$$

Donde:

$L_b$  = Longitud de las barras

$L_{cond}$  = Longitud de los conductores de la malla.

$d$  = Diámetro de los conductores.

$d_b$  = Diámetro de las barras.

$h$  = Profundidad de la malla

$n_b$  = Número de barras.

$A$  = Área cubierta por la malla.

$K_1$  y  $K_2$  = Son constantes que dependen de la relación largo y ancho de la malla, de la profundidad  $h$ , y en general puede asumirse que sus valores son aproximadamente  $K_1=1,4$  y  $K_2=5,6$ .

### **2.3.3 Resistividad del Terreno.**

La resistividad del suelo es la propiedad que tiene éste, para conducir electricidad, es conocida además como la resistencia específica del terreno. En su medición, se promedian los efectos de las diferentes capas que componen el terreno bajo estudio, ya que éstos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, obteniéndose lo que se denomina "Resistividad Aparente" que para el interés de este trabajo, será conocida simplemente como "Resistividad del Terreno".

Su representación dimensional debe estar expresada en Ohm-m.

La resistividad del terreno varía ampliamente a lo largo y ancho del globo terrestre, estando determinada por:

- Sales solubles.
- Composición propia del terreno.
- Estratigrafía.
- Granulometría.
- Estado higrométrico.
- Temperatura
- Compactación.

## **2.4 SISTEMA DE VOZ Y DATOS.**

### **2.4.1 Generalidades.**

Las necesidades de comunicación de voz y datos serán cubiertas mediante el sistema de cableado estructurado los cuales constituyen una plataforma universal la cual ofrece soluciones integrales a las necesidades de transmisión de datos, voz, imágenes o video.

El Cableado Estructurado permite voz-datos, dotando a las oficinas y aulas de la infraestructura necesaria para soportar la convivencia de redes locales, centrales telefónicas, fax, internet.

### **2.4.2 Normas para Cableado Estructurado**

El cableado estructurado está diseñado para usarse en cualquier cosa, en cualquier lugar, y en cualquier momento. Elimina la necesidad de seguir las reglas de un proveedor en particular, concernientes a tipos de cable, conectores, distancias, o topologías. Permite instalar una sola vez el cableado, y después adaptarlo a cualquier aplicación, desde telefonía, hasta redes locales.

La norma central que especifica un género de sistema de cableado para telecomunicaciones es la norma ANSI/TIA/EIA-568-A, "Norma para construcción

comercial de cableado de telecomunicaciones". Esta norma fue desarrollada y aprobada por comités del Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI), la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA), y la Asociación de la Industria Electrónica, (EIA) La norma establece criterios técnicos y de rendimiento para diversos componentes y configuraciones de sistemas. Además, hay un número de normas relacionadas que deben seguirse con apego, dichas normas incluyen la ANSI/EIA/TIA-569, "Norma de construcción comercial para vías y espacios de telecomunicaciones", que proporciona directrices para conformar ubicaciones, áreas, y vías a través de las cuales se instalan los equipos y medios de telecomunicaciones.

Otra norma relacionada es la ANSI/TIA/EIA-606, "Norma de administración para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales". Proporciona normas para la codificación de colores, etiquetado, y documentación de un sistema de cableado instalado. Seguir esta norma, permite una mejor administración de una red, creando un método de seguimiento de los traslados, cambios y adiciones. Facilita además la localización de fallas, detallando cada cable tendido por características

Cada uno de estas normas funciona en conjunto con la 568-A. Cuando se diseña e instala cualquier sistema de telecomunicaciones, se deben revisar las normas adicionales como el código eléctrico colombiano, o las leyes y previsiones locales.

La norma 568-A especifica que un sistema de cableado estructurado utiliza una topología permite cambios al nivel de aplicativo tales como ir de aplicaciones basadas en anillos o cadenas, a otras de orientación lineal, sin cambio alguno al cableado físico, ahorrando por consiguiente, tiempo, dinero, y esfuerzo.

ISO (Organización Internacional para la Normalización), Organización internacional que tiene a su cargo una amplia gama de estándares, incluyendo aquellos referidos al networking.

La ISO 11801 reitera la categoría EIA/TIA (Asociación de industria eléctricas y telecomunicaciones). Este define las clases de aplicación y es denominado estándar de cableado de telecomunicaciones para edificio comerciales.

Instituto de ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), Organización profesional cuyas actividades incluyen el desarrollo de estándares de comunicaciones y redes. Los estándares de LAN de IEEE son los estándares de mayor importancia para las LAN de la actualidad.

### **2.4.3 Selección de conductores**

- CM: Tipo de cable de comunicaciones según lo definido en el artículo 800 de NEC NFPA -70 1999. El cable tipo CM está definido para uso general de comunicaciones con la excepción de tirajes verticales y de "plenum".

- CMP: Tipo de cable de comunicaciones según lo definido en el artículo 800 de NEC NFPA -70 1999. El cable tipo CMP está definido para uso en ductos, "plenums", y otros espacios utilizados para aire ambiental. El cable tipo CMP cuenta con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emanación de humo. El cable tipo CMP excede las características de los cables tipo CM y CMR.
- CMR: Tipo de cable de comunicaciones según lo definido en el artículo 800 de NEC NFPA -70 1999. El cable tipo CMR está definido para uso en tirajes verticales o de piso a piso. El cable tipo CMR cuenta con características adecuadas de resistencia al fuego que eviten la propagación de fuego de un piso a otro. El cable tipo CMR excede las características de los cables tipo CM.

Las nuevas aplicaciones exigen de los Sistemas de Cableado Estructurado mayor ancho de banda, mayor confiabilidad y menos colisiones.

#### ❖ Cables de Par Trenzado

Lo realmente importante para el usuario es contar con una herramienta que responda a sus necesidades, ya no solamente tener un medio de transmisión con una categoría específica marcada por un cable UTP. El nuevo enfoque está en el rendimiento respecto a la transmisión de datos por el equipo activo.

#### ✓ El Cable UTP

Es el más usado y provee una infraestructura a través de la cual la mayoría de los productos pueden ser conectados. El diseño de un Sistema de cableado UTP tiene una configuración de estrella, todos las rosetas de conexión (outlets) están conectados a un Patch Panel Central y los HUB's son utilizados para conectar a un servicio. Para la conexión entre el Gabinete y la roseta de conexión el largo máximo aceptado es de 100 metros. [12]

El cable consiste en 4 pares torcidos y existen 7 categorías.

#### ✓ El Cable STP:

Cada par va recubierto por una malla conductora que actúa de pantalla frente a interferencias y ruido eléctrico, utilizado generalmente en las instalaciones de procesos de datos por su capacidad y sus buenas características contra las radiaciones electromagnéticas, pero el inconveniente es que es un cable robusto, caro y difícil de instalar. El nivel de protección del STP ante perturbaciones externas es mayor al ofrecido por UTP. Sin embargo es más costoso y requiere más instalación. Para que su pantalla sea más eficaz requiere una configuración de interconexión con tierra (dotada de continuidad hasta el terminal), con este tipo de cable se suele utilizar conectores RJ49. [10].

#### ✓ El Cable FTP

Es utilizado en aplicaciones en donde el ruido puede ser un problema. Cuando es instalado correctamente permite la utilización de cableado estructurado en un ambiente que anteriormente fue crítico por ruidos en la red. El cable FTP puede ofrecer un alto nivel de protección sin aumentar los costos significativamente. La instalación de cable FTP minimiza la sensibilidad en el diseño de la ruta (Proximidad a emisores EMI) pero agrega complejidad desde el punto de vista de la calidad de las conexiones y conexión a tierra.

La clave para utilizar cable FTP es hacer el sistema compatible lo más posible con el diseño, la instalación y el mantenimiento UTP estándar. Esto minimizará el impacto de este medio en la disponibilidad del sistema. Un ejemplo es utilizar cable de 100 ohm nominal, que es la impedancia del cable UTP, de tal manera que los equipos diseñados para UTP puedan trabajar bien con cable FTP. **[12]**

- Categorías del Cable UTP [11], [12]

Cableado de categoría 1: Descrito en el estándar EIA/TIA 568B. El cableado de Categoría 1 se utiliza para comunicaciones telefónicas y no es adecuado para la transmisión de datos.

Cableado de categoría 2: El cableado de Categoría 2 puede transmitir datos a velocidades de hasta 4 Mbps.

Cableado de categoría 3: El cableado de Categoría 3 se utiliza en redes 10BaseT y Token Ring, puede transmitir datos a velocidades de hasta 10 Mbps, el largo máximo que puede alcanzar un tramo sin considerar los patch cord según la norma dictada por el EIA/TIA es de 90 metros, o sea, 90 metros desde el punto de la pared al patch panel.

Cableado de categoría 4: El cableado de Categoría 4 se utiliza en redes Token Ring y puede transmitir datos a velocidades de hasta 16 Mbps, El largo máximo al igual y bajo las mismas premisas que la categoría 3 es de 90 metros.

Cableado de categoría 5: Puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps, define los parámetros de transmisión hasta 100 MHz. Entre las principales aplicaciones de los cables de categoría 5 encontramos: voz, Ethernet 10Base-T, Token Ring, 100VG AnyLan, Fast Ethernet 100Base-TX, ATM 155 Mbps, ATM 622 Mbps y Giga bit Ethernet.

Cableado de Categoría 5 mejorada (5E): La categoría 5 enhance define los parámetros de transmisión hasta 100 MHz. La diferencia fundamental con la categoría 5 normal es el agregar nuevas pruebas de certificación de manera de asegurar el soporte directo de la tecnología Giga bit Ethernet.

Entre las principales aplicaciones de los cables de categoría 5 mejorada encontramos: voz, Ethernet 10Base-T, Token Ring, 100VG AnyLan, Fast Ethernet 100Base-TX, ATM 155 Mbps, ATM 622 Mbps y Giga bit Ethernet.

Cableado de Categoría 6: La categoría 6 define como pruebas de certificación las mismas que la categoría 5E pero siendo más estricta en sus valores límites, además por una petición de la IEEE las pruebas se aumentaron de 200MHz que era la tasa de transmisión original a 250MHz.

Cableado de Categoría 7: La categoría 7 utiliza en su instalación cable par trenzado blindado.

- Estructura del cable UTP

El cable UTP para redes actualmente usado es el de 8 hilos categoría 5, es decir cuatro pares trenzados formando una sola unidad. Estos cuatro pares vienen recubiertos por un tubo plástico que mantiene el grupo unido, mejorando la resistencia ante interferencias externas. Es importante notar que cada uno de los cuatro pares tiene un color diferente, pero a su vez, cada par tiene un cable de un color específico y otro blanco con algunas franjas del color de su par. Esta disposición de los cables permite una adecuada y fácil identificación de los mismos con el objeto de proceder a su instalación.

La norma define también el número de identificación de cada par referente a su color como se muestra a continuación.

### Código de colores

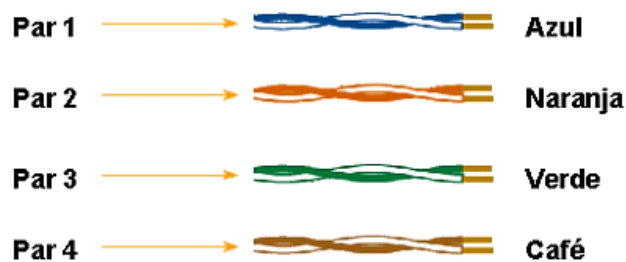


Ilustración 1. Código de colores

Fuente: [www.indefix.eup.uva.es/manuales](http://www.indefix.eup.uva.es/manuales)

- Características del cable UTP:

Las características generales del cable no blindado son:

- ❖ **Tamaño:** El menor diámetro de los cables de par trenzado no blindado permite aprovechar más eficientemente las canalizaciones y los armarios de distribución
- ❖ **Peso:** El poco peso de este tipo de cable con respecto a los otros tipos de cable facilita el tendido.

- ❖ Flexibilidad: La facilidad para curvar y doblar este tipo de cables permite un tendido más rápido así como el conexionado de las rosetas y las regletas. El radio de doblado del cable no debe ser menor a cuatro veces el diámetro del cable. Para par trenzado de cuatro pares categoría 5 el radio mínimo de doblado es de 2.5 cm.
- ❖ Impedancia característica: La impedancia característica es igual 100 ohm + 15 % desde 1 MHz hasta la frecuencia más elevada referida (16, 20 ó 100 MHz). De una categoría particular.
- ❖ Instalación: Debido a la amplia difusión de este tipo de cables, existen una gran variedad de suministradores, instaladores y herramientas que abaratan la instalación y puesta en marcha.
- ❖ Integración: Los servicios soportados por este tipo de cable incluyen:
  - Red de Área Local ISO 8802.3 (Ethernet) e ISO 8802.5 (Token Ring)
  - Telefonía analógica
  - Telefonía digital
  - Terminales síncronos
  - Terminales asíncronos
  - Líneas de control y alarmas
- ❖ Facilidad de Uso: Este cable viene marcado con números que representan la distancia en pies de cada tramo en forma correlativa con lo que se puede saber la longitud utilizada y la distancia que aún queda disponible en la caja con solo registrar estos números y realizar una simple resta. **[11]**

- *Manejo del cable*

El destrenzado de pares individuales en los conectores y paneles de empate debe ser menor a 1.25 cm. para cables UTP categoría 5.

Para la construcción de patch cord se establece en la norma una distancia máxima de 3 metros en el cable UTP incluidos los conectores, a este cable se le llama latiguillo. **[12]**

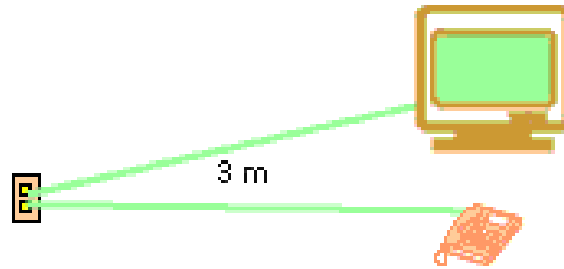


Ilustración 2. Distancia máxima

Fuente: [www.elprisma.com](http://www.elprisma.com)

### ❖ Cable Coaxial.

Este es un cable eléctrico que se encuentra formado por 2 conductores concéntricos, uno central (núcleo), formado por un hilo sólido y uno exterior (tubo o vaina), y formado por una malla trenzada de cobre o aluminio. El primero está separado del segundo por una capa aislante llamada dieléctrico.

De la calidad del dieléctrico dependerá principalmente la calidad del cable, y todo el conjunto puede estar protegido por una cubierta aislante.

#### ✓ Tipos de Conductores.

La característica principal de la familia RG-58 es el núcleo central de cobre. Tipos:

**RG-58/U:** Núcleo de cobre sólido.

**RG-58 A/U:** Núcleo de hilos trenzados.

**RG-59:** Transmisión en banda ancha (TV).

**RG-60:** Mayor diámetro que el RG-59 y considerado para frecuencias más altas que este, pero también utilizado para transmisiones de banda ancha.

**RG-62:** Redes ARCnet.

#### ✓ Construcción de un Cable Coaxial.

El apantallamiento que tienen los cables coaxiales, protegen los datos que se transmiten, absorbiendo el ruido, de forma que no pasa por el cable y no existe distorsión de datos. Al cable que contiene una lámina aislante y una capa de apantallamiento de metal trenzado se le llama cable apantallado doble.

El núcleo de un cable coaxial transporta señales electrónicas que forman la información. Este núcleo puede ser sólido (normalmente de cobre) o de hilos.

Rodeando al núcleo existe una capa aislante dieléctrica que la separa de la malla de hilo. La malla de hilo trenzada actúa como masa, y protege al núcleo del ruido eléctrico y de la distorsión que proviene de los hilos adyacentes.

El núcleo y la malla deben estar separados uno del otro. Si llegaran a tocarse, se produciría un cortocircuito, y el ruido y las señales que se encuentren perdidas en la malla, atravesarían el hilo de cobre.

Un cortocircuito con dispositivos electrónicos que utilizan bajos voltajes, el efecto es menor, y casi no se detecta. Estos cortocircuitos de bajo voltaje causan un fallo en el dispositivo y lo normal es que se pierdan los datos que se estaban transfiriendo.

Una cubierta exterior no conductora, rodea todo el cable, para evitar las posibles descargas eléctricas.



Ilustración 3. Cable Coaxial

El cable coaxial es más resistente a interferencias y atenuación que el cable de par trenzado, por esto hubo un tiempo que fue el más usado.

La malla de hilos absorbe las señales electrónicas perdidas, de forma que no afecten a los datos que se envían a través del cable interno. Por esta razón, el cable coaxial es una buena opción para grandes distancias y para soportar de forma fiable grandes cantidades de datos con un sistema sencillo.

#### 2.4.4 Conectores.

- ❖ Conector RJ-45 (Plug 8P8C):

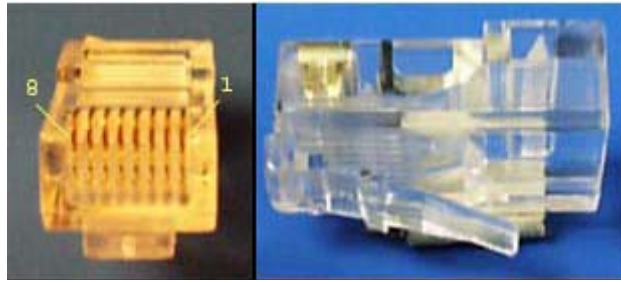


Ilustración 4. Conector RJ-45

Fuente: [www.indefix.eup.uva.es/manuales](http://www.indefix.eup.uva.es/manuales)

Es similar al telefónico, pero algo más grande y con capacidad para ocho contactos o hilos. El conector RJ-45, debe existir en cada extremo del cable de par trenzado. Este conector es el que ha brindado un gran empuje a estas redes, pues es muy sencillo conectarlo a las tarjetas y a los hubs, además es seguro gracias a un mecanismo de enganche que posee, mismo que lo firmemente ajustado a otros dispositivos, no como en el cable coaxial donde permanentemente se presentan fallas en la conexión.

La figura muestra el conector RJ-45, con 8 contactos para los 8 hilos del cable UTP, tanto de perfil como una vista superior.

Un aspecto general a toda instalación de este tipo de cableado es que todos los elementos deben corresponder a la categoría implementada, ya que esto asegura de que todos los elementos del cableado pueden soportar las mismas velocidades de transmisión, resistencia eléctrica, etc. El conector en este caso no es la excepción.



Ilustración 5. Terminal de Patch Cord

Fuente: [www.indefix.eup.uva.es/manuales](http://www.indefix.eup.uva.es/manuales)

#### **2.4.5 Códigos de conexión para las tomas de información o jacks RJ 45.**

La norma EIA/TIA 568 especifica dos configuraciones de conexión para el cable UTP de 4 pares los códigos de conexión 568 A y 568 B las diferencias básicas entre uno y otro radican en que en el 568 A el par #2 del cable (naranja) termina en los contactos 3 y 6 y el par #3 del cable (verde) en los contactos 1 y 2 mientras que el 568 B solo intercambia estos dos pares. El par #1 y #4 no varían de una configuración a otra.

## Asignación pin/par

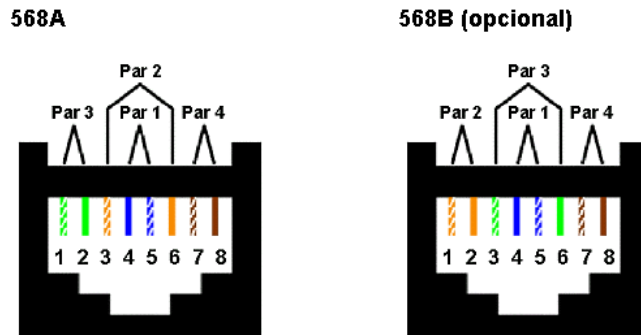


Ilustración 6. Asignación Pin-Par

Fuente: [www.indefix.eup.uva.es/manuales](http://www.indefix.eup.uva.es/manuales)

### 2.4.6 Topología de Redes

Es la forma física o la estructura de interconexión entre los distintos equipos (dispositivos de comunicación y computadoras) de la RED. Hay dos categorías de diseño de topología, que depende de si la red es una red de área local (LAN) o una conexión de Inter.-redes con en-caminadores y conexiones de red de área extensa (WAN, Wide Área Network)

#### ❖ Criterios para establecer una topología de Red

**Fiabilidad:** Proporcionar la máxima fiabilidad y seguridad posible, para garantizar la recepción correcta de toda la información que soporta la red.

**Costos:** Proporcionar el tráfico de datos más económico entre el transmisor y receptor en una red.

**Respuesta:** Proporcionar el tiempo de respuesta óptimo y un caudal eficaz o ancho de banda, que sea máximo.

#### ❖ Topologías de Red más comunes

##### **a.- Topología Jerárquica (Tipo árbol)**

Es una de las más extendidas en la actualidad. El software de manejo es sencillo. Las tareas de control están concentradas en la jerarquía o nivel más elevado de la red y hoy en día incorpora en su operación, el trabajo descentralizado en los niveles inferiores, para reducir la carga de trabajo de la jerarquía superior.

A pesar de ser fácil de controlar, tiene como desventajas, la posibilidad de cuellos de botella, la centralización y saturación de datos, la opción a que falle la parte principal, con lo cual toda la red dejaría de funcionar.

### **b.- Topología Horizontal (Tipo bus)**

Muy frecuente en redes de área local (LAN = Local Área Network). Permite que todas las computadoras conectadas en red, llamadas estaciones de trabajo o terminales, reciban todas las transmisiones. La desventaja de esta topología está en el hecho de que suele existir un solo canal de comunicación para todos los dispositivos de la red. En consecuencia si falla un tramo de la red, toda la red deja de funcionar. Esta topología se recomienda cuando la red de datos a implementar es menor o igual a cuatro estaciones de trabajo. Tiene poca seguridad.

### **c.- Topología en Estrella**

Cuando varias estaciones de trabajo se interconectan a través de un nodo central. Este nodo puede actuar como un distribuidor de la información generada por un terminal hacia todas las demás estaciones de trabajo o puede hacer funciones de conmutación. Los nodos son implementados mediante equipos llamados hubs o concentradores.

Este tipo de topología se recomienda para redes que tienen cinco o más estaciones de trabajo. Es más segura que la topología en bus y su costo de implementación es intermedio entre la topología en bus y la topología en anillo. En este tipo de configuración puede suceder que, si una estación de trabajo no tiene comunicación en la red, las otras estaciones pueden estar trabajando normalmente.

### **d.- Topología en Anillo.**

Se llama así por la forma de anillo que asume y su uso está bastante extendido. En esta topología son raros los embotellamientos y su software es sencillo.

Una de las ventajas del Token Ring es la redundancia. Si falla un módulo del sistema, o incluso si se corta el cable, la señal se retransmitirá y seguirá funcionando. La desventaja más saltante, radica en que el cableado es más caro y complejo que el de los otros sistemas y es más difícil localizar averías

### **e.- Topología en Malla**

Muy empleada en las redes de área amplia (WAN), por su ventaja frente a problemas de tráfico y averías, debido a su multiplicidad de caminos o rutas y la posibilidad de orientar el tráfico por trayectorias opcionales. La desventaja radica en que su implementación es cara y compleja, pero aún así, muchos usuarios la prefieren por su confiabilidad. Ejemplo de esta red, es Internet, llamada justamente la Telaraña Mundial o Red de Redes.

### 2.4.7 Elementos Principales de un Cableado Estructurado

El Cableado estructurado, es un sistema de cableado capaz de integrar tanto a los servicios de voz, datos y vídeo, como los sistemas de control y automatización de un edificio bajo una plataforma estandarizada y abierta. El cableado estructurado tiende a estandarizar los sistemas de transmisión de información al integrar diferentes medios para soportar toda clase de tráfico, controlar los procesos y sistemas de administración de un edificio.

Se basa en:

- ❖ Cableado Horizontal: El cableado horizontal incorpora el sistema de cableado que se extiende desde la salida de área de trabajo de telecomunicaciones (Work Área Outlet, WAO) hasta el cuarto de telecomunicaciones.
- ❖ Cableado del Backbone: El propósito del cableado del backbone es proporcionar interconexiones entre cuartos de entrada de servicios de edificio, cuartos de equipo y cuartos de telecomunicaciones. El cableado del backbone incluye la conexión vertical entre pisos en edificios de varios pisos. El cableado del backbone incluye medios de transmisión (cable), puntos principales e intermedios de conexión cruzada y terminaciones mecánicas.
- ❖ Cuarto de Telecomunicaciones: El cuarto de telecomunicaciones es el área en un edificio utilizada para el uso exclusivo de equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones. El espacio del cuarto de comunicaciones no debe ser compartido con instalaciones eléctricas que no sean de telecomunicaciones. El cuarto de telecomunicaciones debe ser capaz de albergar equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y cableado de interconexión asociado. El diseño de cuartos de telecomunicaciones debe considerar, además de voz y datos, la incorporación de otros sistemas de información del edificio tales como televisión por cable (CATV), alarmas, seguridad, audio y otros sistemas de telecomunicaciones. Todo edificio debe contar con al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo. No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que pueda haber en un edificio.
- ❖ Cuarto de Equipo: El cuarto de equipo es un espacio centralizado de uso específico para equipo de telecomunicaciones tal como central telefónica, equipo de cómputo y/o conmutador de video. Varias o todas las funciones de un cuarto de telecomunicaciones pueden ser proporcionadas por un cuarto de equipo. Los cuartos de equipo se consideran distintos de los cuartos de telecomunicaciones por la naturaleza, costo, tamaño y/o complejidad del equipo que contienen. Los cuartos de equipo incluyen espacio de trabajo para personal de telecomunicaciones. Todo edificio debe contener un cuarto de telecomunicaciones o un cuarto de equipo. Los requerimientos del cuarto de equipo se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A y ANSI/TIA/EIA-569.

- ❖ Cuarto de Entrada de Servicios: El cuarto de entrada de servicios consiste en la entrada de los servicios de telecomunicaciones al edificio, incluyendo el punto de entrada a través de la pared y continuando hasta el cuarto o espacio de entrada. El cuarto de entrada puede incorporar el "backbone" que conecta a otros edificios en situaciones de campus. Los requerimientos de los cuartos de entrada se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A y ANSI/TIA/EIA-569.
- ❖ Sistema de Puesta a Tierra y Punteado:

Establecido en el estándar ANSI/TIA/EIA-607 es un componente importante de cualquier sistema de cableado estructurado moderno.

## **2.5 SISTEMA DE PROTECCION CONTRA RAYOS.**

### **2.5.1 Generalidades.**

Colombia es un país que posee un nivel cerámico de alto, por lo cual es primordial el cuidar las edificaciones y las personas que se encuentren allí para este tipo de fenómenos atmosféricos, al tratar de amortiguar los efectos directos e indirectos que se provoquen. Las descargas eléctricas atmosféricas, son un enorme flujo de corriente producido entre una nube cargada eléctricamente a un determinado potencial y otra nube cargada a otro potencial

Las medidas de protección son los pararrayos, los bajantes, las puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topologías y suspender actividades de alto riesgo cuando se tenga personal al aire libre [3].

Todas las instalaciones nuevas que se realicen deberán contar con su respectivo diseño de evaluación de riesgo, en caso de que el nivel sea alto o medio se necesitará realizar la protección externa contra rayos (SPE), en el caso en que el nivel de riesgo sea bajo solo se requiere protección interna contra (SPI).

Además se debe tener en cuenta que América tropical; es una de las regiones con mayor incidencia de rayos en el mundo.

### **2.5.2 Calculo del Nivel de Riesgo.**

La metodología de cálculo del nivel de riesgo de una edificación es tomada de la norma NTC 45-52, la cual nos muestra un factor de riesgo de acuerdo a dos cuantificaciones que son los índices de gravedad y los índices de los parámetros.

*Índices de Gravedad:* Lugar en cual el sitio está ubicado y actividad que se llevara a cabo, el tipo de estructura, la altura y el área de la edificación.

*Índices de Parámetros:* Se cuantifican dependiendo del lugar del territorio colombiano en el cual se encuentre y del nivel cerámico de la zona.

- **Indicador de Parámetros (exposición al rayo):**

Este índice se obtiene a partir de la densidad de descargas a tierra (DDT) y la corriente pico absoluta promedio (I<sub>abs</sub>) expresado en kiloamperios, dándose mayor ponderación a la DDT ya que existe mayor probabilidad de que se vea afectada una estructura dependiendo a esta que por la intensidad de la corriente de las mismas [8].

$$DDT = 0.0017 * NC^{1.56} [Descargas / (Km^2 * año)]$$

NC: Nivel cerámico.

Para el cálculo del nivel de riesgo tenemos:

$$Riesgo = 0.7 * R_{DDT} + 0.3 * R_{I_{abs}}$$

$R_{DDT}$  , es el aporte del riesgo debido a la densidad de descargas a tierra.

$R_{I_{abs}}$  , es el aporte del riesgo ocasionado por la magnitud de la corriente pico absoluto promedio.

Para analizar los valores vamos a la tabla del índice de riesgo, (Ver ANEXO 1- Tabla 23), y se observa que tipo es, severo, alto, medio o bajo, y se procede a evaluar el nivel de riesgo por gravedad de la estructura.

- **Indicador de Gravedad (Estructura):**

Para obtener este índice se suman los subíndices relacionados con el uso, el tipo y la geometría de la estructura (ver ANEXO 1- Tabla 24-25-26) [8].

$$I_G = I_{USO} + I_T + I_{AA}$$

Donde:

$I_G$  , es el índice de gravedad.

$I_{USO}$  , es el subindicador relacionado con el uso de la estructura.

$I_T$  , es el subindicador relacionado con el tipo de estructura.

$I_{AA}$  , es el subindicador relacionado con el área y la altura de la estructura.

Al evaluar los puntos que corresponden a las tablas descritas en el anexo se procede a observar la tabla de indicador de gravedad (ver ANEXO 1- Tabla 27).

Ahora para finalizar el diseño se ponderan los indicadores de exposición al rayo y de gravedad de la estructura en una matriz de riesgo (ver ANEXO 1-B- Tabla 28), que nos muestra el nivel de riesgo al cual esta expuesto la estructura y por ende cual es el grado de protección que se necesita.

### **2.5.3 Elementos de un Sistema de Protección Externa contra Rayos [8].**

Este sistema comprende de los terminales de captación, los bajantes la puesta a tierra, los conectores y herrajes necesarios para el correcto diseño de la protección.

Los **terminales de captación**, tienen la función de interceptar los rayos que puedan impactar directamente sobre la instalación a proteger. Estos deben tener ciertas características con las que deben cumplir que exige la norma, (ver ANEXO 1- Tabla 29). Además todo edificio que requiera un SPE, tenga o no tenga terminales de captación, debe tener un anillo de apantallamiento en la parte superior de la estructura, cuando se poseen los terminales estos deben estar unidos por medio de esos anillos.

En cuanto a los **bajantes**, su objeto es derivar la corriente del rayo que impacta en los terminales de captación. El incremento del número de bajantes logra una reducción de la magnitud de la corriente que circula por cada uno de ellos y también las inducciones magnéticas en los lazos metálicos de la instalación y las diferencias de potencial a tierra. Estos por razones eléctricas, térmicas y mecánicas, deben cumplir con requisitos expuestos en la norma que se deben tener en cuenta, (ver ANEXO 1-B- Tabla 30). Cada uno de los bajantes debe terminar en un electrodo de puesta a tierra, estar separadas un mínimo de 10m y siempre buscando que se localicen en las partes externas de la edificación.

Para las **conexiones**, se debe emplear soldadura exotérmica o conectores que cumplan con las recomendaciones de la IEEE-837, también se requiere tomar medidas para evitar corrosión en suelos agresivos.

Los **electrodos de puesta a tierra**, se pueden construir de varios tipos como varillas, tubos, mallas y contrapesos. Los conductores utilizados para la puesta a tierra deben ser cables desnudos de cobre electrolítico recocido, y deben estar enterrados mínimo 0.5m bajo el nivel del terreno, se deben tener en cuenta además las características que exige la norma para los electrodos, (ver ANEXO 1- Tabla 31).

### 2.5.4 Métodos de diseño para la protección externa contra rayos.

El más común para utilizar es el **método electrogeométrico (esfera rodante)**, el cual consiste en crear el volumen de protección que debe poseer una edificación, y se establece por medio de una zona de resguardo que se determina por una circunferencia de radio de impacto del rayo, calculada en base a la máxima magnitud de corriente de retorno del rayo. Principalmente este método fue desarrollado para las líneas de transmisión, pero se puede utilizar para cualquier estructura que se quiera proteger.

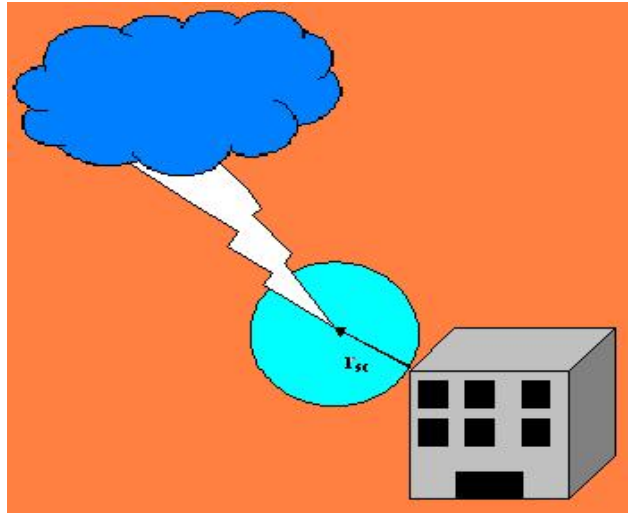


Ilustración 7. Distancia de impacto

Fuente: NTC 4552

$$r_{sc} = 10 * (I_{max})^{0.65} [m]$$

Al crear esta esfera, se rueda tangente a la superficie de la estructura a proteger.

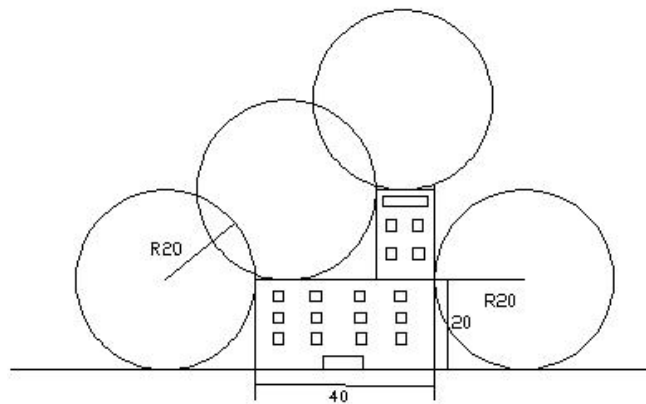


Ilustración 8. Giro de la Esfera

Fuente: NTC 4552

Este **Método del ángulo**, consiste en que dependiendo de la altura de la estructura y del nivel de protección al cual se quiera se selecciona un ángulo para el cálculo de la altura del pararrayos y de la zona de protección.

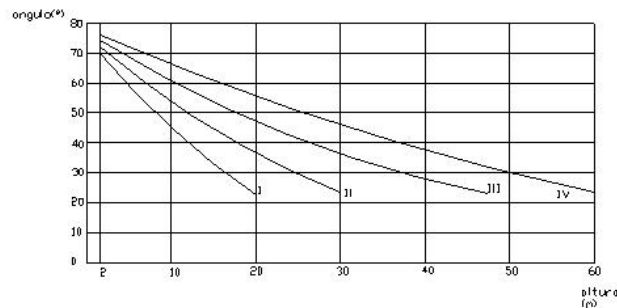


Ilustración 9. Gráfica ángulo contra altura

Fuente: NTC 4552

Al tener el ángulo, se procede a observar con esa inclinación si la edificación se encuentra completamente protegida.

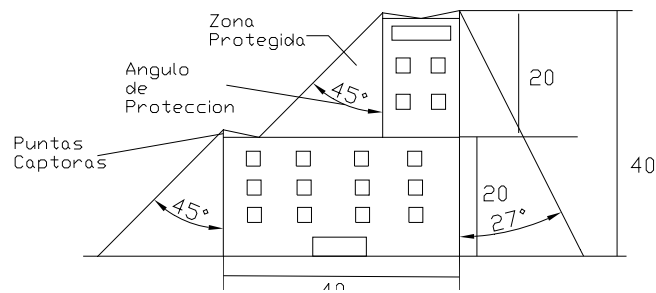


Ilustración 10. Zona de Protección por el método del ángulo

Fuente: NTC 4552

El **Método Enmallado**, es utilizado principalmente cuando es necesario proteger superficies planas, en donde una malla conductora puede ser considerada para obtener la protección contra impactos de toda la estructura.

Tabla 1. Nivel de Protección

Nivel de protección	Malla (m)
Nivel I	5x5
Nivel II	10x10
Nivel III	15x15
Nivel IV	20x20

### 2.5.5 Sistema de Protección Interna (SPI).

Para la protección interna de la edificación, se utilizarán los dispositivos de protección contra sobretensiones, DPS, el cual interrumpe las sobretensiones transitorias que ponga en peligro a los equipos o a las personas que los utilizan.

Existen 3 clases de DPS de acuerdo con la norma IEEE C62.41:

- ⚡ Clase C: se encuentran en el exterior del edificio, en la entrada del suministro eléctrico, y en los alimentadores de edificios diferentes.
- ⚡ Clase B: tableros de distribución, barrajes y alimentadores de plantas industriales, tableros de iluminación en edificios grandes.
- ⚡ Clase A: protección fina, dedicada a un equipo en particular, tomacorrientes a más de 10m de la categoría B, y tomacorrientes a más de 20m de la categoría C.

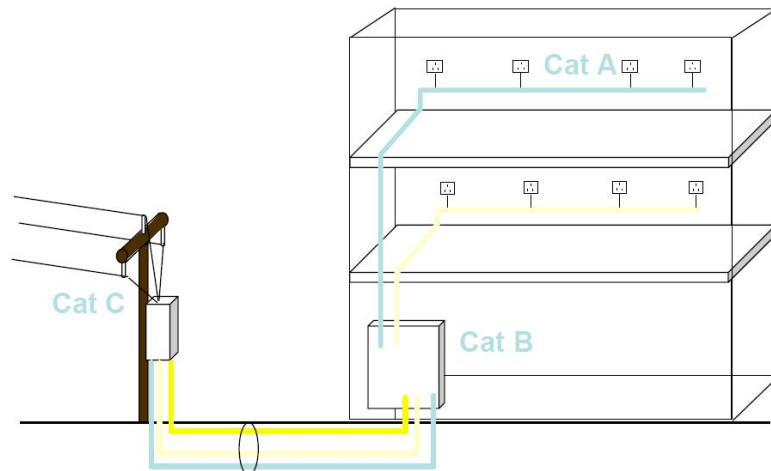


Ilustración 11. Diagrama de Categorías

Fuente: Memorias de la NTC 45-52

Para la selección de un DPS se debe tener en cuenta tanto la categoría en la cual están los elementos como el nivel básico al impulso (BIL) de acuerdo con su ubicación en las instalaciones. La categoría de sobretensión depende de estos parámetros, (ver ANEXO 1-Tabla 32).

### 3. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

#### 3.1 ACOMETIDA.

La acometida de Media Tensión, proviene de la línea de 13200 V de la Electrificadora de Santander ESSA que pasa por el sector y llega a la subestación aérea de la edificación por vía aérea, mediante conductores calibre #2 Cu XLPE (ver ANEXO- Tabla 13).

#### 3.2 TRANSFORMADOR

##### 3.2.1 Potencia Nominal

La potencia nominal del transformador se establece a partir de la demanda máxima de la instalación eléctrica, la cual se determina por medio de la demanda máxima de cada uno de los tableros de distribución de Servicio, de Emergencia y UPS dispuestos en cada uno de los pisos para la distribución de los circuitos ramales.

En la Tabla, se presenta la demanda máxima de cada uno de los tableros de distribución, a partir de estos datos se determina la demanda máxima de la instalación.

Tabla 2. Tableros

TABLERO	DMAX (VA)
T-Ss	2805,642
T.S1	5326,752
T-S2	5398,304
T-S3	10518,240
T-S4	5398,304
T-S5	12890,321
T-AA	3415,000
T-GE	16666,350
DMAXT	62418,913
DMAXT [kVA]	62,419
Sn [KVA]	75,000

##### 3.2.2 Relación de Transformación.

Para determinar la relación de transformación se establecen los siguientes parámetros de diseño.

Tabla 3. Parámetros para la relación de transformación

Vdiseño [V]	208
$\mu z\%$	3
$\delta$	1

Los parámetros  $\mu z\%$  y  $\delta$  son la caída de tensión interna del transformador a plena carga y el porcentaje de regulación de la carga al transformador respectivamente.

La tensión del secundario en vacío se determina de la siguiente manera:

$$V_{so} = V_{Diseño} \left( 1 + \frac{\mu_z\%}{100} + \frac{\rho\%}{100} \right) \quad [V]$$

$$V_{so} = 208 \left( 1 + \frac{3}{100} + \frac{1}{100} \right) \quad [V]$$

$$V_{so} = 216,32 \quad [V]$$

La relación de transformación es de RT 13200/220-127  $\pm 2,5$  [V]

### 3.2.3 Protecciones

#### ❖ Protección Primaria

Para seleccionar la protección primaria se determina la corriente de primario a partir de la potencia de dimensionamiento nominal del transformador y la tensión del primario.

$$I_{nP} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * V_{IP}} \quad [A]$$

$$I_{nP} = \frac{75 \text{ (kVA)}}{\sqrt{3} * 13,2 \text{ (kV)}} \quad [A]$$

$$I_{nP} = 3,2804 \quad [A]$$

La corriente de protección.

$$I_{pP} = 1,25 * I_{nP} \quad [A]$$

$$I_{pP} = 4,1005 \quad [A]$$

Se selecciona un fusible tipo K de 6 A, 3x6 A.

❖ Protección Secundaria

La protección secundaria se determina a partir de la corriente nominal del secundario.

$$I_{nS} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * V_{IS} \left(1 - \frac{\mu_z \%}{100}\right)} \quad [A]$$

$$I_{nS} = \frac{75 \quad (kVA)}{\sqrt{3} * 0,22 \left(1 - \frac{3}{100}\right) \quad (kV)} \quad [A]$$

$$I_{nS} = 202,9113 \quad [A]$$

- Corriente de Protección

La corriente de protección según la Tabla 450-3.a).1) (ver Anexos- Tabla 19).

$$I_{pS} = 1,25 * I_{nS} \quad [A]$$

$$I_{pS} = 253,639 \quad [A]$$

- Corriente de Corto Circuito Máxima.

$$I_k = \frac{I_{nS} * 100}{\mu_z \%} \quad [A]$$

$$I_k = \frac{202,9113 * 100}{3} \quad [A]$$

$$I_k = 6763,71 \quad [A]$$

$$I_k = 6,764 \quad [kA]$$

La protección no debe superar el valor de  $I_{pS}$ , y tener un poder de corte de  $I_k$ .

Se selecciona una protección de 3x225 A, con un poder de corte  $I_k=10$  (kA).

### 3.2.4 Puesta a Tierra

La PAT del transformador se realiza mediante una varilla de cobre Copperweld de 2,4 m de longitud enterrada, conectada por medio un conductor de calibre 1/0 de Cu.

## 3.3 TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS.

### 3.3.1 Demanda Máxima de la Instalación

La demanda máxima de la instalación eléctrica es equivalente a la suma de la demanda máxima de cada uno de los tableros de distribución de cada piso.

$$D_{\max\_inst} = D_{\max\_T-GServicio} + D_{\max\_T-GEmergencia}$$

$$D_{\max\_inst} = 45752,563 + 16666,350 \quad [VA]$$

$$D_{\max\_inst} = 62418,913 \quad [VA]$$

$$D_{\max\_inst} = 62,419 \quad [kVA]$$

### 3.3.2 Acometida General de B.T

#### ❖ Descripción General

La acometida general de B.T, es una acometida trifásica tetrafilar, subterránea, proveniente de subestación aérea, la cual llega al barraje de B.T del Tablero General de Servicio de la instalación, ubicado en el primer piso de la edificación.

#### ❖ Calculo de Conductores

Los conductores de acometida se calculan a partir de la protección del secundario del Transformador, la cual es de 3x225 A

#### ❖ Calculo de la Corriente

Con este valor de corriente  $I = 225$  A, para los conductores de acometida y según la Tabla 310-16 de la NTC 2050 se requiere un conductor de calibre 4/0 THW por fase, el cual tiene una capacidad de corriente de 230 A.

Al emplearse dos (2) o (3) conductores por fase, se busca reducir el calibre de los conductores de acometida, al dividir la corriente, para que de igual forma se reduzcan los

costos por conductor de la acometida, para esto se debe calcular el valor de la corriente corrigiendo estos valores por multiplicidad (ver Anexos- Tabla 13.1).

- Dos conductores por fase

$$I_t = \frac{I}{n * f_m}$$

Donde:

n=número de conductores por fase

f<sub>m</sub>=factor de ajuste por multiplicidad, según Tabla\_. f<sub>m</sub>=80%. (Ver Anexos).

$$I_t = \frac{225}{2 * 0,8} \quad [A]$$

$$I_t = 140,625 \quad [A]$$

- Selección de Conductores

Se selecciona dos conductores por fase calibre 1/0 THW, 3x (2x1/0 THW), el cual tiene una capacidad de corriente de 150 A.

Para el neutro por ser una conexión trifásica tetrafilar, la corriente que circula por él es del 70% de la corriente de fase, por tanto la corriente del neutro es I<sub>n</sub>=157,5 A.

Se selecciona el conductor neutro calibre 2/0 THW, el cual tiene una capacidad de corriente de 175 A.

El conductor de Puesta a Tierra se selecciona de acuerdo a la protección, por tanto se tiene la protección de 3x225 A, según la Tabla 250-95 (ver ANEXO- Tabla 5)

Se selecciona conductor de PAT calibre #4 Cu.

#### ❖ Canalización

La canalización se selecciona por el conductor de mayor calibre, por tanto según la Tabla C11, para 8 conductores calibre 2/0 THW, se tiene que la canalización que se ajusta para este número de conductores es la de 3"

#### ❖ Protecciones

La protección viene determinada por el secundario del transformador, por tanto se tiene que la protección es de 3x225 A con una capacidad de corriente de corte de I<sub>k</sub>=10KA, y una tensión máxima de operación de 240 V.

### ❖ Caja de Inspección

El cálculo de la caja de inspección de B.T se realiza de acuerdo al Artículo 370-28.2), de la NTC 2050, donde se especifica el cálculo de las cajas de paso y de unión para tendidos en L o U y calibres mayores a #4AWG.

$$\begin{aligned}L &\geq 6 * D_{Tmayor} \\L &= \sqrt{2} * L' \\L &\geq 6 * 3'' \\L &\geq 18'' \\L &= \sqrt{2} * 18'' \\L &= 25,456'' \\L &= 64,658 \quad [cm]\end{aligned}$$

Se selecciona una caja de inspección de dimensiones 80x80x100 cm (ver PLANO 11)

#### **3.3.3 Barraje de Baja Tensión**

En base a la Tabla de Barras de Cobre con Sección Rectangular, se seleccionan seis barras pintadas de capacidad de corriente de 225 A, de dimensiones 25x3 mm cada una.

#### **3.4 PUESTA A TIERRA.**

En la instalación se han diseñado dos sistemas de puesta a tierra, el sistema de puesta a tierra aislada para equipos de telecomunicaciones por medio una malla a tierra de resistencia total de  $R=4,706 \Omega$ , y la PAT de las partes metálicas de los aparatos y cajas de dispositivos, se emplea varilla tipo Copperweld de 2,4 m de longitud y conductor calibre 1/0 para su conexión al barraje, esta última se equipotencializa en el barraje general con el neutro.

##### **3.4.1 Malla de PAT**

La malla de PAT aislada es una configuración rectangular de área  $A=4x12m$  y se encuentra a una profundidad de 0,5 m.

Para mejorar la resistividad del terreno y lograr la resistencia objetivo de 5 Ohm para los equipos de telecomunicaciones se emplea tierra artificial en los pozos de los electrodos, y una capa de cemento conductor a lo largo de los conductores horizontales, debido a que el área disponible para la malla de PAT y la resistividad del terreno no permiten lograr el valor de resistencia deseado.

Se emplean varillas tipo Copperweld de 1,8 m de longitud para los electrodos verticales y conductor calibre número 4 desnudo para los horizontales.

La configuración empleada se compone de dos conductores de longitud 12m y 5 conductores de longitud 4m cada uno, en los puntos de intersección de los conductores se ubica una varilla enterrada.

### 3.4.2 Cálculo de la Malla de PAT

El cálculo de la malla de PAT se realiza por medio del método de Schwarz que permite determinar y evaluar el estado de la malla de PAT.

Los parámetros para el diseño son:

Tabla 4. Parámetros de Diseño malla de PAT

Resistividad (Ohm-m)	Largo (m)	Ancho (m)	Longitud del Conductor (m)	Área de la Malla (m)	Profundidad de la Malla (m)	Longitud del Pozo (m)	Radio del Pozo (m)
100	12	4	$L_{cond}=L*2+A*4$ $L_{cond}=40$	$\text{Área}=L*A$ $\text{Área}=48$	0,5	1,5	1

Con esto se determina la resistencia de la malla para verificar si se cumple con la resistencia deseada de la malla para los equipos de telecomunicaciones.

$$R = \frac{R_{11} * R_{22} * R_{12}^2}{R_{11} + R_{22} - 2R_{12}}$$

Donde:

$R$  = Resistencia de la malla de tierra.

$R_{11}$  = Resistencia de los conductores de la malla de tierra.

$R_{22}$  = Resistencia de todas las barras enterradas.

$R_{12}$  = Resistencia mutua entre el grupo de electrodos y los conductores de la malla.

$$R_{11} = \frac{\rho}{\pi * L_{cond}} \left[ \ln \left( 2 \frac{L_{cond}}{\sqrt{d} * h} \right) + \left( K_1 \frac{L_{cond}}{\sqrt{A}} \right) - K_2 \right]$$

$$R_{22} = \frac{\rho}{2\pi m_b * L_b} \left[ \ln \left( 8 \frac{L_b}{d_b} \right) - 1 + \left( \frac{2K_1 L_b}{\sqrt{A}} \right) (\sqrt{n_b} - 1)^2 \right]$$

$$R_{11} = \frac{\rho}{\pi * L_{cond}} \left[ Ln \left( 2 \frac{L_{cond}}{L_b} \right) + \left( K_1 \frac{L_{cond}}{\sqrt{A}} \right) - K_2 + 1 \right]$$

El conductor horizontal empleado es el numero 4 desnudo, en cobre, el cual tiene una sección de área transversal en mm<sup>2</sup> de s=4 mm<sup>2</sup>, por tanto su radio se determina de la siguiente manera.

$$r = \sqrt{\frac{16 * s}{\pi}} \quad [m]$$

$$r = 4 \sqrt{\frac{s}{\pi}} = 4 \sqrt{\frac{0,004}{\pi}} \quad [m]$$

$$r = 0,143 \quad [m]$$

Aplicando las formulas para R<sub>11</sub>, R<sub>22</sub>, R<sub>12</sub>, las cuales permiten determinar la resistencia de la malla R, con K<sub>1</sub>=1,4 y K<sub>2</sub>=5,6 se obtiene los siguientes valores:

Tabla 5. Configuración de la malla de PAT

Radio del conductor (m)	Resistencia de los conductores de la malla R <sub>11</sub> (Ω)	Resistencia de las barras de las mallas R <sub>22</sub> (Ω)	Resistencia entre el grupo de electrodos y los conductores de la malla R <sub>12</sub> (Ω)	Resistencia de la malla R(Ω)
0,143	4,271	3,738	5,936	4,989

Con la configuración descrita se logra el valor de resistencia de malla de PAT aislada deseado R=5 (Ω).

### 3.5 INSTALACIONES INTERNAS Y DESCRIPCION DE TABLEROS POR PISO.

#### 3.5.1 Descripción General

##### ❖ Distribución de Circuitos

La distribución de los circuitos se realiza por salidas de tomacorriente, salidas de iluminación, salidas de tomacorriente para computo y las salidas de iluminación de emergencia, cada uno de estos circuitos son alimentados por los tableros de distribución correspondiente al piso donde se encuentren, a excepción de las salidas de computo las

cuales son alimentadas por tablero de distribución de UPS los cuales son dos, el primero se encuentra ubicado en el tercer piso y el segundo en el piso cinco.

Las salidas de iluminación de emergencia corresponde a la iluminación de las escaleras, pasillos, rampa y la sala cuna, estos circuitos se encuentran distribuidos por piso y se alimentan de un Tablero de Emergencia ubicado en cada uno de los pisos, estos se alimentan del Tablero General de Emergencia que se encuentra en el primer piso y recibe energía proveniente de la Planta de Emergencia.

Las salidas de tomacorriente e iluminación, como otros circuitos de aparatos especiales se alimentan del Tablero de Servicio de piso, el cual proviene del Tablero general de Servicio.

### **3.5.2 Tableros de Distribución de Servicios**

#### *❖ Descripción General*

Los tableros de distribución de servicios son trifásicos con puerta y chapa plástica, cerradura y espacio para totalizador, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación y los usuarios de la instalación.

En el ANEXO 3 se presenta la descripción de los Tableros de Servicio por piso.

Cada piso de la instalación cuenta con un tablero de distribución de servicios, que va a estar ubicado a una altura de 1,5 m del piso. (Ver Planos).

#### *❖ Calculo tipo del Alimentador*

El cálculo tipo del alimentador para el Tablero de Distribución de Servicios se utiliza el Tablero de Distribución del piso cuatro (4) T-S4.

#### *✓ Carga Instalada*

La carga instalada del piso cuatro (4) comprende iluminación y salidas de tomacorriente comunes, circuitos especiales de medianos aparatos.

- Carga Instalada de Alumbrado

La carga instalada para iluminación y salidas de tomacorrientes comunes se calcula según la Tabla 220-3.b). [2]. Se establece una carga unitaria de 32 VA/m<sup>2</sup>.

El área a aplicarle el anterior valor de carga unitaria tiene el valor en metros cuadrados de  $A = 121,822 \text{ [m}^2\text{]}$ . Por tanto la carga instalada de alumbrado se calcula de la siguiente manera:

$$Ci_{\text{alumbrado}} = A * c$$

$$Ci_{alumbrado} = 121,822 * 32 \quad [VA]$$

$$Ci_{alumbrado} = 3898,304 \quad [VA]$$

- Carga Instalada Total

La carga instalada total de piso se obtiene sumando las cargas instaladas de alumbrado y pequeños aparatos.

✓ *Demanda Máxima*

Para el cálculo tipo se calcula la demanda máxima de acuerdo a los criterios estipulados por la NTC 2050 y La Norma de la ESSA.

- De acuerdo al Código Eléctrico Colombiano NTC 2050

Se obtiene la demanda máxima de acuerdo a la Tabla 220-34, específica para instituciones de enseñanza **[2]**.

$$D_{\max\_alumbrado} = Ci_{alumbrado}$$

$$D_{\max\_alumbrado} = 3898,304 \quad [VA]$$

Por tanto esta es la demanda máxima total del tablero de distribución de servicios.

- De acuerdo a la Norma para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA.

LA demanda máxima según la ESSA se obtiene empleando la tabla 2.15 de factores de demanda.

$$D_{\max\_alumbrado} = Ci_{alumbrado}$$

$$D_{\max\_alumbrado} = 3898,304 \quad [VA]$$

Por tanto la demanda máxima total del tablero de distribución de servicios del piso cuatro, da igual resultado que la calculada por la norma NTC 2050.

Para este caso específico la demanda máxima calculada por cada uno de los métodos tiene el mismo valor.

- Calculo de la Corriente

La corriente nominal se determina a partir de la demanda máxima del tablero.

$$I = \frac{D_{\max\_Total}}{\sqrt{3} * V_L} \quad [A]$$

$$I = \frac{3898.304}{\sqrt{3} * 208} \quad [A]$$

$$I = 10.8206 \quad [A]$$

- Selección de Conductores

La capacidad de corriente de los conductores del alimentador no debe ser menor a 30 A Según Artículo 215-2.a) por tanto se selecciona el conductor calibre numero 8 THW con una capacidad de corriente de 50 A (ver ANEXO 1-Tabla 13). **[2]**.

El conductor neutro se dimensiona al 70% de la capacidad de corriente del conductor de fase, esto al ser una configuración trifásica tetrafilar.

Se selecciona el conductor neutro de calibre numero 10 THW con capacidad de corriente de 35 A.

- Calculo de Regulación

La regulación del alimentador no debe superar el valor de  $\rho\%=2\%$  desde el Tablero de Distribución de Servicio de piso al Tablero General de Servicio ubicado en el primer piso a una altura de 1,5 m desde el piso.

- Longitud del Alimentador

La longitud del alimentador al Tablero General.

$$L = 1,5 + 0,38 + 0,38 + 0,38 + 2,93 + 2,93 + 2,93 - 1,5 \quad [m]$$

$$L = 9,93 \quad [m]$$

- Calculo del Momento

$$M = S * L \quad [kVA - m]$$

$$M = D_{\max\_Total} * L \quad [kVA - m]$$

$$M = 3.898 * 9,93 \quad [kVA - m]$$

$$M = 38.70714 \quad [kVA - m]$$

- Calculo del Kg

$$Kg = \frac{(208^2) * \rho\%}{(M)}$$

Se determina el Kg para revisar el cumplimiento del criterio de regulación.

$$Kg = \frac{(208^2) * 2}{(38.70714)}$$

$$Kg = 3955,9567$$

El valor de Kg para calibre numero 8 THW es de Kg=217,607 (ver ANEXO 1-Tabla 3), lo que indica que se cumple el criterio de regulación por que este valor de es menor al valor de Kg calculado con el momento.

- Regulación

$$\rho\% = \frac{M * Kg}{V_L^2}$$

$$\rho\% = \frac{3955.9567 * 217,607}{208^2}$$

$$\rho\% = 0,26962$$

- Protecciones

Las protecciones para el alimentador es un interruptor tripolar de 30 A (3x30 A)

- Conductor de PAT

El calibre de conductor de PAT se determina de acuerdo a la protección, al seleccionarse la protección de 3x30 A, (ver ANEXO 1- Tabla 5), se escoge el conductor de PAT numero 10 AWG en cobre.

- Canalización

La canalización para el alimentador se determina de acuerdo a la Tabla C11, para cinco conductores numero 8 THW (5x#8 THW) se puede emplear un ducto PVC tipo A de 1" (ver ANEXO 1-Tabla 22).

Se selecciona el ducto de 1 ¼" para prever futuras ampliaciones de la instalación.

### 3.5.3 Tableros de Distribución de Emergencia

#### ❖ Descripción General

Los tableros de distribución de emergencia están provistos con puerta y chapa plástica, cerradura y espacio para totalizador donde se requiera, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación y sus usuarios.

La descripción de cada uno de los tableros de piso se presenta en la Tablas dentro del ANEXO 3.

Cada piso de la instalación cuenta con un tablero de distribución de emergencia, que va a estar ubicado a una altura de 1,5 m del piso (ver PLANOS).

#### ❖ Calculo tipo del Alimentador

El cálculo tipo del alimentador para el Tablero de Distribución de Emergencia se utiliza el Tablero de Emergencia del piso cuatro (4) T-E4.

#### ✓ Carga Instalada

La carga instalada del piso cuatro (4) comprende iluminación de pasillos, escalera y rampa.

- Carga Instalada de Alumbrado

La carga instalada para iluminación y salidas de tomacorrientes comunes se calcula según la Tabla 220-3.b). [2]. Se establece una carga unitaria de 5 VA/m<sup>2</sup>.

El área a aplicarle el anterior valor de carga unitaria tiene el valor en metros cuadrados de  $A = 121,822 \text{ [m}^2\text{]}$

Por tanto la carga instalada de alumbrado se calcula de la siguiente manera:

$$C_{i_{\text{alumbrado}}} = A * c$$

$$C_{i_{\text{alumbrado}}} = 57,0316 * 5 \quad [\text{VA}]$$

$$C_{i_{\text{alumbrado}}} = 285,158 \quad [\text{VA}]$$

- Carga Instalada Total

La carga instalada total de piso para este caso es igual a la carga instalada de iluminación.

$$Ci_{Total} = Ci_{alumbrado}$$

$$Ci_{Total} = 285,158 \quad [VA]$$

✓ *Demanda Máxima*

Para el cálculo tipo se calcula la demanda máxima de acuerdo a los criterios estipulados por la NTC 2050 y La Norma de la ESSA.

De acuerdo al Código Eléctrico Colombiano NTC 2050

Se obtiene la demanda máxima de acuerdo a la Tabla 220-34, específica para instituciones de enseñanza **[2]**.

$$D_{\max\_alumbrado} = Ci_{alumbrado}$$

$$D_{\max\_alumbrado} = 285,158 \quad [VA]$$

Por tanto la demanda máxima total del tablero de distribución de emergencia,

$$D_{\max\bar{-}Total} = D_{\max\_alumbrado}$$

$$D_{\max\bar{-}Total} = 285,158 \quad [VA]$$

- De acuerdo a la Norma para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA.

La demanda máxima según la ESSA se obtiene empleando la tabla 2.15 de factores de demanda.

$$D_{\max\_alumbrado} = Ci_{alumbrado}$$

$$D_{\max\_alumbrado} = 285,158 \quad [VA]$$

Por tanto la demanda máxima total del tablero de distribución de emergencia del piso cuatro es igual a la demanda máxima de alumbrado.

$$D_{\max\bar{-}Total} = D_{\max\_alumbrado}$$

$$D_{\max\bar{-}Total} = 285,158 \quad [VA]$$

Para este caso específico la demanda máxima calculada por cada uno de los métodos tiene el mismo valor.

✓ *Calculo de la Corriente*

La corriente nominal se determina a partir de la demanda máxima del tablero.

$$I = \frac{D_{\max\_Total}}{2 * V_f} \quad [A]$$

$$I = \frac{285,152}{2 * 120} \quad [A]$$

$$I = 1,188 \quad [A]$$

✓ *Selección de Conductores*

La capacidad de corriente de los conductores del alimentador no debe ser menor a 30 A Según Artículo 215-2.a) por tanto se selecciona el conductor calibre numero 10THW tiene una capacidad de corriente de 35 A según la Tabla 310-16 (ver ANEXO 1-Tabla 13) **[2]**.

El conductor neutro se dimensiona al 100% de la capacidad de corriente del conductor de fase, esto al ser una configuración monofásica trifilar.

Se selecciona el conductor neutro de calibre numero 10 THW con capacidad de corriente de 35 A.

✓ *Calculo de Regulación*

La regulación del alimentador no debe superar el valor de  $p\%=2\%$  desde el Tablero de Distribución de Emergencia de piso al Tablero General de Emergencia ubicado en el primer piso a una altura de 1,5 m desde el piso.

- Longitud del Alimentador

La longitud del alimentador al Tablero General.

$$L = 1,5 + 0,38 + 0,38 + 0,38 + 2,93 + 2,93 + 2,93 - 1,5 \quad [m]$$

$$L = 9,93 \quad [m]$$

- Calculo del Momento

$$M = S * L \quad [kVA - m]$$

$$M = D_{\max\_Total} * L \quad [kVA - m]$$

$$M = 0,285152 * 9,93 \quad [kVA - m]$$

$$M = 2,8316 \quad [kVA - m]$$

- Calculo del Kg

$$Kg = \frac{(208^2) * \rho\%}{(M * Fc)}, \text{ donde el } Fc=2,25$$

Se determina el Kg para revisar el cumplimiento del criterio de regulación.

$$Kg = \frac{(208^2) * 2}{(2,8316 * 2,25)}$$

$$Kg = 13581,2373$$

El valor de Kg para calibre numero 10 THW es de Kg=337,154 (ver ANEXO 1-Tabla 3) lo que indica que se cumple el criterio de regulación por que este valor es menor al valor de Kg calculado con el momento.

- Regulación

$$\rho\% = \frac{M * Kg}{V_L^2}$$

$$\rho\% = \frac{2,8316 * 337,154 * 2,25}{208^2}$$

$$\rho\% = 0,0496$$

- Protecciones

Las protecciones para el alimentador es un interruptor tripolar de 20 A (2x20 A)

- Conductor de PAT

El calibre de conductor de PAT se determina de acuerdo a la protección, al seleccionarse la protección de 2x20 A, de (ver ANEXO 1-Tabla 13) se escoge el conductor de PAT numero 12 AWG en cobre.

- Canalización

La canalización para el alimentador se determina de acuerdo a la Tabla C11, para cinco conductores numero 10 THW (4x#10 THW) se puede emplear un ducto PVC tipo A de ½". (ver ANEXO 1- Tabla 22).

Se selecciona el ducto de ¾" para prever futuras ampliaciones de la instalación.

### **3.6 CUADROS DE CARGA Y REGULACION DE LAS INSTALACIONES.**

#### **3.6.1 Descripción General.**

En los cuadros de Carga se especifican las diferentes características de los circuitos ramales por piso, como el tablero que lo alimenta, el tipo y número de salidas, la carga total, la protección, el calibre de conductor y la regulación al tablero de piso que pertenecen (ver ANEXO 3).

Los Cuadros de Regulación presentan los cálculos de momentos por circuito ramal y el Kg, valores que permiten la determinación del calibre de conductor a utilizar para el circuito ramal partiendo del criterio de regulación, la cual no debe ser mayor del 2% al tablero que lo alimenta (ver ANEXO 3).

#### ❖ Selección de Conductores

El criterio de selección del cableado de los circuitos ramales es en primera estancia por la corriente de la protección de cada uno de estos, seguidamente se verifica el cumplimiento del criterio de regulación expuesto por la Norma para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA, la cual desde el punto más lejano del circuito ramal al tablero de distribución del cual proviene no debe superar el dos por ciento (2%) (ver ANEXO 1- Tabla 1). Se emplean conductores tipo Cu THW, para las instalaciones internas de baja tensión.

#### **3.6.2 Cálculo de Regulación**

Los cálculos de regulación se realizan para cada uno de los circuitos ramales los cuales conforman las instalaciones internas, de igual forma se realiza el cálculo de regulación para cada uno de los alimentadores de Tablero de Distribución, tanto los de piso como los generales.

#### **3.6.3 Cálculo Tipo de Regulación.**

Se muestra el Cálculo tipo con el circuito ramal 2-S3, circuito de tomas del comedor.

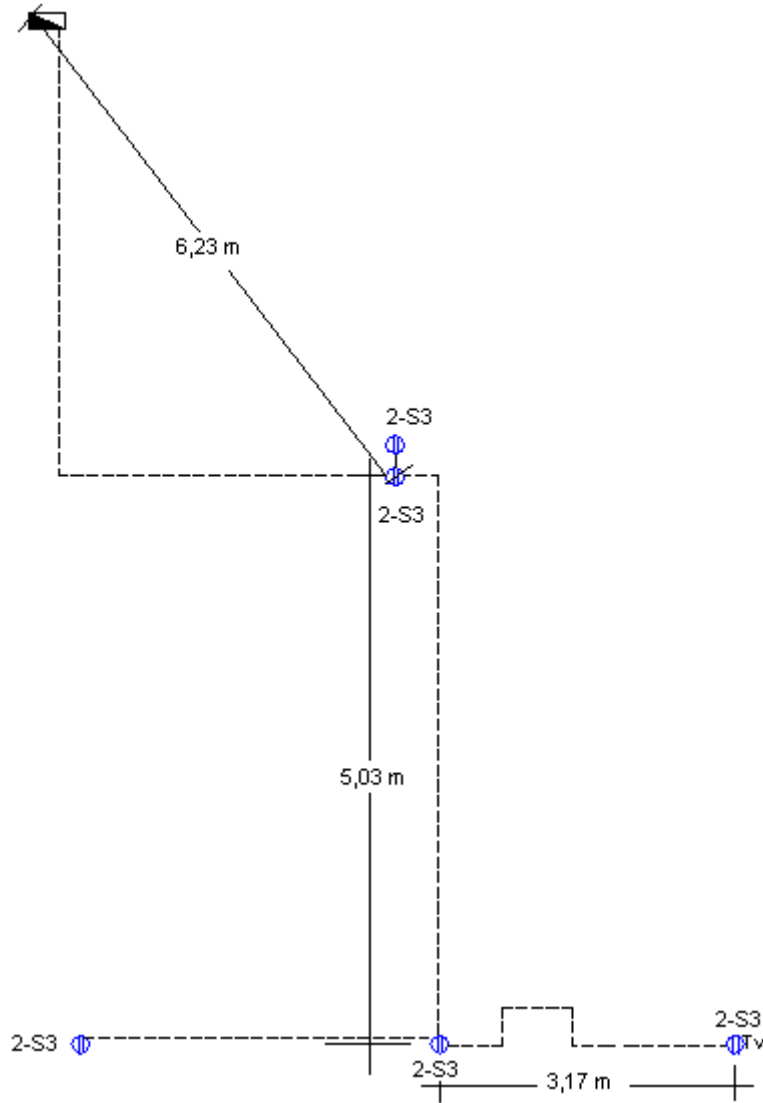


Ilustración 12. Distribución de Circuito Ramal 2-S3

- Cálculo del Momento

$$M = S(KVA) * l(m) \quad (KVA - m)$$

$$M = \left[ \sum_{i=1}^{nelementos} longitudi * ielemento \right] (m) * S(KVA) (KVA - m)$$

$$M = [(1,8 + 3,17) * 1 + (1,1 + 5,03) * 3 + (1,8 + 6,23 + 1,5) * 5] * 0,18 (KVA - m)$$

$$M = 71,01 * 0,18 (KVA - m)$$

$$M = 12,7818 (KVA - m)$$

- Cálculo de Kg

$$Kg = \frac{(208^2) * \rho\%}{(M * Fc)}$$

Donde para el tipo de conexión empleada, Monofásica, proveniente de una Subestación trifásica, Según la Tabla 3.26 de la ESSA el  $Fc=6$  (ver ANEXO 1- Tabla 2).

El valor de regulación para este tramo de la instalación, del punto más lejano al tablero de distribución del piso correspondiente no debe superar el valor de  $\rho\%=2\%$

Entonces,

$$Kg = \frac{(208^2) * 2}{(12,7818 * 6)}$$

$$Kg = 1128,271$$

- Selección de Conductor

A partir de este valor de Kg, en la Tabla 3.25 de la Norma para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, se determina el tipo de conductor a emplear para cumplir con las especificaciones de regulación.

El valor de Kg que se ajusta para un  $\text{Cos}\phi=0,9$  es el del conductor numero 14 AWG, el cual tiene un valor de  $Kg=842,141$  que está por debajo del valor calculado (ver ANEXO 1- Tabla 3).

Siguiendo nuestro criterio de selección de conductor de circuito ramal por regulación, se determina que se empleara conductor numero 14 THW

- Cálculo de Regulación

$$\rho\% = \frac{M * Kg * Fc}{V_L^2}$$

$$\rho\% = \frac{12,7818 * 842,141 * 6}{208^2}$$

$$\rho\% = 1,4928$$

El valor de regulación  $\rho\% = 1,4928$  representa el cumplimiento del criterio de regulación par la selección del Conductor para el circuito ramal, el cual es N°14 THW, con capacidad de corriente de 15 [A] (ver ANEXO 1- Tabla 13).

#### ❖ Cálculo Tipo de Aparatos Especiales

##### ✓ *Bombas de Agua*

Las bombas de agua, son motores de 5Hp, trifásicos

Según la Tabla 430-150 de la NTC 2050 la cual contiene la corriente nominal para motores según su potencia y nivel de Tensión de alimentación (ver ANEXO 1-Tabla 17).

- Corriente Nominal

A partir de la Tabla 430-150 se obtiene la corriente nominal In

$$\triangleright I_n = 16,7 \quad [A]$$

- Selección del Conductor

Los conductores de los circuitos ramales que alimenten un solo motor deben tener una capacidad de corriente no menor al 125% de la corriente nominal de motor a plena carga, según artículo 430-22.a).[2]

$$I_c = 1,25 * 16,7 \quad [A]$$

$$I_c = 20,875 \quad [A]$$

Se selecciona el conductor de calibre #10 THW para la fase y tierra.

- Protecciones

La Protección Contra Sobrecargas debe tener una capacidad no menor al 115% de la corriente nominal por placa de características del motor a plena carga según la NTC 2050 Artículo 430-32.

$$I_{psc} = 1,15 * 16,7 \quad [A]$$

$$I_{psc} = 19,205 \quad [A]$$

Se emplea protección Contra Sobrecarga del motor de 3 x 20 A, para la protección contra cortocircuito y falla a tierra se debe emplear un dispositivo protector con una capacidad nominal que no supere el valor calculado de acuerdo a los valores dados en la Tabla 430-152 según artículo 430-52.c).1) (ver ANEXO 1-Tabla 18).

Para los motores de las bombas de agua se emplea la protección al 175% de la corriente nominal a plena carga del motor.

$$I_{psc} = 1,75 * 16,7 \quad [A]$$

$$I_{psc} = 29,225 \quad [A]$$

En la protección contra cortocircuito y falla a tierra se emplea un fusible con retardo de tiempo (elemento dual) que no supere el valor de  $I_{psc} = 29,225 \quad [A]$ , se selecciona 3x21 A.

- Potencia de Dimensionamiento (S [VA])

Con el valor de corriente nominal se calcula la Potencia de dimensionamiento S (VA) para cada una de las Bombas de Agua.

$$S = I_n * 208 * \sqrt{3} = 6016,4516 \quad [VA]$$

$$S = 6016,4516 \quad [VA]$$

- Longitud del circuito ramal

Las Bombas de Aguas del edificio se ubican en el cuarto hidráulico en el Sótano. Los circuitos que alimentan estos motores se derivan del tablero de emergencia de piso T-Es, por tanto las distancias desde cada uno de los puntos de salida al tablero son  $L_1 = 8,84 \quad [m]$  y  $L_2 = 9,4 \quad [m]$  para los motores M1 y M2 respectivamente.

- Calculo del Momento

$$M = S * L \quad [kVA - m]$$

$$M = 6,0164516 * 8,84$$

$$M = 53,1814 \quad [kVA - m]$$

- Cálculo de Kg

$$Kg = \frac{(208^2) * \rho\%}{(M * Fc)}, \text{ conexión trifásica } Fc=1. \quad [1]$$

El valor de regulación para el circuito alimentador de cada uno de los motores al tablero de emergencia del piso correspondiente no debe superar el valor de  $\rho\%=2\%$

Entonces,

$$Kg = \frac{(208^2) * 2}{(53,1814)}$$

$$Kg = 1627,03379$$

Se ha seleccionado el conductor calibre # 10 THW por criterio de capacidad de corriente del dispositivo de protección.

Al calcular el valor de Kg se observa que el conductor seleccionado cumple también con el criterio de regulación, ya que el valor de Kg para este conductor con  $\cos\phi=0,8$  es de  $Kg=302,877$ , el cual es menor al requerido para cumplir con el criterio de regulación.

- Calculo de Regulación

$$\rho\% = \frac{M * Kg}{V_L^2}$$

El cálculo tipo de la regulación se realiza para el motor M1 de las Bombas de Agua.

$$\rho\% = \frac{53,1814 * 302,877}{208^2}$$

$$\rho\% = 0,37230573$$

#### 4. NIVEL DE ILUMINACIÓN.

El diseño de la iluminación de la Fundación Hogar Piccoli Saggi se realizó mediante el método de la cavidad zonal, teniendo como base la Tabla 25. Niveles típicos de iluminancia aceptada para diferentes áreas, tareas o actividades del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE (ver ANEXO1- Tabla 6)

La selección del nivel de iluminancia se realiza determinando el factor de peso de acuerdo a la siguiente tabla para establecer si se debe emplear el nivel mínimo, medio o máximo de los valores de iluminancia recomendados por el RETIE.

Tabla 6. Factor de Peso para Cálculo de Iluminación

<b>FACTORES DE PESO</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Edad trabajador</b>	<40 años	40-55 años	>55 años
<b>Velocidad o exactitud</b>	No es importante	Es importante	Es muy importante
<b>Reflectancia del fondo de tareas → material de las tareas</b>	R>70%	30<R<70%	R<30%

Criterio de selección:

- Si el factor de peso total es de -2 0 -3 se recomienda utilizar el valor mínimo del nivel de iluminancia especificado en la Tabla\_.
- Si el factor de peso es +2 o +3 se toma el valor máximo de la Tabla\_.
- Para cualquier otro valor del factor total de peso se emplea el valor medio del nivel de iluminancia de la Tabla\_.

Los valores de reflectancia empleados para el diseño son:

Tabla 7. Reflectancias

<b>ESPACIO</b>	<b>REFLECTANCIA</b>
Paredes $\rho_L$	50%
Techo $\rho_T$	70%
Piso $\rho_P$	20%

De acuerdo a las especificaciones anteriores y el criterio de selección se determinan los parámetros de diseño de la iluminación de las diferentes áreas de la nueva sede de la Fundación Hogar Piccoli Saggi.

Tabla 8. Nivel de Luminancia por Espacio

ESPACIO	NIVEL DE ILUMINANCIA Em
Sala Cuna	200
Cuarto Eléctrico, Hidráulico, Ropas	150
Parqueadero	100
Escaleras	150
Portería	500
Patios	300
Aulas	300
Pasillos	100
Cuarto Telecomunicaciones	150
Cuarto Neveras, Despensa	150
Comedor	300
Cocina	500
Alcoba	200
Oficina	500
Sala de Espera	100

Con los parámetros de diseño especificados anteriormente se procede a la determinación de las luminarias, lámparas y cálculo por espacio de trabajo del número de luminarias requeridas para satisfacer el nivel de iluminancia recomendado por el RETIE para cada uno de ellos.

#### 4.1 MÉTODO DE LA CAVIDAD ZONAL

Para el diseño de iluminación se emplea el método de la cavidad zonal, basado sobre la teoría de que la iluminación media es igual al flujo que incide sobre el plano de trabajo dividido por el área sobre la cual se distribuye.

Se muestra el cálculo tipo el área de parqueadero ubicada en el Sótano.

Por ser un área irregular, debido a que se tiene un área no cubierta se divide en dos espacios, el cálculo tipo se realiza para el espacio uno (1), el cual presenta las siguientes dimensiones.**[13]**

$$L = 8,21[m]$$

$$W = 9,74[m]$$

$$H_m = 2,75[m]$$



$$I_{\max/kLm} = \frac{380,6041 \times 1000}{1300 \times 2} = 146,3862 \quad [cd/km]$$

En el manual de la IES se determina el tipo de luminaria, de acuerdo a esta intensidad se escoge la N° 25 con categoría de mantenimiento II, con esto se pueden determinar los factores de depreciación de los lúmenes de la luminaria, de la bombilla.

#### 4.1.3 Factores de Depreciación de los Lúmenes de la Luminaria, Bombilla y Factor de Balastro

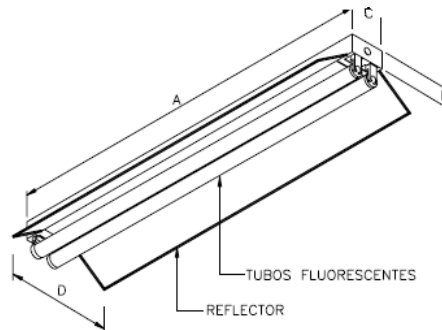
La línea de luminarias MODELO 200 está diseñada para ser instalada en forma superficial o en suspensión.

Utilizada en iluminación general con aplicaciones en oficinas, salones, supermercados, locales comerciales, talleres, colegios, pasillos, etc.

Estas luminarias se ofrecen con balastro electrónico para tubos T8, FO17/FO32/FO96 o con balastro electromagnético, para tubos T12, F20/F40/F48/F72/F96.

Fabricadas en lámina de hierro con tratamiento anticorrosivo recubierta con pintura electrostática en polvo de alto índice de reflectividad.

Pueden ser suplidas con reflector de aluminio anodizado (RA) o reflector simétrico blanco (RS), balastro de emergencia o balastro atenuable (dimmer).



#### INFORMACION PARA ORDENAR

N° de catálogo	N° de Tubos	Consumo Watts	Tipo de Tubos	Dimensiones			
				A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)
200-EO-24-1 RS	1	20	FO17	608	48	95	230
200-EO-24-2 RS	2	34	FO17	608	48	95	230
200-EO-48-1 RS	1	32	FO32	1217	48	95	230
200-EO-48-2 RS	2	58	FO32	1217	48	95	230
200-EO-48-3 RS	3	85	FO32	1217	48	252	387
200-EO-48-4 RS	4	112	FO32	1217	48	252	387
200-EO-96-1 RS	1	72	FO96	2436	48	95	230
200-EO-96-2 RS	2	110	FO96	2436	48	95	230
200-EO-96-1 2X32W T RS	2	58	FO32	2436	48	95	230
200-EO-96-2 4X32W T RS	4	112	FO32	2436	48	95	230

#### TIPO DE BALASTRO

EO = Electrónico/T8  
RS = Arranque rápido  
I = Arranque instantáneo

#### VOLTAJES DISPONIBLES

En 120V.  
Para 277V agregar al final del N° de catálogo

#### OPCIONES

T = Tandem  
Para reflector simétrico de aluminio anodizado sustituir RS por RA  
BE = Balastro Emergencia  
BA = Balastro Atenuable

Ilustración 14. Características del tipo de Luminaria

Del catalogo de Sylvania se obtiene las dimensiones, el tipo de tubos que permite utilizar, el tipo de balastro, para así determinar el factor de balastro.

En el ultimo capitulo del manual de Sylvania se obtiene el factor de depreciación de los lúmenes de la luminaria, según la categoría de mantenimiento de la luminaria, el factor de depreciación de los lúmenes de la bombilla.

$F_{dl} = 0,93$  , factor de depreciación de la luminaria

$F_{dlb} = 0,74$  , factor de depreciación de la bombilla

$F_b = 0,87$  , factor de balastro, balastro electrónico.

#### 4.1.4 Relaciones de Cavidad

Relación de cavidad de techo

$$R_{CP} = \frac{5 \times h_{ct} \times (W + L)}{(W \times L)}$$

$R_{CT} = 0$  debido a que se van a emplear fluorescentes de sobreponer.

Relación de cavidad de piso, la altura de la cavidad de piso tomada para el área de trabajo es  $h_{cp} = 0$  [m]

$$R_{CP} = \frac{5 \times h_{cp} \times (W + L)}{(W \times L)}$$

$$R_{CP} = 0$$

Relación de cavidad de local, la altura de la cavidad de local es equivalente a la altura del parqueadero.

$$h_{cl} = h_T - h_{cp} = 2,759 - 0 = 2,759[m]$$

$$R_{CL} = \frac{5 \times h_{cl} \times (W + L)}{(W \times L)}$$

$$R_{CL} = \frac{5 \times 2,759 \times (9,74 + 8,21)}{(9,71 \times 8,21)} = 3,0966$$

#### 4.1.5 Coeficiente de Utilización.

Utilizando la reflectancia de piso, techo y pared y las relaciones de cavidad se determina el coeficiente de utilización de las luminarias empleando la matriz de la IES para la luminaria típica N° 25.

Interpolando para la Relación de cavidad de local  $R_{CL} = 3,0966$  entre los valores:

$$R_{CL} = 3, \text{ Cu} = 0,67$$

$$R_{CL} = 4, \text{ Cu} = 0,6$$

Para  $R_{CL} = 3,0966$  el  $\text{Cu} = 0,6632$

#### 4.1.6 Numero de Luminarias.

Teniendo el valor de los factores de depreciación, de balastro y utilización procedemos a determinar el número de luminarias y distribución para obtener el nivel de iluminación recomendado.

$$N_L = \frac{Em \times L \times W}{n_{bxl} \times Cu \times \phi_b \times f_{dnl} \times f_{db} \times f_b}$$

$$N_L = \frac{100 \times 8,21 \times 9,74}{2 \times 0,6632 \times 1300 \times 0,93 \times 0,74 \times 0,87} = 7,7451$$

#### 4.1.7 Espaciamiento entre Luminarias

$$S = \sqrt{\frac{(W \times L)}{N_L}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(9,74 \times 8,21)}{7,7451}} = 3,2132 \quad [m]$$

#### 4.1.8 Distribución de las Luminarias

$$n_{col} = \frac{W}{S}$$

$$n_{col} = \frac{9,74}{3,2132} = 3,0312$$

$$n_{fil} = \frac{L}{S}$$

$$n_{fil} = \frac{8,21}{3,2132} = 2,5551$$

Para el número mínimo de luminarias requeridas se distribuirán en tres filas y tres columnas.

$$n_{col} = 3$$

$$n_{fil} = 3$$

Espaciamiento entre luminarias

$$e = \frac{W}{n_{col}}$$

$$e = \frac{9,74}{3} = 3,2467 \quad [m] \quad \frac{e}{2} = \frac{3,2467}{2} = 1,62 \quad [m]$$

$$s' = \frac{L}{n_{fil}}$$

$$s' = \frac{8,21}{3} = 2,7367 \quad [m]$$

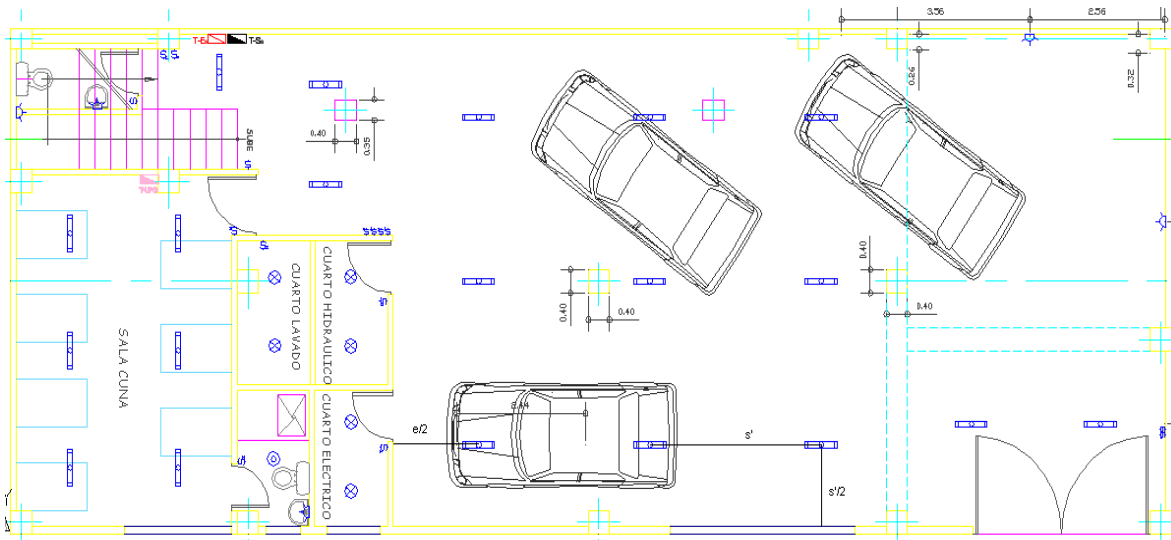


Ilustración 15. Ubicación Lámparas en la planta del Sótano

#### 4.1.9 Nivel de Iluminancia final Obtenida

Con la configuración señalada de tres columnas y tres filas, y las lámparas empleadas T8-F18W/860, luminaria con dos tubos.

$$E_m = \frac{N_l \times n_{bxl} \times Cu \times \phi_b \times f_{dll} \times f_{dlb} \times f_b}{L \times W}$$

$$E_m = \frac{9 \times 2 \times 0,6632 \times 1300 \times 0,93 \times 0,74 \times 0,87}{8,21 \times 9,74}$$

$$E_m = 116,2029 \quad [lux].$$

- **Resumen de los Cálculos de Iluminación.**

Se presenta los cálculos obtenidos para cada uno de los espacios por piso (ver ANEXO 3).

## 5. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE COMUNICACIONES.

En el diseño de las instalaciones de comunicaciones, se trato de dar solución a todos los requerimientos expuestos por la Directora de la Fundación, como del Arquitecto que tiene en sus manos el diseño armonioso de la edificación.

Requerimientos exigidos:

- ✚ Salida de datos en la totalidad de los salones y en las oficinas, así como la construcción de una mini sala de cómputo en el quinto piso.
- ✚ Salida de voz, en la sala cuna, portería, alcoba, cocina y oficinas de la fundación.
- ✚ Salidas de televisión en la totalidad de los salones y áreas de espera.
- ✚ CCTV, que cubriera todos los salones, áreas importantes para el cuidado de los niños y de la seguridad de las instalaciones.
- ✚ Salidas de sonido ambiental en las áreas en las que necesiten brindar información.

Se realizará cableado horizontal, donde solo existirá un cuarto de control que será la columna del cableado estructurado.

### 5.1 SISTEMA DE DATOS.

Para el sistema de datos se colocaron en cada salón y en las oficinas al igual que en la sala de cómputo salidas para cumplir los requerimientos exigidos.

Tabla 9. Puntos Salida de Datos

SALIDAS DE DATOS	PUNTOS	
	SALONES	11
	OFICINAS	17
	COMEDOR	3
	SALA DE COMPUTO	7
	TOTAL	38

Para el cableado, se utilizara un Sistema de Cableado Enhanced Category 5 (Categoría 5E), ya que cumple con las condiciones de velocidad que se requiere en la transmisión de datos para la fundación ya que este tiene un ancho de banda de 100MHz y una velocidad de hasta 1000Mbps, este cable terminara en Patch Panels Enhanced Category 5 para

montaje en el rack de 19". Los circuitos de datos se conectarán a un Modem para el servicio de internet dentro del armario de telecomunicaciones por medio del cableado horizontal.

Los cables se instalan desde el punto de trabajo hasta el rack en tendidos continuos, por lo que no se permitirán que se creen conexiones a lo largo del recorrido, y si se especifica su necesidad, deben quedar en un lugar de fácil acceso para facilitar mantenimiento y revisión periódica.

En cuanto a los tomas de datos, estarán compuestos por cable conductor especificado anteriormente, y terminara en un conector tipo hembra modular RJ45, Enhanced Category 5, 8 posiciones/8 conductores de acuerdo al código de colores T568B.

### 5.2 SISTEMA DE VOZ.

Para el sistema de voz se colocaron salidas en las oficinas, portería, sala cuna, alcoba y comedor salidas para cumplir los requerimientos exigidos, (ver PLANOS CABLEADO ESTRUCTURADO).

Tabla 10. Puntos Salida de Voz

SALIDAS DE VOZ	PUNTOS	
	SALA CUNA	1
	OFICINAS	11
	COCINA	1
	ALCOBA	1
	PORTERIA	1
	TOTAL	15

Para el cableado de este tipo de salida se utilizara un Sistema de Cableado Enhanced Category 5 (Categoría 5E), este cable terminara en Patch Panels para montaje en el rack de 19", los cuales actuaran como espejos, al conmutador dentro del armario de telecomunicaciones, el cual repartirá a las salidas por medio de extensiones telefónicas.

Los tomas de voz, estarán compuestos por cable conductor especificado anteriormente, y terminara en un conector tipo hembra modular RJ11, Enhanced Category 5, 8 posiciones/8 conductores de acuerdo al código de colores T568B. En el cuarto de telecomunicaciones instalaremos un conmutador, el cual será el encargado de enlazar las extensiones de las oficinas por medio de las cuatro líneas previstas para la fundación. El

conmutador deberá contar con 20 extensiones 15 diseñadas de salida y 5 previstas para ampliamiento de líneas en la fundación.

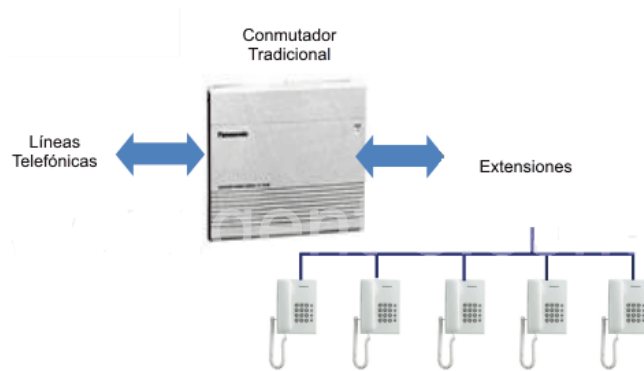


Ilustración 16. Funcionamiento de un Conmutador Tradicional

Fuente: <http://www.gent-e.com>

### 5.3 SONIDO AMBIENTAL.

La ubicación de las salidas de sonido ambiental se encuentra en la siguiente tabla, se instalarán 2 salidas en cada espacio para dar una correcta armonía al sonido.

Tabla 11. Puntos Salida de Sonido Ambiental

SALIDAS DE SONIDO AMBIENTAL	PUNTOS	
	SALA CUNA	2
	PORTERIA	1
	PATIO	2
	SALONES	20
	COMEDOR	2
	ALCOBA	1
	SALA DE ESPERA PISO 5	2
	TOTAL	30

Para el cableado de sonido ambiental, se utilizó cable en cobre calibre #18 THW, para las salidas se necesitan una tapa ciega, ya que esta no estará a la vista sino que estará conectada directamente al audio, se utilizarán salidas de audio incrustadas en el techo.



Ilustración 17. Salidas de Audio para Techo

Fuente: <http://aplauzaudio.pl>

Se necesitara de un amplificador de audio de 30 salidas que alimenten a los bafles de sonido, para así dar una optima calidad de la señal que se quiera transmitir a lo largo de las instalaciones de la fundación.



Ilustración 18. Amplificador de Audio

Fuente: <http://yamkiaudio.com>

#### 5.4 CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN, (CCTV).

En la siguiente tabla se muestran las diferentes salidas donde se ubicaran las cámaras para el monitoreo del correcto funcionamiento de las instalaciones.

Tabla 12. Puntos Salida de CCTV

SALIDAS DE CCTV	PUNTOS	
	SALA CUNA	1
	PORTERIA Y PARQUEADERO	3
	SALONES	10
	COMEDOR	2
	TOTAL	16

El CCTV, será basado en computador (sistema digital por tarjeta para computador), donde todos los elementos estarán conectados por medio de una red en estrella, y las imágenes transmitidas por las cámaras serán almacenadas en la central de monitoria que se instalara en el servidor del PC, además presenta la facilidad de poderse monitorear por medio de la internet.

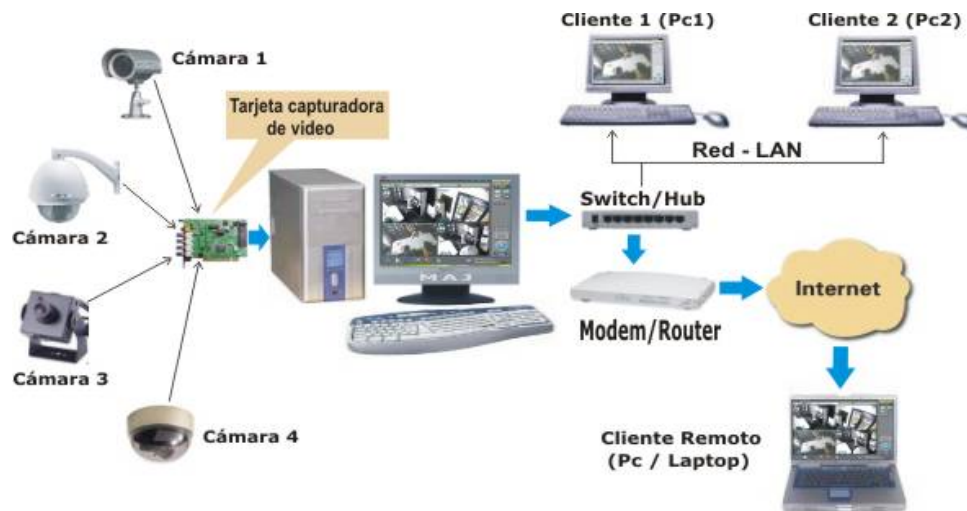


Ilustración 19. Conexión de cámaras y Monitoreo

Fuente: <http://www.casadelintercom.com>

Para el CCTV, se utilizó Enhanced Category 5 (Categoría 5E), para afianzar la naturaleza de cableado estructurado además que es mas fácil de maniobrar que el cable coaxial por lo tanto es una gran ventaja para la instalación y posterior mantenimiento, en el origen y en el destino se instalaran conexiones para cambiar de cable Coaxial a cable UTP.

Estos conectores que permiten este cambio son llamados baluns los cuales tienen un dispositivo que empareja la impedancia incorporada con un filtro para la transmisión de la señal.



Ilustración 20. Baluns

Fuente: <http://ealingroad.com>

Al salir el conductor coaxial de una cámara normal, se transforma la señal que viene de este por medio de baluns a la señal del cable de par trenzado UTP, y antes de llegar a la tarjeta de video se utilizan los baluns nuevamente para ajustar la señal a cable coaxial.

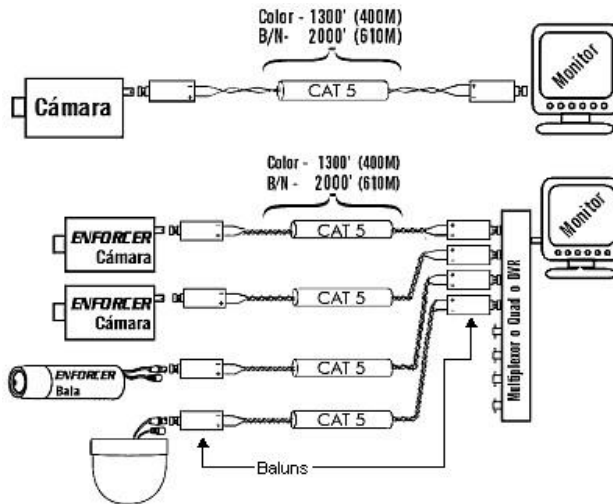


Ilustración 21. Cambio de Cable coaxial a UTP por medio de baluns

Fuente: <http://gastor257.hostgator.com>

### 5.5 SISTEMA DE TELEVISIÓN.

Según los datos de los requerimientos de las personas a cargo de este proyecto, buscamos brindar espacios cómodos para el correcto desarrollo de los individuos que utilizarán las instalaciones, por esta razón se colocarán en lugares estratégicos las salidas de televisión, como lo indica la siguiente tabla:

Tabla 13. Puntos Salida de Televisión

SALIDAS DE TELEVISIÓN	PUNTOS	
	PORTERIA Y PATIO	2
	SALONES	10
	ALCOBA	1
	COMEDOR	2
	ADMINISTRACIÓN	1
	TOTAL	16

Para la estructura de cableado estructurado, utilizaremos conductores coaxiales en cobre tipo RG-59/U de  $75\Omega$ , brinda una baja capacitancia para que el video y el audio sean de mejor calidad, además como es un cable brindado no genera, ni recibe interferencias de las demás señales.

Para la salida de toma de televisión, se necesitara cable coaxial en cobre RG-59/U, la salida será con terminal coaxial TV americana de  $75\Omega$ , a la llegada al cuarto de telecomunicaciones, llega a splitter, que son los encargados de repartir la señal.



Ilustración 22. Splitter de 4 vías

Fuente: <http://www.radioshack.com.mx>.

Esta señal a ser repartida, será amplificada por medio de un amplificador de señal de televisión de CTAV 1 GHz, el cual mejorar la señal a cada punto de salida ampliar la intensidad de esta.



Ilustración 23. Amplificador de Señal de Televisión

Fuente: <http://www.segur-tec.com.ar>

## 5.6 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.

El cuarto de telecomunicaciones estará compuesto dependiendo del tipo de sistema a tratar en el cableado estructurado por los siguientes elementos:

Tabla 14. Componentes Cuarto Telecomunicaciones

CUARTO DE TELECOMUNICACIONES	ELEMENTOS		
	COMUNICACIONES	MODEM	1
		SWITCHES 24 PUESTOS	1
		SWITCHES 16 PUESTOS	1
	VOZ	CONMUTADOR	1
	TELEVISIÓN	AMPLIFICADOR DE 20 SALIDAS	1
	CCTV	SERVIDOR DE VIDEO	1
	SONIDO AMBIENTAL	AMPLIFICADOR DE AUDIO 15 SALIDAS	2

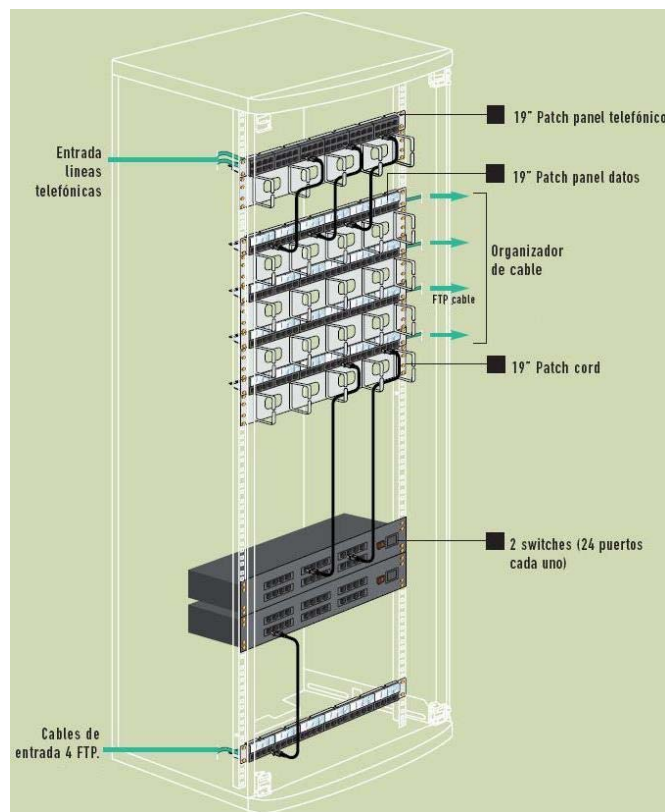


Ilustración 24. Rack Modular de 19"

Fuente: Guía de Sistema de Cableado Legrand 2004.

- El modem a utilizar en las instalaciones de comunicaciones será el que suministre el acceso a internet, por lo cual deberá tener la capacidad de distribuir 16 salidas para cumplir con el número de salidas previstas en el diseño, el circuito que mantendrá la alimentación del modem será el tablero de UPS del piso 3.
- En el rack de comunicaciones se encuentran los switches que son elementos activos que enlazan en los diferentes puntos de trabajo, el circuito que mantendrá esta salida será prevista del tablero de UPS del piso 3.
- Tanto el modem como los switches, pertenecerán a un circuito de 400VA, donde la potencia proyectada para cada elemento, es de :

Tabla 15. Puntos de Potencia Datos

DATOS	ELEMENTOS		POTENCIA (VA)
	MODEM		200
	SWITCHES	24 PUERTOS	100
		16 PUERTOS	100

- El conmutador de líneas telefónicas, con 20 extensiones telefónicas, se encontrara junto con el sistema de voz en un rack de 19 ", el circuito que mantendrá esta salida será prevista del tablero de Emergencia del piso 3.
- El amplificador de señal para el servicio de televisión, se proveerá por medio de la empresa prestadora del servicio, y que cumpla con el número de puntos que se necesitan, el circuito que mantendrá esta salida será prevista del tablero de Emergencia del piso 3.
- Para el CCTV se utilizara un computador el cual almacenara las imágenes para su posterior evaluación. Este computador debe tener especificaciones de software actual, y como mínimo de 1 Gb de memoria RAM y 120 Gb de disco duro, para que cumpla con su función, el circuito que mantendrá esta salida será prevista del tablero de Emergencia del piso 3.
- El amplificador de audio, debe tener como mínimo 30 salidas para que se puedan cumplir el nivel de puntos propuestos en el diseño.
- Se creo un circuito de emergencia para conectar los sistemas mencionados anteriormente, con salidas alimentadas a 180VA cada una. En promedio el consumo por equipo esta dado por:

Tabla 16. Puntos de Potencia General

SISTEMA	ELEMENTOS	POTENCIA (VA)
	SERVIDOR DE VIDEO	180
	AMPLIFICADOR DE SEÑAL DE TELEVISION.	100
	AMPLIFICADOR DE SEÑAL DE SONIDO	180
	CONMUTADOR TELEFONICO	58

### 5.7 DUCTERÍA.

Para seleccionar la ductería, aplicamos un factor del 40% para los subconductos de telecomunicaciones [7]:

Tabla 17. Sección Cable UTP

Cables	Sección (mm <sup>2</sup> )
UTP 6	32.2
UTP 5e	26
FTP 6	38.5

**[12]**

- Calculo de selección de la bandeja portacables:

Para un ducto de 50 X 150 mm y de sección transversal de 3020 mm<sup>2</sup> (ver ANEXO 1-Tabla 34), aplicando el factor de 40% para la capacidad de llenado:

$$C_{II} = \text{secciontransversal} * f_{II}$$

$$C_{II} = 3020\text{mm}^2 * 0.4$$

$$C_{II} = 1208\text{mm}^2$$

Calculamos la relación de cables que pueden circular por la canaleta para que se cumpla el factor de llenado:

$$\#_{\max} = \frac{C_{II}}{\text{secciondelconductor}}$$

$$\#_{\max} = 1208\text{mm}^2 / 26\text{mm}^2 \text{ conductores}$$

$$\#_{\max} = 46.46 \cong 47 \text{ conductores}$$

Por lo cual se selecciono esta canaleta como base principal del cableado estructurado de cada piso (ver PLANOS CABLEADO ESTRUCTURADO):

Tabla 18. Cantidad de Conductores en Cableado Estructurado

PISO	SALIDA
SEGUNDO	35
TERCERO	12
CUARTO	25
QUINTO	25
TOTAL	97

Para los ductos que transportan los conductores hacia la canaleta, tomamos como base las tablas de la NTC 2050, con base al conductor con mayor sección transversal y aplicando el factor de 40% para el llenado.

El caso más desfavorable se presenta en el segundo piso, ya que por el mismo ducto circulan 7 conductores de cableado estructurado, por lo tanto, para tubería en PVC (ver ANEXO 1- Tabla 22):

$$\#_c = S_D / S_c$$

$$\#_c = 280 / 26 \text{ mm}^2$$

$$\#_c = 10 \text{ conductores}$$

### 5.8 ESPECIFICACIONES.

No se excederán la cantidad de 40 cables en grupos formados, ni se excederán las curvaturas mínimas de los cables. Los cables se identificaran por una etiqueta autoadhesiva, esto será detrás del Faceplate, para que pueda ser accedida al quitarlo. Al comprar los conductores que componen el cableado hay que tener en cuenta, que cumplan con los niveles de calidad para una longitud superior a 100 m y diferentes frecuencias (ver ANEXO 1- Tabla 33).

## 6. DISEÑO DE LA PROTECCION EXTERNA CONTRA RAYOS.

Para iniciar el diseño del sistema de puesta a tierra, se realizó el cálculo del nivel de riesgo de la edificación, para evaluar si se necesita SPI o SPI y SPE.

### 6.1 CALCULO DEL FACTOR DE RIESGO.

Los datos de área y altura del edificio de la Fundación HOGAR PICCOLI SAGGI es:

Tabla 19. Área y Altura de la Fundación

ALTURA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )
21.032	211.47

En cuanto a la corriente absoluta máxima tomamos de dato para Colombia: 30kA sin importar la polaridad.

#### ✓ **Calculo del indicador de parámetros de exposición al rayo:**

Nivel Ceraúnico para Bucaramanga (ver ANEXO 2): 150

Calculamos las descargas por Km<sup>2</sup> en un año:

$$DDT = 0.0017 * NC^{1.56} [Descargas/(Km^2 * año)]$$

$$DDT = 0.0017 * 150^{1.56} [Descargas/(Km^2 * año)]$$

$$DDT = 4.218 [Descargas/(Km^2 * año)]$$

Lo comprobamos en la tabla del índice de exposición al rayo:

Tabla 20. Parámetros Rayo para Bucaramanga

	labs [kA]	20<=labs<40
DDT	Riabs	0,65
	RDDT	
DD<5	0,25	

$$Riesgo = 0.7 * R_{DDT} + 0.3 * R_{Iabs}$$

$$Riesgo = 0.7 * 0.25 + 0.3 * 0.65$$

$$Riesgo = 0.37$$

✘ Luego el indicador de exposición al rayo es **BAJO**.

✓ **Cálculo del Indicador de Gravedad (Estructura):**

Para la clasificación de la estructura, la tomamos como categoría A, ya que las principales funciones de la fundación serán la educación de niños al igual que su atención en salud:

Tabla 21. Clasificación de la Estructura para la Fundación

Clasificación de la Estructura	Ejemplos de Estructura.	Valor del Índice.
A	Teatros, <b>centros educativos</b> , iglesias, centros comerciales, áreas deportivas al área libre, parques de diversión, aeropuertos, hospitales, prisiones.	40

La estructura será una del tipo mixta, ya que contara tanto con elementos como el cemento y el acero para su construcción.

Tabla 22. Tipo de Estructura de la Fundación

Tipo de Estructura.	Valor del Índice.
Mixta.	20

Con los datos proporcionados anteriormente de altura y de área, tenemos:

Tabla 23. Clasificación por área y altura

Área.	Altura.	Valor del Índice.
Área < 900 m <sup>2</sup>	Altura < 25 m.	5

Procedemos a sumar los índices para calcular el indicador de gravedad correspondiente a la estructura.

$$I_G = I_{USO} + I_T + I_{AA}$$

$$I_G = 40 + 20 + 5$$

$$I_G = 65$$

Al analizar los resultados en la tabla del indicador de gravedad, (ver ANEXO 1-Tabla 27), vemos que el resultado sería medio, y que solo haría falta un punto para llegar a alto, luego nosotras como diseñadoras tomaremos el nivel de alto, ya que esta será la estructura más alta en la zona:

Tabla 24. Indicador de Gravedad para la Fundación

Resultado de la Suma de los Subindicadores de Estructura.	Indicador de Gravedad.
66 a 80.	Alto

✘ El indicador de gravedad de la estructura será: **ALTO**

✓ **Cálculo del Nivel de Riesgo**

El indicador de exposición al rayo es: **BAJO**.

El indicador de gravedad de la estructura es: **ALTO**.

Pasamos a la matriz de riesgo para mirar las medidas a tomar en la protección contra rayos:

Tabla 25. Fragmento de la Matriz de Riesgo

<b>GRAVEDAD</b>	Alto
<b>PARAMETROS</b>	
Bajo	MEDIO

El nivel de riesgo de la estructura es MEDIO, luego se recomienda instalar un SPE y un SPI contra rayos.

## 6.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN EXTERNA CONTRA RAYOS, SPE.

Para el diseño del sistema de protección externa, se usó el método electrogeométrico al igual que el método del ángulo.

### ✓ Diseño con el método electrogeométrico.

Con este método ubicamos las puntas captadoras en la edificación, para esto se utilizó un nivel de protección I, para la cual el radio de la esfera es de 35m.

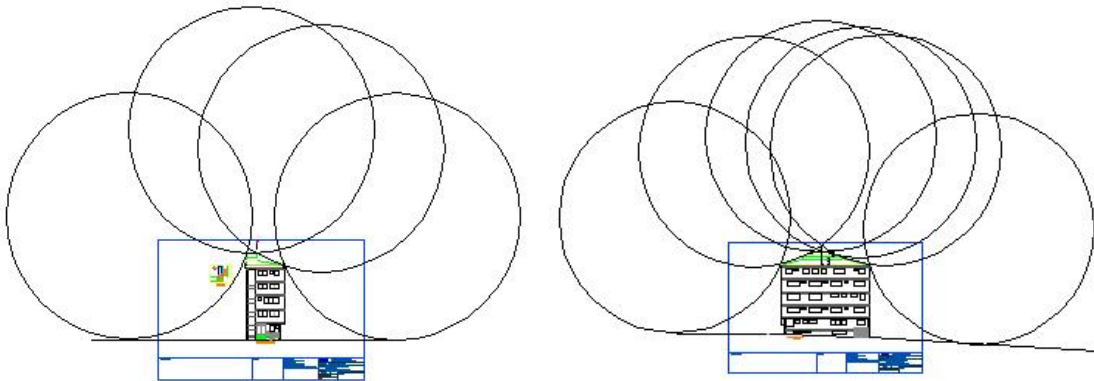


Ilustración 25. Giro de Circulo sobre la Estructura

Se ubicaron 4 puntas captadoras en la superficie del techo de la edificación (ver PLANO 12).

### ✓ Diseño con el método del ángulo.

Con este método utilizamos el mismo nivel de protección por lo cual el ángulo a utilizar es de  $45^\circ$ , analizamos que altura se necesitarían en los pararrayos para que cubrieran la superficie de la edificación, ya que se genera una circunferencia con radio igual a la altura del pararrayos.

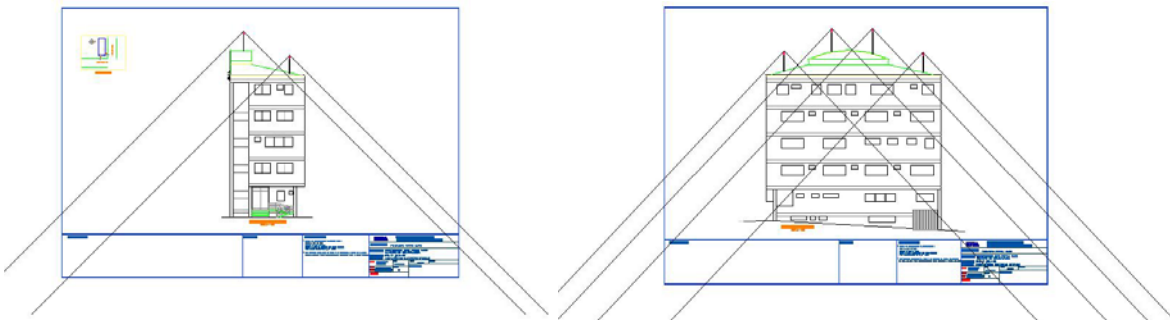


Ilustración 26. Proyección del ángulo sobre la Estructura

Se calcularon 4 puntas de 3 m, que cumplieran con la protección de la totalidad de la estructura (ver PLANO 12).

✓ **Diseño de SPE**

En la parte superior, para el SPE, se utilizaron 4 puntas tipo Franklin, las cuales se encuentran unidos al anillo equipotencial por medio de conectores los cuales deben ser certificados por el RETIE (Ubicación ver PLANO 12).

En la parte superior del edificio se colocara un anillo equipotencial de calibre 1/0 AWG en cobre encargados de distribuir la corriente a los bajantes. Se decidió que se colocaran 2 bajantes calibre 1/0 AWG cubierto, a los extremos de la edificación (ver PLANO 10), ya que la altura de la estructura no supera los 25 metros.

Para la puesta a tierra se colocaran 2 electrodos que estarán enterrados a una profundidad de 0.5m en el lugar donde se terminan los bajantes, como la resistividad es alta en la zona por lo árido del terreno, se procederá a mejorarla con tierras artificiales (Bolsa de Electro-PAT), por medio de un pozo llamado 3B (Configuración PLANO 11).

Elementos utilizados para el diseño:

- ✘ 4 puntas tipo Franklin.
- ✘ 4 tubos galvanizados de 4 metros.
- ✘ 2 bajantes 1/0 AWG.
- ✘ Anillo equipotencializador en el techo, 1/0 AWG.
- ✘ 2 electrodos de puesta a tierra, diámetro 5/8", longitud 2.4m.
- ✘ 6 bolsas de Electro-PAT (3 para cada electrodo).
- ✘ 2 cajas de inspección de 30x30 cm

A su vez se debe colocar una caja de inspección en cada lugar en que se encuentren los electrodos para facilitar el mantenimiento de la puesta a tierra.

### **6.3 SISTEMA DE PROTECCIÓN INTERNA CONTRA RAYOS, SPI.**

Para el SPI, utilizaremos DPS categoría C y categoría A, ya que no se necesitan protecciones finas al no tener equipos que lo ameriten.

✓ **DPS para el transformador.**

Tensión Nominal: 13.2 kV Fase-Fase.

Modo de Protección: Fase-Tierra.

Tensión de Corte: igual o superior a 10.777 kV.

Temperatura de Operación: -20°C a 50°C

MCOV: 8 383 V<sub>rms</sub> L-N.

Corriente de Descarga: mayor o igual a 10 kA.

Norma a cumplir: NTC 28-78.

✓ **DPS para el Tablero General de Servicios.**

Tensión Nominal: 120/208 V, 3φ, 4 hilos mas tierra.

Modo de Protección: Fase-Fase, Fase-Neutro.

Tensión de Corte: mayor o igual a 283 V<sub>pico</sub> (L-N), o menor igual a 600 V<sub>pico</sub> (L-N).

Tiempo de Respuesta: 5 ns.

MCOV: 150 V<sub>rms</sub> L-N.

Corriente de Descarga: mayor o igual a 5 kA.

## 7. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO.

FUNDACION PICCOLI SAGGI					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNI.	VR UNITARIO	VR PARCIAL
<b>1. INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					
<b>1.1</b>	<b>Acometida de Media Tensión</b>				
1.1.1	Estructura en derivación	1	gl	2.136.625	2.136.625
1.1.2	Elementos de protección en MT	1	gl	2.730.707	2.730.707
<b>1.2</b>	<b>Sistema de Transformación</b>				
1.2.1	Transformador de potencia	1	gl	11.481.435	11.481.435
1.2.2	Puesta a tierra del transformador	1	gl	220.458	220.458
1.2.3	Acometida B.T subterránea a tablero general	1	gl	4.151.624	4.151.624
<b>1.3</b>	<b>Sistema de Medición, Barraje Principal y Transferencia</b>				
1.3.1	Modulo de medición	1	gl	4.651.987	4.651.987
1.3.2	Modulo del barraje de BT	1	gl	5.468.115	5.468.115
1.3.3	Acometida Barraje General - Caja de transferencia	1	gl	103.456	103.456
1.3.4	Modulo de transferencia	1	gl	2.195.000	2.195.000
1.3.5	Acometida Caja transferencia - Planta emergencia	1	gl	188.585	188.585
1.3.6	Planta de Emergencia	1	gl	25.251.347	25.251.347
1.3.7	Acometida Caja de transferencia - Tablero general emergencia	1	gl	103.456	103.456
1.3.8	Modulo del barraje general de emergencia	1	gl	1.284.515	1.284.515
<b>1.4</b>	<b>Acometidas Eléctricas Internas</b>				
1.4.1	Acometida Tablero servicios Sótano	1	gl	165.933	165.933
1.4.2	Acometida Tablero emergencia sótano	1	gl	147.056	147.056
1.4.3	Acometida Tablero servicios primer piso	1	gl	233.003	233.003
1.4.4	Acometida Tablero servicios segundo piso	1	gl	139.666	139.666
1.4.5	Acometida Tablero servicios tercer piso	1	gl	231.803	231.803
1.4.6	Acometida Tablero servicios cuarto piso	1	gl	330.809	330.809
1.4.7	Acometida Tablero servicios quinto piso	1	gl	416.078	416.078
1.4.8	Acometida Tablero Aires acondicionados quinto piso	1	gl	532.731	532.731
1.4.9	Acometida Tablero emergencia primer piso	1	gl	199.093	199.093
1.4.10	Acometida Tablero emergencia segundo piso	1	gl	112.459	112.459
1.4.11	Acometida Tablero emergencia tercer piso	1	gl	132.800	132.800
1.4.12	Acometida Tablero emergencia cuarto piso	1	gl	206.344	206.344
1.4.13	Acometida Tablero emergencia quinto piso	1	gl	271.035	271.035
1.4.14	Acometida Tablero UPS tercer piso	1	gl	207.919	207.919
1.4.15	Acometida Tablero UPS quinto piso	1	gl	488.423	488.423

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNI.	VR UNITARIO	VR PARCIAL
<b>1.5</b>	<b>Tableros de Distribución</b>				
1.5.1	Tablero servicios Sótano	1	gl	783.917	783.917
1.5.2	Tablero emergencia Sótano	1	gl	1.218.953	1.218.953
1.5.3	Tablero servicios primer piso	1	gl	974.456	974.456
1.5.4	Tablero emergencia primer piso	1	gl	294.630	294.630
1.5.5	Tablero servicios Segundo piso	1	gl	974.456	974.456
1.5.6	Tablero emergencia Segundo piso	1	gl	278.605	278.605
1.5.7	Tablero servicios tercer piso	1	gl	1.388.027	1.388.027
1.5.8	Tablero emergencia tercer piso	1	gl	294.630	294.630
1.5.9	Tablero UPS tercer piso	1	gl	6.397.332	6.397.332
1.5.10	Tablero servicios cuarto piso	1	gl	974.750	974.750
1.5.11	Tablero emergencia cuarto piso	1	gl	278.605	278.605
1.5.12	Tablero servicios quinto piso	1	gl	974.750	974.750
1.5.13	Tablero emergencia quinto piso	1	gl	752.160	752.160
1.5.14	Tablero UPS quinto piso	1	gl	12.783.491	12.783.491
1.5.15	Tablero Aires acondicionados quinto piso	1	gl	1.069.138	1.069.138
<b>1.6</b>	<b>Tableros de Distribución</b>				
1.6.1	Salida tomacorriente monofásico doble con polo a tierra	174	un	67.270	11.704.951
1.6.2	Salida tomacorriente monofásico sencillo con polo a tierra	1	un	43.342	43.342
1.6.3	Salida tomacorriente con protección GFCI	25	un	128.676	3.216.897
1.6.4	Salida tomacorriente bifásico 15 A	6	un	132.143	792.856
1.6.5	Salida tomacorriente trifásico 15 A	1	un	187.864	187.864
1.6.6	Salida tomacorriente monofásico doble regulado	33	un	105.811	3.491.768
1.6.7	Salida especial para ventilador	12	un	25.410	304.916
1.6.8	Salida especial para extractor de olores	1	un	31.786	31.786
1.6.9	Salida especial para secador de manos	4	un	127.129	508.517
1.6.10	Caja de paso de 76,2 x 50,8 x 69,9 mm	13	un	9.336	121.366
1.6.11	Caja de paso de 76,2 x 50,8 x 50,8 mm	78	un	9.262	722.462
1.6.13	Salida luz ahorradora de energía normal	11	un	116.182	1.278.006
1.6.14	Salida luz lámpara fluorescente 2 x 32 W	96	un	149.910	14.391.354
1.6.15	Salida luz lámpara fluorescente 2 x 18 W	14	un	136.825	1.915.551
1.6.16	Salida luz fluorescente compacta	41	un	138.589	5.682.161
<b>1.7</b>	<b>Protección Externa Contra Rayos</b>				
1.7.1	Sistema de protección pararrayos tipo franklin	4	gl	584.225	2.336.902
1.7.2	Anillo equipotencializador	1	gl	1.157.829	1.157.829
1.7.3	Bajantes del pararrayos	1	gl	1.467.362	1.467.362
1.7.4	Bajantes del pararrayos	2	gl	371.702	743.403

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNI.	VR UNITARIO	VR PARCIAL
<b>1.8</b>	<b>Malla de Puesta a Tierra</b>				
1.8.1	Malla de puesta a tierra	1	gl	2.859.268	2.859.268
<b>2. INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES</b>					
<b>2.1</b>	<b>Sistema de Voz</b>				
2.1.1	Acometida de teléfonos	1	gl	1.034.735	1.034.735
2.1.2	Planta de teléfonos	1	gl	3.013.934	3.013.934
2.1.3	Salida toma telefónico	12	gl	63.857	766.286
<b>2.2</b>	<b>Sistema de Televisión</b>				
2.2.1	Acometida de televisión	1	gl	406.072	406.072
2.2.2	Salida toma de televisión	11	gl	54.595	600.543
<b>2.3</b>	<b>Sistema de Datos</b>				
2.3.1	Gabinete de datos	1	gl	1.931.858	1.931.858
2.3.2	Salida de datos	28	gl	101.392	2.838.967
<b>2.4</b>	<b>Sistema de Circuito Cerrado de Televisión</b>				
2.4.1	Gabinete sistema cerrado de televisión CCTV	1	gl	4.484.146	4.484.146
2.4.2	Salida cámara CCTV	16	gl	54.580	873.282
2.4.3	Salida tomacorriente monofásico sencillo para CCTV	16	gl	69.026	1.104.420
<b>2.5</b>	<b>Sistema de Sonido Ambiental</b>				
2.5.1	Amplificador de sonido	1	gl	3.013.934	3.013.934
2.5.2	Salida Sonido ambiental	1	gl	126.326	126.326
<b>2.6</b>	<b>Canalizaciones de Cableado Estructurado</b>				
2.6.1	Bandeja portacables	1	gl	1.166.549	1.166.549

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>			<b>\$ 167.539.979</b>
Administración e imprevistos	13%	Del costo directo	\$ 21.780.197
Utilidad	10%	Del costo directo	\$ 16.753.998
IVA	16%	De la utilidad	\$ 2.680.640
<b>TOTAL PROPUESTA</b>			<b>\$ 208.754.814</b>

## 8. CONCLUSIONES.

- Se debe realizar todo diseño bajo las normas vigentes y teniendo en cuenta los productos que se encuentran en el mercado que cumplan con nuestras especificaciones y las exigidas por el RETIE.
- Cada vez que se realice un diseño es primordial contar con el criterio de quienes solicitan éste, para llenar las expectativas y ser acertados en cada una de las selecciones de los elementos necesarios.
- Todo diseño se debe realizar proyectándose a la continuidad del servicio y a futuras ampliaciones de la instalación.
- Para los futuros ingenieros es elemental, el estar involucrados e informados con los proveedores de los elementos eléctricos y así tener total conocimiento de los productos disponibles y de los precios que es un factor influyente para todo tipo de diseño.
- Al emplear controles de iluminación los cuales permiten manejar dos niveles dependiendo del aporte externo o si las actividades a realizar no requieran de iluminación al máximo, se busca incentivar en la gente la conciencia de ahorro de energía.
- Al emplearse contactores para el control de iluminación, este permite que se realice control de diferentes zonas las cuales pueden ser lejanas al punto de carga o la cantidad de luminarias mejorando la regulación y por tanto calidad del servicio.

## 9. RECOMENDACIONES.

- Cuando se construya se debe tener en cuenta que los productos comprados tengan certificado de calidad que garanticen su correcto funcionamiento.
- Al construir los circuitos de cableado estructurado se debe tener sumo cuidado al realizar las curvaturas y las tracciones para los conductores, ya que podrían producir daños físicos y de sus características.
- Para garantizar el buen funcionamiento de las protecciones diferenciales y brindar una correcta seguridad a los usuarios de las instalaciones es necesario que los empalmes de los circuitos ramales queden correctamente aislados.
- Para garantizar los niveles de iluminación adecuados es importante realizar un mantenimiento periódico a las luminarias para que se retrase su envejecimiento.
- Para la instalación de los dispositivos es importante que sea realizado por personal capacitado e idóneo para esta actividad.
- Los conductores eléctricos y los de cableado estructurado deben estar distribuidos en ductos diferentes, para evitar interferencias electromagnéticas que puedan alterar las características de los cables de comunicaciones.
- El diseño de las instalaciones eléctricas se realizó con base al conductor THW, con el cual se da la situación mas desfavorable ya que su diámetro es mayor a los de los demás conductores que se encuentran en el mercado, pero el diseño se puede adecuar a los conductores de características como THWN y THHN
- Se debe rotular visible y claramente los conductores que componen el cableado estructurado en su entrada al Rack para su fácil mantenimiento y acceso.

## 10. BIBLIOGRAFIA.

- [1] Norma para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución, ESSA 2005, Electrificadora de Santander S.A.
- [2] Código Eléctrico Colombiano, NTC 2050.
- [3] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE, CIDET, edición actualizada Junio de 2007.
- [4] Cartilla Mallas de Tierras, Procoble, Perú.
- [5] Guide for Safety in AC Substation Grounding. IEEE STD 80-2000, IEEE Power Engineering Society.
- [6] Norma para cableados de telecomunicaciones en edificios comerciales, ANSI/EIA/TIA-568-A, 1995.
- [7] Norma para espacios y canalizaciones de cableados de telecomunicaciones en edificios comerciales, ANSI/EIA/TIA-569-A, 1995
- [8] Norma Técnica Colombiana, Protección externa contra rayos, NTC 4552.
- [9] Cableado Estructurado. [www.axioma.com](http://www.axioma.com)
- [10] Cableado Estructurado. [www.radarti.com](http://www.radarti.com)
- [11] Cableado Estructurado. [www.indefix.eup.uva.es/manuales](http://www.indefix.eup.uva.es/manuales)
- [12].Cableado Estructurado  
[www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_de\\_sistemas/cableadoestructurado](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_de_sistemas/cableadoestructurado)
- [13] Iluminación. [http://patricioconcha.ubb.cl/eleduc/public\\_www/capitulo7/](http://patricioconcha.ubb.cl/eleduc/public_www/capitulo7/)
- [14] Memorias de la Norma Técnica Colombiana, NTC 45-52, CIDET 2008
- [15] Guía de Sistema de Cableado Legrand 2004, LCS<sup>6</sup>/LCS<sup>5e</sup>.

## ANEXOS

### Anexo 1. TABLAS DE LAS NORMAS

**Tabla 1 Porcentajes de regulación de tensión.**

DESCRIPCIÓN.	%
Redes de distribución, B.T., zona urbana.	5
Redes de distribución, B.T., zona rural.	7
Acometido y alimentador (hasta tablero de distribución) para cargas concentradas o multiusuario desde bornes del transformador.	3
Acometidas y alimentador (hasta tablero de distribución) desde redes de la empresa.	2
Circuito ramal	2
Alumbrado público.	4

[1]

**Tabla 2 Factores de corrección para otros tipos de conexiones.**

TIPO DE SUBESTACIÓN.	TIPO DE RED		
	MONOFÁSICA	BIFILAR	TRIFILAR
	(FN)	(FF)	(FFN)
<b>Monofásica</b>	8	2	2
<b>Trifásica</b>	6	2	2.25

[1]

**Tabla 3 Constantes de regulación para conductores de cobre aislado en ducto no metálico.**

TENSIÓN.	(KG) BAJA TENSIÓN.			
	Cos $\Phi$	0.85	0.9	0.95
14 AWG	797,3404	842,141	886,377	[1]
12 AWG	504,4656	532,18	559,367	
10 AWG	320,1481	337,154	353,67	
8 AWG	207,1611	217,607	227,585	
6 AWG	132,6717	138,855	144,602	
4 AWG	85,7495	89,2797	92,4032	
2 AWG	55,93171	57,8007	59,2879	
1 AWG	45,7401	46,9888	47,8501	

**Tabla 4 Factores de corrección para el cálculo de corriente.**

CIRCUITO.	$V_n$	$N$
Monofásico bifilar.	$V_{fase}$	1
Bifásico trifilar.	$V_{Linea}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
Bifásico.	$V_{Linea}$	1
Trifásico.	$V_{Linea}$	$1/\sqrt{3}$

**Tabla 5 Conductor de continuidad de puesta a tierra en ductos y equipos en B.T**

CAPACIDAD NOMINAL O AJUSTE DEL DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE SOBRECORRIENTE ANTES DEL EQUIPO, ETC. NO MAYOR DE: (AMPERIOS)	CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA.	
	Alambre de Cu	Alambre de Al
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8

[2]

**Tabla 6 Niveles de luminancia aceptados para diferentes áreas y actividades**

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD.	NIVELES DE ILUMINANCIA (LX)		
	MÍNIMO.	MEDIO.	MÁXIMO.
<b>Oficinas.</b>			
Oficinas del tipo general, mecanografía y computación.	300	500	750
Oficinas abiertas.	500	750	1000
Oficinas de dibujo.	500	750	1000
Salas de conferencias.	300	500	750
<b>Colegios.</b>			
<i>Salones de clase.</i>			
Iluminación general.			
Tableros para emplear con tiza.	300	500	750
Elaboración de planos.	300	500	750
<i>Salas de conferencias</i>	500	750	1000

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD.	NIVELES DE ILUMINANCIA (LX)		
	MÍNIMO.	MEDIO.	MÁXIMO.
Iluminación general.	300	500	750
Tableros.	500	750	1000
Bancos de demostración.	500	750	1000
<i>Laboratorios.</i>	300	500	750
<i>Salas de arte.</i>	300	500	750
<i>Talleres.</i>	300	500	750
<i>Salas de asambleas.</i>	150	200	300

**Tabla 7 Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación**

TIPO DE OCUPACIÓN	CARGA UNITARIA (VA/M <sup>2</sup> )
Edificios de Oficinas	38**
Colegios	32
Recibidores, pasillos, armarios, escaleras	5
Lugares de Almacenaje	2,5

[2]

**Tabla 8 Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en edificaciones no residenciales.**

PARTE DE LA CARGA DEL TOMACORRIENTE A LA QUE SE LE APLICA EL FACTOR DE DEMANDA (VA)	FACTOR DE DEMANDA %
Primeros 10000 VA o menos	100
A partir de 10000 VA	50

[2]

**Tabla 10 Factores de demanda del alimentador de equipos de cocina comerciales**

NÚMERO DE EQUIPOS	FACTOR DE DEMANDA %
1	100
2	100

[2]

**Tabla 11 Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de acometidas en instituciones de enseñanza.**

CARGA CONECTADA EN VA POR METRO CUADRADO	FACTOR DE DEMANDA %
Los primeros 32 VA/metro cuadrado	100
Desde 32 hasta 215 VA/metro cuadrado	75
Más de 215 VA/metro cuadrado	25

[2]

**Tabla 12 Factores de Demanda**

DESCRIPCIÓN	CARGA (VA)	FACTOR DE DEMANDA (%)
<b>Comercial</b>		
Tomas Comunes	Primeros 5000	100
	Sobre 5000	50
Alumbrado	Primeros 50000	100
	Sobre 50000	50
Cargas especiales y áreas comunes	Total	100

[1]

**Tabla 13 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30°C.**

SECCION TRANSVERSAL mm <sup>2</sup>	TEMPERATURA NOMINAL DEL CONDUCTOR 75°C	CALIBRE
	TIPO THW*	
	COBRE	AWG
2,08	20*	14
3,30	25*	12
5,25	35*	10
8,36	50	8
13,29	65	6
21,14	85	4
53,5	150	1/0
67.44	175	2/0

[2]

\*Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (\*), no se debe superar los 15 A para el conductor de sección transversal 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG); los 20 A para 3,3 mm<sup>2</sup> (12AWG); y 30 A para 5,25 mm<sup>2</sup> (10AWG), todos en cobre.

**Notas a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000 V (310-16 a 310 -19).**

**Tabla 13.1. Factores de Ajuste**

**a) Más de tres conductores portadores de corriente en un cable o canalización.** Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización pase de tres, la capacidad de corriente se debe reducir como se indica en la siguiente tabla.

NÚMERO DE CONDUCTORES PORTADORES DE CORRIENTE	PORCENTAJE DEL VALOR DE LAS TABLAS, AJUSTADO PARA LA TEMPERATURA AMBIENTE SI FUERA NECESARIO.
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45

NÚMERO DE CONDUCTORES PORTADORES DE CORRIENTE	PORCENTAJE DEL VALOR DE LAS TABLAS, AJUSTADO PARA LA TEMPERATURA AMBIENTE SI FUERA NECESARIO.
De 31 a 40	40
41 y mas	35

[2]

Tabla 14 Cajas Metálicas

DIMENSIONES DE LA CAJA, TAMAÑO COMERCIAL EN MM, PULGADAS O TIPO	CAPACIDAD MÍNIMA EN CM <sup>3</sup>	NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES		
		2,08 mm <sup>2</sup> 14 AWG	3,3 mm <sup>2</sup> 12 AWG	5,25 mm <sup>2</sup> 10 AWG
76,2x50,8x50,8 mm 3x2x2", de dispositivos	164	5	4	4
76,2x50,8x69,9 mm 3x2x2 3/4 ", de dispositivos	230	7	6	5
101.6x38.1 mm 4x1 1/2"cuadrada	344	10	9	10

[2]

Tabla 15 Volumen de las cajas por conductor

SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR		ESPACIO LIBRE EN LA CAJA PARA CADA CONDUCTOR (CM <sup>3</sup> )
nm2	AWG	
2,08	14	33
3,3	12	37
5,25	10	41

[2]

Tabla 16 Letras de código indicadoras para rotor bloqueado.

LETRA DE CÓDIGO	KVA POR KILOVATIO (KW) CON EL ROTOR BLOQUEADO	KVA POR CABALLO (HP) CON EL ROTOR BLOQUEADO
A	0--4,21	0--3,14
B	4,22--4,75	3,15--3,54

[2]

Tabla 17 Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna.

		MOTORES DE INDUCCIÓN DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO (A)
kW	HP	208 V
1,119	1 ½	6,6
3,73	5	16,7

[2]

Tabla 18 Capacidad nominal máxima o ajuste de disparo de los dispositivos de protección para circuitos ramales de motores contra cortocircuito y falla a tierra

TIPO DE MOTOR	EN PORCENTAJE DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA			
	Fusible sin retardo de tiempo	Fusible con retardo de tiempo (elemento dual)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso
De jaula de ardilla				
Todos menos los de diseño E	300	175	800	250

[2]

**Tabla 19 Transformadores de más de 600 V**

<b>CORRIENTE NOMINAL MÁXIMA O AJUSTE DE DISPARO DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE (PORCENTAJES)</b>					
<b>Impedancia nominal del Transformador</b>	<b>Primario</b>		<b>Secundario</b>		
	<b>De más de 600 V</b>		<b>De más de 600 V</b>		<b>Hasta 600 V</b>
	<b>Ajuste del Interruptor Automático</b>	<b>Corriente nominal del fusible</b>	<b>Ajuste del Interruptor Automático</b>	<b>Corriente nominal del fusible</b>	<b>Ajuste del Interruptor Automático o Corriente nominal del fusible</b>
Hasta 6%	600%	300%	300%	250%	125%

[2]

**Tabla 20 Porcentaje de la sección transversal en tubos conduit y tuberías para el llenado de conductores.**

<b>NÚMERO DE CONDUCTORES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>MÁS DE 2</b>
Todos los tipos de conductores	53%	31%	40%

[2]

**Tabla 21 Dimensiones y porcentaje de la sección de tubos y tuberías. (Tamaño de los tubos y tuberías ocupadas por las combinaciones de cables permitidas en la Tabla 1, Capítulo 9).**

<b>TAMAÑO COMERCIAL</b>		<b>TUBO CONDUIT DE PVC RÍGIDO TIPO A.</b>				
<b>in</b>	<b>mm</b>	<b>Diámetro interior (mm)</b>	<b>Sección total 100% mm<sup>2</sup></b>	<b>Dos hilos, 31% mm<sup>2</sup></b>	<b>Más de dos hilos, 40% mm<sup>2</sup></b>	<b>Un hilo, 53% mm<sup>2</sup></b>
½	21	17,78	248,39	76,77	99,35	131,61
¾	26	23,11	419,35	130,32	167,74	222,58
1	33	29,85	699,35	216,77	280,0	370,97
1 ¼	42	38,10	1140,00	353,55	456,13	604,51
1 ½	48	43,69	1499,35	464,51	599,35	794,19
2	60	54,74	2352,9	729,68	941,28	1247,1
2 ½	73	66,93	3518,1	1090,32	1407,1	1864,51
3	88	82,04	5286,44	1638,71	2114,83	2801,93

[2]

Tabla 22. Número máximo de conductores y alambres de aparatos en tubo conduit rígido de PVC, Tipo A (según Tabla 1, Capítulo 9).

LETRAS DE TIPO	SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR		TAMAÑO COMERCIAL				
	mm <sup>2</sup>	AWG	MM PULGADAS				
THW			16 ½	21 ¾	27 1	35 1 ¼	78 3
	2,08	14	7	12	20	34	157
	3,03	12	6	10	16	27	126
	5,25	10	4	8	13	21	98
	8,36	8	2	4	8	12	59
	13,29	6	1	3	6	9	45
	21,14	4	1	2	4	7	33
	53,5	1/0	1	1	1	3	14

[2]

Tabla 23 Indicador de parámetros del rayo.

		INDICE DE RIESGO POR RAYOS			
		labs[kA]	40<=labs	20<=labs<40	labs<20
DDT	Riabs		1	0,65	0,3
	RDDT				
30<=DDT	1				
15<=DDT<30	0,75				
5<=DDT<15	0,5				
DD<5	0,25				

Severos
  Altos  
 Medios
  Bajos [8]

**Tabla 24 Subindicador relacionado con el uso de la estructura.**

<b>CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA</b>	<b>EJEMPLOS DE ESTRUCTURA.</b>	<b>VALOR DEL ÍNDICE.</b>
A	Teatros, centros educativos, iglesias, centros comerciales, áreas deportivas al área libre, parques de diversión, aeropuertos, hospitales, prisiones.	40
B	Edificios de oficinas, hoteles, viviendas, grandes industrias, áreas deportivas cubiertas.	30
C	Pequeñas y medianas industrias, museos, bibliotecas, sitios históricos y arqueológicos.	20
D	Estructuras no habitadas.	10

[8]

**Tabla 25 Subincador relacionado con el tipo de estructura.**

<b>Tipo de Estructura.</b>	<b>Valor del Índice.</b>
No metálica.	40
Mixta.	20
Metálica.	0

[8]

**Tabla 26 Subindicador relacionado con la altura y el área de la estructura**

Área.	Altura.	Valor del Índice.
Área < 900 m <sup>2</sup>	Altura < 25 m.	5
	Altura => 25 m.	20
Área => 900 m <sup>2</sup>	Altura < 25 m.	10
	Altura => 25 m.	20

[8]

Tabla 27 Indicador de gravedad.

Resultado de la Suma de los Subindicadores de Estructura.	Indicador de Gravedad.
0 a 35.	Leve
36 a 50.	Bajo
51 a 65.	Medio
66 a 80.	Alto
81 a 100.	Severo

[8]

Tabla 28 Matriz de niveles de riesgo

GRAVEDAD	Severo	Alto	Medio	Bajo	Leve
PARAMETROS	Severo	Alto	Medio	Bajo	Leve
Severo					
Alto					
Medio					
Bajo					

	Altos
	Medios
	Bajos [8]

Tabla 29 Características para terminales de captación.

Tipo y Material del Terminal		Diámetro mínimo (mm)	Espesor mínimo (mm)	Calibre mínimo (AWG)	Ancho (mm)
VARILLA	Cobre	9.6	No aplica	No aplica	No aplica
	Bronce	8	No aplica	No aplica	No aplica
	Acero	8	No aplica	No aplica	No aplica
CABLE	Cobre	7.2	No aplica	2	No aplica
	Acero	8	No aplica	No aplica	No aplica
TUBO	Cobre	15.9	4	No aplica	No aplica
	Bronce	15.9	4	No aplica	No aplica
LAMINAS	Cobre	No aplica	4	No aplica	12.7
	Acero	No aplica	4	No aplica	12.7
	Hierro	No aplica	5	No aplica	12.7

[8]

Tabla 30 Requerimientos para los bajantes.

Altura de la Estructura.	Numero Mínimo de Bajantes	Calibre Mínimo del Conductor de acuerdo con el material de este	
		Cobre	Aluminio
Menor que 25m.	2	2 AWG	1/0 AWG
Mayor que 25m.	4	1/0 AWG	2/0 AWG

[8]

Tabla 31 Características de los electrodos.

Tipo de Electrodo	Materiales	Dimensiones Mínimas			
		Diámetro (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Espesor (mm)	Recubrimiento (µm)
VARILLA	Cobre	12.7			
	Acero Inoxidable	10			
	Acero Galvanizado en Caliente	16			70
	Acero con Recubrimiento Electrodepositado de Cobre	14			250
TUBO	Cobre	20		2	
	Acero Inoxidable	25		2	
	Acero Galvanizado en Caliente	25		2	55
FLEJE	Cobre		50	2	
	Acero Inoxidable		90	3	
	Cobre Cincado		50	2	40
CABLE	Cobre	1.8 por c/hilo	25		
	Cobre Estañado	1.8 por c/hilo	25		
PLACA	Cobre		20000	1.5	
	Acero Inoxidable		20000	6	

[8  
]

Tabla 32 Tensión al impulso que deben superar los equipos.

Nivel de Tensión de Operación de los equipos en V.	BIL requerido en kV			
	Contadores	Tableros, Interruptores, Cables, etc.	Electrodomésticos, Herramientas Portátiles	Equipo Electrónico.
	IV	III	II	I
120/240; 120/208	4	2.5	1.5	0.8
254/440; 277/480	6	4	2.5	1.5

[8  
]

Tabla 33 Parámetros de desempeño

ELEMENTO		FRECUENCIA							PARAMETROS		
		1	8	10	16	25	31	62			100
CAT 5E	CABLES	62	48	47	44	43	39	35	32	NEXT	Mayor a estos valores en dB.
		2	5.8	6.5	8.2	9.5	12	16	22	ATT	Menor a estos valores en dB.
		23		23		23		23-K <sub>2</sub>		SRL	Valores en dB. K <sub>2</sub> =10Log(f-20)
										R. DC	9.38 Ω/100m
	CONECTORES	65	62	60	56	52	50	44	40	NEXT	Mayor a estos valores en dB.
		0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	ATT	Menor a estos valores en dB.
		23						14		SRL	Mayor a estos valores en dB.
										R. DC	Entrada/salida menor a 3Ω

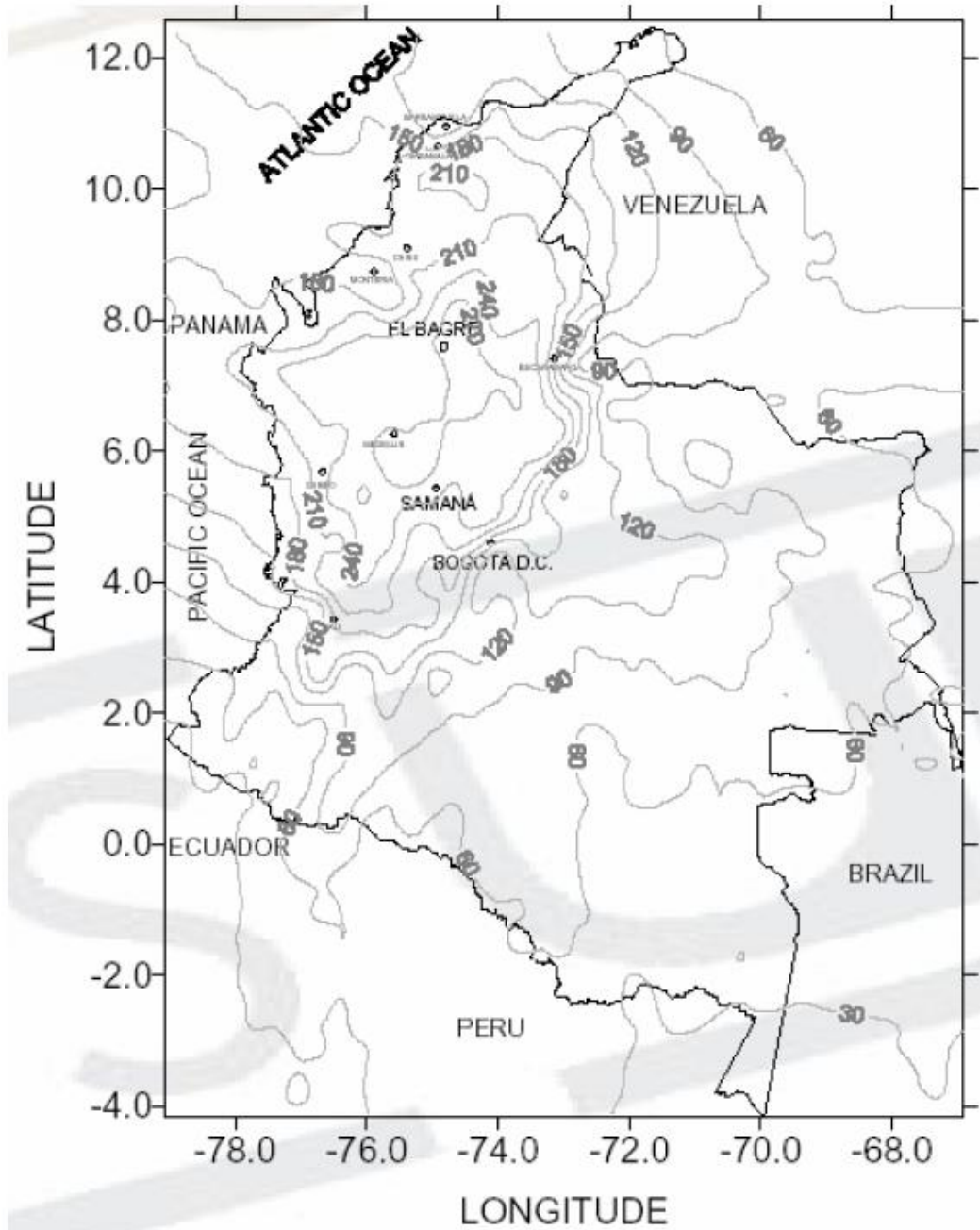
[16]

Tabla 34 Selección de ductos y bandejas portacables.

CAPACIDAD	50 x 150		65 x 150		65 x 195	
	1 con. 65	1 con. 65	1 con. 65	1 con. 65	1 con. 85	1 con. 85
SECCION EN mm <sup>2</sup>	3020	3020	4010	4010	5350	5350
Φ MAX EN mm	43	2 X 43	51	51	55	55

[15]

Anexo 2. NIVEL CERÁUNICO COLOMBIA



[14]

### Anexo 3. CALCULOS Y PLANOS

#### TABLEROS DE DISTRIBUCION

TABLERO	TIPO	# DE PUESTOS	PROTECCIÓN TOTALIZADOR	PROTECCION TABLERO GENERAL	DEMANDA MAX. (VA)	ALIMENTADOR		
						F	N	PAT
<b>Servicio</b>								
T-Ss	3φ	12	3x30 A	3x40 A	2805,6415	8	10	10
T-S1	3φ	18	3x20 A	3x30 A	6076.752	8	10	10
T-S2	3φ	18	3x20 A	3x30 A	3958.867	8	10	10
T-S3	3φ	24	3x40 A	3x50 A	11268.24	8	10	10
T-S4	3φ	18	3x20 A	3x30 A	3958.867	8	10	10
T-S5	3φ	18	3x40 A	3x50 A	11650	8	10	10
<b>Emergencia</b>								
T-Es	3φ	12	3x40 A	3x50 A	7636.45	8	10	10
T-E1	3φ	6	3x20 A	----	1980	10	12	12
T-E2	2φ	8	2x20 A	----	1980	10	10	12
T-E3	1φ	4	1x30 A	----	3240	10	10	10
T-E4	2φ	8	2x20 A	----	1980	10	10	12
T-E5	3φ	12	3x30 A	3x40 A	7560	10	12	10
<b>De UPS</b>								
T-UPS3	1φ	6	1x20 A	----	3000	8	8	12
T-UPS5	2φ	8	2x20 A	----	5000	8	8	12
<b>Aire Acondicionado</b>								
T-AA5	3φ	18	3x20 A	3x30 A	4900	8	10	12

**CUADROS DE REGULACION**

<b>PLANTA SOTANO</b>										
<b>Circuito</b>	<b>L</b>	<b>h</b>	<b>LaT</b>	<b>LT</b>	<b>Elemento</b>	<b>MOMENTO</b>	<b>Kgc</b>	<b>Calibre</b>	<b>Kg</b>	<b>Regulación</b>
<b>1-Ss</b>	3,58	1,4		4,98	1	4,98				
	2,2	1,6		3,8	3	11,4				
	4,29	1,8		6,09	4	24,36				
		3	3,24	6,24	8	49,92				
<b>TOTAL</b>						16,319	883,7251	12	532,18	<b>1,2044</b>
<b>2-Ss</b>	3,07	1,5		4,57	1	4,57				
	2,49	0,6		3,09	2	6,18				
	1,48	0,6		2,08	3	6,24				
	1,12	0,6		1,72	4	6,88				
	1,69	0,6		2,29	8	18,32				
	0,53	1,5		2,03	9	18,27				
		2,7	5,91	8,61	10	86,1				
<b>TOTAL</b>						26,38	546,6602	12	532,18	<b>1,9470</b>
<b>3-Ss</b>	13,53	1,4		14,93	1	14,93				
	13,49	1,6		15,09	2	30,18				
	6,85	1,6		8,45	5	42,25				
		3,1	3,25	6,35	6	38,1				
<b>TOTAL</b>						22,58	638,5981	12	532,18	<b>1,6667</b>
<b>4-Ss</b>										
		1,25	7,04	8,29	1	8,29				
<b>TOTAL</b>						1,49	57986,8650	14	842,141	<b>0,1743</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>5-Ss</b>	8,57	0		8,57	1	8,57				
	5,98	0		5,98	3	17,94				
	2,17	1,55	0	3,72	6	22,32				
		2,7	4,22	6,92	6	41,52				
<b>TOTAL</b>						16,26	886,7573	14	842,141	<b>1,8994</b>
<b>6-Ss</b>	0,9	2,42		3,32	0,5	1,66				
	5	1,56		6,56	1	6,56				
	1,7	0		1,7	2,5	4,25				
	2,26	0	0	2,26	3	6,78				
	1,22	1,56		2,78	3,5	9,73				
		2,7	1,43	4,13	5	20,65				
<b>TOTAL</b>						8,933	1614,3163	14	842,141	<b>1,0433</b>
<b>7-Ss</b>	1,07	1,56		2,63	2	5,26				
	1,27	0		1,27	2	2,54				
	1,15	0		1,15	3	3,45				
	1,16	1,56	0	2,72	4	10,88				
		2,82	5,31	8,13	6	48,78				
<b>TOTAL</b>						12,76	1129,8621	14	842,141	<b>1,4907</b>
<b>8-Ss</b>										
	10,87	2,55		13,42	1	13,42				
	6,5	0		6,5	2	13				
	2,82	1,55		4,37	3	13,11				
	2,7	4,22	6,92	7	48,44					
<b>TOTAL</b>						15,83	910,7482	14	842,141	<b>1,8493</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
9-Ss										
		2,6	5,3	7,9	1	7,9				
<b>TOTAL</b>						35,61	405,0720	12	532,18	<b>2,6276</b>
1-Es	1,57	0,86		2,43	1	2,43				
	0,68	1,56		2,24	2	4,48				
	1,27	1,56		2,83	2	5,66				
	1,96	0		1,96	3	5,88				
	1,96	0		1,96	4	7,84				
	1,16	1,56		2,72	8	21,76				
	2,82	3,37	6,19	9	55,71					
<b>TOTAL</b>						18,677	772,1523	12	532,18	<b>1,3784</b>
2-4-6-Es										
		2	6,84	8,84	1	8,84				
<b>TOTAL</b>						53,18	1627,0338	10	302,877	<b>0,3723</b>
3-5-7-Es										
		2	7,4	9,4	1	9,4				
<b>TOTAL</b>						56,55	1530,1041	10	302,877	<b>0,3959</b>
Control Illum.	15,42	2,7		18,12	3	54,36				
	0,31	2,7		3,01	3	9,03				
	3,97	3,13		7,1	3	21,3				
						0,203	70906,1629	2x20	3132	0,0883
		2,7	4,22	6,92	9	62,28				
					11,21	1286,4245	14	842,141	1,3093	
<b>TOTAL</b>										<b>1,3976</b>

PRIMER PISO										
Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
1-S1	3,41	1,3		4,71	1	4,71				
	3,06	2,2		5,26	2	10,52				
	2,63	2,2		4,83	3	14,49				
		3,5	1,78	5,28	9	47,52				
<b>TOTAL</b>						13,9032	1037,2672	12	532,18	<b>1,0261</b>
2-S1				0		0				
		3	5,2	8,2	1	8,2				
<b>TOTAL</b>						12,3	1172,4661	12	532,18	<b>0,9078</b>
3-S1	2,01	1,1		3,11	1	3,11				
	2,65	1,3		3,95	2	7,9				
	1,95	1,5		3,45	3	10,35				
		2,3	14,45	16,75	5	83,75				
<b>TOTAL</b>						18,9198	762,2350	12	532,18	<b>1,3964</b>
4-S1										
		2,7	3,6	6,3	1	6,3				
<b>TOTAL</b>						7,56	1907,5838	12	532,18	<b>0,5580</b>
5-S1		2,7	11,7	14,4	1	14,4				
<b>TOTAL</b>						21,6	667,6543	12	532,18	<b>1,5942</b>
6-S1	18,2	0,626		18,826	2	37,652				
<b>TOTAL</b>						6,77736	2127,8689	14	842,141	<b>0,7915</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
7-S1	1,85	1,03		2,88	0,5	1,44				
	4,31	3,46		7,77	2	15,54				
		2,7	1,55	4,25	5	21,25				
<b>TOTAL</b>						6,8814	2095,6976	14	842,141	<b>0,8037</b>
8-S1	2,04	0		2,04	0,5	1,02				
	2,04	0		2,04	1	2,04				
	2,16	0		2,16	1,5	3,24				
	1,91	1,73		3,64	2	7,28				
		2,7	3,5	6,2	7	43,4				
<b>TOTAL</b>						10,2564	1406,0814	14	842,141	<b>1,1979</b>
9-S1	1,79	1,73		3,52	3	10,56				
	2,33	0		2,33	4	9,32				
	2,33	0		2,33	4,5	10,485				
	1,83	1,73		3,56	5	17,8				
	1,43	0		1,43	5	7,15				
		2,7	12,63	15,33	6	91,98				
<b>TOTAL</b>						26,5131	543,9324	12	532,18	<b>1,9568</b>
10-S1	3,6	0		3,6	0,5	1,8				
	3,6	0		3,6	1	3,6				
	3,6	0		3,6	1,5	5,4				
	3,6	0		3,6	2	7,2				
	2,15	1,4		3,55	3	10,65				
		3	2,3	5,3	6	31,8				
<b>TOTAL</b>						10,881	1325,3684	14	842,141	<b>1,2708</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
1-E1										
	3,67	0,95		4,62	1,5	6,93				
	4,1	0,95		5,05	1,5	7,575				
	2,93	1,37		4,3	2	8,6				
	2,7	1,22	3,92	4	15,68					
<b>TOTAL</b>						6,9813	2065,7089	14	842,141	<b>0,8154</b>
2-E1	1,93	0		1,93	1,5	2,895				
	6,35	0		6,35	2	12,7				
	4,41	0		4,41	2,5	11,025				
	0,92	0		0,92	3,5	3,22				
	4,82	1,2		6,02	4	24,08				
		2,7	1,08	3,78	6	22,68				
<b>TOTAL</b>						13,788	1045,9337	14	842,141	<b>1,6103</b>
3-E1	4,75	3,3		8,05	1	8,05				
<b>TOTAL</b>						1,449	9952,6110	12	532,18	<b>0,1069</b>

<b>SEGUNDO PISO</b>										
Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
1-S2	4,26	0		4,26	1	4,26				
	3,5	0		3,5	2	7				
	5,35	0		5,35	3	16,05				
		0,626	4,09	4,716	5	23,58				
<b>TOTAL</b>						9,1602	1574,3470	14	842,141	<b>1,0698</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>2-S<sub>2</sub></b>										
	2,54	2		4,54	1	4,54				
	1,79	1,5		3,29	2	6,58				
	1,32	1,5		2,82	3	8,46				
	1,66	2,2		3,86	4	15,44				
	1,22	2,2		3,42	6	20,52				
		3,5	5,13	8,63	7	60,41				
<b>TOTAL</b>						20,871	690,9747	12	532,18	<b>1,5404</b>
<b>3-S<sub>2</sub></b>										
	1,82	2		3,82	1	3,82				
	1,91	1,5		3,41	2	6,82				
	1,67	2,2		3,87	3	11,61				
	1,73	2,2		3,93	4	15,72				
	2,05	1,5		3,55	5	17,75				
		3,5	5,89	9,39	6	56,34				
<b>TOTAL</b>						20,1708	714,9609	12	532,18	<b>1,4887</b>
<b>4-S<sub>2</sub></b>										
	2,52	2		4,52	1	4,52				
	2,04	1,5		3,54	2	7,08				
	1,64	1,5		3,14	3	9,42				
	2,16	2,2		4,36	4	17,44				
	3,5	6,5	10	8	80					
<b>TOTAL</b>						21,3228	676,3339	12	532,18	<b>1,5737</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>5-S<sub>2</sub></b>										
	1,74	1,3		3,04	1	3,04				
	2,38	2,2		4,58	2	9,16				
	3,37	2,2		5,57	3	16,71				
	3,5	11,94	15,44	7	108,08					
<b>TOTAL</b>						24,6582	584,8494	12	532,18	<b>1,8199</b>
<b>6-S<sub>2</sub></b>										
	3,08	1,4		4,48	1	4,48				
	2,9	15,28	18,18	3	54,54					
<b>TOTAL</b>						10,6236	1357,4808	12	532,18	<b>0,7841</b>
<b>7-S<sub>2</sub></b>	2,31	2		4,31	1	4,31				
	2,53	1,5		4,03	2	8,06				
	2,08	2,2		4,28	3	12,84				
	1,73	2,2		3,93	4	15,72				
	2,47	2,2		4,67	5	23,35				
	2,07	2,2		4,27	6	25,62				
		3,5	12,88	16,38	7	114,66				
<b>TOTAL</b>						36,8208	391,6627	10	337,154	<b>1,7217</b>
<b>8-S<sub>2</sub></b>										
	2,5	0		2,5	0,5	1,25				
	2,13	0		2,13	1	2,13				
	1,81	1,73		3,54	3	10,62				
	2,7	14	16,7	7	116,9					
<b>TOTAL</b>						23,562	612,0590	12	532,18	<b>1,7390</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>9-S<sub>2</sub></b>										
	1,33	0		1,33	0,5	0,665				
	0,52	0		0,52	1	0,52				
	0,81	0		0,81	2	1,62				
	3,96	1,73		5,69	2,5	14,225				
		2,7	3,96	6,66	7	46,62				
<b>TOTAL</b>						11,457	1258,7356	14	842,141	<b>1,3381</b>
<b>10-S<sub>2</sub></b>										
	2,66	0		2,66	0,5	1,33				
	1,47	1,73		3,2	3	9,6				
	2,39	1,2		3,59	5	17,95				
		2,7	5,38	8,08	7	56,56				
<b>TOTAL</b>						15,3792	937,7167	14	842,141	<b>1,7962</b>
<b>11-S<sub>2</sub></b>	1,98	1,03		3,01	0,5	1,505				
	1,31	1,73		3,04	2	6,08				
	2,7	0		2,7	3	8,1				
	1,17	1,73		2,9	5	14,5				
		2,7	7,8	10,5	7	73,5				
<b>TOTAL</b>						18,6633	772,7108	12	532,18	<b>1,3774</b>
<b>12-S<sub>2</sub></b>	2	0		2	0,5	1				
	2,7	0		2,7	1	2,7				
	1,19	1,73		2,92	4	11,68				
		2,7	10,52	13,22	6	79,32				
<b>TOTAL</b>						17,046	846,0245	12	532,18	<b>1,2581</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>1-E2</b>	0,97	1,73		2,7	3	8,1				
	2,74	0		2,74	4	10,96				
	2,74	0		2,74	5	13,7				
	2,74	0		2,74	6	16,44				
	2,74	0		2,74	6,5	17,81				
	1,44	1,73		3,17	6,5	20,605				
		2,7	3,74	6,44	5	32,2				
<b>TOTAL</b>						21,5667	668,6852	12	532,18	<b>1,5917</b>
<b>2-E2</b>	1,61	0		1,61	1,5	2,415				
	4,41	0		4,41	2	8,82				
	2,2	0		2,2	2,5	5,5				
	5,13	0		5,13	3,5	17,955				
		1,6	1,09	2,69	6	16,14				
<b>TOTAL</b>						9,1494	1576,2054	14	842,141	<b>1,0686</b>

<b>TERCER PISO</b>										
Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>1-S3</b>	2,22	1,3		3,52	1	3,52				
	2,53	2,2		4,73	2	9,46				
		2,8	8,2	11	4	44				
<b>TOTAL</b>						10,2564	1406,0814	12	532,18	<b>0,7570</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
2-S <sub>3</sub>	3,17	2		5,17	1	5,17				
	5,03	1,5		6,53	3	19,59				
		3,5	6,23	9,73	5	48,65				
<b>TOTAL</b>						13,2138	1091,3843	12	532,18	<b>0,9752</b>
3-5-7S <sub>3</sub>										
	15	1,8		16,8	1	16,8				
<b>TOTAL</b>						39,816	2173,1967	12	532,18	<b>0,4898</b>
4-S <sub>3</sub>	1,6	1,3		2,9	1	2,9				
	2,3	1,5		3,8	2	7,6				
	3,21	1,5		4,71	3	14,13				
		2,8	10,45	13,25	6	79,5				
<b>TOTAL</b>						18,7434	769,4086	12	532,18	<b>1,3833</b>
6-S <sub>3</sub>	1,65	1,3		2,95	1	2,95				
	1,83	1,5		3,33	2	6,66				
	3,4	1,5		4,9	3	14,7				
		2,8	10,7	13,5	5	67,5				
<b>TOTAL</b>						16,5258	872,6557	12	532,18	<b>1,2197</b>
8-S <sub>3</sub>	0,9	0,3		1,2	1	1,2				
	1,38	0,3		1,68	2	3,36				
		1,8	14,65	16,45	3	49,35				
<b>TOTAL</b>						9,7038	1486,1532	12	532,18	<b>0,7162</b>
9-S <sub>3</sub>	2,25	0,3		2,55	1	2,55				
	2,5	0,3		2,8	2	5,6				
		1,8	16,05	17,85	6	107,1				
<b>TOTAL</b>						20,745	695,1715	12	532,18	<b>1,5311</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
10-S <sub>3</sub>	8,2	1		9,2	1	9,2				
		2,7	15,1	17,8	4	71,2				
<b>TOTAL</b>						14,472	996,4990	12	532,18	<b>1,0681</b>
11-S <sub>3</sub>	15	2,7		17,7	1	17,7				
<b>TOTAL</b>						26,55	543,1764	12	532,18	<b>1,9595</b>
12-S <sub>3</sub>	10,29	0		10,29	1	10,29				
		0,626	7,72	8,346	2	16,692				
<b>TOTAL</b>						4,85676	2969,3321	12	532,18	<b>0,3585</b>
13-S <sub>3</sub>	1,55	1,73		3,28	3	9,84				
	2,55	0		2,55	4	10,2				
	0,86	1,73		2,59	6,5	16,835				
		2,7	10	12,7	5	63,5				
<b>TOTAL</b>						18,0675	798,1920	12	532,18	<b>1,3335</b>
14-S <sub>3</sub>										
	1,26	1,73		2,99	3	8,97				
	2,35	0		2,35	3,5	8,225				
	1,73	1,73		3,46	5,5	19,03				
	2,7	13,1	15,8	7	110,6					
<b>TOTAL</b>						26,4285	545,6735	12	532,18	<b>1,9505</b>
15-S <sub>3</sub>										
	1,28	1,73		3,01	1,5	4,515				
	2,35	1,73		4,08	1,5	6,12				
	1,6	2,4		4	2	8				
	2,7	16,32	19,02	4	76,08					
<b>TOTAL</b>						17,0487	845,8905	12	532,18	<b>1,2583</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>16-S<sub>3</sub></b>										
	1,24	1,73		2,97	3	8,91				
	3,1	0		3,1	4	12,4				
	3,1	0		3,1	6	18,6				
	1,43	1,73		3,16	9	28,44				
	2,7	4,29	6,99	10	69,9					
<b>TOTAL</b>						24,885	579,5191	12	532,18	<b>1,8366</b>
<b>1-E<sub>3</sub></b>										
	0,65	1,73		2,38	3	7,14				
	2,56	0		2,56	4	10,24				
	2,56	0		2,56	5	12,8				
	2,56	0		2,56	6	15,36				
	2,56	0		2,56	6,5	16,64				
	1,33	1,73		3,06	6,5	19,89				
	2,7	3,06	5,76	7	40,32					
<b>TOTAL</b>						22,0302	654,6165	12	532,18	<b>1,6259</b>
<b>2-E<sub>3</sub></b>										
	2,2	0		2,2	0,5	1,1				
	5,32	1,27		6,59	1	6,59				
	4,41	0		4,41	1,5	6,615				
	1,62	0		1,62	2	3,24				
	4,41	0		4,41	3	13,23				
		2,12	1,9	4,02	6	24,12				
<b>TOTAL</b>						9,8811	1459,4866	14	842,141	<b>1,1540</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>3-E3</b>	1,85	0,3		2,15	1	2,15				
	1,37	0,3		1,67	2	3,34				
	1,31	0,3		1,61	3	4,83				
	1,64	0,3		1,94	4	7,76				
		1,8	3,6	5,4	5	27				
<b>TOTAL</b>						8,1144	1777,2520	12	532,18	<b>0,5989</b>
<b>1-UPS3</b>										
	6,12	1,3		7,42	1	7,42				
	5,18	1,5		6,68	2	13,36				
	2,6	2,05	4,65	3	13,95					
<b>TOTAL</b>						6,2514	2306,8966	12	532,18	<b>0,4614</b>
<b>2-UPS3</b>										
	0,38	0,3		0,68	1	0,68				
	1,8	2,51	4,31	2	8,62					
<b>TOTAL</b>						1,86	7753,4050	12	532,18	<b>0,1373</b>
<b>3-UPS3</b>	0,8	1,35		2,15	1	2,15				
		8,508	0	8,508	1	8,508				
<b>TOTAL</b>						1,91844	7517,2189	12	532,18	<b>0,1416</b>
<b>4-UPS3</b>	9,32	1,3		10,62	1	10,62				
	7,75	1,5		9,25	2	18,5				
	5,46	1,5		6,96	3	20,88				
	3,43	1,5		4,93	4	19,72				
	2,26	1,834		4,094	5	20,47				
		1,88	0	1,88	5	9,4				
<b>TOTAL</b>						17,9262	804,4836	12	532,18	<b>1,3230</b>

CUARTO PISO										
Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>1-S4</b>										
	4,26	0		4,26	1	4,26				
	3,5	0		3,5	2	7				
	5,35	0		5,35	3	16,05				
		0,626	4,09	4,716	5	23,58				
<b>TOTAL</b>						9,1602	1574,3470	12	532,18	<b>0,6761</b>
<b>2-S4</b>	2,54	2		4,54	1	4,54				
	1,79	1,5		3,29	2	6,58				
	1,32	1,5		2,82	3	8,46				
	1,66	2,2		3,86	4	15,44				
	1,22	2,2		3,42	6	20,52				
		3,5	5,13	8,63	7	60,41				
<b>TOTAL</b>						20,871	690,9747	12	532,18	<b>1,5404</b>
<b>3-S4</b>										
	1,82	2		3,82	1	3,82				
	1,91	1,5		3,41	2	6,82				
	1,67	2,2		3,87	3	11,61				
	1,73	2,2		3,93	4	15,72				
	2,05	1,5		3,55	5	17,75				
	3,5	5,89	9,39	6	56,34					
<b>TOTAL</b>						20,1708	714,9609	12	532,18	<b>1,4887</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>4-S4</b>										
	2,52	2		4,52	1	4,52				
	2,04	1,5		3,54	2	7,08				
	1,64	1,5		3,14	3	9,42				
	2,16	2,2		4,36	4	17,44				
		3,5	6,5	10	8	80				
<b>TOTAL</b>						21,3228	676,3339	12	532,18	<b>1,5737</b>
<b>5-S4</b>	1,74	1,3		3,04	1	3,04				
	2,38	2,2		4,58	2	9,16				
	3,37	2,2		5,57	3	16,71				
		3,5	11,94	15,44	7	108,08				
<b>TOTAL</b>						24,6582	584,8494	12	532,18	<b>1,8199</b>
<b>6-S4</b>										
	3,08	1,2		4,28	1	4,28				
		2,7	15,28	17,98	3	53,94				
<b>TOTAL</b>						10,4796	1376,1339	12	532,18	<b>0,7734</b>
<b>7-S4</b>	2,31	2		4,31	1	4,31				
	2,53	1,5		4,03	2	8,06				
	2,08	5,8		7,88	3	23,64				
	1,73	2,2		3,93	4	15,72				
	2,47	2,2		4,67	5	23,35				
	2,07	2,2		4,27	6	25,62				
		3,5	12,88	16,38	7	114,66				
<b>TOTAL</b>						38,7648	372,0214	10	337,154	<b>1,8126</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>8-S4</b>	2,5	0		2,5	0,5	1,25				
	2,13	0		2,13	1	2,13				
	1,81	1,73		3,54	3	10,62				
		2,7	14	16,7	7	116,9				
<b>TOTAL</b>						23,562	612,0590	12	532,18	<b>1,7390</b>
<b>9-S4</b>	1,03	0		1,03	0,5	0,515				
	1,03	0		1,03	1,5	1,545				
	1	1,73		2,73	2	5,46				
		2,7	3,96	6,66	6	39,96				
<b>TOTAL</b>						8,5464	1687,4161	14	842,141	<b>0,9981</b>
<b>10-S4</b>	1,79	0		1,79	0,5	0,895				
	0,27	0		0,27	1	0,27				
	1,47	0		1,47	2	2,94				
	0,92	1,73		2,65	2,5	6,625				
	0,11	0		0,11	2,5	0,275				
	2,39	1,2		3,59	4,5	16,155				
		2,7	5,38	8,08	6	48,48				
<b>TOTAL</b>						13,6152	1059,2083	14	842,141	<b>1,5901</b>
<b>11-S4</b>	1,98	1,03		3,01	0,5	1,505				
	1,31	1,73		3,04	2	6,08				
	2,7	0		2,7	3	8,1				
	1,17	1,73		2,9	5	14,5				
		2,7	7,8	10,5	7	73,5				
<b>TOTAL</b>						18,6633	772,7108	12	532,18	<b>1,3774</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>12-S4</b>	2	0		2	0,5	1				
	2,7	0		2,7	1	2,7				
	1,19	1,73		2,92	4	11,68				
		2,7	10,52	13,22	6	79,32				
<b>TOTAL</b>						17,046	846,0245	12	532,18	<b>1,2581</b>
<b>1-E4</b>	0,97	1,73		2,7	3	8,1				
	2,74	0		2,74	4	10,96				
	2,74	0		2,74	5	13,7				
	2,74	0		2,74	6	16,44				
	2,74	0		2,74	6,5	17,81				
	1,44	1,73		3,17	6,5	20,605				
		2,7	3,74	6,44	5	32,2				
<b>TOTAL</b>						21,5667	668,6852	12	532,18	<b>1,5917</b>
<b>2-E4</b>	3,12	0		3,12	2	6,24				
	5,23	0		5,23	2,5	13,075				
	4,41	0		4,41	3	13,23				
		0	1,58	1,58	6	9,48				
<b>TOTAL</b>						7,5645	1906,4490	14	842,141	<b>0,8835</b>

QUINTO PISO										
Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>1-S5</b>										
	1,9	0,6		2,5	1	2,5				
	2,19	0,6		2,79	6	16,74				
	0,28	0,6		0,88	7	6,16				
		4,368	3,9	8,268	7	57,876				
<b>TOTAL</b>						14,98968	962,0841	12	532,18	<b>1,1063</b>
<b>2-S5</b>										
	0,34	1,5		1,84	1	1,84				
	2,02	0,6		2,62	2	5,24				
	1,3	0,6		1,9	3	5,7				
	0,83	0,6		1,43	4	5,72				
	1,19	0,6		1,79	5	8,95				
		4,368	8,91	13,278	6	79,668				
<b>TOTAL</b>						19,28124	584,8345	12	532,18	<b>1,4230</b>
<b>3-S5</b>										
	0,8	0,6		1,4	1	1,4				
	1,85	0,6		2,45	2	4,9				
	2,37	0,6		2,97	3	8,91				
	1,25	0,6		1,85	5	9,25				
	1,89	0,6		2,49	6	14,94				
		4,368	6,12	10,488	7	73,416				
<b>TOTAL</b>						20,30688	570,8602	12	532,18	<b>1,4987</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
4-S5	3	0,6		3,6	1	3,6				
	0,64	0,6		1,24	2	2,48				
		4,368	4,18	8,548	7	59,836				
<b>TOTAL</b>						11,86488	1215,4639	12	532,18	<b>0,8757</b>
5-S5	1,38	0,6		1,98	1	1,98				
	1,29	0,6		1,89	2	3,78				
	1,77	0,6		2,37	4	9,48				
	1,14	0,6		1,74	6	10,44				
		4,368	7,75	12,118	8	96,944				
<b>TOTAL</b>						22,07232	653,3674	12	532,18	<b>1,6290</b>
6-S5	1,09	0,6		1,69	1	1,69				
	0,96	0,6		1,56	2	3,12				
	1,05	0,6		1,65	3	4,95				
	2,15	0,6		2,75	4	11				
	1,53	0,6		2,13	6	12,78				
		4,368	10,99	15,358	7	107,506				
<b>TOTAL</b>						25,38828	568,0311	12	532,18	<b>1,8738</b>
7-S5	1,21	1,5		2,71	1	2,71				
	1,91	0,6		2,51	2	5,02				
	1,05	0,6		1,65	5	8,25				
	2,14	0,6		2,74	6	16,44				
		1,8	12,91	14,71	7	102,97				
<b>TOTAL</b>						24,3702	591,7610	12	532,18	<b>1,7986</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>8-S5</b>	2,09	0,3		2,39	1	2,39				
	0,23	2,4		2,63	2	5,26				
	3,51	3,4		6,91	4	27,64				
		4,368	17,57	21,938	5	109,69				
<b>TOTAL</b>						26,0964	552,6177	12	532,18	<b>1,9260</b>
<b>9-S5</b>	2,4	0,3		2,7	1	2,7				
	3,99	0,6		4,59	2	9,18				
	0,82	0,6		1,42	3	4,26				
	2,61	0,6		3,21	6	19,26				
		1,8	12,1	13,9	7	97,3				
<b>TOTAL</b>						23,886	603,7567	12	532,18	<b>1,7629</b>
<b>10-S5</b>	1,26	2,068		3,328	0,5	1,664				
	1,91	2,068		3,978	1	3,978				
	2,29	0,334		2,624	5	13,12				
	1,59	0		1,59	5,5	8,745				
	1,59	0		1,59	6	9,54				
	1,07	1,734		2,804	7	19,628				
		3,168	11,33	14,498	8	115,984				
<b>TOTAL</b>						17,2659	835,2494	12	532,18	<b>1,2743</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>11-S5</b>										
	1,49	2,068		3,558	0,5	1,779				
	1,47	2,068		3,538	1	3,538				
	1,27	2,068		3,338	1,5	5,007				
	1,03	0,334		1,364	2	2,728				
	1,53	0		1,53	2,5	3,825				
	1,14	1,734		2,874	7	20,118				
		3,168	4,71	7,878	8	63,024				
<b>TOTAL</b>						18,00342	801,0330	12	532,18	<b>1,3287</b>
<b>12-S5</b>										
		2,7	14,21	16,91	1	16,91				
<b>TOTAL</b>						25,365	568,5525	12	532,18	<b>1,8721</b>
<b>1-E5</b>	1,36	0		1,36	0,5	0,68				
	2,11	0		2,11	2	4,22				
	1,45	1,73		3,18	3	9,54				
		3,168	17,06	20,228	4	80,912				
<b>TOTAL</b>						17,16336	840,2395	12	532,18	<b>1,2667</b>
<b>2-E5</b>	1,4	0		1,4	0,5	0,7				
	1,53	0		1,53	1,5	2,295				
	1,45	0		1,45	4	5,8				
	1,4	0		1,4	5,5	7,7				
	1,12	1,734		2,854	6	17,124				
		3,168	11,15	14,318	8	114,544				
<b>TOTAL</b>						26,66934	540,7458	12	532,18	<b>1,9683</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>3-E5</b>										
	0,71	1,734		2,444	0,5	1,222				
	1,36	1,734		3,094	1	3,094				
	1,73	0		1,73	1,5	2,595				
	1,73	0		1,73	2,5	4,325				
	0,96	1,734		2,694	3,5	9,429				
		3,168	8,82	11,988	6	71,928				
<b>TOTAL</b>						16,66674	865,2762	12	842,141	<b>1,9465</b>
<b>4-E5</b>										
	1,32	0		1,32	0,5	0,66				
	1,59	0		1,59	1,5	2,385				
	1,53	0		1,53	4	6,12				
	1,53	0		1,53	5,5	8,415				
	0,82	1,734		2,554	6	15,324				
		3,168	6,99	10,158	8	81,264				
<b>TOTAL</b>						20,55024	701,7598	12	532,18	<b>1,5167</b>
<b>5-E5</b>										
	1,23	0		1,23	0,5	0,615				
	1,5	0		1,5	2	3				
	2,92	0		2,92	4	11,68				
	1,5	0		1,5	5,5	8,25				
	0,82	1,734		2,554	6	15,324				
		3,168	4,67	7,838	8	62,704				
<b>TOTAL</b>						18,28314	788,7777	12	532,18	<b>1,3494</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>6-E5</b>	0,94	1,734		2,674	3	8,022				
	2,74	0		2,74	3,5	9,59				
	2,74	0		2,74	4	10,96				
	2,74	0		2,74	4,5	12,33				
	2,74	0		2,74	5	13,7				
	1,15	1,734		2,884	5	14,42				
		3,168	2,45	5,618	5	28,09				
<b>TOTAL</b>						17,48016	825,0115	12	532,18	<b>1,2901</b>
<b>1-UPS5</b>										
	3,39	0,6		3,99	1	3,99				
	8,66	0,6		9,26	3	27,78				
		1,8	0,44	2,24	4	8,96				
<b>TOTAL</b>						7,3314	1967,0640	12	532,18	<b>0,5411</b>
<b>2-UPS5</b>	1	0,6		1,6	1	1,6				
	1	0,6		1,6	2	3,2				
	1	0,6		1,6	3	4,8				
	2,7	0,6		3,3	4	13,2				
	1	0,6		1,6	6	9,6				
		4,368	9,64	14,008	7	98,056				
<b>TOTAL</b>						23,48208	614,1421	12	532,18	<b>1,7331</b>
<b>3-UPS5</b>	3,67	0,6		4,27	1	4,27				
	1,02	0,6		1,62	2	3,24				
	3,25	0,6		3,85	3	11,55				
		4,368	13,18	17,548	4	70,192				
<b>TOTAL</b>						16,06536	897,6664	12	532,18	<b>1,1857</b>

Circuito	L	h	LaT	LT	Elemento	MOMENTO	Kgc	Calibre	Kg	Regulación
<b>4-UPS5</b>	2,86	0,6		3,46	1	3,46				
		4,368	24,16	28,528	2	57,056				
<b>TOTAL</b>						10,89288	1323,9229	12	532,18	<b>0,8039</b>
<b>5-UPS5</b>	9,32	1,3		10,62	1	10,62				
	9,98	1,5		11,48	2	22,96				
	6,01	1,5		7,51	4	30,04		PISO 4		
	3,83	1,834		5,664	5	28,32				
		1,88	0,58	2,46	5	12,3				
<b>TOTAL</b>						18,7632	768,5967	12	532,18	<b>1,3848</b>
<b>1-3-AA5</b>		5,604	3,34	8,944	1	8,944				
<b>TOTAL</b>						3,6894	11726,5680	14	752,235	<b>0,1283</b>
<b>2-4-AA5</b>		5,604	4,95	10,554	1	10,554				
<b>TOTAL</b>						4,353525	9937,6942	14	752,235	<b>0,1514</b>
<b>5-7-AA5</b>		6,414	5	11,414	1	11,414				
<b>TOTAL</b>						4,708275	9188,9280	14	752,235	<b>0,1637</b>
<b>6-8-AA5</b>		8,104	6,72	14,824	1	14,824				
<b>TOTAL</b>						6,1149	7075,1770	14	752,235	<b>0,2126</b>
<b>9-11-AA5</b>		8,334	8,53	16,864	1	16,864				
<b>TOTAL</b>						27,8256	1554,8272	14	752,235	<b>0,9676</b>
<b>10-12AA5</b>		5,434	18,3	23,734	1	23,734				
<b>TOTAL</b>						39,1611	1104,7698	14	752,235	<b>1,3618</b>

**CUADROS DE CARGA**

<b>CUADRO DE CARGAS SOTANO</b>										
Tablero	CTO	F2x18	F.	Luz	TOMAS			Salidas	M.	OBSERVACION
		T8	Ahorrador	Aplique	Común.	GFCI	Especial.	#	HP	
<b>T-Ss</b>	1-Ss	0	0	0	6	1	0	7	0	Tomas Sala Cuna
	2-Ss	0	0	0	0	10	0	10	0	T. Cuarto Elec, ropas
	3-Ss	0	0	0	5	1	0	6	0	Tomas Parqueadero
	4-Ss	0	0	0	1	0	0	1	0	Salida Cámara
	5-Ss	5	0	1	0	0	0	6	0	Ilum. Parqueo
	6-Ss	3	0	1	0	0	0	4	0	Ilum. Parqueo
	7-Ss	0	6	0	0	0	0	6	0	Ilum. Cuartos
	8-Ss	6	0	1	0	0	0	7	0	Ilum. Parqueo
	9-Ss	0	0	0	0	0	1	1	0	T. lavado, planchado
	<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	
<b>T-Es</b>	1-Es	6	1	2	0	0	0	9	0	Ilum. Sala Cuna-Escaleras
	2,4,6-Es	0	0	0	0	0	0	0	1	Bombas de agua BH1
	3,5,7-Es	0	0	0	0	0	0	0	1	Bombas de agua BH2
	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>57</b>	<b>2</b>	

CUADRO DE CARGAS SOTANO									
Tablero	CTO	FASES			CARGA (VA)	Conductor. AWG	Protección. (A)	REGULACION %	OBSERVACION
		A	B	C					
<b>T-Ss</b>	1-Ss			1260	1260	12	1 x 15	1,2044	T. Sala Cuna
	2-Ss	1800			1800	12	1 x 15	1,9470	T.C. Elec, ropas
	3-Ss		1080		1080	12	1 x 15	1,6667	Tomas Parquadero
	4-Ss		180		180	14	1 x 15	0,1743	Salida Cámara
	5-Ss			1080	1080	14	1 x 15	1,8994	Ilum. Parqueo
	6-Ss			720	720	12	1 x 15	1,0433	Ilum. Parqueo
	7-Ss		1080		1080	14	1 x 15	1,4907	Ilum. Cuartos
	8-Ss		1260		1260	14	1x 15	1,8493	Ilum. Parqueo
	9-Ss	1500			1500	12	1 x 20	2,6276	T.lavado, planchado
<b>Total</b>	<b>3300</b>	<b>3600</b>	<b>3060</b>	<b>9960</b>	<b>8</b>	<b>3 x 30</b>			
<b>T-Es</b>	1-Es	1620			1620	12	1 x 15	1,3784	Ilum. Sala Cuna
	2,4,6-Es	2005,33	2005,33	2005,33	6015,99	10	3 x 20	0,3723	Bombas de agua BH1
	3,5,7-Es	2005,33	2005,33	2005,33	6015,99	10	3 x 20	0,3959	Bombas de agua BH2
<b>Total</b>	<b>5630,66</b>	<b>4010,66</b>	<b>4010,66</b>	<b>13651,98</b>	<b>8</b>	<b>3 x 40</b>			

CUADRO DE CARGAS PISO 1											
TABLERO	CTO	2x18	2x32	D.D	Luz	TOMAS			SALIDAS	MOTOR	OBSERVACION
		F-T8	F-T8	Bala	Aplique	COMUN	GFCI	ESPECIAL	#	HP	
T-S1	1-S1	0	0	0	0	9	0	0	9	0	Tomas Portería
	2-S1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	T. Secadora Baño Niños
	3-S1	0	0	0	0	5	0	0	5	0	Tomas de Patio
	4-S1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	Toma de Baños Portería
	5-S1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	T. Secadora Baño Niñas
	6-S1	0	0	0	0	3	0	0	3	0	Salida para Cámara
	7-S1	0	2	1	2	0	0	0	5	0	Ilum. Portería Baños Por. Niños
	8-S1	0	7	0	0	0	0	0	7	0	Iluminación Patio
	9-S1	0	4	1	1	0	0	0	6	0	Ilum. Patio y Baño Niñas
	10-S1	0	0	6	0	0	0	0	6	0	Iluminación Exterior
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>44</b>	<b>0</b>	
T-E1	1-E1	0	0	3	1	0	0	0	4	0	Ilum. Escaleras y Entrada.
	2-E1	0	0	2	4	0	0	0	6	0	Ilum. Rampa
	3-E1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	Toma Tablero
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>0</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>55</b>	<b>0</b>	

CUADRO DE CARGAS PRIMER PISO									
TABLERO	CTO	FASES			CARGA	CONDUCTOR	PROTECCION	REGULACION	OBSERVACION
		A	B	C	(W)	AWG	(A)	%	
T-S1	1-S1			1620	1620	12	1 x 15	1,0261	Tomas Portería
	2-S1			1500	1500	12	1 x 15	0,9078	T. Secadora Baño Niños
	3-S1	900			900	12	1 x 15	1,3964	Tomas de Patio
	4-S1		180		180	12	1 x 15	0,5580	Toma de Baños Portería
	5-S1		1500		1500	12	1 x 15	1,5942	T. Secadora Baño Niñas
	6-S1	540			540	14	1 x 15	0,7915	Salida para Cámara
	7-S1			900	900	14	1 x 15	0,8037	Ilum. Portería Baños Por. Niños
	8-S1		1260		1260	14	1 x 15	1,1979	Iluminación Patio
	9-S1	1080			1080	12	1 x 15	1,9568	Ilum. Patio y Baño Niñas
	10-S1	1080			1080	14	1 x 15	1,2708	Iluminación Exterior
<b>Total</b>		<b>3600</b>	<b>2940</b>	<b>4020</b>	<b>10560</b>	<b>8</b>	<b>3 x 20</b>		
T-E1	1-E1			720	720	14	1 x 15	0,8154	Ilum. Escaleras y Entrada.
	2-E1		1080		1080	14	1 x 15	1,6103	Ilum. Rampa
	3-E1	180			180	12	1 x 15	0,1069	Toma Tablero
<b>Total</b>		<b>180</b>	<b>1080</b>	<b>720</b>	<b>1980</b>	<b>10</b>	<b>3 x 20</b>		

CUADRO DE CARGAS PISO 2										
TABLERO	CTO	F2x32	Minilux	Luz	TOMAS			SALIDAS	MOTOR	OBSERVACION
		T8	Bala	Aplique	COMUN	GFCI	ESPECIAL	#	HP	
<b>T-S2</b>	1-S2	0	0	0	0	0	5	5	0	Salida para cámara
	2-S2	0	0	0	7	0	0	7	0	Tomas Prejardín
	3-S2	0	0	0	6	0	0	6	0	Tomas Caminadores
	4-S2	0	0	0	8	0	0	8	0	Tomas Párvulos
	5-S2	0	0	0	7	0	0	7	0	Tomas Jardín
	6-S2	0	0	0	2	1	0	3	0	Tomas Baños
	7-S2	0	0	0	7	0	0	7	0	Tomas Transición
	8-S2	4	1	1	1	0	0	7	0	Ilum. Transición
	9-S2	3	0	3	1	0	0	7	0	Ilum. Prejardín
	10-S2	4	0	2	1	0	0	7	0	Ilum. Caminadores
	11-S2	4	0	2	1	0	0	7	0	Ilum. Párvulos
	12-S2	4	0	1	1	0	0	6	0	Ilum. Jardín
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>77</b>	<b>0</b>	
<b>T-E2</b>	1-E2	0	5	0	0	0	0	5	0	Ilum. Pasillo
	2-E2	0	1	5	0	0	0	6	0	Ilum. Rampa
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	

CUADRO DE CARGAS PISO 2									
TABLERO	CTO	FASES			CARGA	CONDUCTOR	PROTECCION	REGULACION	OBSERVACION
		A	B	C	(W)	AWG	(A)	%	
T-S2	1-S2	900			900	14	1 x 15	1,0698	Salida para cámara
	2-S2	1260			1260	12	1 x 15	1,5404	Tomas Prejardín
	3-S2			1080	1080	12	1 x 15	1,4887	Tomas Caminadores
	4-S2			1440	1440	12	1 x 15	1,5737	Tomas Párulos
	5-S2	1260			1260	12	1 x 15	1,8199	Tomas Jardín
	6-S2		540		540	12	1 x 15	0,7841	Tomas Baños
	7-S2		1260		1260	10	1 x 15	1,7217	Tomas Transición
	8-S2			1260	1260	12	1 x 15	1,7390	Illum. Transición
	9-S2		1260		1260	14	1 x 15	1,3381	Illum. Prejardín
	10-S2	1260			1260	14	1 x 15	1,7962	Illum. Caminadores
	11-S2		1260		1260	12	1 x 15	1,3774	Illum. Párulos
	12-S2			1080	1080	12	1 x 15	1,2581	Illum. Jardín
<b>Total</b>		<b>4680</b>	<b>4320</b>	<b>4860</b>	<b>13860</b>	<b>8</b>	<b>3 x 20</b>		
T-E2	1-E2	900			900	12	1 x 15	1,5917	Illum. Pasillo
	2-E2		1080		1080	14	1 x 15	1,0686	Illum. Rampa
<b>Total</b>		<b>900</b>	<b>1080</b>	<b>0</b>	<b>1980</b>	<b>10</b>	<b>2 x 20</b>		

CUADRO DE CARGAS PISO 3											
TABLERO	CTO	F2x32	F.	Minilux	Luz	TOMAS			SALIDAS	MOTOR	OBSERVACION
		T8	Ahorr.	Bala	Aplique	COMUN	GFCI	ESPECIAL	#	HP	
T-S <sub>3</sub>	1-S <sub>3</sub>	0	0	0	0	4	0	0	4	0	Tomas Comedor
	2-S <sub>3</sub>	0	0	0	0	5	0	0	5	0	Tomas Comedor
	3-5-7-S <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Licuadaora
	4-S <sub>3</sub>	0	0	0	0	6	0	0	6	0	Tomas Cocina 1
	6-S <sub>3</sub>	0	0	0	0	5	0	0	5	0	Tomas Cocina 2
	8-S <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	3	3	0	Tomas Neveras
	9-S <sub>3</sub>	0	0	0	0	6	0	0	6	0	T. Despensa, Alcoba
	10-S <sub>3</sub>	0	0	0	0	1	3	0	4	0	Tomas Baños
	11-S <sub>3</sub>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	Toma Secadora
	12-S <sub>3</sub>	0	0	0	0	2	0	0	2	0	Salida para cámara
	13-S <sub>3</sub>	4	0	0	0	0	0	1	5	0	Ilum. Cocina
	14-S <sub>3</sub>	0	3	3	1	0	0	0	7	0	Ilum. Pasillo Neveras
	15-S <sub>3</sub>	1	2	0	1	0	0	0	4	0	Ilum. Despensa Alcoba
	16-S <sub>3</sub>	8	0	0	0	0	0	2	10	0	Ilum. Comedor
<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>62</b>	<b>1</b>	
T-E <sub>3</sub>	1-E <sub>3</sub>	0	2	5	0	0	0	0	7	0	Ilum. Pasillo, Cuarto T.
	2-E <sub>3</sub>	0	0	1	5	0	0	0	6	0	Ilum. Rampa
	3-E <sub>3</sub>	0	0	0	0	5	0	0	5	0	Tomas Rack
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	

CUADRO DE CARGAS PISO 3											
TABLERO	CTO	F2x32	F.	Minilux	Luz	TOMAS			SALIDAS	MOTOR	OBSERVACION
		T8	Ahorr.	Bala	Aplique	COMUN	GFCI	ESPECIAL	#	HP	
T-UPS <sub>3</sub>	1-UPS <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	3	3	0	Computo Comedor
	2-UPS <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	2	2	0	Tomas Rack
	3-UPS <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	Computo Sótano
	4-UPS <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	5	5	0	Computo Piso 2
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	
<b>TOTAL</b>											
		<b>13</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>35</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>91</b>	<b>1</b>	

CUADRO DE CARGAS PISO 3									
TABLERO	CTO	FASES			CARGA	CONDUCTOR	PROTECCION	REGULACION	OBSERVACION
		A	B	C	(W)	AWG	(A)	%	
T-S <sub>3</sub>	1-S <sub>3</sub>		720		720	12	1 x 15	0,7570	Tomas Comedor
	2-S <sub>3</sub>			900	900	12	1 x 15	0,9752	Tomas Comedor
	3-5-7S <sub>3</sub>	400	400	400	1200	12	3 x 20	0,4898	Licudora
	4-S <sub>3</sub>			1080	1080	12	1 x 20	1,3833	Tomas Cocina 1
	6-S <sub>3</sub>		900		900	12	1 x 20	1,2197	Tomas Cocina 2
	8-S <sub>3</sub>		540		540	12	1 x 15	0,7162	Tomas Neveras

CUADRO DE CARGAS PISO 3									
TABLERO	CTO	FASES			CARGA (W)	CONDUCTOR AWG	PROTECCION (A)	REGULACION %	OBSERVACION
		A	B	C					
T-S <sub>3</sub>	9-S <sub>3</sub>	1080			1080	12	1 x 15	1,5311	T. Despensa, Alcoba
	10-S <sub>3</sub>		720		720	12	1 x 15	1,0681	Tomas Baños
	11-S <sub>3</sub>			1500	1500	12	1 x 15	1,9595	Toma Secadora
	12-S <sub>3</sub>	360			360	12	1 x 15	0,3585	Salida para cámara
	13-S <sub>3</sub>	900			900	12	1 x 15	1,3335	Ilum. Cocina
	14-S <sub>3</sub>		1260		1260	12	1 x 15	1,9505	Ilum. Pasillo Neveras
	15-S <sub>3</sub>			720	720	12	1 x 15	1,2583	Ilum. Despensa Alcoba
	16-S <sub>3</sub>	1800			1800	12	1 x 15	1,8366	Ilum. Comedor
<b>Total</b>		<b>4540</b>	<b>4540</b>	<b>4600</b>	<b>13680</b>	<b>8</b>	<b>3 x 40</b>		
T-E <sub>3</sub>	1-E <sub>3</sub>		1260		1260	12	1 x 15	1,6259	Ilum. Pasillo, Cuarto T.
	2-E <sub>3</sub>		1080		1080	14	1 x 15	1,1540	Ilum. Rampa
	3-E <sub>3</sub>		900		900	12	1 x 15	0,5989	Tomas Rack
	<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>3240</b>	<b>0</b>	<b>3240</b>	<b>10</b>	<b>1 x 30</b>	
T-UPS <sub>3</sub>	1-UPS <sub>3</sub>	540			540	12	1 x 15	0,4614	Computo Comedor
	2-UPS <sub>3</sub>	400			400	12	1 x 15	0,1373	Tomas Rack
	3-UPS <sub>3</sub>	180			180	12	1 x 15	0,1416	Computo Sótano
	4-UPS <sub>3</sub>	900			900	12	1 x 15	1,3230	Computo Piso 2
	<b>Total</b>		<b>2020</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2020</b>	<b>8</b>	<b>1 x 20</b>	

CUADRO DE CARGAS PISO 4										
TABLERO	CTO	F2x32	Minilux	Luz	TOMAS			SALIDAS	MOTOR	OBSERVACION
		T8	Bala	Aplique	COMUN	GFCI	ESPECIAL	#	HP	
T-S4	1-S4	0	0	0	0	0	5	5	0	Salida para cámara
	2-S4	0	0	0	7	0	0	7	0	Tomas Prejardín
	3-S4	0	0	0	6	0	0	6	0	Tomas Caminadores
	4-S4	0	0	0	8	0	0	8	0	Tomas Párvulos
	5-S4	0	0	0	7	0	0	7	0	Tomas Jardín
	6-S4	0	0	0	2	1	0	3	0	Tomas Baños
	7-S4	0	0	0	7	0	0	7	0	Tomas Transición
	8-S4	4	1	1	1	0	0	7	0	Ilum. Transición
	9-S4	3	0	3	1	0	0	7	0	Ilum. Prejardín
	10-S4	4	0	2	1	0	0	7	0	Ilum. Caminadores
	11-S4	4	0	2	1	0	0	7	0	Ilum. Párvulos
	12-S4	4	0	1	1	0	0	6	0	Ilum. Jardín
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>77</b>	<b>0</b>	
T-E4	1-E4	0	5	0	0	0	0	5	0	Ilum. Pasillo
	2-E4	0	1	5	0	0	0	6	0	Ilum. Rampa
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>77</b>	<b>0</b>	

CUADRO DE CARGAS PISO 4									
TABLERO	CTO	FASES			CARGA	CONDUCTOR	PROTECCION	REGULACION	OBSERVACION
		A	B	C	(W)	AWG	(A)	%	
T-S4	1-S4			900	900	12	1 x 15	0,6761	Salida para cámara
	2-S4			1260	1260	12	1 x 15	1,5404	Tomas Prejardín
	3-S4	1080			1080	12	1 x 15	1,4887	Tomas Caminadores
	4-S4	1440			1440	12	1 x 15	1,5737	Tomas Párvulos
	5-S4			1260	1260	12	1 x 15	1,8199	Tomas Jardín
	6-S4		540		540	12	1 x 15	0,7734	Tomas Baños
	7-S4		1260		1260	10	1 x 15	1,8126	Tomas Transición
	8-S4	1260			1260	12	1 x 15	1,7390	Ilum. Transición
	9-S4		1260		1260	14	1 x 15	0,9981	Ilum. Prejardín
	10-S4			1260	1260	14	1 x 15	1,5901	Ilum. Caminadores
	11-S4		1260		1260	12	1 x 15	1,3774	Ilum. Párvulos
	12-S4	1080			1080	12	1 x 15	1,2581	Ilum. Jardín
<b>Total</b>		<b>4860</b>	<b>4320</b>	<b>4680</b>	<b>13860</b>	<b>8</b>	<b>3 X 20</b>		
T-E4	1-E4			900	900	12	1 x 15	1,5917	Ilum. Pasillo
	2-E4		1080		1080	14	1 x 15	0,8835	Ilum. Rampa
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>1080</b>	<b>900</b>	<b>1980</b>	<b>10</b>	<b>2 X 20</b>		

CUADRO DE CARGAS PISO 5										
TABLERO	CTO	2x32w	D. D	Luz	TOMAS			SALIDAS	MOTOR	OBSERVACION
		F-T8	Bala	Aplique	COMUN	GFCI	ESPECIAL	#	HP	
T-S5	1-S5	0	0	0	6	2	0	8	0	Tomas Oficina 7
	2-S5	0	0	0	3	3	0	6	0	Tomas Oficina 6
	3-S5	0	0	0	7	0	0	7	0	Tomas Oficina 5
	4-S5	0	0	0	6	1	0	7	0	Tomas Espera
	5-S5	0	0	0	6	2	0	8	0	Tomas Oficina 4
	6-S5	0	0	0	6	1	0	7	0	Tomas Oficina 3
	7-S5	0	0	0	5	2	0	7	0	Tomas Oficina 2-1
	8-S5	0	0	0	4	1	0	5	0	T. Administración
	9-S5	0	0	0	6	1	0	7	0	T. Sala de espera
	10-S5	0	4	4	0	0	0	8	0	Iluminación
	11-S5	0	3	5	0	0	0	8	0	Iluminación
	17-S5	0	0	0	0	0	1	1	0	Secadora de manos
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>49</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>79</b>	<b>0</b>	
T-E5	1-E5	4	0	0	0	0	0	4	0	Ilum. Administración
	2-E5	8	0	0	0	0	0	8	0	Ilum. Oficina 2-1
	3-E5	5	1	0	0	0	0	6	0	Ilum. Oficina 3
	4-E5	8	0	0	0	0	0	8	0	Ilum. Oficina 4-5
	5-E5	8	0	0	0	0	0	8	0	Ilum. Oficina 5-6
	6-E5	0	6	2	0	0	0	8	0	Ilum. Pasillo-Rampa
<b>Total</b>		<b>33</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	

CUADRO DE CARGAS PISO 5										
TABLERO	CTO	2x32w	D. D	Luz	TOMAS			SALIDAS	MOTOR	OBSERVACION
		F-T8	Bala	Aplique	COMUN	GFCI	ESPECIAL	#	HP	
T-UPS5 #2	1-UPS5	0	0	0	0	0	4	4	0	Computo
	2-UPS5	0	0	0	0	0	7	7	0	Computo
	3-UPS5	0	0	0	0	0	4	4	0	Computo
	4-UPS5	0	0	0	0	0	2	2	0	Computo
	5-UPS5	0	0	0	0	0	5	5	0	Computo piso 4
	<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>0</b>
T-AA5	1,3-AA5	0	0	0	0	0	0	0	1	Aire Acondicionado
	2,4-AA5	0	0	0	0	0	0	0	1	Aire Acondicionado
	5,7-AA5	0	0	0	0	0	0	0	1	Aire Acondicionado
	6,8-AA5	0	0	0	0	0	0	0	1	Aire Acondicionado
	9,11-AA5	0	0	0	0	0	0	0	1	Aire Acondicionado
	10,12-AA5	0	0	0	0	0	0	0	1	Aire Acondicionado
	<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>49</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>143</b>	<b>6</b>		

CUADRO DE CARGAS PISO 5									
TABLERO	CTO	FASES			CARGA (W)	CONDUCTOR AWG	PROTECCION (A)	REGULACION %	OBSERVACION
		A	B	C					
T-S5	1-S5		1440		1440	12	1 x 15	1,10631	Tomas Oficina 7
	2-S5			1080	1080	12	1 x 15	1,42304	Tomas Oficina 6
	3-S5			1260	1260	12	1 x 15	1,49874	Tomas Oficina 5
	4-S5		1260		1260	12	1 x 15	0,87568	Tomas Espera
	5-S5	1440			1440	12	1 x 15	1,62904	Tomas Oficina 4
	6-S5			1260	1260	12	1 x 15	1,87377	Tomas Oficina 3
	7-S5	1260			1260	12	1 x 15	1,79863	Tomas Oficina 2-1
	8-S5	900			900	12	1 x 15	1,92603	T. Administración
	9-S5		1260		1260	12	1 x 15	1,76290	T. Sala de espera
	10-S5		1440		1440	12	1 x 15	1,27430	Ilum. Administración
	11-S5	1440			1440	12	1 x 15	1,32873	Ilum. Oficina 2-1
	12-S5			1500	1500	12	1 x 15	1,87205	Secadora de manos
<b>Total</b>		<b>5040</b>	<b>5400</b>	<b>5100</b>	<b>15540</b>	<b>8</b>	<b>3 x 40</b>		
T-E5	1-E5		720		720	12	1 x 15	1,13981	Ilum. Administración
	2-E5	1440			1440	12	1 x 15	1,97424	Ilum. Oficina 2-1
	3-E5			1080	1080	12	1 x 15		Ilum. Oficina 3
	4-E5	1440			1440	12	1 x 15		Ilum. Oficina 4-5
	5-E5		1440		1440	12	1 x 15		Ilum. Oficina 5-6
	6-E5			1440	1440	12	1 x 15	1,30982	Ilum. Pasillo-Rampa
<b>Total</b>		<b>2880</b>	<b>2160</b>	<b>2520</b>	<b>7560</b>	<b>10</b>	<b>3 x 20</b>		

CUADRO DE CARGAS PISO 5									
TABLERO	CTO	FASES			CARGA	CONDUCTOR	PROTECCION	REGULACION	OBSERVACION
		A	B	C	(W)	AWG	(A)	%	
T-UPS5 #2	1-UPS5			720	720	12	1 x 15	0,0000	Computo
	2-UPS5			1260	1260	12	1 x 15	1,6693	Computo
	3-UPS5			720	720	12	1 x 15	0,0000	Computo
	4-UPS5			360	360	12	1 x 15	0,0000	Computo
	5-UPS5	900			900	12	1 x 15	1,3503	Computo piso 4
<b>Total</b>		<b>900</b>			<b>3960</b>	<b>10</b>	<b>2 x 20</b>		
T-AA5	1,3-AA5	206,3		206,3	412,6	14	2 x 15	0,01623	Aire Acondicionado
	2,4-AA5	206,3	206,3		412,6	14	2 x 15	0,01921	Aire Acondicionado
	5,7-AA5		206,3	206,3	412,6	14	2 x 15	0,01956	Aire Acondicionado
	6,8-AA5	206,3		206,3	412,6	14	2 x 15	0,02651	Aire Acondicionado
	9,11-AA5	812,25	812,25		1624,5	14	2 x 15	1,10073	Aire Acondicionado
	10,12-AA5		812,25	812,25	1624,5	14	2 x 15	1,41745	Aire Acondicionado
<b>Total</b>		<b>1431,15</b>	<b>2037,1</b>	<b>1431,15</b>	<b>4899,4</b>	<b>8</b>	<b>3 x 20</b>		

**CUADROS DE ILUMINACION**

<b>CÁLCULOS DE ILUMINACION PISO 1</b>									
<b>PLANTA</b>	<b>ESPACIO</b>	<b>pcl</b>	<b>pcp</b>	<b>Pct</b>	<b>Cu</b>	<b>nL</b>	<b>S(m)</b>	<b>ncol(calculado)</b>	<b>nfil(calculado)</b>
<b>SOTANO</b>	<b>Sala Cuna</b>	0,5000	0,2000	0,7000	0,5525	5,5968	2,0737	1,9772	2,8307
	<b>Cuarto Eléctrico</b>	0,5000	0,2000	0,7000	0,6500	0,8899	1,9102	0,7172	1,2407
	<b>Cuarto Hidráulico</b>	0,5000	0,2000	0,7000	0,6500	0,8586	1,9102	0,7225	1,1884
	<b>Ropas</b>	0,5000	0,2000	0,7000	0,6500	0,8899	1,9102	0,7172	1,2407
	<b>Salida a Escaleras</b>	0,5000	0,3000	0,7000	0,3335	2,4583	1,8605	1,3652	1,8006
	<b>Parqueadero</b>	0,5000	0,3000	0,7000	0,6632	7,7451	3,2132	3,0312	2,5551
	<b>Parqueadero</b>	0,5000	0,3000	0,7000	0,4051	2,2299	2,5113	1,9512	1,1428
	<b>Salida a Escaleras</b>	0,5000	0,3000	0,7000	0,3200	0,5608	1,8224	0,8176	0,6859

<b>PLANTA</b>	<b>ESPACIO</b>	<b>ncol</b>	<b>nfil</b>	<b>e(m)</b>	<b>s´(m)</b>	<b>s/Hm</b>	<b>e/2(m)</b>	<b>s´/2(m)</b>	<b>Emo (Lx)</b>	<b>Emf (Lx)</b>
<b>SOTANO</b>	<b>Sala Cuna</b>	2,0000	3,0000	2,0500	1,9567	0,9180	1,0250	0,9783	311,548	214,407
	<b>Cuarto Eléctrico</b>	1,0000	2,0000	1,3700	1,1850	0,8456	0,6850	0,5925	407,548	337,124
	<b>Cuarto Hidráulico</b>	1,0000	2,0000	1,3800	1,1350	0,8456	0,6900	0,5675	422,419	349,425
	<b>Ropas</b>	1,0000	2,0000	1,3700	1,1850	0,8456	0,6850	0,5925	407,548	337,124
	<b>Salida a Escaleras</b>	1,0000	2,0000	2,5400	1,6750	0,6743	1,2700	0,8375	177,328	122,037
	<b>Parqueadero</b>	3,0000	3,0000	3,2467	2,7367	1,1646	1,6233	1,3683	168,850	116,202
	<b>Parqueadero</b>	2,0000	1,0000	2,4500	2,8700	0,9102	1,2250	1,4350	130,326	89,690
	<b>Salida a Escaleras</b>	1,0000	1,0000	1,4900	1,2500	0,6605	0,7450	0,6250	388,638	267,461

CÁLCULOS DE ILUMINACION PISO 1									
PLANTA	ESPACIO	Hm	Hp	Em (lux)	n bombillas	$\phi L$ (lum)	I (cd)	(Lm) reales	Tubo
PRIMER	Portería	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2600,0000	T8-FO32W
	Patio 1	2,2340	0,7000	300,0000	2,0000	2994,4536	748,6134	2600,0000	T8-FO32W
	Patio 2	2,2340	0,7000	300,0000	2,0000	2994,4536	748,6134	2600,0000	T8-FO32W

PLANTA	ESPACIO	Ik (Cd/Lm)	L (m)	W (m)	RCL	RCP	fdll	fdlb	fb
PRIMER	Portería	239,9402	2,0700	2,1000	10,7152	3,3575	0,9300	0,7400	0,8700
	Patio 1	143,9641	8,2300	5,7000	3,3169	1,0393	0,9300	0,7400	0,8700
	Patio 2	143,9641	6,8000	3,2300	5,1009	1,5983	0,9300	0,7400	0,8700

PLANTA	ESPACIO	$\rho_{cl}$	$\rho_{cp}$	$\rho_{ct}$	Cu	nL	S (m)	ncol(calculado)	nfil(calculado)
PRIMER	Portería	0,5000	0,3000	0,7000	0,3200	2,1816	1,4116	1,4877	1,4664
	Patio 1	0,5000	0,3000	0,7000	0,6410	7,0520	2,5792	2,2100	3,1909
	Patio 2	0,5000	0,3000	0,7000	0,5249	4,0320	2,3340	1,3839	2,9135

PLANTA	ESPACIO	ncol	nfil	E (m)	s' (m)	s/Hm	e/2 (m)	s'/2 (m)	Emo(Lx)	Emf(Lx)
PRIMER	Portería	2,0000	1,0000	1,0500	2,0700	0,6319	0,5250	1,0350	666,0594	458,3820
	Patio 1	4,0000	2,0000	1,4250	4,1150	1,1545	0,7125	2,0575	432,7035	297,7866
	Patio 2	2,0000	2,0000	1,6150	3,4000	1,0448	0,8075	1,7000	432,4618	297,6202

CÁLCULOS DE ILUMINACION PISO 2 Y 4									
PLANTA	ESPACIO	Hm (m)	Hp (m)	Em (lux)	n bombillas	$\phi L$ (lum)	I (cd)	(Lm) reales	Tubo
SEGUNDO	transición	2,2340	0,7000	300,0000	2,0000	2994,4536	748,6134	2600,0000	T8-F36W
	Pre jardín	2,2340	0,7000	300,0000	2,0000	2994,4536	748,6134	2600,0000	T8-F36W
	Párvulos y Jardín	2,2340	0,7000	300,0000	2,0000	2994,4536	748,6134	2600,0000	T8-F36W
	Caminadores	2,2340	0,7000	300,0000	2,0000	2994,4536	748,6134	2600,0000	T8-F36W
	Pasillo 1	2,9300	0,0000	100,0000	2,0000	1716,9800	429,2450	1250,0000	LED 150E 2x18W
	Pasillo 2	2,9300	0,0000	100,0000	2,0000	1716,9800	429,2450	1250,0000	LED 150E 2x18W

PLANTA	ESPACIO	Ik (cd/lm)	L (m)	W (m)	RCL	RCP	fdll	fdlb	fb
SEGUNDO	transición	143,9641	4,7000	4,2300	5,0173	1,5721	0,9300	0,7400	0,8700
	Pre jardín	143,9641	3,3100	4,0000	6,1671	1,9324	0,9300	0,7400	0,8700
	Párvulos y Jardín	143,9641	4,1500	5,2000	4,8396	1,5165	0,9300	0,7400	0,8700
	Caminadores	143,9641	5,4000	3,4600	5,2968	1,6597	0,9300	0,7400	0,8700
	Pasillo 1	171,6980	1,4000	13,7000	11,5336	0,0000	0,9300	0,7400	0,8700
	Pasillo 2	171,6980	1,5500	2,2500	15,9627	0,0000	0,9300	0,7400	0,8700

PLANTA	ESPACIO	pcl	pcp	Pct	Cu	nL	S (m)	ncol(calculado)	nfil(calculado)
SEGUNDO	transición	0,5000	0,3000	0,7000	0,5291	3,6204	2,3434	1,8051	2,0057
	Pre jardín	0,5000	0,3000	0,7000	0,4717	2,7049	2,2124	1,8080	1,4961
	Párvulos y Jardín	0,5000	0,3000	0,7000	0,5412	3,8420	2,3700	2,1941	1,7511
	Caminadores	0,5000	0,3000	0,7000	0,5152	3,4947	2,3122	1,4964	2,3354
	Pasillo 1	0,5000	0,3000	0,7000	0,2682	4,7777	2,0036	6,8376	0,6987
	Pasillo 2	0,5000	0,3000	0,7000	0,2550	0,9137	1,9537	1,1517	0,7934

PLANTA	ESPACIO	ncol	nfil	e (m)	s' (m)	s/Hm	e/2 (m)	s'/2 (m)	Emo(Lx)	Emf(Lx)
SEGUNDO	transición	2,0000	2,0000	2,1150	2,3500	1,0490	1,0575	1,1750	481,6270	331,4557
	Pre jardín	3,0000	1,0000	1,3333	3,3100	0,9903	0,6667	1,6550	483,4769	332,7288
	Párvulos y Jardín	2,0000	2,0000	2,6000	2,0750	1,0609	1,3000	1,0375	453,8490	312,3389
	Caminadores	2,0000	2,0000	1,7300	2,7000	1,0350	0,8650	1,3500	498,9475	343,3757
	Pasillo 1	5,0000	1,0000	2,7400	1,4000	0,6838	1,3700	0,7000	152,0686	104,6536
	Pasillo 2	1,0000	1,0000	2,2500	1,5500	0,6668	1,1250	0,7750	159,0323	109,4460

**CÁLCULOS DE ILUMINACION PISO 3**

PLANTA	ESPACIO	Hm (m)	Hp (m)	Em (lux)	n bombillas	φL (lum)	I (cd)	(Lm) reales	tubo
<b>TERCER</b>	<b>Cuarto de Telec.</b>	2,2340	0,7000	150,0000	1,0000	1497,2268	374,3067	1170,0000	Phillips 1x30W
	<b>Cuarto Neveras</b>	2,2340	0,7000	150,0000	1,0000	1497,2268	374,3067	1170,0000	Phillips 1x30W
	<b>Despensa</b>	2,2340	0,7000	150,0000	1,0000	1497,2268	374,3067	1170,0000	Phillips 1x30W
	<b>Alcoba</b>	2,2340	0,7000	200,0000	2,0000	1996,3024	499,0756	2950,0000	T8-FO32W
	<b>Comedor</b>	2,2340	0,7000	300,0000	2,0000	2994,4536	748,6134	2950,0000	T8-FO36W
	<b>Cocina</b>	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2950,0000	T8-FO32W
	<b>Pasillo 1</b>	2,9340	0,0000	100,0000	2,0000	1721,6712	430,4178	1250,0000	LED 150E 2x18W
	<b>Pasillo 2</b>	2,9340	0,0000	100,0000	2,0000	1721,6712	430,4178	1250,0000	LED 150E 2x18W
<b>Pasillo 3</b>	2,9340	0,0000	100,0000	2,0000	1721,6712	430,4178	1250,0000	LED 150E 2x18W	

PLANTA	ESPACIO	Ik (cd/lm)	L (m)	W (m)	RCL	RCP	fdll	fdlb	fb
<b>TERCER</b>	<b>Cuarto de Telec.</b>	319,9203	3,7000	1,5700	10,1336	3,1752	0,9400	0,8700	0,8800
	<b>Cuarto Neveras</b>	319,9203	2,9800	2,1500	8,9437	2,8024	0,9400	0,8700	0,8800
	<b>Despensa</b>	319,9203	2,9700	2,4000	8,4151	2,6368	0,9400	0,8800	0,8700
	<b>Alcoba</b>	84,5891	2,4300	2,4000	9,2509	2,8987	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Comedor</b>	126,8836	11,9000	5,1500	3,1076	0,9737	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Cocina</b>	211,4727	3,2000	5,2000	5,6387	1,7668	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Pasillo 1</b>	172,1671	1,4000	12,3900	11,6626	0,0000	0,8800	0,7400	0,9600
	<b>Pasillo 2</b>	172,1671	1,5500	2,2500	15,9845	0,0000	0,8800	0,7400	0,9600
<b>Pasillo 3</b>	172,1671	4,7500	1,1500	15,8449	0,0000	0,8800	0,7400	0,9600	

PLANTA	ESPACIO	pcl	pcp	pct	Cu	nL	S (m)	ncol(calculado)	nfil(calculado)
TERCER	Cuarto de Telec.	0,5000	0,3000	0,7000	0,6500	1,5921	1,9102	0,8219	1,9370
	Cuarto Neveras	0,5000	0,3000	0,7000	0,6500	1,7560	1,9102	1,1256	1,5601
	Despensa	0,5000	0,3000	0,7000	0,6500	1,9536	1,9102	1,2564	1,5548
	Alcoba	0,5000	0,3000	0,7000	0,3425	0,9641	2,4595	0,9758	0,9880
	Comedor	0,5000	0,3000	0,7000	0,6540	7,9581	2,7751	1,8558	4,2882
	Cocina	0,5000	0,3000	0,7000	0,4239	5,5558	1,7306	3,0047	1,8490
	Pasillo 1	0,5000	0,3000	0,7000	0,2682	4,1382	2,0474	6,0517	0,6838
	Pasillo 2	0,5000	0,3000	0,7000	0,2550	0,8751	1,9963	1,1271	0,7764
Pasillo 3	0,5000	0,3000	0,7000	0,2550	1,3706	1,9963	0,5761	2,3794	

PLANTA	ESPACIO	ncol	nfil	e (m)	s´ (m)	s/Hm	e/2 (m)	s´/2 (m)	Emo(Lx)	Emf(Lx)
TERCER	Cuarto de Telec.	1,0000	2,0000	1,5700	1,8500	0,8550	0,7850	0,9250	230,4149	188,4333
	Cuarto Neveras	1,0000	2,0000	2,1500	1,4900	0,8550	1,0750	0,7450	208,9090	170,8458
	Despensa	1,0000	2,0000	2,4000	1,4850	0,8550	1,2000	0,7425	185,6439	153,5647
	Alcoba	1,0000	1,0000	2,4000	2,4300	1,1009	1,2000	1,2150	301,4256	207,4411
	Comedor	2,0000	4,0000	2,5750	2,9750	1,2422	1,2875	1,4875	438,2125	301,5779
	Cocina	2,0000	2,0000	2,6000	1,6000	0,7747	1,3000	0,8000	523,0774	359,9819
	Pasillo 1	5,0000	1,0000	2,4780	1,4000	0,6978	1,2390	0,7000	185,5413	120,8245
	Pasillo 2	1,0000	1,0000	2,2500	1,5500	0,6804	1,1250	0,7750	175,4839	114,2751
Pasillo 3	1,0000	2,0000	1,1500	2,3750	0,6804	0,5750	1,1875	224,0732	145,9165	

CÁLCULOS DE ILUMINACION PISO 5									
PLANTA	ESPACIO	Hm (m)	Hp(m)	Em (lux)	n bombillas	$\phi L$ (lum)	I (cd)	(Lm) reales	tubo
QUINTO	Administración	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2600,0000	T8-FO32W
	Oficina 1	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2600,0000	T8-FO32W
	Oficina 2	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2600,0000	T8-FO32W
	Oficina 3	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2600,0000	T8-FO32W
	Oficina 4	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2600,0000	T8-FO32W
	Oficina 5	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2600,0000	T8-FO32W
	Oficina 6	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2600,0000	T8-FO32W
	Oficina 6	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2600,0000	T8-FO32W
	Oficina 7	2,2340	0,7000	500,0000	2,0000	4990,7560	1247,6890	2600,0000	T8-FO32W
	Espera 1	2,6340	0,3000	100,0000	2,0000	1387,5912	346,8978	780,0000	CF13DD/E/841 4PIN
	Pasillo	2,9340	0,0000	100,0000	2,0000	1721,6712	430,4178	1250,0000	CF18DD/E/841 4PIN
	Espera 2	2,6340	0,3000	100,0000	2,0000	1387,5912	346,8978	780,0000	CF13DD/E/841 4PIN
	Pasillo escalera	2,9340	0,0000	100,0000	2,0000	1721,6712	430,4178	1250,0000	CF18DD/E/841 4PIN

PLANTA	ESPACIO	Ik (cd/lm)	L (m)	W (m)	RCL	RCP	fdll	fdlb	fb
<b>QUINTO</b>	<b>Administración</b>	239,9402	4,2200	2,7200	6,7535	2,1161	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Oficina 1</b>	239,9402	3,0500	2,8000	7,6516	2,3975	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Oficina 2</b>	239,9402	3,0500	2,8000	7,6516	2,3975	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Oficina 3</b>	239,9402	5,2000	2,6300	6,3952	2,0039	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Oficina 4</b>	239,9402	3,1800	2,6300	7,7597	2,4314	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Oficina 5</b>	239,9402	3,1900	3,0600	7,1519	2,2410	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Oficina 6</b>	239,9402	1,1500	3,0000	13,4364	4,2101	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Oficina 6</b>	239,9402	1,2700	1,7000	15,3659	4,8147	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Oficina 7</b>	239,9402	2,7900	3,0300	7,6901	2,4096	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Espera 1</b>	222,3704	2,0700	4,7600	9,1291	1,0398	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Pasillo</b>	172,1671	1,3700	13,6800	11,7804	0,0000	0,9300	0,7400	0,8700
	<b>Espera 2</b>	222,3704	1,9000	3,0600	11,2355	1,2797	0,8800	0,7400	0,9600
	<b>Pasillo escalera</b>	172,1671	2,2600	1,7500	14,8740	0,0000	0,8800	0,7400	0,9600

PLANTA	ESPACIO	pcl	pcp	pct	Cu	nL	S (m)	ncol(calculado)	nfil(calculado)
QUINTO	Administración	0,5000	0,2000	0,7000	0,4423	4,1675	1,6596	1,6389	2,5428
	Oficina 1	0,5000	0,2000	0,7000	0,4039	3,3953	1,5860	1,7655	1,9231
	Oficina 2	0,5000	0,2000	0,7000	0,4039	3,3953	1,5860	1,7655	1,9231
	Oficina 3	0,5000	0,2000	0,7000	0,4602	4,7721	1,6929	1,5536	3,0717
	Oficina 4	0,5000	0,2000	0,7000	0,3996	3,3611	1,5774	1,6673	2,0159
	Oficina 5	0,5000	0,2000	0,7000	0,4239	3,6979	1,6247	1,8834	1,9634
	Oficina 6	0,5000	0,2000	0,7000	0,3200	1,7314	1,4116	2,1253	0,8147
	Oficina 6	0,5000	0,2000	0,7000	0,3200	1,0835	1,4116	1,2043	0,8997
	Oficina 7	0,5000	0,2000	0,7000	0,4024	3,3739	1,5829	1,9142	1,7626
	Espera 1	0,5000	0,2000	0,7000	0,3077	3,4282	1,6953	2,8077	1,2210
	Pasillo	0,5000	0,2000	0,7000	0,2682	4,6687	2,0036	6,8278	0,6838
	Espera 2	0,5000	0,2000	0,7000	0,2594	2,2981	1,5906	1,9238	1,1945
	Pasillo escalera	0,5000	0,2000	0,7000	0,2500	1,0122	1,9767	0,8853	1,1433

PLANTA	ESPACIO	ncol	nfil	e (m)	s´ (m)	s/Hm	e/2 (m)	s´/2 (m)	Emo(Lx)	Emf(Lx)
<b>QUINTO</b>	<b>Administración</b>	2,0000	2,0000	1,3600	2,1100	0,7429	0,6800	1,0550	697,3370	479,9073
	<b>Oficina 1</b>	2,0000	2,0000	1,4000	1,5250	0,7099	0,7000	0,7625	855,9281	589,0497
	<b>Oficina 2</b>	2,0000	2,0000	1,4000	1,5250	0,7099	0,7000	0,7625	855,9281	589,0497
	<b>Oficina 3</b>	2,0000	3,0000	1,3150	1,7333	0,7578	0,6575	0,8667	913,4802	628,6570
	<b>Oficina 4</b>	2,0000	2,0000	1,3150	1,5900	0,7061	0,6575	0,7950	864,6458	595,0492
	<b>Oficina 5</b>	2,0000	2,0000	1,5300	1,5950	0,7273	0,7650	0,7975	785,8841	540,8454
	<b>Oficina 6</b>	2,0000	1,0000	1,5000	1,1500	0,6319	0,7500	0,5750	839,2348	577,5614
	<b>Oficina 6</b>	1,0000	1,0000	1,7000	1,2700	0,6319	0,8500	0,6350	670,5327	461,4606
	<b>Oficina 7</b>	2,0000	2,0000	1,5150	1,3950	0,7086	0,7575	0,6975	861,3693	592,7944
	<b>Espera 1</b>	3,0000	1,0000	1,5867	2,0700	0,6436	0,7933	1,0350	127,1563	87,5090
	<b>Pasillo</b>	5,0000	1,0000	2,7360	1,3700	0,6829	1,3680	0,6850	155,6188	107,0968
	<b>Espera 2</b>	2,0000	1,0000	1,5300	1,9000	0,6039	0,7650	0,9500	133,6424	87,0279
<b>Pasillo escalera</b>	1,0000	1,0000	1,7500	2,2600	0,6737	0,8750	1,1300	151,7067	98,7914	