# TABLA DE CONTENIDO

1. SINTESIS DEL PROYECTO. ..... 2
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ..... 2
2.1OBJETO. ..... 2
2.2CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION. ..... 2
2.3NORMATIVIDAD APLICABLE. ..... 2
2.4ALCANCE. ..... 3
2.5REDES DE BAJA TENSION. ..... 3
2.6ACOMETIDAS. ..... 3
2.7INSTALACIONES INTERNAS Y EXTERNAS. ..... 3
2.7.1 Tipo de Cable a utilizar para voz y datos. ..... 3
2.7.2 Tipo de Cable a utilizar para televisión. ..... 4
2.7.3 Bandejas portacables. ..... 4
2.7.4 Cajas de Inspección. ..... 4
2.7.5 Rack. ..... 5
2.7.6 Switch de red. ..... 5
2.7.7 Router. ..... 6
2.7.8 UPS. ..... 6
2.7.9 Cámaras de CCTV. ..... 7
2.7.10 DVR. ..... 7
3. MEMORIAS DE CÁLCULO. ..... 7
3.1MONOGRAFIA DEL PROYECTO. ..... 7
3.2PARÁMETROS DE DISEÑO. ..... 7
3.3ANÁLISIS DE ARMÓNICOS. ..... 8
3.4ANÁLISIS DE RIESGO ELÉCTRICO. ..... 8
3.5SELECCIÓN DE CONDUCTORES. ..... 13
3.6CÁLCULO DE DUCTOS. ..... 13
3.7ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN. ..... 14

UNA VEZ VIABILIZADO EL PROYECTO NO SE PUEDEN REALIZAR MODIFICACIONES AL COMPONENTE DE VOZ Y DATOS SIN LA AUTORIZACIÓN DEL PROFESIONAL.

**INGENIERO:**

RUBEN DARIO ROJAS NIÑO
MT. PROF. N· BY250-117109

C.C. 1.052.397.922 de Duitama

# 1. SINTESIS DEL PROYECTO.

En la tabla 1 se muestra la información general o reseña del proyecto a ser desarrollado, cálculo y diseño de la instalación de voz y datos para proyecto de bloque de aulas educativas, ubicado en perímetro urbano del municipio de Puna (Boyacá).

*Tabla 1.* Síntesis del Proyecto.

| INFORMACIÓN | OBSERVACIÓN |
|---|---|
| *NUMERO DE USUARIOS* | Se tendrá 1 panel de distribución de red para la instalación del bloque de aulas y espacio administrativo. De la cuenta destinada por la universidad se especifica un rack donde se ubicarán switch, patch panel, routers, y demás elementos para la distribución de puntos en la instalación estructurada. |
| *LINEAS Y REDES* | La acometida de redes dependerá de lo dispuesto por la institución, se realiza de forma subterránea hasta la entrada del edificio donde de aquí en adelante se llevará en bandejas aéreas y cajas de inspección distribuidas, de esta manera llevar la acometida hasta el rack principal y distribuir las instalaciones internas. |
| *CANTIDAD DE GABINETES* | Se necesita un rack en el cual se colocará 2 Switch de 24 salidas con regletas o patch panel de expansión para reservas, un router, UPS, modem, etc. |

# 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

## 2.1 OBJETO.

Realizar los cálculos pertinentes para el diseño de instalaciones de red estructurada de edificaciones residenciales, comerciales e industriales y educativas que cumplan con las normativas existentes y con vigencia en el territorio nacional. Además de adjuntar planos de conexión de la construcción ubicada en zona urbana del municipio de Pauna (Boyacá).

## 2.2 CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION.

El proyecto realiza el cálculo de una zona educativa de carácter básica media del municipio de Pauna que consta de varias zonas de adecuación de red estructurada: zonas de aulas de informática, zonas de exposición, baterías de baños, áreas administrativas, archivos, recepción de medios magnéticos, cocina y comedor. Se diseñará con zonas de control donde ubicará un rack de distribución de la red estructurada, también contará con zonas de distribución de circuito cerrado de televisión y seguridad del edificio.

## 2.3 NORMATIVIDAD APLICABLE.

El diseño se realiza de acuerdo con los requerimientos de las normas aplicables para instalaciones de red estructurada, Reglamento Técnico para redes internas de telecomunicaciones RITEL, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (2014), y las normas de diseño de la EBSA S.A. E.S.P.

## 2.4 ALCANCE.

Este diseño eléctrico comprende:

- Evaluación de riesgo eléctrico.
- Cálculo de ocupación de canalizaciones.
- Planos de red estructurada.
- Especificaciones técnicas y fichas técnicas de elementos a utilizar.

## 2.5 REDES DE BAJA TENSION.

El suministro de baja tensión debe cumplir con los requerimientos de tensión demandada por la instalación de voz y datos, en conjunto con las salidas especiales de tomacorrientes y por los diferentes tipos de cargas, para un funcionamiento efectivo, el requerimiento de tensión va a ser de 220/127V para zonas urbanas y derivados de un transformador trifásico.

## 2.6 ACOMETIDAS.

El servicio principal será proporcionado por el colegio, de esta depende el punto de conexión de voz y datos, además estos definen si se debe subcontratar o que empresa de servicio de internet les va a prestar la comunicación externa, una vez dentro la acometida será llevada en cable UTP de categoría 6, por medio de bandejas aéreas y con cajas de inspección para empalmes y mantenimiento del cable, hasta llegar al rack de servicio donde estarán dispuestos todos los elementos pertinentes para la distribución de internas del bloque de aulas de la institución.

## 2.7 INSTALACIONES INTERNAS Y EXTERNAS.

En las instalaciones internas podemos encontrar los siguientes elementos constructivos de la red estructurada.

### 2.7.1 Tipo de Cable a utilizar para voz y datos.

Se seleccionará un cable UTP cat6 con esta se puede crear una infraestructura a velocidades de hasta 1000 Mbps. El calibre más común de este tipo de cable es 23 AWG, el cual garantiza una instalación adecuada, fácil de realizar, además sencilla de mantener.



*Figura 1.* Cable UTP cat6 para uso de interiores.

### 2.7.2 Tipo de Cable a utilizar para televisión.

Es un cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, uno central, llamado núcleo, encargado de llevar información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla, blindaje o trenza, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Entre ambos se encuentra una capa aislante dieléctrica, de cuyas características dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto suele estar protegido por una cubierta aislante. En este proyecto se utilizará para la conexión del sistema de televisión.



*Figura 2.* Cable coaxial para el circuito de televisión.

### 2.7.3 Bandejas portacables.

Las bandejas utilizadas son elementos de alta resistencia, flexibles, de fácil instalación y montaje, están fabricadas con mallas de varillas de acero electrosoldadas según norma UNE-EN 12329:2001, usada principalmente para interiores y sirve tanto para cables de datos como de potencia.

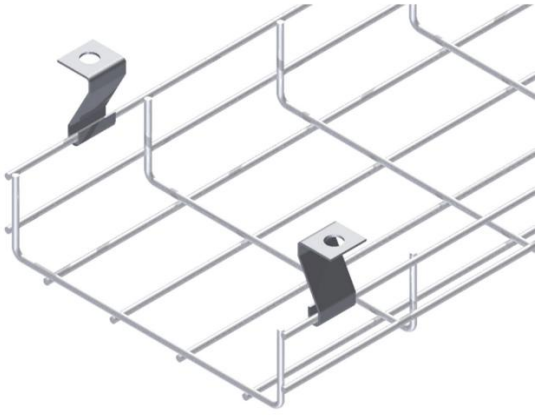


*Figura 3.* Bandeja Portacable para comunicaciones.

### 2.7.4 Cajas de Inspección.

En el cielo raso de la instalación se instalarán tapas para inspección de las redes estructuradas, de esta manera realizar conexiones, empalmes y fácil mantenimiento de los cables que vayan por encima del techo sobrepuesto.



*Figura 4.* Cajas de inspección para sistema estructurado.

### 2.7.5 Rack.

El rack es el tipo de compartimiento destinado para el aseguramiento de equipos de una manera eficiente y ordenada, así evitar malas conexiones provocados por mala disposición de cableado estructurado. Algunas características son: tapa superior punzonada para instalación de 4 ventiladores de 4", Cal. del cajón es 18 CR, 4 parales Cal. 14 CR, pintura electrostática color Negro cofrado y sus dimensiones (cm) son alto: 210, ancho: 60 y profundidad: 60.



*Figura 5.* Rack.

### 2.7.6 Switch de red.

Este switch de red cuenta con una capacidad de conmutación de 48 Gbps. Este permite transferir datos entre los diferentes dispositivos que forman la LAN, o red local, de una manera eficiente y así mejora el ritmo del servidor de red y sus conexiones troncales. Se escogerán 2 switch de red de 24 puertos RJ-45 para la instalación en el rack, si se necesitan más puertos se extenderán con patch panel que irán empotrados en el rack.



*Figura 6.* Switch de red.




*Figura 7.* Patch Panel Cat 6.

### 2.7.7 Router.

Los routers guían y dirigen los datos de red mediante paquetes que contienen varios tipos de datos, como archivos, comunicaciones y transmisiones simples como interacciones web. Los paquetes de datos tienen varias capas o secciones; una de ellas transporta la información de identificación, como emisor, tipo de datos, tamaño y, aún más importante, la dirección IP (protocolo de Internet) de destino. El router lee esta capa, prioriza los datos y elige la mejor ruta para cada transmisión. Se elegirá un router comercial con las mejores características para el tipo de instalación.



*Figura 8.* Router.

### 2.7.8 UPS.

Es un dispositivo que, gracias a sus baterías y otros elementos almacenadores de energía, durante un apagón eléctrico puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado a todos los dispositivos que tenga conectados. Otra función que se puede añadir a estos equipos es mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en caso de usar corriente alterna. Para el proyecto desarrollado de la universidad se escogerá una UPS para el sistema de comunicaciones de 2kVA, de esta manera mantener la energía de los Switch evitando que se apaguen y ocasionen daños en el sistema de red de la universidad.



*Figura 9.* UPS.

### 2.7.9 Cámaras de CCTV.

Es un dispositivo con el cual se dará seguridad al bloque de archivo de la universidad, es indispensable para mantener la vigilancia desde un punto de monitoreo central mostrado en los planosanexos.




*Figura 10.* Cámara tipo domo de CCTV.

### 2.7.10 DVR.

es un dispositivo de grabación de vídeo en formato digital. Se podría considerar como un decodificador de televisión más sofisticado y con capacidad de grabación. Un DVR se compone, por una parte, del hardware, que consiste principalmente en un disco duro de gran capacidad, un microprocesador y los buses de comunicación; y por otra, del software, que proporciona diversas funcionalidades para el tratamiento de las secuencias de vídeo recibidas, acceso a guías de programación y búsqueda avanzada de contenidos. Se utilizará un DVR de 32 canales



*Figura 11.* DVR.

## 3. MEMORIAS DE CÁLCULO.

### 3.1 MONOGRAFIA DEL PROYECTO.

En este proyecto se presentarán cálculos para el diseño de instalaciones de red estructurada con el cual se busca la solicitud de servicio para una entidad de educación media básica. La planimetría se presenta anexa a la memoria de cálculo, y en esta se detalla la conexión de dispositivos de comunicaciones.

### 3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO.

Algunos parámetros iniciales de diseño fueron: plano de obra civil de la construcción y área de ocupación del bloque de aulas del colegio Nacionalizado de Pauna con todos sus espacios comunes, también se mostraban dimensiones de la obra en todas sus zonas de administración y ubicación del cuarto de monitoreo donde se diseñaron los tableros o el rack de distribución de las diferentes zonas de administración y aulas educativas.

## 3.3 ANÁLISIS DE ARMÓNICOS.

Las perturbaciones Armónicas, se presentan por aparatos electrónicos conectados a las instalaciones eléctricas a base de rectificadores, diodos, etc., que produzcan algún tipo de variación en las frecuencias de las señales sinusoidales, dado esto los armónicos son producidos por la conexión de cargas no lineales, que absorben corrientes no sinusoidales. En algunos casos mejoran la calidad de vida de las personas, pero aumentan la contaminación en la señal corriente del sistema eléctrico, lo que puede influir en el funcionamiento de algunas máquinas eléctricas en el sistema. En la instalación residencial sometida a análisis se hace innecesario el cálculo de armónicos presentes en la red, ya que en esta no se tienen esos elementos que producen armónicos como variadores de velocidad, convertidores AC/DC, etc., y aunque se tienen motores, y lámparas fluorescentes que producen pequeñas perturbaciones armónicas, no influyen mucho en el sistema total eléctrico, por lo que no sería necesario realizar dicho análisis.

## 3.4 ANÁLISIS DE RIESGO ELÉCTRICO.

A partir de la entrada en vigencia del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, todas las instalaciones eléctricas en general y las de uso final, tales como, las residenciales, comerciales, industriales y especiales deberán cumplir con lo dispuesto en el capítulo 9 de este reglamento. Este tema cobra importancia ya que en el desarrollo de la profesión se han presentado un gran número de accidentes de origen eléctrico, por lo que se hizo de vital importancia un análisis y evaluación para la prevención de accidentes y la protección de cualquier ser vivo principalmente.

En esta sección de la memoria de cálculo se anexa de manera completa y detallada, la evaluación y la metodología utilizada para implementar una matriz de análisis de riesgos para una instalación eléctrica trifásica conformada por un transformador que va a alimentar del proyecto para el bloque de aulas educativas ubicado en el municipio de Pauna (Boyacá), utilizando como referencia el artículo 9 del capítulo del RETIE Reglamento técnico de instalaciones eléctricas.

A medida que el uso de la electricidad se va incrementando y se hace esencial para el desarrollo de la vida cotidiana, la normativa y la reglamentación se debe ir regulando de mejor manera, de esta forma se podrá prevenir cualquier tipo de accidente de origen eléctrico con gran porcentaje de certeza, ya que con el simple hecho de tomar un conjunto de condiciones de riesgo conocidos y realizar un análisis detallado en el que se puedan diagnosticar posibles fallas, causas y efectos de la instalación, se puede controlar de forma más eficaz la posibilidad de surgimiento de un accidente de origen eléctrico. Los accidentes con origen eléctrico pueden ser producidos por: contactos directos (bipolar o fase-fase, fase-neutro, fase-tierra), contactos indirectos (inducción, contacto con masa energizada, tensión de paso, tensión de contacto, tensión transferida), impactos de rayo, fulguración, explosión, incendio, sobrecorriente y sobretensiones. Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1 mA), de reacción a soltarse (10 mA) y de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) son valores muy bajos; la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la pérdida de algún miembro o función del cuerpo humano. Por esto si no se toman las medidas adecuadas, ya que el nivel de utilización de electricidad en este tipo de instalación residencial es alto y la concentración de personas es medianamente alta, la frecuencia de exposición al riesgo aumenta su nivel, y podría alcanzar niveles altos. El umbral de fibrilación ventricular depende de parámetros fisiológicos y eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales de corriente de menos de 0,2 segundos, se aplican solamente durante el período vulnerable del ciclo cardíaco. Tal y como se observa en la figura 13, tomada de la NTC 4120, con referente IEC 60479-2, que detalla las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.

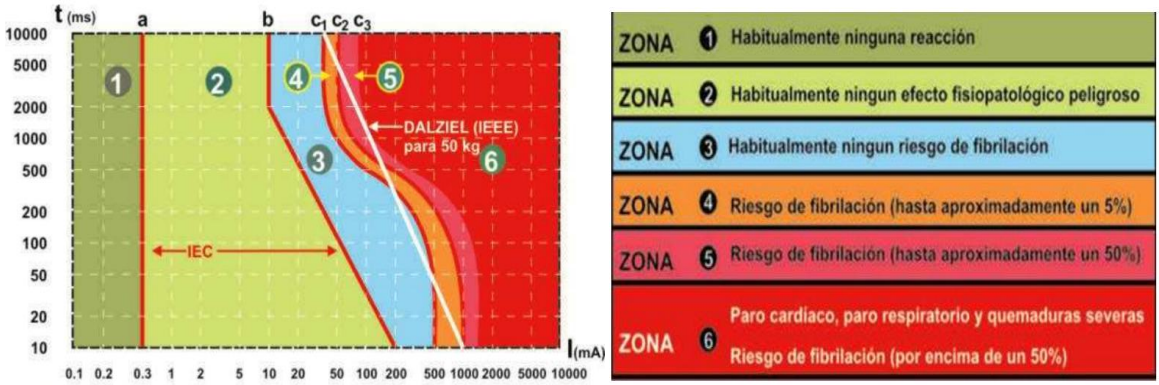



*Figura 13. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz*

Ya que el cuerpo humano es un buen conductor de la electricidad. Para efectos de cálculos, se ha normalizado la resistencia como 1000Ω. En estudios más profundos del cuerpo humano se ha analizado como impedancias (Z) que varían según diversas condiciones (ver figura 14). Los órganos como la piel, los músculos, etc., presentan ante la corriente eléctrica una impedancia compuesta por elementos resistivos y capacitivos.

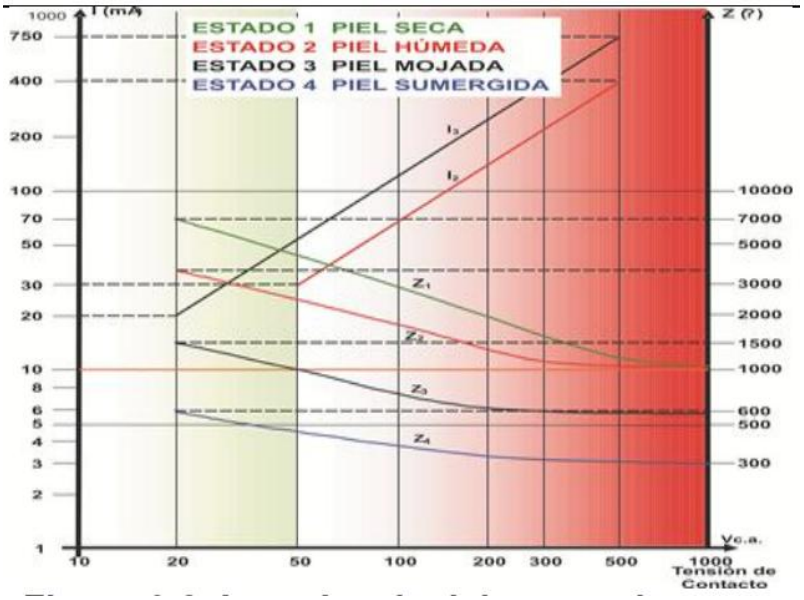



*Figura 14. Impedancia del cuerpo humano.*

Entre los parámetros de riesgo eléctrico se debe remitir al artículo 9 del RETIE, en la cual se designan condiciones de prevención de accidentes y nivel de riesgo eléctrico, con esto disminuir o mitigar las posibilidades de accidentes de origen eléctrico, dando cumplimiento a los requerimientos establecidos por el reglamento de instalaciones eléctricas RETIE. La metodología utilizada es la descrita en el numeral 9.2.1, matriz de análisis de riesgos del RETIE. Los resultados obtenidos de acuerdo al análisis se presentan en la figura 15 y 16, y es denominado: Análisis de riesgo.

En primera instancia analizaremos la posibilidad de riesgo en la manipulación de conexión del transformador, hay que prestar especial atención en este ítem, ya que se realizará la conexión en MT de un transformador con sus respectivas protecciones por lo que se tendrá que manejar tensiones cercanas a los 13,2 kV. Si no se cuenta con la experiencia adecuada pueden ocurrir fenómenos como los arcos eléctricos a la hora de la conexión en MT, con esto vienen accidentes mayormente relacionados con quemaduras si no se cuenta con los elementos de protección adecuados.

En la empresa ha habido algunos casos, pero con la implementación de nuevas normas y reglamentación estos casos se han visto reducido casi al mínimo, por lo que el nivel de riesgo es medio, y se puede prevenir utilizando todos los equipos de protección y manteniéndolos en regla. Otras consecuencias podrían ser:

- **A nivel económico**, si ocurre este evento puede haber interrupciones breves que lleven a cortes de energía y algunos costos extras en mantenimiento.
- En el **ámbito ambiental** cada vez que se presenta un arco eléctrico este desprende gases contaminantes pero de efecto menor.
- Puede influir en la **imagen de la empresa** a nivel regional, ya que la empresa de energía es la prestadora de energía de todo el departamento. Todo esto se puede solucionar con el desarrollo de buenas prácticas en la conexión del trasformador y el cumplimiento de las reglas de Oro.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Riesgo a Evaluar** | QUERMADURAS **EVENTO O EFECTO** | por | ARCOS ELÉCTRICOS **FACTOR DE RIESGO** | en | MANIPULACIÓN DEL TRANSFORMADOR **FUENTE** | | | | | |
| Potencial ☐ | | Real X | | | FRECUENCIA | | | | | |
| | En personas | Económicas | Ambientales | En la imagen de la empresa | | E | D | C | B | A |
| | | | | | | No ha ocurrido en el sector | Ha ocurrido en el sector | Ha ocurrido en la Empresa | Sucede varias veces al año en la | Sucede varias veces al año en la |
| Consecuencias | Una o mas muertes | Daño grave en infraestructura. Interrupción regional. | Contaminación irreparable | Internacional | 5 | ALTO | ALTO | ALTO | ALTO | MUY ALTO |
| | Incapacidad parcial permanente | Daños mayores, Salida de Subestación | Contaminación mayor | Nacional | 4 | MEDIO | MEDIO | MEDIO | ALTO | ALTO |
| | Incapacidad Temporal (>1 día) | Daños severos. Interrupción temporal | Contaminación localizada | Regional | 3 | BAJO | MEDIO | MEDIO | MEDIO | ALTO |
| | Lesión menor (sin incapacidad) | Daños Importantes. Interrupción breve | Efecto menor | Local | 2 | BAJO | BAJO | MEDIO | MEDIO | MEDIO |
| | Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) | Daños leves, No interrupción | Sin efecto | Interna | 1 | MUY BAJO | BAJO | BAJO | BAJO | MEDIO |
| Evaluador | ING. RUBEN DARIO ROJAS NIÑO | | | MP | BY250-117109 | | Fecha | 15/11/2022 | | |

*Figura 15. Matriz de Análisis de riesgo (manipulación del transformador).*

Luego, encontramos los accidentes por posibles cortocircuitos en los tableros de medidores y en los tableros de distribución, estos pueden ocasionar quemaduras sino se tratan con cuidado y por expertos en el área, estos pueden ocurrir por fallas en los aislamientos, o por equipos defectuosos, se pueden tratar con protecciones de gran nivel, de buenos fabricantes, que eviten daños a las personas y a la instalación. Ya que una falla de este nivel, podría dejar incapacitado a una persona temporalmente, por lo que la manipulación debe ser realizado por personas capacitadas en el área, con sus respectivos elementos de protección personal, y si es necesario hacer uso de las distancias mínimas de seguridad. Por lo que se le categoriza en nivel medio de índice riesgo. Algunos ítems de riesgo más a evaluar son los siguientes:

- A **nivel económico (bajo),** si ocurre este evento puede haber interrupción temporal de energía si se accionan las protecciones
- A **nivel ambiental (bajo),** puede haber producción de gases contaminantes pero de efecto menor, en zonas controladas.

- Puede influir en la **imagen de la empresa (bajo)** en presencia de alguna falla se pueden tomar medidas respectivas internamente de la empresa a quién realizó la instalación. Esto puede ocurrir por fallas en los aislamientos, o por falta de un conductor de puesta a tierra. Ha ocurrido muy pocas veces en el sector, y es más por negligencia de los constructores de la instalación, por lo que el nivel de riesgo es bajo, y se puede prevenir con la separación de los circuitos, además de conexiones equipotenciales.

| **Riesgo a Evaluar** | QUERMADURAS<br>**EVENTO O EFECTO** | por | CORTOCIRCUITO<br>**FACTOR DE RIESGO** | en | TABLERO DE MEDIDORES Y DISTRIBUCION<br>**FUENTE** |
|---|---|---|---|---|---|

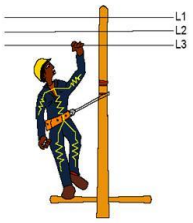
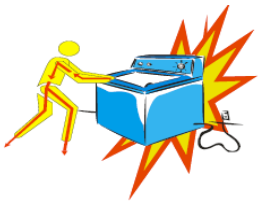
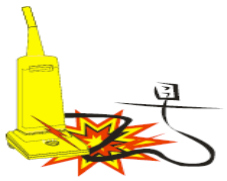
| Potencial [X] | Real [ ] | | | | FRECUENCIA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Consecuencias | En personas | Económicas | Ambientales | En la imagen de la empresa | | E<br>No ha ocurrido en el sector | D<br>Ha ocurrido en el sector | C<br>Ha ocurrido en la Empresa | B<br>Sucede varias veces al año en la | A<br>Sucede varias veces al año en la |
| | Una o mas muertes | Daño grave en infraestructura. Interrupción regional. | Contaminación irreparable | Internacional | 5 | ALTO | ALTO | ALTO | ALTO | MUY ALTO |
| | Incapacidad parcial permanente | Daños mayores, Salida de Subestación | Contaminación mayor | Nacional | 4 | MEDIO | MEDIO | MEDIO | ALTO | ALTO |
| | Incapacidad Temporal (>1 día) | Daños severos. Interrupción temporal | Contaminación localizada | Regional | 3 | BAJO | MEDIO | MEDIO | MEDIO | ALTO |
| | Lesión menor (sin incapacidad) | Daños Importantes. Interrupción breve | Efecto menor | Local | 2 | BAJO | BAJO | MEDIO | MEDIO | MEDIO |
| | Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) | Daños leves, No interrupción | Sin efecto | Interna | 1 | MUY BAJO | BAJO | BAJO | BAJO | MEDIO |

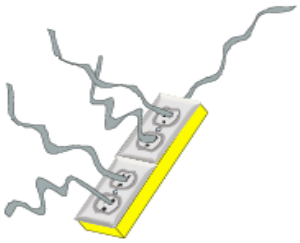
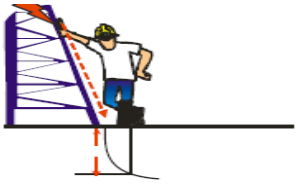
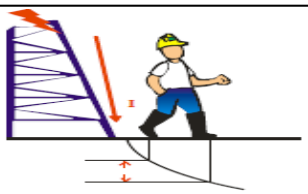
| Evaluador | ING. RUBEN DARIO ROJAS NIÑO | MP | BY250-117109 | Fecha | 15/11/2022 |
|---|---|---|---|---|---|

*Figura 16. Matriz de Análisis de riesgo (Cortocircuito).*

De acuerdo a la evaluación efectuada en la presente matriz de riesgo, arroja un resultado de RIESGO MEDIO. Se necesita Implementar una Protección básica que se ampliará adoptando las medidas adecuadas a fin de minimizar los riesgos de origen eléctrico. Estas medidas serán de carácter obligatorio y será directamente responsable el profesional encargado de la construcción de la obra eléctrica, o en su efecto el propietario, en el momento que haga caso omiso en la implementación de las mismas. Para la ejecución de todos los trabajos, El líder del grupo de trabajo diligencia el formulario, Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe del área aprueba el permiso de trabajo (PT) según procedimiento establecido, todo el personal a cargo de la labor debe portar todos los elementos de protección personal para la ejecución de la labor.

*Tabla 17.* Factores de riesgos más comunes y medidas adecuadas para minimizarlas.

| | |
|---|---|
|  | **ARCOS ELECTRICOS** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga , apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga si utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta. |
|  | **AUSENCIA DE ELECTICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema interrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Disponer de sistemas interrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática. |
|  | **CONTACTO DIRECTO** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Negligencia de Técnicos o impericia de no Técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento. |
|  | **CONTACTO INDIRECTO** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo. |
|  | **CORTOCIRCUITO** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles. |
|  | **ELECTRICIDAD ESTÁTICA** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Sistema de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos. |
|  | **EQUIPO DEFECTUOSO** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Mantenimiento predictivo, y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético. |

| | |
|---|---|
|  | **RAYOS** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre. |
|  | **SOBRECARGA** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores. |
|  | **TENSIÓN DE CONTACTO** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Puesta a tierra de baja resistencia, restricción de acceso, alta resistividad del piso, equipotencializar. |
|  | **TENSIÓN DE PASO** |
| | **POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla. |
| | **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Puesta a tierra de baja resistencia, restricción de acceso, alta resistividad del piso, equipotencializar. |

## 3.5 SELECCIÓN DE CONDUCTORES.

Para la selección de los conductores de alimentación de voz y datos se utiliza el siguiente método:

- Se seleccionó cable de tipo UTP debido a su facilidad de obtención y mantenimiento para la red estructurada, se seleccionó de categoría 6 pues que su conducción de datos es muy buena.
- Para el sistema de televisión se seleccionó cable coaxial, el cual es muy buena opción por su facilidad de obtención y precio, su uso es óptimo para la interconexión del sistema de televisión.

## 3.6 CÁLCULO DE DUCTOS.

En esta sección se calcularán los ductos necesarios en la instalación por donde van a ir los conductores desde el rack hasta los circuitos ramales finales de la instalación, es importante analizar este ítem, ya que podremos saber exactamente qué clase de ducto y de qué tamaño podremos utilizar para cada tipo de distribución de energía, lo que nos podría dar nociones del ducto perfecto, y gracias a esta noción quizá reducir costos en la implementación de la instalación. Con la ayuda de relaciones como en la Ec. 1 hallamos el área del ducto calculado, que luego se va a comparar con los encontrados comercialmente. En la tabla 18 se presentará el análisis realizado para encontrar los ductos que se van a seleccionar para la instalación en el bloque de archivos de la universidad y en donde el índice de ocupación máximo es del 40% según normativa nacional y si el ducto tiene más de dos curvas en su trayectoria, se incrementara el calibre del ducto para facilitar su instalación.

$$Area\ del\ ducto\ calculado = \frac{Area\ total\ de\ Conductores}{Indice\ de\ ocupación} \qquad Ec.1$$

*Tabla 18.* Selección de ductos para la Instalación.

| CALCULOS DE LOS DUCTOS | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CATEGORIA DE DUCTOS POR | Calibre Del Conductor (AWG) | Maximo Numero De cables | Diametro [in] | Area del Conductor [$in^2$] | Area total de Conductores [$in^2$] | Indice de Ocupacion | Area del Ducto Calculado [$in^2$] | Diametro Del Ducto Calculado [in] | Diametro del Ducto Comercial [in] | Ducto Seleccionado Por Convenienc ia y Curvas | Indice de ocupacion real |
| CABLE UTP CAT 6 | 23 | 1 | 0,276 | 0,060 | 0,120 | 0,4 | 0,299 | 0,617 | 0,75 | 3/4" | 0,271 |
| | 23 | 1 | 0,276 | 0,060 | | | | | | | |
| CABLE COAXIAL | 23 | 1 | 0,244 | 0,047 | 0,094 | 0,4 | 0,234 | 0,546 | 0,75 | 3/4" | 0,212 |
| | 23 | 1 | 0,244 | 0,047 | | | | | | | |

## 3.7 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

El contratista encargado de llevar a cabo la parte de construcción de la instalación, debe estar en la obligación de instalar materiales completamente nuevos y de la marca más óptima, que no sean susceptibles a daños con el paso del tiempo, y que tengan una vida útil productiva. Todo material que sea instalado debe tener conformidad RETIE y RITEL, y debe cumplir con las normativas vigentes y aplicables en el país. Todos los materiales deben ser instalados de acuerdo con los lineamientos de los diferentes fabricantes.

Se deberá colocar marcas de identificación en los diferentes aparatos y elementos eléctricos y de comunicación que lo necesiten (armarios para medidores, tableros de distribución, racks, etc.) con las cuales se indicaran los propósitos del elemento eléctrico. En los lugares o elementos donde se deban respetar distancias mínimas de trabajo y que deban ser operadas por operarios certificados, se deben colocar marcas de riesgo eléctrico y avisos restrictivos pertinentes al caso. A continuación, se mostraran algunas especificaciones de materiales:

- **Rack de servicio de comunicaciones:** se instalarán bajo condiciones ambientales como: humedad relativa del 90%, temperatura ambiente máxima de 30·C y una temperatura mínima de -2·C, a una temperatura ambiente promedio de 14·C. será instalado empotrado en el suelo y a alturas óptimas de trabajo. Su objetivo principal es alojar los dispositivos de comunicaciones como switches, patch panels, ups, etc. Deben ser manipulados por solo personal autorizado y deben ser funcionales además de evitar el uso fraudulento del sistema de red estructurada. Basado en normas como la NTC3444, NTC1156 y NTC3279. Los armarios deben ser construidos en lámina de acero Cold Rolled calibre 18 BWG (1,588 como mínimo). El grado de protección que deberá tener la envoltura exterior del armario deberá ser como mínimo IP33, según norma IEC60144 para instalación interior, es decir protegido contra cuerpos solidos de diámetro o espesor superior a 2.5mm y contra el agua que cae en forma de lluvia (ángulo inferior o igual a 60· respecto a la vertical).
- **Sistema de puesta a tierra:** todos los elementos conectados en la instalación deben estar correctamente aterrizados a tierra, con esto garantizar la seguridad de las personas y de la instalación en sí, con la capacidad de despejar las fallas hacia tierra lo más rápido posible. Para la instalación de la puesta a tierra se debe regir de la NTC2050 y del RETIE en el artículo 15. Todas las tierras de la instalación deben quedar conectadas haciendo que solo exista una que despeje cualquier posible falla. Sirve para aterrizar las partes metálicas de equipos y pantallas metálicas de cables.
- **Tubería y accesorios:** los ductos que estén a la vista deben ser instalados en IMC y deben ser asegurados y soportadas mediante grapas galvanizadas del calibre adecuado y fijadas por pernos o chasos que soporten la carga de manera óptima. Los ductos que estén empotrados bajo techo falso, deben ser de PVC SCH 40, y todos los ductos que estén en piso o muros serán instalados en PVC y asegurados de la manera que el RETIE

lo indica. Las bandejas deben ser también certificadas y su instalación mecánica debe estar de acuerdo a lo indicado por el fabricante.

- **Cajas para salidas de aparatos:** todas las cajas en las que se instalaran aparatos, deben ser de lámina calibre # 20 como mínimo o plásticas certificadas para tal trabajo. Para las salidas de comunicaciones metálicas se utilizarán cajas rectangulares tipo 5800, todas con su debido aterrizaje a tierra.