MEMORIAS DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.



Firma de ingeniero diseñador
Luis Alfredo Martínez Cuellar
Ingeniero electricista
MP. NS205-131919

ARAUCA OCTUBRE 2024.

Calle 13 # 41-37 Arauca, Arauca
ingluisalfredo6@gmail.com Cel: 3174495546

TABLA DE CONTENIDO

Índice de tablas. 3
Índice de imágenes. 3
Resumen. 4
Listado RETIE según artículo 10.1.1. 5
Premisas técnico-legales. 7
Objetivos. 8
Definiciones. 8
Diseño eléctrico detallado según RETIE. 10
8.1 Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos. 10
8.2 Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico. 10
8.2.1 Análisis de coordinación de aislamiento en baja tensión. 10
8.2.2 Análisis de coordinación de aislamiento en media tensión. 10
8.2.3 Definición de corriente de cortocircuito. 10
8.2.4 Cálculo de corriente de cortocircuito. 11
8.2.5 Análisis de resultados. 11
8.3 Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos. 12
8.4 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos. 14
8.4.1 Análisis de nivel de riesgo. 14
8.4.2 Control de riesgos. 20
8.5 Análisis del nivel tensión requerido. 22
8.5.1 Características de tensión de la acometida y subacometidas. 22
8.6 Cálculo de campos electromagnéticos. 23
8.7 Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga. 23
8.8 Cálculo de sistema de puesta a tierra. 23
8.8.1 Medición de resistividad aparente. 23
8.8.2 Medida de puesta a tierra. 24
8.9 Verificación de los conductores. 25
8.10 Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. 25
8.11 Cálculos de canalizaciones. 28
8.12 Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia. 29
8.13 Cálculos de regulación. 30
8.14 Clasificación de áreas. 31
8.15 Elaboración de diagramas unifilares. 32
8.16 Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción. 32
8.17 Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares. 32
8.18 Establecer las distancias de seguridad requeridas. 33

Índice de tablas.

Tabla 1. Listado RETIE de diseño detallad. 6
Tabla 2. Cuadro de carga general. 10
Tabla 3. Corrientes de cortocircuito en el secundario del transformador. 11
Tabla 4. Factor de riesgo por arcos eléctricos y contacto directo. 15
Tabla 5. Factor de riesgo por contacto indirecto y riesgo por cortocircuito. 16
Tabla 6. Factor de riesgo por Equipo defectuoso y riesgo por sobrecarga. 17
Tabla 7. Factor de riesgo por tensión de contacto y tensión de paso. 18
Tabla 8. Factor de riesgo por electricidad estática y riesgo por equipo defectuoso. 19
Tabla 9. Procedimientos para la gestión de riesgos. 20
Tabla 10. Factores de corrección según el tipo de sistema. 31
Tabla 11. Constantes K para diferentes sistemas. 31

Índice de imágenes.

Imagen 1. Descripción general del proyecto. 4
Imagen 2. Datos generales y de cálculo del proyecto. 12
Imagen 3. Nivel ceraunico en Arauca. 13
Imagen 4. Resultados de estudio del riesgo. 13
Imagen 5. Análisis de esfera rodante. 14
Imagen 6. Riesgos eléctricos más comunes. 22
Imagen 7. Método de cálculo para resistividad aparente. 24
Imagen 8. Cálculo de resistencia aparente. 24
Imagen 9. Ilustración de la SPT existente. 25
Imagen 10. Diagrama unifilar tablero general. 26
Imagen 11. Coordinación entre protección principal y derivaciones principales. 26
Imagen 12. Coordinación entre protección principal y circuitos generales. 27
Imagen 13. Tubería de acometida de coliseo. 28
Imagen 14. Circuitos de iluminación y tomacorrientes. 29

Resumen.

Elaborar el diseño y las memorias de cálculo de las instalaciones eléctricas (Red General en B.T.) para suministrar energía al proyecto de inversión "**CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**. el cual se compone de una instalación de acometida en baja tensión desde transformador existente, bajando a tablero general existente con espacio para derivación de subacometidas de tableros proyectados para la distribución de circuitos generales de tomas e iluminación de cancha cubierta con camerinos y área administrativa.

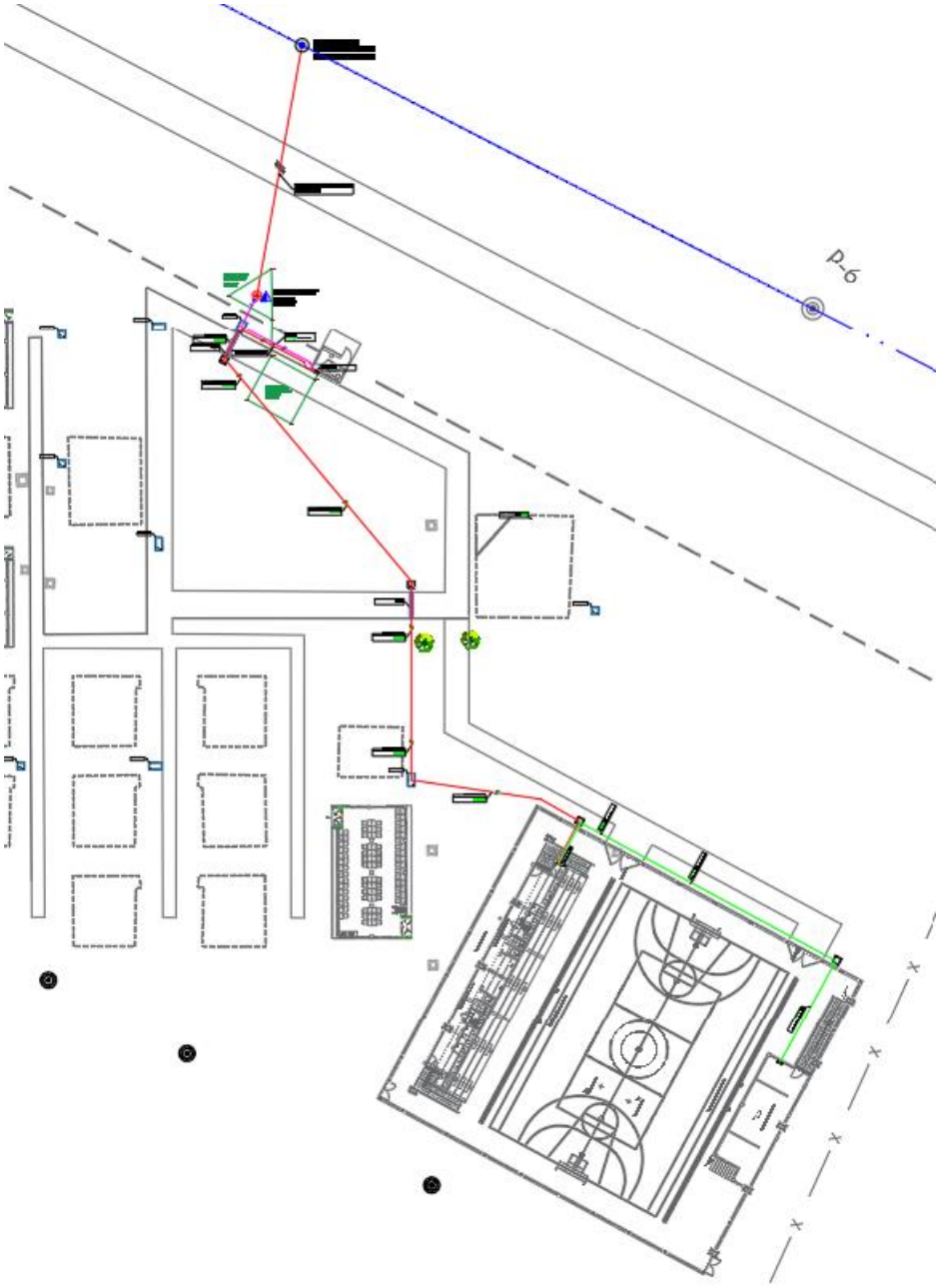


Imagen 1. Descripción general del proyecto.

Listado RETIE según artículo 10.1.1.

El Diseño detallado debe ser ejecutado por profesionales de la ingeniería cuya especialidad esté relacionada con el tipo de obra a desarrollar y la competencia otorgada por su matrícula profesional, conforme a las Leyes 51 de 1986 y 842 de 2003. Las partes involucradas con el diseño deben atender y respetar los derechos de autor y propiedad intelectual de los diseños. La profundidad con que se traten los temas dependerá de la complejidad y el nivel de riesgo asociado al tipo de instalación y debe contemplar los ítems que le apliquen de la siguiente lista:

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN DE DISEÑOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO DE DISEÑO DETALLADO			
Numero	**DESCRIPCIÓN**	SI	NA
1	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	X	
2	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.	X	
3	Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	X	
4	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	X	
5	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	X	
6	Análisis del nivel tensión requerido.	X	
7	Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1.		X
8	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.		X
9	Cálculo del sistema de puesta a tierra.	X	
10	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.		X
11	Calculo mecánico de estructura y de elementos de sujeción		X
12	Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.		X
13	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.	X	
14	Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).	X	

15	Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	X	
16	Cálculos de regulación.	X	
17	Clasificación de áreas.		X
18	Elaboración de diagramas unifilares.	X	
19	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	X	
20	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	X	
21	Establecer las distancias de seguridad requeridas.		X
22	Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.		X
23	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.		X

Tabla 1. Listado RETIE de diseño detallad.

Dando cumplimiento al Artículo 10 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, el diseño detallado según el tipo de instalación y complejidad deberá cumplir los aspectos que le apliquen de la lista presentada a continuación. La profundidad con que se traten los ítems dependerá del tipo de instalación, para lo cual debe aplicarse el juicio profesional del responsable del diseño.

Cada ítem será tratado en los siguientes capítulos en donde se les dará desarrollo y justificación si es necesario para no ser realizado.

Premisas técnico-legales.

Según lo establecido en el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, cuyo objeto fundamental es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de los seres vivos y preservar el medio ambiente, además de señalar las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las instalaciones eléctricas aumentando su confiabilidad y calidad, se numeran algunas premisas sobre las que se enmarca la legislación técnica legal de las instalaciones eléctricas en Colombia:

El RETIE vigente en la edición de este documento, corresponde a la RESOLUCIÓN NÚMERO 40117 DE 02 ABR 2024. Cumplimiento a cabalidad del Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) vigente y/o aplicable, demás reglamentos y normas técnicas nacionales e internacionales conexas.

Deben ser realizadas por profesionales calificados y competentes de Colombia.
La máxima autoridad para dirimir cualquier duda o desviación técnica justificada sobre el RETIE es la Dirección de Energía del Ministerio de Minas y Energía.
Los productos eléctricos deben tener su respectivo certificado de conformidad técnica emitida por un Organismo de Certificación acreditado ante la Organización Nacional de Acreditación (ONAC); o en su defecto mediante las excepciones permitidas en el Anexo General del RETIE.
Se exceptúan del cumplimiento del presente reglamento y por ende de la demostración de la conformidad las instalaciones y productos de electrodomésticos, máquinas y herramientas, siempre que el equipo, máquina o sistema no se clasifique como instalación especial en la NTC 2050 Primera Actualización, o en el Anexo General del RETIE.

Objetivos.

De acuerdo con el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE RESOLUCIÓN NÚMERO 40117 DE 02 ABR 2024, como soporte de confiabilidad y seguridad, se elaboran los diseños eléctricos que forman parte del proyecto "CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA". Para su respectiva revisión, aprobación y consecución de recursos, que permita la construcción de la infraestructura eléctrica requerida evidenciada en este proyecto de inversión.

Definiciones.

Estos son los algunos conceptos básicos a tener en cuenta para el desarrollo e interpretación de la presente memorias de diseño.

Acometida: Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. En aquellos casos en que el dispositivo de corte esté aguas arriba del medidor, para los efectos del presente reglamento, se entenderá la acometida como el conjunto de conductores y accesorios entre el punto de conexión eléctrico al sistema de uso general (STN, STR o SDL) y los bornes de salida del equipo de medición.

Aislador: Elemento de mínima conductividad eléctrica, diseñado de tal forma que permita dar soporte rígido o flexible a conductores o a equipos eléctricos y aislarlos eléctricamente de otros conductores o de tierra.

Aislamiento eléctrico básico: Aislamiento aplicado a las partes vivas para prevenir contacto eléctrico.

Aislamiento funcional: Es el necesario para el funcionamiento normal de un aparato y la protección contra contactos directos.

Análisis de riesgos: Conjunto de técnicas para identificar, clasificar y evaluar los factores de riesgo. Es el estudio de consecuencias nocivas o perjudiciales, vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

Cable: Conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

Cable apantallado: Cable con una envoltura conductora alrededor del aislamiento que le sirve como protección electromecánica. Es lo mismo que cable blindado.

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

Carga normalizada: En referencia a cercas eléctricas. Es la carga que comprende una resistencia no inductiva de 500 ohmios ± 2,5 ohmios y una resistencia variable, la cual es ajustada para maximizar la energía de impulso en la resistencia.

Cargabilidad: Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

Capacidad de corriente: Corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor o equipo en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

Capacidad nominal: El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo o sistema eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas. En un sistema la capacidad nominal la determina la capacidad nominal del elemento limitador.

Capacidad o potencia instalada: También conocida como carga conectada, es la sumatoria de las cargas en kVA continuas y no continuas, previstas para una instalación de uso final. Igualmente, es la potencia nominal de una central de generación, subestación, línea de transmisión o circuito de la red de distribución.

Capacidad o potencia instalable: Se considera como capacidad instalable, la capacidad en kVA que puede soportar la acometida a tensión nominal de la red, sin que se eleve la temperatura por encima de 60 ºC para instalaciones con capacidad de corriente menor de 100 A o de 75 °C si la capacidad de corriente es mayor.

Arco eléctrico: Haz luminoso producido por el flujo de corriente eléctrica a través de un medio aislante, que produce radiación y gases calientes.

Aviso de seguridad: Advertencia de prevención o actuación, fácilmente visible, utilizada con el propósito de informar, exigir, restringir o prohibir.

Cable: Conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

Conductor energizado: Todo aquel que no está conectado a tierra.
Cortocircuito: Unión de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial del mismo circuito.

Electrodo de puesta a tierra: Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.
Equipotencializar: Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados.

Estructura: Todo aquello que puede ser construido o edificado, pueden ser fijas o móviles, pueden estar en el aire, sobre la tierra, bajo tierra o en el agua.

Instalación eléctrica: Conjunto de aparatos eléctricos, conductores y circuitos asociados, previstos para un fin particular: Generación, transmisión, transformación, conversión, distribución o uso final de la energía eléctrica. La cual, para los efectos del presente reglamento, debe considerarse como un producto terminado.

Diseño eléctrico detallado según RETIE.

8.1 Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.

Para el presente proyecto se desarrollan los siguientes cuadros de cargas donde se especifica la carga total instalada en la instalación además de los niveles de tensión y corrientes que se emplearan para el funcionamiento de la carga.

El presente cuadro también es anexado a los planos para una visualización mas clara.

TABLERO GENERAL TD2

PROYECTO: CIC PANAMA
DESTINO: MUNICIPIO DE ARAUQUITA.
TABLERO: TRIFÁSICO DE 12 CIRCUITOS (SP) CON ESPACIO PARA TOTALIZADOR

VOLTAJE: 208 Voltios
FASES: 3 FP 0.9

CIRCUITO	TOMA 180 VA	TOMA 220V (300VA)	REFLECTOR 70 W	REFLECTOR 200 W	PANEL LED 30W	PANEL LED 18W	LUMINARIA DE EMERGENCIA 12W	POTENCIA (VA)	FASES (VA) A	B	C	CORRIENTE POR CIRCUITO (A)	INTERRUP. POLO	AMP.	CONDUCTOR	CKT No.	TABLERO DESIGNAL	CKT No.	CONDUCTOR	INTERRUP. AMP.	INTERRUP. POLO	CORRIENTE POR CIRCUITO (A)	FASES (VA) A	B	C	POTENCIA (VA)	TOMA 180 VA	LUMINARIA EMERGENCIA	TOMA 220V (300VA)	REFLECTO R 70 W	REFLECTO R 200 W	PANEL LED 30 W	PANEL LED 18 W	LUMINARIA DE APLIQUE 10 W	CIRCUITO
ILUMINACIÓN BAÑO DE HOMBRE						14		280	280			2	1	20	CU(1X12F+12N+14T) AWG HF FR LS TC	1		2	CU(1X12F+12N+14T) AWG HF FR LS TC	20	1	2,33	280			280						14		ILUMINACIÓN BAÑO DAMAS
TOMAS BAÑOS DE HOMBRE	5							900		900		8	1	20	CU(1X12F+12N+14T) AWG HF FR LS TC	3		4	CU(1X12F+12N+14T) AWG HF FR LS TC	20	1	4,50		540		540	3							TOMAS BAÑO DE DAMAS
TOMA GFCI BAÑOS	2							360			360	3	1	20	CU(1X12F+12N+14T) AWG HF FR LS TC	5		6	CU(1X12F+12N+14T) AWG HF FR LS TC	20	1	1,39			167	167						5		ILUMINACIÓN EXTERIOR DE APLIQUE
ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA BAÑOS							7	35	35			0,29	1	20	CU(1X12F+12N+14T) AWG HF FR LS TC	7		8	CU(1X12F+12N+14T) AWG HF FR LS TC	20	1	1,11	133			133						4		ILUMINACIÓN PERIMETRAL
TABLERO TD1								7953	2651	2651	2651	22,10	3,00	40	CU(3X8F+8N+8T) AWG HF FR LS TC	9		10	CU(3X8F+8N+8T) AWG HF FR LS TC	40	3	10,25				3689								TABLERO TC
																11		12																
																13		14																
RESERVA																15		16																RESERVA
RESERVA																17		18																RESERVA
									2.966	3.551	3.011											TOTAL 2	413	540	167									
									413	540	167																								
									3.379	4.091	3.178																								
									10648																										

CORRIENTE NOMINAL:	39 A	ACOMETIDA DEL TABLERO: CU 3X2F+2N+6T AWG THHN
CORRIENTE MAX 125%:	37 A	PROTECCIÓN: 3X50A

Tabla 2. Cuadro de carga general.

Los cuadros de carga adicionales se anexan en planos eléctricos para una mejor apreciación.

8.2 Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

8.2.1 Análisis de coordinación de aislamiento en baja tensión.

Los conductores empleados con cubierta termoplástico libre de halógenos, este tipo de aislamiento se utilizará para las acometidas y diferentes circuitos, este conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es de 80°C y su tensión de servicio para todas las aplicaciones es de 600V. por lo que con este aislamiento cumplimos lo requerimientos establecidos para baja tensión.

8.2.2 Análisis de coordinación de aislamiento en media tensión.

Los niveles de aislamiento normalizados para redes de media tensión no se determinarán debido a que en este proyecto la conexión de la acometida se realizara por medio de la red existente.

8.2.3 Definición de corriente de cortocircuito.

Una corriente de cortocircuito es la corriente de falla en un equipo eléctrico, electrónico o electromecánico, donde la corriente pasa directamente de la fase al neutro o tierra, o entre fases, según se considere la instalación. Esta falla se debe principalmente al contacto entre fases.
Debido a que un cortocircuito puede causar importantes daños en las instalaciones eléctricas e incluso incendios en edificios, estas instalaciones están normalmente dotadas de fusibles o interruptores termomagnéticos a fin de proteger la integridad física de las personas y los equipos que forman parte de la instalación.

8.2.4 Cálculo de corriente de cortocircuito.

Se calcula la corriente de cortocircuito en el secundario del transformador existente en el punto de conexión más cercano, la cual es importante al momento de seleccionar las protecciones que despejarán la falla sin llegar a dañarse, ni permitir el daño a equipos aguas debajo.
Para calcular la corriente de cortocircuito se debe aplicar la siguiente formula:

$$Icc = \frac{In}{Zu}$$

Donde:
Icc= Corriente de cortocircuito
In= Corriente Nominal.
Zu= Impedancia del transformador en p.u.

La corriente nominal se calcula de la siguiente manera:

$$In = \frac{S}{V * \sqrt{3}}$$

8.2.5 Análisis de resultados.

Ahora aplicamos las ecuaciones descritas en la siguiente tabla para determinar la corriente de cortocircuito en baja tensión del transformador existente de 25 KVA el cual se asume ya que no se conocen las características de forma precisa, desde el cual se proyecta red de baja tensión proyectada.

Los resultados obtenidos de corrientes de falla se presentan en la siguiente tabla:

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

1.0 Datos del transformador

Potencia	112.5	KVA	
Tension primario	13200	V	
Tension secundario	208	V	
Impedancia Uz	3	%	protocolo o NTC 819

2.0 Calculo de corriente en MT

Corriente nominal del primario	S/√3*V	8.52
Icc Primario	In(prim)/Zcc	284.1

3.0 Calculo de corriente en BT

Corriente nominal del secundario	S/√3*V	540.9
Icc Secundario	In(sec)/Zcc	18029
Icc Secundario referida al primario		284.1
* 1,25 %		355.1

Tabla 3. Corrientes de cortocircuito en el secundario del transformador.

La capacidad de cortocircuito de las protecciones deberá superar y conductores instalados deberán superar 19 KA que sería la corriente instantánea generada por una posible falla, el sistema se dimensionara buscando que todo se encuentre protegido ante estos eventos sin presentar daños o perdidas de equipos.

8.3 Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.

El análisis del cálculo de riesgo por descargas atmosféricas es un estudio que se realiza con el fin de definir el nivel de protección en el sistema de protección contra rayos SIPRA, que requerirá el terreno donde se realiza el proyecto, basándose en la normativa IEC 62305 y manteniendo los criterios establecidos por la NTC 4552 que establece los parámetros para la protección contra descargas eléctricas atmosféricas (rayos).

Para la evaluación de riesgo por rayos se hace uso del software CDRisk el cual se basa en la norma técnica IEC 62305-2. Este se encarga de determinar la necesidad de protección de la edificación.

Se numeran algunos de los factores influyentes que se deben tener en cuenta al momento de realizar la evaluación de riesgo por rayos:

- Características físicas de la estructura.
- Dimensiones de la estructura.
- Nivel ceraunico e influencias ambientales según su ubicación.
- Generalidades del sistema eléctrico.

A continuación, se muestra la sección de ingreso de datos a tener en cuenta para determinar la necesidad de protección de la edificación en la que se encuentra el proyecto, estos datos son tomados a criterio del diseñador, pensando en la ubicación, tipo de predio y características generales del sistema eléctrico.

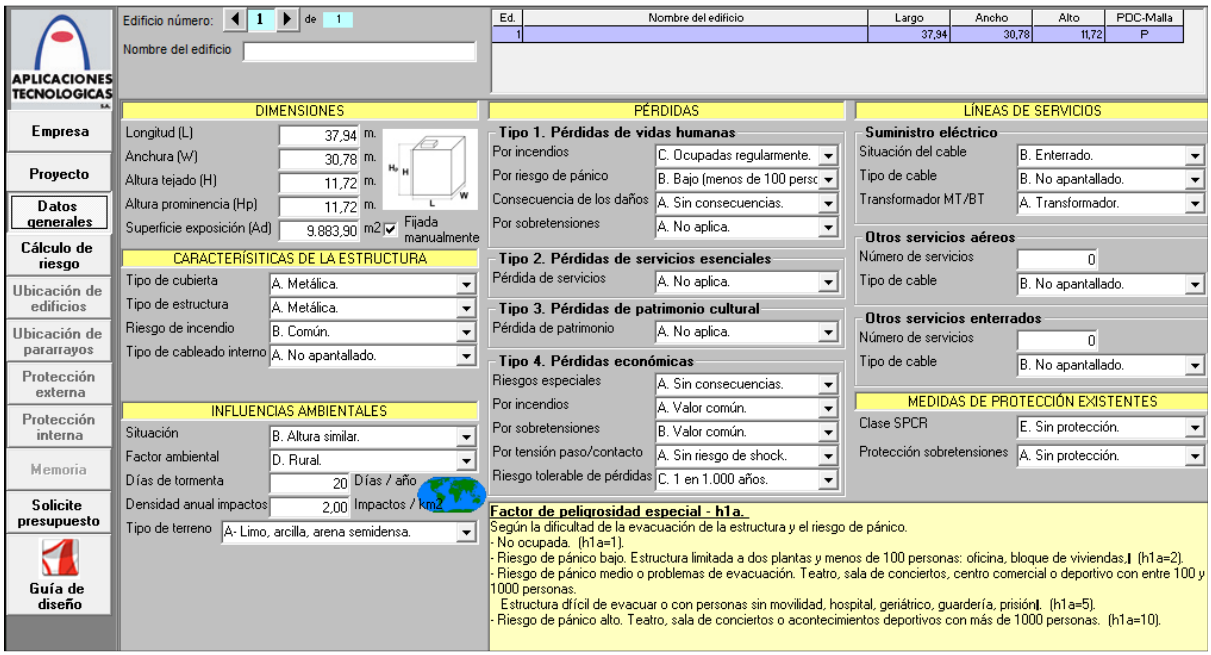


Imagen 2. Datos generales y de cálculo del proyecto.

Algunas consideraciones importantes sobre la sección de Datos Generales:

- La densidad anual de impactos por rayos se asume según los parámetros arrojados por el software CDRisk, como se muestra en la figura siguiente.

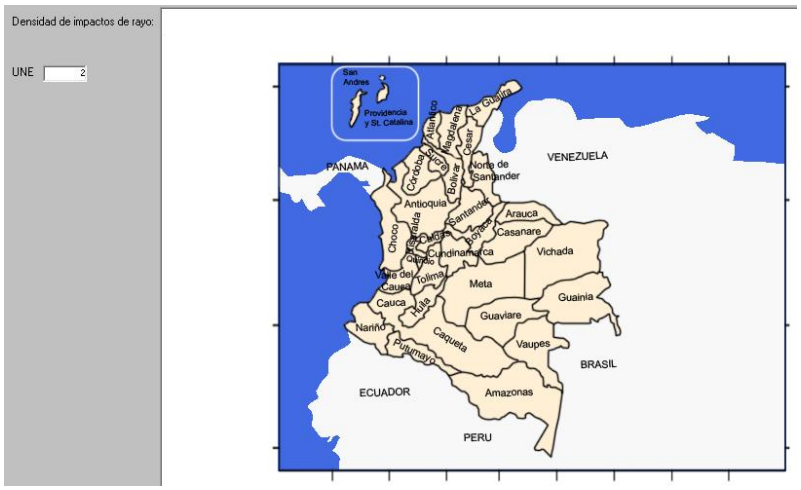


Imagen 3. Nivel ceraunico en Arauca.

Análisis de resultados:

Los resultados obtenidos mediante la evaluación de riesgo por rayos según el software CDRisk se muestran en la tabla incluida en la figura siguiente:

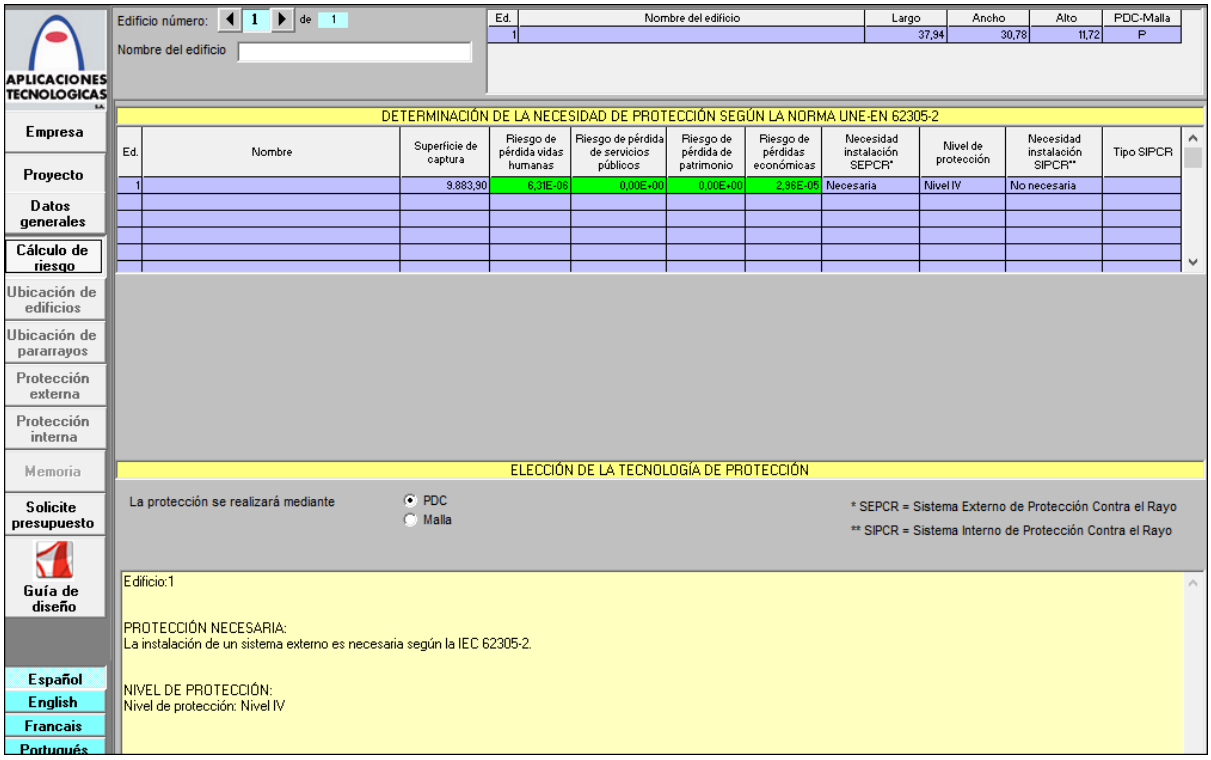


Imagen 4. Resultados de estudio del riesgo.

Según análisis del tipo de instalación NO requiere instalación de sistema contra rayos, pero se proyecta sistema de apantallamiento con el fin de cubrir las necesidades de seguridad para los estudiantes reunidos en la instalación.

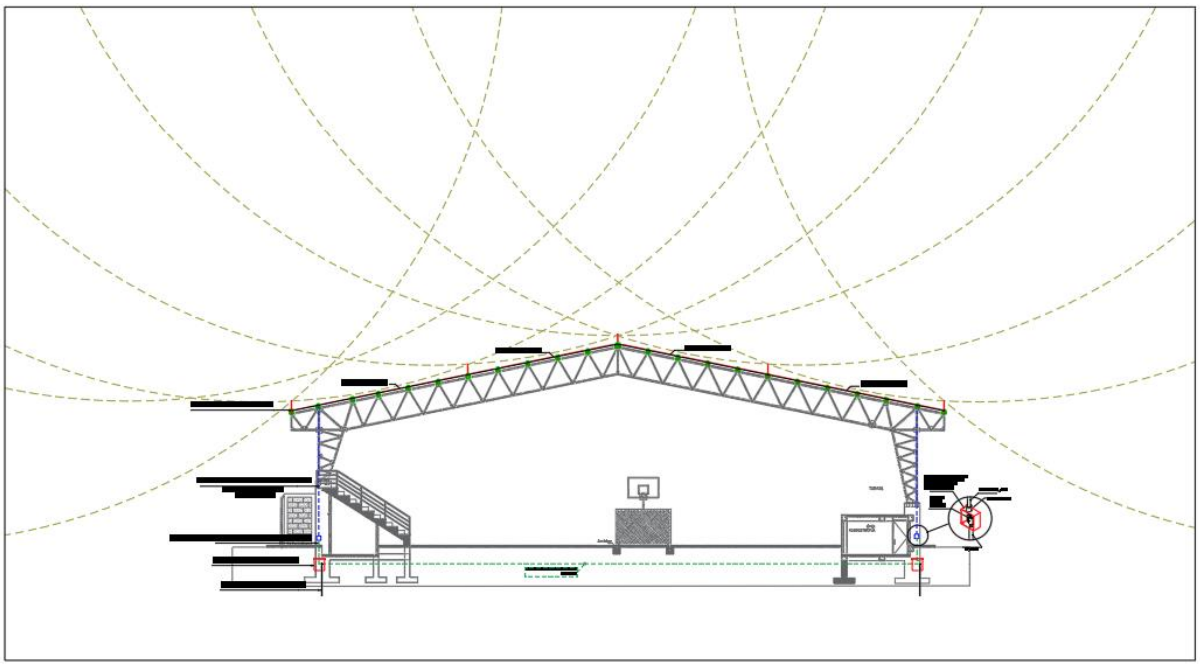


Imagen 5. Análisis de esfera rodante.

8.4 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

8.4.1 Análisis de nivel de riesgo.

Como principios básicos para evitar riesgos de origen eléctrico cuando se desarrollen trabajos en media o baja tensión se deben tener en cuenta y aplicar las 5 reglas de oro las cuales son y consisten en lo siguiente:

Se citan estas reglas con el fin de que sean tenidas en cuenta por el constructor en caso de no ser conocidas.

1. Desconectar, corte visible y efectivo: Antes de iniciar cualquier trabajo eléctrico sin tensión se debe desconectar todas las posibles fuentes de alimentación. El corte efectivo se tendrá que verificar de manera visual en interruptores, seccionadores, fusibles y puentes.
2. Enclavamiento, bloqueo y señalización: Teniendo en cuenta que se debe prevenir cualquier posible re-conexión, se deben usar medios mecánicos y además se deben señalizar claramente que se están realizando trabajos y que no se deben accionar.
3. Comprobación de ausencia de tensión: En la realización de los trabajos eléctricos siempre se debe desconfiar de la existencia o no de tensión, por lo cual se tendrá que utilizar un equipo de medida para la verificación de ausencia de tensión.
4. Puesta a tierra y cortocircuito: Se debe realizar la puesta a tierra de los conductores para que en caso de una reconexión inesperada o energización del circuito por descargas atmosféricas o corrientes inducidas se vayan directamente a tierra.
5. Señalización de la zona de trabajo: La zona de trabajo se debe señalizar, con conos, vayas o dispositivos que cumplan dicha función. Una vez se definen las condiciones de los trabajos se procede a realizar la evaluación de los riesgos según el RETIE.

Para el presente proyecto se hace el análisis del nivel de riesgo consignado en los siguientes recuadros.

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto , cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Teniendo en cuenta que el nivel de riesgo es bajo de deben tomas las siguientes medidas preventivas; 1) verificar que los tornillos de los terminales esten lo suficientemente ajustados. 2) utilizar gafas de protección contra rayos ultravioletas. 3) verificar antes de energizar el circuito que no exista cortocircuitos entre los conductores de fase-fase, fase-neutro y fase-tierra.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura	por	Arcos Eléctricos	(al) o (en)	Red de baja tension y circuitos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	x	REAL		FRECUENCIA				
				E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	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 E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	LUIS ALFREDO MARTINEZ	MP:	NS205-131919	FECHA:	5/01/2024

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO DIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación primaria en media tensión se pueden presentar electrocución por negligencia de técnicos y por violación de las distancias mínimas de a seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, no se permite realizar trabajos en MT con redes energizadas a menos que las realice una cuadrilla especializada en linea viva, la cual debe cumplir con todos los requerimientos tecnicos para realizar dicha labor. 2) se deben verificar siempre el cumplimiento y aplicación de las 5 reglas de oro.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemaduras	por	Contacto directo	(al) o (en)	Red de baja tension y circuitos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
				E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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 mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura . Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	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 E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	LUIS ALFREDO MARTINEZ	MP:	NS205-131919	FECHA:	5/01/2024

Tabla 4. Factor de riesgo por arcos eléctricos y contacto directo.

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo, el personal que manipule las conexiones energizadas deben ser personal calificado con matricula profesional, el tecnico debe utilizar los EPP, Capacitar y vigilar los trabajos que se realicen en las redes de baja tensión, se debe conyar con puesta a tierra, se deben aterrizar las partes metalicas de las estructuras y cajas.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras	por	Contacto indirecto	(al) o (en)	Red de baja tension y circuitos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL [X] REAL [ ]

CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: Ha ocurrido en el sector	C: Ha ocurrido en la Empresa	B: Sucede varias veces al año en la Empresa	A: Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	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 E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: LUIS ALFREDO MARTINEZ — NS205-131919 — 5/01/2024

FACTOR DE RIESGO POR CORTOCIRCUITO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo, el personal que maipule las conexiones energizadas debe ser personal calificado con matricula profesional, el tecnico debe utilizar los EPP, Capacitar y vigilar los trabajos que se realicen en las redes de baja tensión, se debe conyar con puesta a tierra, se deben aterrizar las partes metalicas de las estructuras y cajas.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras	por	Cortocircuitos	(al) o (en)	Red de baja tension y circuitos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL [X] REAL [ ]

CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		FRECUENCIA E: No ha ocurrido en el sector	D: Ha ocurrido en el sector	C: Ha ocurrido en la Empresa	B: Sucede varias veces al año en la	A: Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente E4	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	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 E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: LUIS ALFREDO MARTINEZ — MP: NS205-131919 — FECHA: 5/01/2024

Tabla 5. Factor de riesgo por contacto indirecto y riesgo por cortocircuito.

FACTOR DE RIESGO POR RAYOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Instalar puestas a tierras solidas, equipotencialización.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras, Electrocución	por	Rayos	(al) o (en)	Sistema de puesta a tierra
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
				E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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 mes en la Empresa
	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimient	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	LUIS ALFREDO MARTINEZ	MP:	NS205-131919	FECHA:	5/01/2024

FACTOR DE RIESGO POR SOBRECARGA

POSIBLES CAUSAS: En las instalaciones eléctricas de media tensión se pueden presentar incendios, daños a equipos, por corrientes nominales superiores de los equipos y conductores, instalaciones que no cumplen con normas técnicas y conexiones flojas.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Usar interruptores automáticos con relés de sobrecarga, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, balanceo de cargas, selección de fudibles para transformadores.

RIESGO A EVALUAR:	Incendio	por	Sobrecarga	(al) o (en)	Conductores, equipos y/o red secundaria
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
				E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	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. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	LUIS ALFREDO MARTINEZ	MP:	NS205-131919	FECHA:	5/01/2024

Tabla 6. Factor de riesgo por Equipo defectuoso y riesgo por sobrecarga.

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución	por	Tensión de contacto	(al) o (en)	Conductores y equipos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

	POTENCIAL	X		REAL		FRECUENCIA				
						E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	LUIS ALFREDO MARTINEZ	MP:	NS205-131919	FECHA:	5/01/2024

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE PASO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución	por	Tensión de paso	(al) o (en)	Conductores y equipos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

	POTENCIAL	X		REAL		FRECUENCIA				
						E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	LUIS ALFREDO MARTINEZ	MP:	NS205-131919	FECHA:	5/01/2024

Tabla 7. Factor de riesgo por tensión de contacto y tensión de paso.

FACTOR DE RIESGO POR ELECTRICIDAD ESTÁTICA

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución	por	Electricidad estática	(al) o (en)	Ambiente o manipulación de equipos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA

							E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa			No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5		MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4		MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 dia)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3		BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2		BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción E1	Sin efecto E1	Interna E1	1		MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	LUIS ALFREDO MARTINEZ	MP:	NS205-131919	FECHA:	5/01/2024

FACTOR DE RIESGO POR EQUIPO DEFECTUOSO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica primaria externa se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contactos, cortocircuitos o contactos con equipos energizados a través de equipos defectuosos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar guantes dieléctricos de clase clase 2 para media tensión y gafas de protección ultravioleta; además de ropa de dotación hecha a base de algodón. Efectuar mantenimiento a los equipos utilizados.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemaduras	por	Equipo defectuoso	(al) o (en)	Ambiente o manipulación de equipos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA

							E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa			No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5		MEDIO				MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4		MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Incapacidad temporal (> 1 dia)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3		BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2		BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción E1	Sin efecto E1	Interna E1	1		MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador:	LUIS ALFREDO MARTINEZ	MP:	NS205-131919	FECHA:	5/01/2024

Tabla 8. Factor de riesgo por electricidad estática y riesgo por equipo defectuoso.

Las decisiones y acciones para controlar el riesgo se mencionan la siguiente tabla:

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
	ALTO	**Minimizarlo:** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	MEDIO	**Aceptarlo:** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	BAJO	**Asumirlo:** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder de trabajo debe verificar: •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades

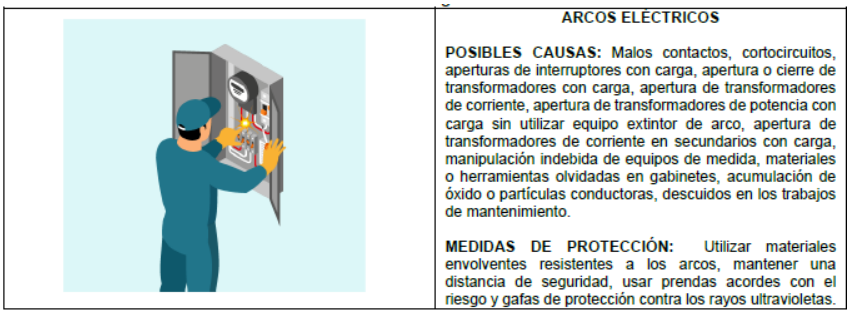
Tabla 9. Procedimientos para la gestión de riesgos.

8.4.2 Control de riesgos.

Con el fin de mitigar el riesgo eléctrico en la instalación, se plantean algunas alternativas como medidas de protección que lo reducen:

- La implementación de un sistema de puesta a tierra de baja resistencia y la equipotencialización de todos los equipos.
- Diseño adecuado de protecciones para sobre corrientes, implementación de interruptores termomagnéticos y fusibles.
- Dimensionamiento adecuado de los conductores del sistema.
- Factores de riesgo eléctrico más comunes.

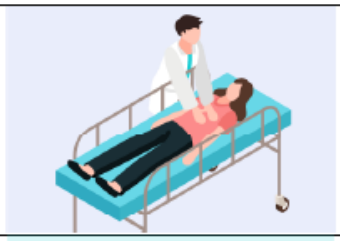
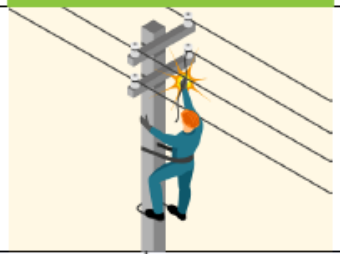
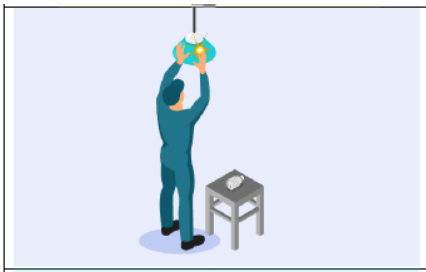
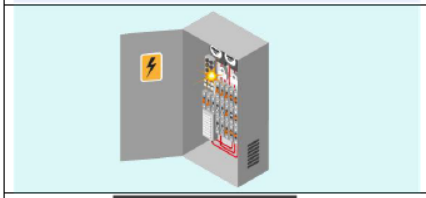
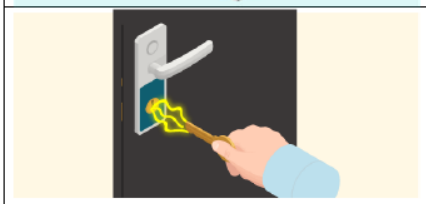
En la siguiente tabla se ilustran algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y algunas medidas de protección.



ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de transformadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin 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 los rayos ultravioletas.

	**AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)** **POSIBLES CAUSAS**: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido 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 ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.
	**CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS** **POSIBLES CAUSAS:** Falla en el diseño, violación de anchos de zonas de servidumbre, mediciones con equipo no calibrado. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Respetar los anchos de zonas de servidumbre y los valores de límites de exposición a campos electromagnéticos.
	**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:** Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.

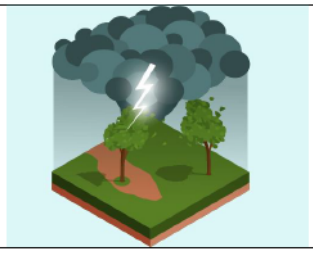
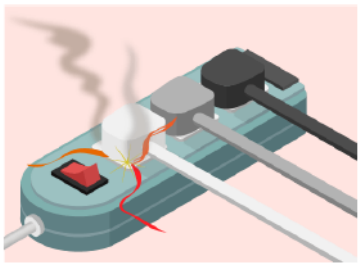
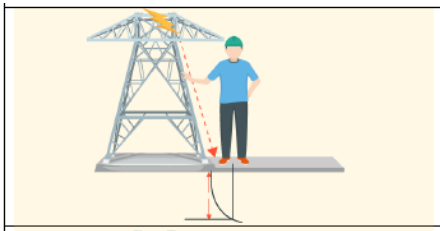
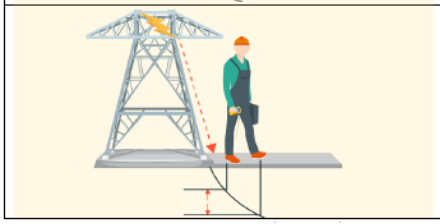
	**EQUIPO DEFECTUOSO** **POSIBLES CAUSAS:** Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.
	**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:** Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, 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:** Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

Imagen 6. Riesgos eléctricos más comunes.

8.5 Análisis del nivel tensión requerido.

Según el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE se deben establecer los diferentes niveles de tensión a los que estarán conectados los equipos que forman parte del proyecto.

8.5.1 Características de tensión de la acometida y subacometidas.

Las instalaciones contarán con acometida principal en baja tensión que suministrara un nivel de tensión 208/120 V suministrado por un transformador trifásico de 112.5 KVA existente.

8.6 Cálculo de campos electromagnéticos.

Debido a las condiciones de la instalación no se tendrá en cuenta un cálculo de campos electromagnéticos, se justifica según la siguiente cita.
"Teniendo en cuenta lo establecido en la resolución 40492 del 24 de Abril del Ministerio de Minas y Energía por la cual se aclaran y corrigen unos yerros en el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, establecido mediante resolución No 90708 de 2013 y lo establecido en el artículo 2, en el cual se adicionan dos parágrafos al numeral 14.4 denominado "Calculo y medición de campos electromagnéticos" del Anexo General, en los siguientes términos: "Parágrafo 1: El campo eléctrico se debe calcular en zonas de servidumbre de las líneas de transmisión de tensión igual o mayor a 110KV, y solo se debe medir como mecanismo de comprobación en lugares de fachadas de edificaciones a la altura de los conductores más cercanos a la fachada que se encuentren en la frontera de la servidumbre." Y "Parágrafo 2: La densidad de flujo magnético se debe calcular para corrientes mayores a 1000A." por lo anterior se concluye que para el proyecto de alumbrado público no existen en su cercanía línea iguales o superiores a 100KV y que tampoco se manejan corrientes mayores a 1000A por lo que no se hace necesario realizar el cálculo de campos eléctricos y magnéticos, así como el tiempo de exposición de las personas ante los campos anteriormente mencionados.

8.7 Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.

La carga descrita en cuadros de carga será suplida por el transformador existente por lo que no se realiza el análisis de transformador necesario.

8.8 Cálculo de sistema de puesta a tierra.

El Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas RETIE, en la revisión más reciente a la norma 2050, se establece en el artículo 15 las consideraciones de puestas a tierra, donde toda instalación eléctrica cubierta en dicho reglamento debe disponer de un sistema de puesta a tierra (SPT), en tal forma que cualquier punto accesible a las personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidas a tensiones de paso o de contacto que superen los umbrales de soportabilidad. Cuando se presente una falla, y se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos es la máxima corriente que pueden soportar, debida a la tensión de paso o de contacto y no el valor de la resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente.

8.8.1 Medición de resistividad aparente.

Existen diversas técnicas para medir la resistividad aparente del terreno. Para efectos del presente reglamento, se puede aplicar el método tetraelectródico de Wenner, que es el más utilizado para aplicaciones eléctricas y que se muestra en la siguiente figura.

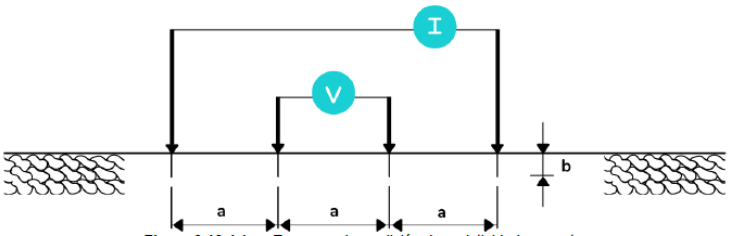


Figura 3.12.4.1. a. Esquema de medición de resistividad aparente.
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

La ecuación exacta para el cálculo es:

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

Ecuación 5

Donde:

ρ *es la resistividad aparente del suelo en ohmios metro*
a *es la distancia entre electrodos adyacentes en metros.*
b *es la profundidad de enterramiento de los electrodos en metros.*
R *es la resistencia eléctrica medida en ohmios, dada por* ***V/I***

Cuando ***b*** *menor o igual a una décima parte de* ***a,*** *se tiene la siguiente expresión:*

$$\rho = 2\pi a R \qquad \text{Ecuación 6}$$

Imagen 7. Método de cálculo para resistividad aparente.

8.8.2 Medida de puesta a tierra.

Para el terreno de la puesta a tierra, se tomaron 7 medidas para determinar la resistividad aparente del terreno en la cual se utilizó el método de Werner con cuatro picas, iniciando en un punto de referencia designándolo cerca al tablero principal, una vez se definió el punto de referencia se ubicaron las picas como se describen en la tabla de la figura, obteniendo una resistividad aparente de 37 Ω.m.

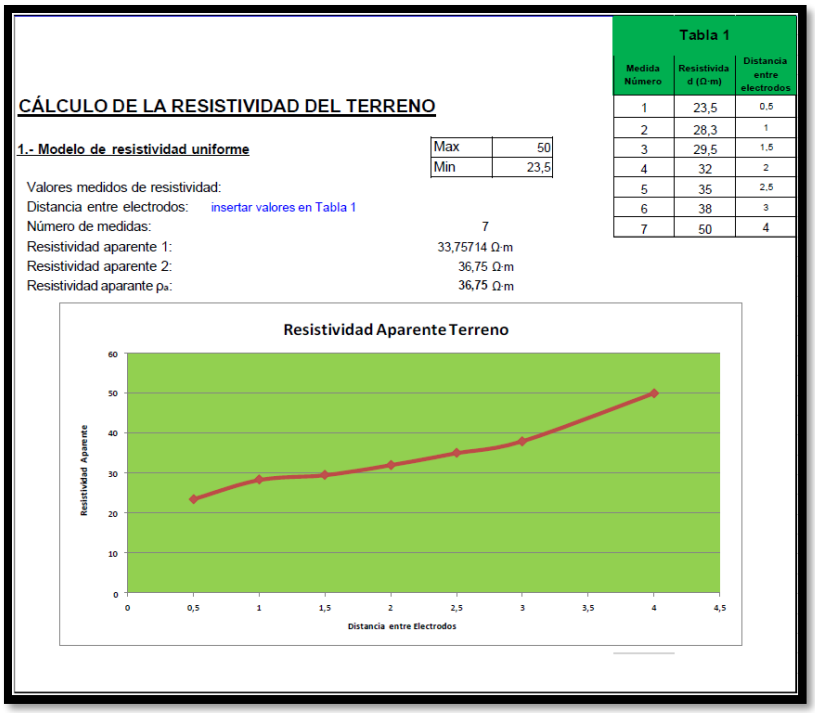


Imagen 8. Cálculo de resistencia aparente.

Considerando que la instalación ya cuenta con un sistema de puesta a tierra con un análisis previo se muestra en la siguiente imagen la descripción de la puesta a tierra que actualmente se encuentra en sitio del cual se tienen medidas según verifición RETIE anterior como conforme y del cual el sistema proyectado se conectara.

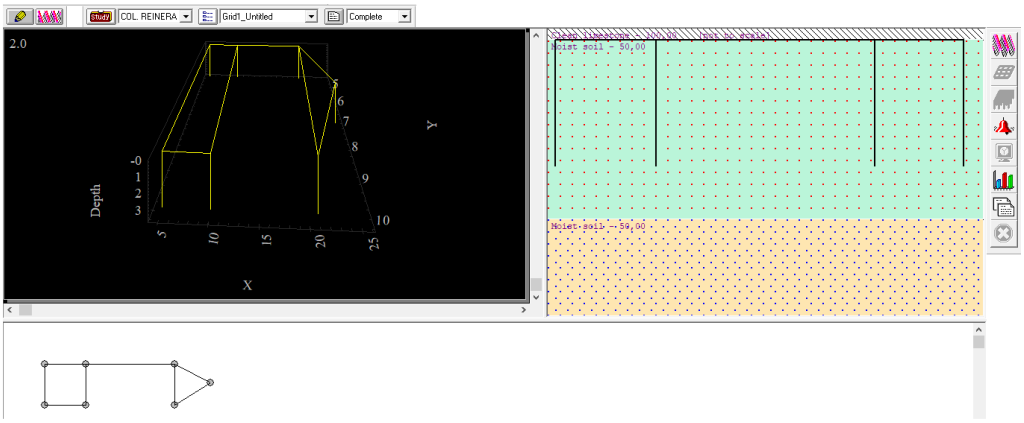


Imagen 9. Ilustración de la SPT existente.

8.9 Verificación de los conductores.

Los conductores seleccionados se dimensionaron en base a los criterios de la NTC 2050, que indica que la corriente del conductor no debe ser inferior las características nominales de operación, además debe ser capaz de soportar la corriente de la carga sin calentamiento del conductor. La caída de tensión influye en la selección del conductor por lo que con el fin de reducir a valores cercanos a cero la caída de tensión se dimensiona los conductores con las características de operación idóneas como los expresados.

“Se pueden utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de corriente de tales conductores se determine tomando como base la capacidad de corriente a 60°C del calibre del conductor usado”

Partiendo de lo anterior, a continuación, se realizará la selección de conductores teniendo en cuenta los cálculos de regulación, corriente nominal del circuito y corrientes de los conductores en función de una temperatura de operación de 60°C los cuales se discriminan en las tablas de los cuadros de carga de todos los circuitos y donde se determina la capacidad de operación y las condiciones de servicio.

Los conductores empleados podrán ser visualizados en los cuadros de carga descritos en los planos.

8.10 Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.

La coordinación de protecciones de sobrecorriente consiste en un estudio organizado tiempo-corriente de todos los dispositivos en serie desde la carga hasta la fuente. Este estudio es una comparación del tiempo que toma cada uno de los dispositivos individuales para operar cuando ciertos niveles de corriente normal o anormal pasa a través de los dispositivos de protección

Por medio del software MELSHORT 2 se realiza una simulación del sistema eléctrico a fin de dimensionar las capacidades de los interruptores que se deberán instalar, además de poder realizar la coordinación de las protecciones en relación al orden de los equipos y su respectiva carga como se observa en la siguiente figura.

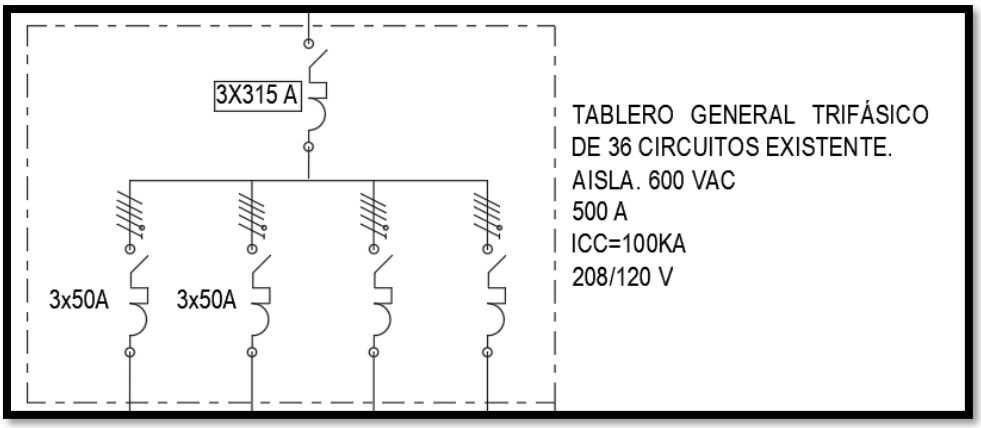


Imagen 10. Diagrama unifilar tablero general.

Coordinación entre acometida principal y subacometidas con su respectiva protección existente con proyectada.

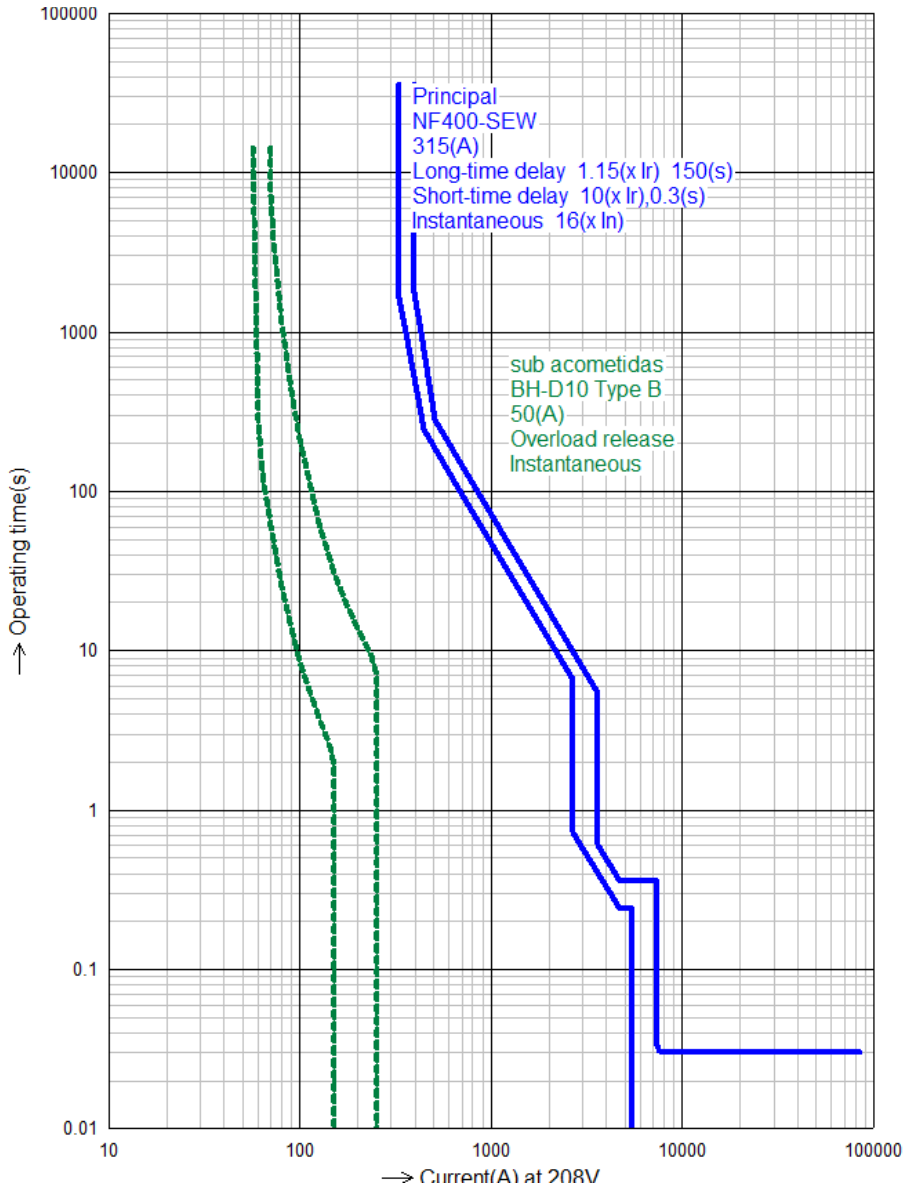
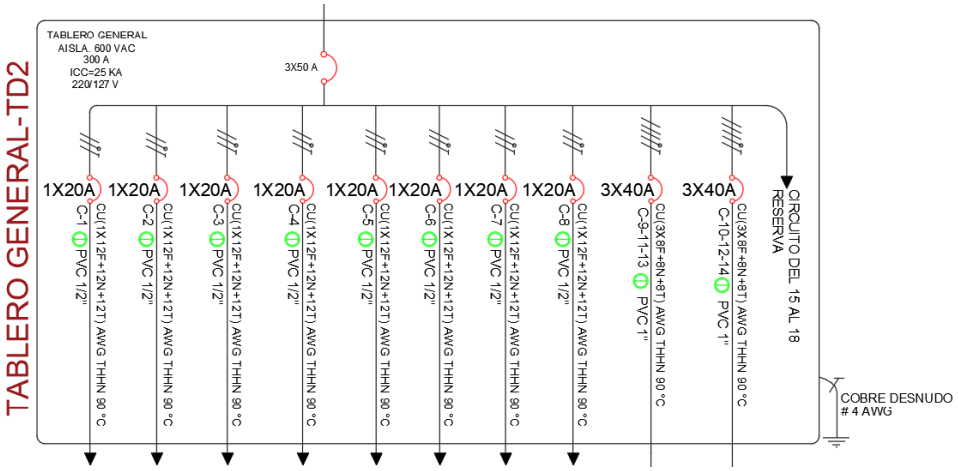


Imagen 11. Coordinación entre protección principal y derivaciones principales.

A continuación, se muestra resumen de los tableros que comparten características respecto a protecciones se indicara a que tablero hacen referencia cada gráfico.



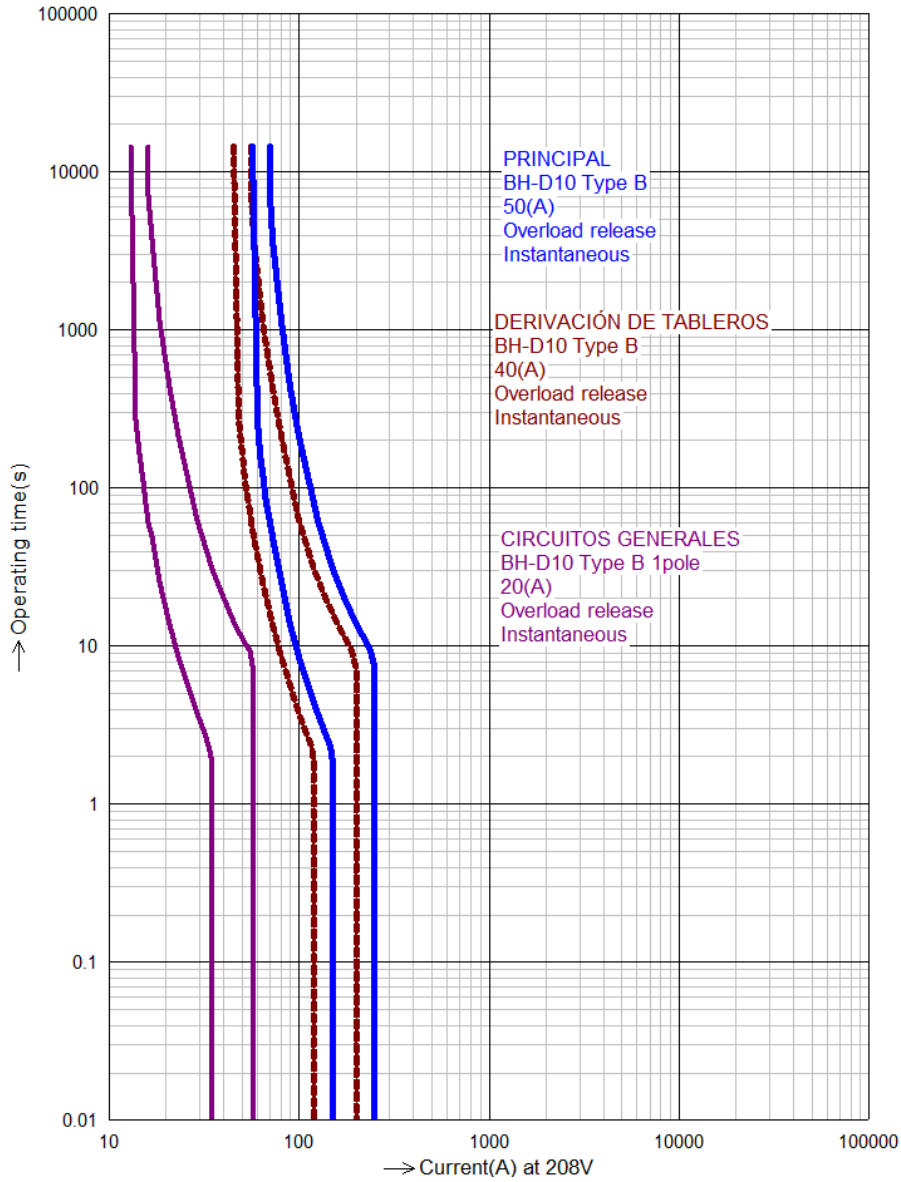


Imagen 12. Coordinación entre protección principal y circuitos generales.

8.11 **Cálculos de canalizaciones.**

La selección de ductos se realiza con base en el porcentaje libre de sección que se debe dejar a continuación se muestran diferentes tipos de tubería y el porcentaje de utilización de acuerdo con el número de cables a usar.

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	2	TW 600 V	4	10,46	85,93	343,73
2	6	TW 600 V	1	7,71	46,69	46,69
3	2/0	TW 600 V				
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V				
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V				

Area Total **390,41** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC, Tipo A

Diametro:

2 Pulgadas

Diametro** 54,7 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **2349,98** **mm2**

2 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **16,61%**

Imagen 13. Tubería de acometida de coliseo.

Tubería para circuitos generales.

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	12	TW 600 V	3	3.84	11.58	34.74
2	4	TW 600 V				
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V				
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V				
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V				

Area Total **34.74** **mm2**

Tipo de Ducto: Tuberia Metalica Electrica

Diametro: 1/2 Pulgadas

Diametro** 15.8 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **196.07 mm2**

1 "

Max. Ocupacion **40.00%** **Ocupación** **17.72%**

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	12	TW 600 V	3	3,84	11,58	34,74
2	6	TW 600 V				
3	2/0	TW 600 V				
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V				
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V				

Area Total **34,74** **mm2**

Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A

Diametro: 1/2 Pulgadas

Diametro** 17,8 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **248,85 mm2**

1 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **13,96%**

Imagen 14. Circuitos de iluminación y tomacorrientes.

8.12 **Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.**

Según la sección 3.4.3 Cálculo de Pérdidas del capítulo 3 de la normativa de Enelar ESP.
El porcentaje de potencia perdida en la red está dado por el cociente entre la potencia perdida y la potencia transportada y se calcula según la siguiente expresión:

$$DP(\%) = \frac{100 * P * L * Rf}{U^2 * COS^2\,\emptyset}$$

Donde:
R = Rf en redes trifásicas.
R = Rf+Rn en redes monofásicas.

U = Voltaje de línea a línea en V.
Rf = Resistencia del conductor de fase por kilómetro (Ohms/km).
Rn = Resistencia del conductor neutro por kilómetro (Ohms/km).
L = Longitud de la red (km).
Cos Ø = Factor de potencia.
P = Potencia consumida por las cargas (kW).

Para estos cálculos se tendrán en cuenta la tabla 9 de la NTC 2050 en donde se describen las características necesarias para el análisis, el cual se verá reflejado en el cuadro de regulación anexo en los planos eléctricos.

Los resultados se observan a continuación con los valores de regulación.

8.13 **Cálculos de regulación.**

El cálculo de regulación de acometidas se realiza con el fin de determinar el porcentaje de caída de tensión, debida a la distancia, en los equipos eléctricos que forman parte del proyecto. Este se hace en base a los datos proporcionados en la tabla 9 y la 310.16 de capacidad y características de los conductores de la NTC 2050.
La regulación de voltaje se calcula aplicando la siguiente metodología.

$$R\% = Fc\ \frac{KG}{VL^2} M$$

Dónde:
Fc = Factor de corrección. Se establece de acuerdo al tipo de conexión y al tipo de sistema del circuito, como se indica en el apartado de factores de corrección.
M = Momento eléctrico. Se calcula como el producto de la potencia aparente en (kVA) y longitud del tramo en metros (m).
VL = Voltaje de línea (V).
KG = Constante de regulación generalizada del conductor y se calcula como:

$$Kg = KG * 100$$

En el cual,

$$Kg = (rcos\theta + XLsen\theta)$$

r = Resistencia por unidad de longitud del conductor a una temperatura determinada (Ohm/km).
θ= Angulo del factor de potencia de la carga.
XL = Reactancia inductiva por unidad de longitud del conductor (Ohm/km).

Factor de corrección

Los valores de la constante de regulación (KG) obtenidos en el numeral anterior están dados para sistemas tetrafilares balanceados en baja tensión. Para otras conexiones se debe multiplicar el valor obtenido por los factores indicados a continuación:

TIPO DE SUBESTACIÓN	TIPO DE RED		
	MONOFÁSICA (FN)	BIFILAR (FF)	TRIFILAR (FFN)
Monofásica	8	2	2
Trifásica	6	1,732	2,25

Tabla 10. Factores de corrección según el tipo de sistema.

Una vez se analiza el tipo de sistema se puede proceder a calcular la constante (K) que depende de la tensión, la configuración del sistema, las características del conductor y del factor de potencia, esta es calculada para cobre THW en ducto.

La constante (K) variara dependiendo del tipo de conductor a emplear en la instalación.

En la siguiente tabla se plantean las constantes K para un nivel de tensión 220 V entre FF Y 127 V para FN, considerando los diferentes factores de corrección según el sistema y a un factor de potencia de 0.8 considerando el peor de los casos.

CONSTANTES K PARA BAJA TENSIÓN							
CONDUCTOR COBRE THW EN DUCTO		SUBESTACIÓN MONOFÁSICA			SUBESTACIÓN TRIFÁSICA		
Calibre AWG	Kg	FN	FF	FFN	FN	FF	FFN
14	810,898	0,40220621	0,03350818	0,03350818	0,30165466	0,02901809	0,0376967
12	513,258	0,25457648	0,02120901	0,02120901	0,19093236	0,018367	0,02386013
10	326,049	0,16172063	0,0134731	0,0134731	0,12129047	0,0116677	0,01515724
8	211,282	0,10479608	0,00873066	0,00873066	0,07859706	0,00756075	0,00982199
6	135,591	0,06725327	0,00560293	0,00560293	0,05043995	0,00485214	0,0063033
4	87,889	0,04359303	0,00363178	0,00363178	0,03269477	0,00314512	0,00408575
2	57,557	0,02854833	0,00237839	0,00237839	0,02141125	0,00205968	0,00267569
1/0	38,702	0,01919623	0,00159926	0,00159926	0,01439717	0,00138496	0,00179916
2/0	31,918	0,01583136	0,00131893	0,00131893	0,01187352	0,00114219	0,00148379
3/0	26,522	0,01315494	0,00109595	0,00109595	0,0098662	0,00094909	0,00123294
4/0	22,176	0,01099932	0,00091636	0,00091636	0,00824949	0,00079357	0,00103091
250	19,339	0,00959216	0,00079913	0,00079913	0,00719412	0,00069205	0,00089902
350	15,285	0,00758138	0,00063161	0,00063161	0,00568603	0,00054698	0,00071056

Tabla 11. Constantes K para diferentes sistemas.

Se tendrá en cuenta que no se deberá superar el 3% de caída de tensión en el punto de conexión más lejano de la carga.
Los resultados al aplicar se verán reflejados en cuadro descritos en los planos eléctricos.

CALCULO DE REGULACIÓN

Proyecto: AMPLIACIÓN COLEGIO REINERA
Fp 0.9 | Tipo sistema FFFN | Transformador 75 KVA | Nivel de tensión 220/127V

$$R\% = Fc\,\frac{KG}{VL^2}M \qquad DP(\%) = \frac{100 * P * L * Rf}{U^2 * COS^2\,\phi}$$

Circuito	TRAMO P1	TRAMO P2	LONGITUD	FACTOR DE POTENCIA	Tensión V	POTENCIA INSTALADA KVA	MOMENTO [KVA-m]	CONSTANTE K	REGULACIÓN [%] P	REGULACIÓN [%] T	CORRIENTE I Tramo	CORRIENTE I Conductor A	RESISTENCIA (Ω/km)	PERDIDAS EN [%] P	PERDIDAS EN [%] T	Tipo de conductor
ACOMETIDA TABLERO 1	TG	T1	35	0.9	208	5.500	192.500	0.002801467	0.539282	0.53928	15.3	50	0.33	0.158	0.158	CABLE MONOPOLAR #6 AWG- THHN
ACOMETIDA TABLERO 2	TG	T2	64	0.9	208	2.1	134.400	0.002801467	0.376517	0.915800	5.8	50	0.33	0.290	0.448	CABLE MONOPOLAR #6 AWG- THWN
ILUMINACIÓN	TP	CARGA	10	0.9	120	0.66	6.600	0.010604504	0.069990	0.609272	5.5	25	4.23	0.580	0.739	CABLE MONOPOLAR #12 AWG- THWN
TOMAS 120V	TP	CARGA	10	0.9	120	1.44	14.400	0.010604504	0.152705	0.691987	12.0	25	6.73	0.923	1.082	CABLE MONOPOLAR #12 AWG- THWN

OBSERVACIONES: Se realiza el calculo de regulación y perdidas para acometida principal y uno de los circuitos mas lejanos a fin de verificar la caída de tensión y de perdidas en el peor de los caos.

8.14 **Clasificación de áreas.**

Instalaciones con identificación de áreas, según RETIE 2013, Art. 28.3: Son aquellas instalaciones que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos, o por

alimentar equipos o sistemas complejos, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica, y por tanto, requieren de medidas especiales para mitigar o eliminar tales riesgos. Para el presente proyecto no se valora la identificación de áreas ya que no se corre peligro alguno.

8.15 Elaboración de diagramas unifilares.

De forma complementaria a estas memorias de cálculo, se han confeccionado los diagramas eléctricos unifilares donde se ilustran las conexiones de los circuitos ramales al respectivo tablero general de distribución, además de planos los diferentes cuadros requeridos y nombrados anteriormente, cuadro de cargas y cuadro de regulación.

8.16 Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.

De forma complementaria a estas memorias de cálculo, se han confeccionado los planos eléctricos de la instalación eléctrica del predio, dispuestos sobre el plano arquitectónico suministrado por el contratante.

8.17 Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.

Las presentes especificaciones técnicas y criterios eléctricos generales contemplan las calidades y normas técnicas mínimas que deben cumplir los Contratistas y los materiales a utilizar en las obras eléctricas, al igual que los requerimientos técnicos a cumplirse en las mismas.

En general todas las instalaciones eléctricas deben ajustarse a la norma NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano - ICONTEC última revisión, demás normas que de éste se apliquen y Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, según resolución 181294 del 6 de agosto de 2008 del Ministerio de Minas y Energía.

Todos los materiales y equipos que se suministren deberán ser nuevos, apropiados para la atmósfera, temperatura ambiente promedio y temperaturas máxima y mínima de la edificación.

El contratista debe entregar los catálogos o muestras de los equipos y materiales que instalará o suministrará a la Entidad, esto para la aprobación por parte del funcionario Interventor o Supervisor del Contrato de la Procuraduría. Ningún equipo debe ser llevado a la obra sin esta aprobación.

Todos los ítems que componen las actividades eléctricas a desarrollar en el proyecto incluyen el transporte de los materiales, la mano de obra, obras civiles que requieran las instalaciones eléctricas y el retiro de escombros y/o reintegro de materiales a reemplazar según el caso.

Respecto de la persona designada para realizar y supervisar las obras eléctricas, se exige que debe ser un Ingeniero Electricista, una persona calificada con matrícula profesional vigente, en cumplimiento con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE y la última modificación en 2014. En cualquier momento de la ejecución del contrato el supervisor podrá solicitar cambio de las personas que considere, no satisfacen los requerimientos necesarios para

desarrollar adecuadamente el objeto contratado. El contratista debe presentar fotocopia de la matricula profesional vigente del Ingeniero que estará a cargo del proyecto y el personal el cual contará con su carné que le acredite para ejecutar obras eléctricas de este tipo en lo referente a la obra eléctrica

Atendiendo al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, es necesario que el contratista contrate y cancele a un organismo de inspección registrada ante la Superintendencia De Industria y Comercio, que certificará la conformidad de las instalaciones eléctricas efectuadas por el contratista. De acuerdo con lo anterior, se atenderá las observaciones, si llegaran a presentarse, correrán por cuenta del contratista

El contratista deberá tramitar y obtener el suministro del servicio de energía y se compromete a entregar la obra en lo que hace referencia a la ejecución, en funcionamiento debidamente legalizada ante la empresa local prestadora del servicio. Todos los pagos correspondientes a suspensiones, visitas, trámites y otros serán por cuenta del contratista. Será responsabilidad contratista el reportar oportunamente los requerimientos de documentos que debe preparar la procuraduría para que los trámites en la parte referente al proyecto se puedan efectuar y será también su responsabilidad, el preparar los planos de detalles que puedan exigir las Empresas en el desarrollo de los trámites.

El contratista de la obra eléctrica, por su parte se compromete a cumplir las presentes especificaciones, los planos y las recomendaciones que durante el desarrollo de la obra dé el interventor y/o supervisor, así como lo normado en RETIE e ICONTEC 2050.

El sistema eléctrico será a 220v, 4 hilos así tres fases, neutro +tierra eléctrica en conductor de 600 V en cobre, para el piso, con las características indicadas en los cuadros anexos de cantidades. Todo el conjunto de instalaciones debe cumplir con lo normado en el RETIE y/o NTC 2050.

8.18 **Establecer las distancias de seguridad requeridas.**

Para el presente proyecto no se realizan las consideraciones de distancias mínimas de seguridad debido a que la instalación no se ve afectada por edificaciones o estructuras que puedan generar contacto directo con los conductores instalados. Asu vez la ubicación de tableros cuentan con los espacios necesarios para su proceso de mantenimiento.