MEMORIAS DE CÁLCULO

PUESTO DE SALUD LOS ÁNGELES

DISEÑO DE SUBESTACIÓN TIPO POSTE, ACOMETIDA BAJA TENSIÓN E INSTALACIONES INTERNAS DE PUESTO DE SALUD LOS ÁNGELES

ALEX RENGIFO MORALES

JUNIO 2022

CONTENIDO

1. informacion general del proyecto ..... - 3 -
A. Análisis de cargas futuras y armónicos ..... - 4 -
B. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico ..... - 8 -
C. Análisis de corto circuito y falla a tierra ..... - 8 -
D. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos ..... - 9 -
E. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos ..... - 14 -
F. Análisis del nivel de tensión requerido ..... - 33 -
G. Calculo de 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 RETIE 2013 ..... - 34 -
H. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga ..... - 34 -
I. Calculo del sistema de puesta a tierra ..... - 34 -
J. Calculo económico de conductores ..... - 39 -
K. Verificación de conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente de los dispositivos. ..... - 40 -
L. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos ..... - 40 -
M. Calculo y coordinación de protecciones contra sobretensiones ..... - 40 -
N. Calculo de canalizaciones ..... - 41 -
O. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia ..... - 42 -
P. Cálculos de regulación ..... - 43 -
Q. Clasificación de áreas ..... - 43 -
R. Elaboración de diagrama unifilares ..... - 43 -
S. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción ..... - 43 -
T. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares ..... - 44 -
U. Análisis de distancias de seguridad requeridas ..... - 44 -
V. 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 ..... - 45 -
W. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas ..... - 45 -

información general del proyecto

DATOS GENERALES:

Nombre del proyecto:	Puesto de salud Los Ángeles
Dirección del proyecto:	Casco urbano El Tambo
Total, de transformadores:	NA
Tipo de red:	Bifásica bifilar 2F+2H
Carga:	9 KVA
Tensión secundaria:	240-120V

OBJETO DEL PROYECTO:

Con este proyecto se presenta el diseño detallado de acometida en baja tensión hasta medida, alimentador de baja tensión hasta tablero general e instalaciones eléctricas internas de proyecto.

ANTECEDENTES:

Existe una red de propiedad de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P. que pasa cerca al puesto de salud en la cual se proyecta instalar la acometida de baja tensión hasta medidor y de este a las instalaciones internas del puesto de salud.

CRITERIOS GENERALES Y NORMATIVIDAD APLICABLE:

- Norma Técnica Colombiana NTC 2050 primera actualización de 1998.
- Normas de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, vigente. Agosto 30 de 2013.
- La red de B.T se diseñará con cable aislado AWG-THW, 600V, Cu - Al; teniendo en cuenta las condiciones para acometidas subterráneas según Tabla 310-16 de la NTC 2050 primera actualización.
- Ley 142 de 1994 / servicios públicos domiciliarios y Ley 143 de 1994 / ley eléctrica.
- Criterios de diseño del Ingeniero a cargo del proyecto eléctrico.

A. Análisis de cargas futuras y armónicos

De acuerdo al análisis de las cargas proyectadas que se tienen, ninguna carga afecta al sistema eléctrico en cuánto a armónicos para lo cual no se toman medidas en cuánto a filtros o condensadores para mitigarlos.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TGD-1

Circuito	Bala cuadrada 6W	Panel Led 45W	Bala Led 8W	Luminaria Hermética 35W	Luminaria emergencia 3.5W	Tomacorriente Monofásico 150W	Circuito especial	Potencia Instalada W	Corriente A	Protecc. A	Balanceo de Fases	
											FASE 1	FASE 2
1		3	12	2				301	2,51	1x15	2,51	
2		6						270	2,25	1x15	2,25	
3	5	3	8					229	1,91	1x15		1,91
4					13			46	0,19	1x15		0,19
5						8		1.200	5,00	1x20	5,00	
6						7		1.050	4,38	1x20	4,38	
7						6		900	3,75	1x20		3,75
8						6		900	7,50	1x20		7,50
9						2		300	2,50	1x20	2,50	
10								0	0,00	Reserva	0,00	
11								0	0,00	Reserva		
12								0	0,00	Reserva		
TOTAL	**5**	**12**	**20**	**2**	**13**	**29**	**0**	5.196	**21,65**	**2X30**	**16,63**	**13,35**

POTENCIA TOTAL:	5.195,50	W
FACTOR DE POTENCIA:	90%	
DEMANDA TOTAL:	5,77	kVA
CORRIENTE:	14,42	A
PROTECCIÓN:	INTERRUPTOR 2X30 A	
TABLERO:	BIFÁSICO DE 12 CIRCUITOS CON ESPACIO PARA TOTALIZADOR	

ENELECT

SOLUCIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN BOMBAS T-BOM

Circuito	Bala cuadrada 6W	Panel Led 45W	Bala Led 8W	Luminaria Hermética 35W	Luminaria emergencia 3.5W	Tomacorriente Monofásico 150W	Circuito especial	Potencia Instalada W	Corriente A	Protecc. A	Balanceo de Fases	
											FASE 1	FASE 2
1-3							2	1.492	6,22	2x20	6,22	6,22
2						2		300	2,50	1x20	2,50	
4			4					32	0,27	1x20		0,27
5								0	0,00	Reserva		0,00
6								0	0,00	Reserva	0,00	
TOTAL	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**2**	**2**	1.824	**7,60**	**2X30**	**8,72**	**6,48**

POTENCIA TOTAL:	1.824,00	W
FACTOR DE POTENCIA:	90%	
DEMANDA TOTAL:	2,03	kVA
CORRIENTE:	5,06	A
PROTECCIÓN:	INTERRUPTOR 2X30 A	
TABLERO:	BIFÁSICO DE 6 CIRCUITOS	

TABLERO REGULADO

Circuito	Bala Led 18 W	Lampara Led 2x18W	Tomacorriente Monofásico	Potencia Instalada W	Corriente A	Protecc. A
1			6	900	7,50	20
2			6	900	7,50	20
3				0	0,00	Reserva
4				0	0,00	Reserva
TOTAL	**0**			**1.800**	**15,00**	**1X30**

POTENCIA TOTAL: 1.800,00 W
FACTOR DE POTENCIA: 90%
DEMANDA TOTAL: 2,00 kVA
CORRIENTE: 15,00 A
PROTECCIÓN: INTERRUPTOR 1X30 A
TABLERO: MONOFÁSICO DE 4 CIRCUITOS

CUADRO DE CARGAS
TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS

N	TABLERO	CARGA W	F. POTENCIA	POTENCIA KVA	CORRIENTE A	PROTECCIÓN
1	TABLERO DISTRIBUCIÓN TD-1	5.196	0,9	5,77	30,07	2X30
2	TABLERO REGULADO	1.800	0,9	2,00	20,83	1X30
3	TABLERO BOMBAS T-BOM	1.824	0,8	2,28	11,88	2X30
TOTAL		**8.820**		**10,05**	**52,36**	**2X60**

B. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico

Las fallas en los sistemas de distribución se clasifican, de acuerdo con su naturaleza, en temporales o permanentes. Una falla temporal se define como aquella que puede ser liberada antes de que ocurra algún daño serio al equipo o a las instalaciones. Un ejemplo de fallas temporales o transitorias son los arqueos que se producen en los aisladores debido a sobretensiones por descargas atmosféricas, "galopeo" de los conductores (debido a fuertes vientos o sismos) o a contactos temporales de ramas de árbol con los conductores. Una falla que en un inicio puede ser de naturaleza temporal puede convertirse en permanente si no se despeja rápidamente. Una falla permanente es aquella que persiste a pesar de la rapidez con la que el circuito se des energiza. Si dos o más conductores desnudos en un sistema aéreo de distribución se juntan debido a rotura de postes, crucetas o conductores, la falla será permanente. Un arqueo entre fases de un circuito con conductor aislado puede ser inicialmente temporal, pero si la falla no se despeja rápidamente los conductores pueden romperse y la falla se volvería permanente.
Por requerimientos del proyecto se toman las medidas necesarias de aislamiento de la siguiente manera:

Baja tensión subterránea: Procedemos a instalar ductos y cajas de inspección con los niveles de profundidad exigidos en el reglamento de instalaciones eléctricas teniendo como mínimo 60 cm y con un desnivel de al menos 1° hacia el exterior de la edificación protegiendo los equipos. Se instala conductores con aislamiento tipo THWN de 600 V de uso subterránea y se sellarán los ductos para evitar que roedores dañen los conductores.
La tensión de servicio es de máximo 208 V para una confiabilidad de 2,88.

C. Análisis de corto circuito y falla a tierra

El objetivo del estudio de corto circuito es calcular el valor máximo de la corriente y su comportamiento durante el tiempo que permanece el mismo. Esto permite determinar el valor de la corriente que debe interrumpirse y conocer el esfuerzo al que son sometidos los equipos durante el tiempo transcurrido desde que se presenta la falla hasta que se interrumpe la circulación de la corriente.

Un aspecto importante a considerar en la operación y planificación de los sistemas eléctricos es su comportamiento en condiciones normales, sin embargo, también es relevante observarlo en el estado transitorio; es decir, ante una contingencia. Esta condición transitoria en las instalaciones se debe a distintas causas y una gran variedad de ellas está fuera del control humano. Ante ello los equipos y/o sistemas pueden sufrir daños severos temporales o permanentes en condiciones de falla. Por lo tanto, es necesario definir equipos y esquemas de protección adecuados al momento de diseñar las instalaciones, de tal forma que se asegure el correcto desempeño de la red eléctrica, apoyada por los dispositivos de monitoreo, detección y señalización. Debido a lo indicado, se hace indispensable realizar estudios de corto circuito para determinar los niveles de corriente ante fallas, las cuales permiten obtener

información necesaria para seleccionar correctamente la capacidad de los equipos en función de los requerimientos mínimos que deben cumplir y así soportar los efectos de las contingencias. Sin embargo, la presencia de fallas es una situación indeseable en un sistema eléctrico, pero lamentablemente no se pueden prever pues se presentan eventualmente teniendo diversos orígenes, por lo que, ante estas condiciones, se debe estar en posibilidad de conocer las magnitudes de las corrientes de corto circuito en todos los puntos de la red.

Dependiendo de la magnitud y desfase en el tiempo entre las ondas de tensión y de corriente de un sistema en el momento de corto circuito, la corriente de falla puede presentar características de asimetría con respecto al eje normal de la corriente; en general esto ocurre cuando la onda de tensión normal se encuentra en un valor distinto a su pico máximo en el momento de ocurrencia de la falla. Para producir la máxima asimetría el corto circuito siempre debe ocurrir cuando la onda de tensión se encuentre pasando por cero. En un sistema trifásico balanceado, la máxima corriente asimétrica ocurre solamente en una de las fases del sistema (cualquiera de las tres).

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

El análisis se procede a desarrollar según o citado en la norma NTC 4552-2. Teniendo en cuenta lo siguiente: "en instalaciones de uso final donde se tenga alta concentración de personas, tales como, viviendas multifamiliares, edificios de oficina, hoteles, centros de atención médica, lugares de culto, centros educativos, centros comerciales, industrias, supermercados, parques de diversión, prisiones, aeropuertos, cuarteles debe hacerse una evaluación del nivel de riesgo por exposición a rayo. Para estos efectos, la evaluación debe considerar la posibilidad de pérdidas de vidas humanas, la pedida del suministro de energía, la pérdida o graves daños de bienes, así como los parámetros del rayo para la zona del rayo donde está ubicada Colombia y las medidas de protección que mitiguen el riesgo; por tanto, debe basarse en procedimientos establecidos en normas técnicas internacionales como la IEC 62305-2 de reconocimiento internacional o la NTC 4552-2.

Colombia se encuentra ubicado en una de las zonas con mayor probabilidad de que caiga un rayo con $Iabs>$ 40 KA, lo que da gran importancia a un estudio de riesgo por descargas eléctricas atmosféricas en vista de que un rayo sobre la estructura puede ocasionar varios daños, como lo son; daños en la estructura y su contenido, pérdidas de vidas humanas y hasta fallas en el suministro de la energía eléctrica. En el caso que sea necesario la implementación.

Adicionalmente dando cumplimiento al RETIE según resolución 90708 de agosto 30 de 2013 – Articulo 16.1 "Evaluación del nivel de riesgo frente a rayos" de un sistema integral de protección contra descargas eléctricas atmosféricas se sugerirán las medidas de corrección y pertinentes en caso de requerirse para dar cumplimiento cumplir con los parámetros que establece la norma NTC 4552 y el RETIE.

Riesgo tolerable:

El valor normalizado de riegos tolerables para los distintos tipos de perdida lo provee la norma NTC 4552-2, para esto ver la tabla mostrada a continuación.

Tabla 1. Valores típicos de riesgo tolerable.

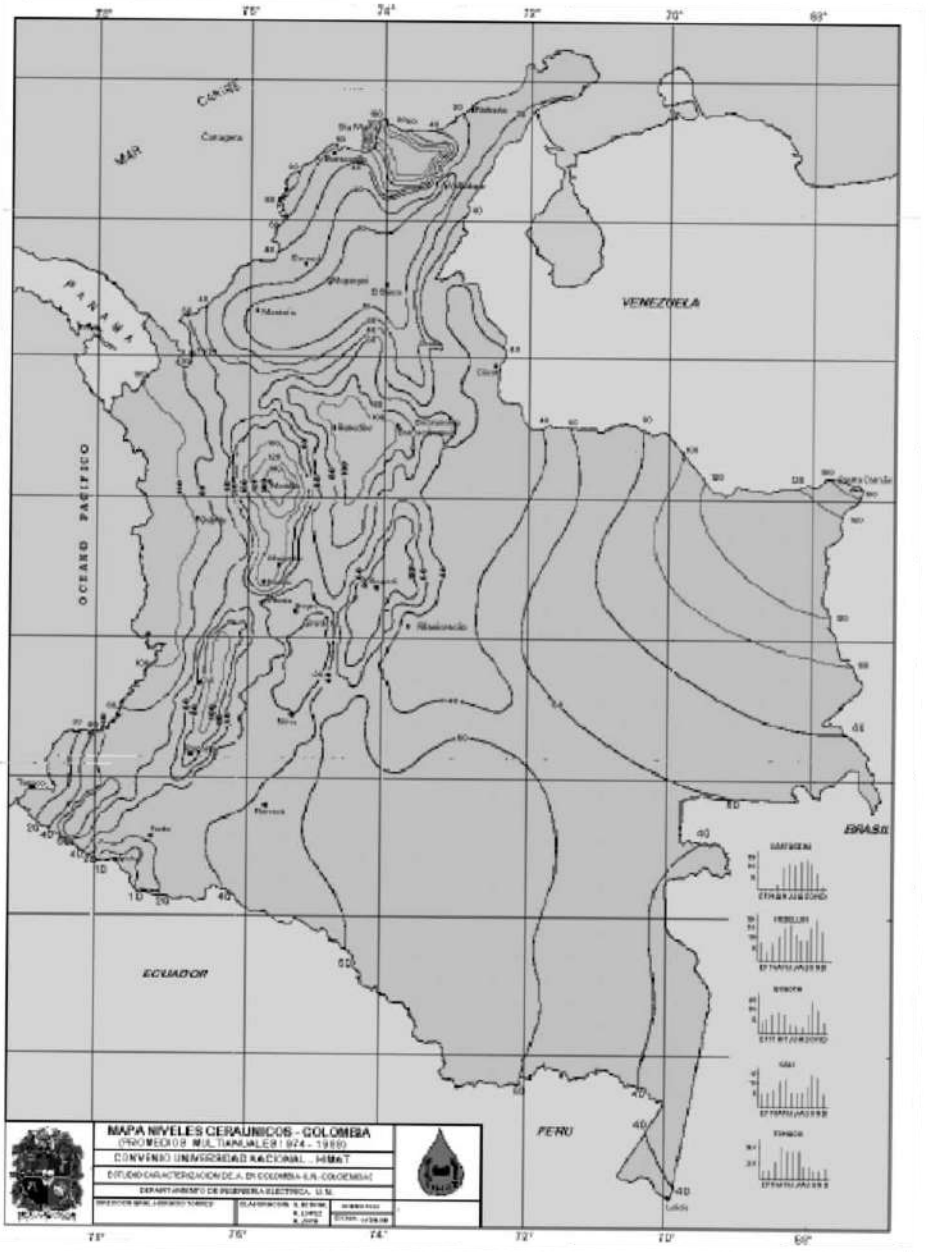
Tipo de perdida	RT
Pérdida de vidas o lesiones permanentes	10^-5
Perdida de servicio publico	10^-3
Perdida de patrimonio cultural	10^-3

Fuente. NTC 4552-2.

Determinación de la densidad de descargas a tierra (ddt)

Para determinar el índice de descargas por kilómetro cuadrado en un año (DDT) es necesario conocer el nivel ceráunico de la población en que se encuentra la estructura, para lo cual se utiliza el mapa con el nivel ceráunico de Colombia y de ahí obtenemos el NC (nivel ceráunico) del municipio de Popayán por ser el municipio cercano al Tambo el cual es de 40. Obtenido del Sistema Colombiano de Información de Tormentas Eléctricas – SCITE.

Gráfica 1. Nivel Ceráunico Colombia.


MAR CARIBE
Cartagena
PANAMA
OCEANO PACIFICO
VENEZUELA
ECUADOR
PERU
BRASIL
MAPA NIVELES CERAUNICOS - COLOMBIA
CONVENIO UNIVERSIDAD NACIONAL - HIMAT

Ciudad		Rango de DDT (rayos / km^2 x año) para áreas de 3 km x 3 km
Arauca	Puerto Inirida	1-2
Barranquilla	Riohacha	
Bogota	San Andrés	
Bucaramanga	San José del Guaviare	
Cali	Tumaco	
Cartagena	Tunja	
Cúcuta	Valledupar	
Florencia	Villavicencio	
Ipiales	Armenia	
Leticia	Ibagué	
Mitú	Manizales	
Mocoa	Medellín	
Neiva	Montería	
Pasto	Ocaña	
Popayán	Santa Marta	
Puerto Carreño	Sincelejo	
	Yopal	
Corozal	Magangue	3-5
Pereira	Turbo	
Girardot		
Barrancabermeja		6-9
Quibdo		
Samana		10-14
El Banco		
Bagre		
Remedios		
La Palma		
Nechí		15-20
Zona rural de Quibdó		8-14
Zona rural de la Palma		8-12
Zona Rural de Samaná		10-16
Serranía de San Lucas y Estribaciones		20-40
Magdalena Medio		8-16

Fuente. NTC 4552.

Entonces el DDT ésta dado por:

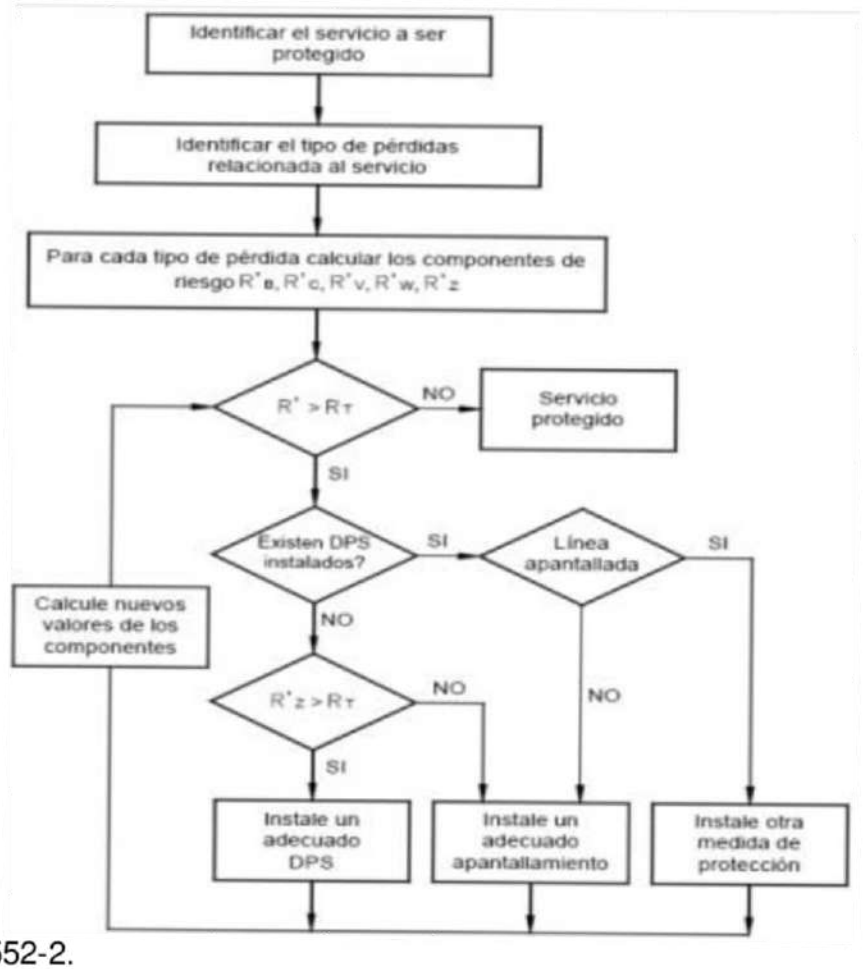
$$DDT = 0{,}0017 * NC^{1{,}56}$$
$$DDT = 0{,}0017 * (40)^{1{,}56}$$
$$DDT = 0{,}53$$

Metodología para la determinación del nivel riesgo y medidas correctivas:

Teniendo en cuenta los estándares internacionales que (NTC 4552-2), (IEC 62305) estandarizan la manera de determinar el nivel de riesgo contra descargas eléctricas atmosféricas para lo cual se plantean una serie de pasos para determinar el nivel de riesgo y las medidas pertinentes:

- Identificar objeto a ser protegido (definir la zona de la estructura con sus medidas).
- Identificar perdidas relacionada con la estructura y sus acometidas de servicio.
- Para cada tipo de perdida identificar el riesgo tolerable y calcular todas las componentes del riesgo.
- Luego se calcula la sumatoria de todos los riesgos.
- Y si el riesgo calculado es mayor que el riesgo tolerable, entonces se deben instalar medidas de protección adecuadas, si no es mayor entonces la estructura o servicio no necesita un SIPRA.

Gráfica 2. Metodología para la determinación del nivel de riesgo.



Fuente. NTC 4552-2.

Componentes de riesgo:

A continuación, se detallan los componentes de riesgo específicos para el proyecto de estudio, se aprecia que el riesgo de pérdida cultural se omite en la tabla, no existe ninguna clase de componentes que pueda constituirse a futuro como una perdida cultural para la sociedad.

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

Análisis de riesgo con base en la NORMA NTC 4552.

Objeto de la Norma NTC 4552:

La NTC 4552 establece la metodología que debe ser utilizada para propender por la seguridad de las personas ubicadas en estructuras de uso común, expuestas a impactos directos o indirectos de rayos.

Alcance de la Norma NTC 4552:

La norma NTC 4552 es aplicable al diseño, construcción, inspección y mantenimiento de un sistema integral de protección contra rayos (SIPRA) para estructuras de uso común, tales como teatros, centros educativos, iglesias, supermercados, centros comerciales, áreas deportivas al aire libre, parques de diversión, aeropuertos, hospitales, prisiones.
La norma no es aplicable a sistemas de transmisión, generación ni distribución de energía eléctrica, instalaciones de comunicaciones, medios de transporte ni estructuras que contienen explosivos o químicos.

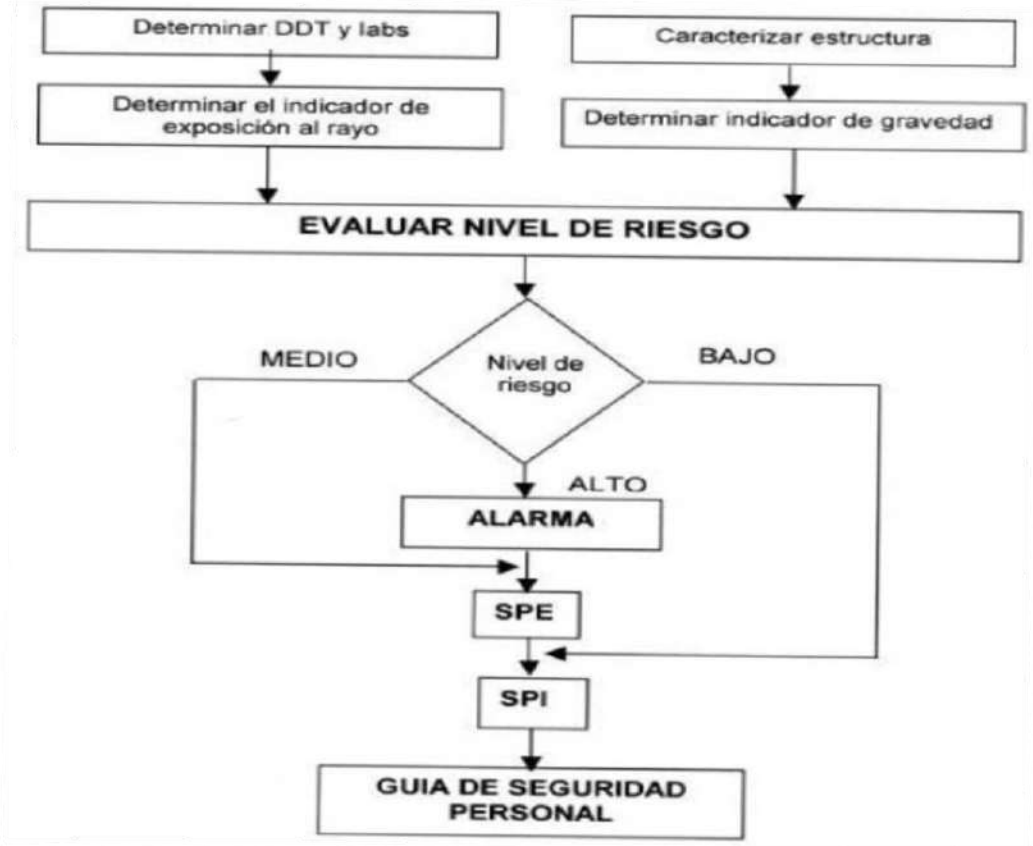


Figura 7. Pasos a seguir para Determinar medidas para mitigar Riesgos Eléctricos

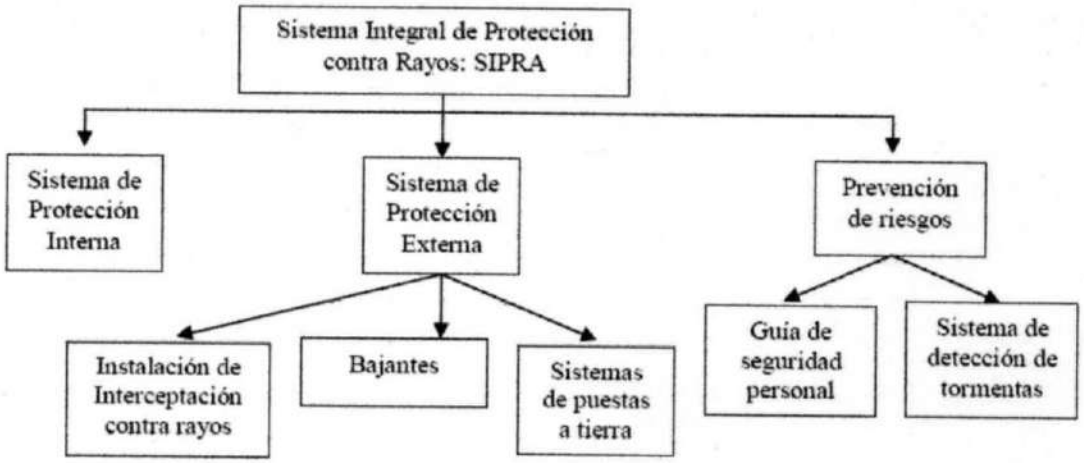
SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS, SIPRA:

Generalidades.

Respecto a Los rayos, se puede afirmar, sin lugar a dudas, que no existen medios para evitarlos, pero si medidas para ejercer un control que ofrezca seguridad a las personas y a los equipos eléctricos y electrónicos.

Por tanto, las precauciones de protección apuntan hacia los efectos secundarios y a las consecuencias de un rayo. En la Figura 8 se presenta esquemáticamente el Sistema Integral de Protección contra Rayos (SIPRA), que se recomienda para ser utilizado en Colombia para Una eficaz protección contra rayos.

Figura 8 Sistema Integral de protección contra rayos – SIPRA.



Fuente: NTC 4552-2004

Análisis de riesgo del proyecto.

Este criterio está establecido en la NTC 2050. El nivel de riesgo se obtiene de la ponderación de los índices de Exposición y de Gravedad.

Para encontrar el nivel de riesgo se tienen en cuenta cuatro índices, clasificados y ponderados dentro de dos características.

Parámetros meteorológicos y del rayo:

- Nivel Ceráunico: 120 días tormentosos / año; es el número de días al año en los cuales es oído por lo menos un trueno.
- Densidad de descarga a tierra (DDT):

Es el número de descargas individuales a tierra por kilómetro cuadrado / año; medida en un área de 9 km2. Permite cuantificar la incidencia de rayos en la zona.

Corriente absoluta promedio para el caso aproximado de zona es (Iab): 40 kA, es el valor de la corriente máxima del rayo con 50% de probabilidad de ocurrencia sin importar la polaridad.
Evaluación del riesgo:

El cálculo del riesgo para que una estructura se vea afectada por una descarga, se obtiene de la siguiente expresión:

Riesgo=0,7*RDDT+0,3*RIabs
Dónde:
RDDT Es el aporte al riesgo debido a la densidad de descargas a tierra y RIabs Es el aporte al riesgo ocasionado por la magnitud de la corriente pico absoluta promedio.

Asumiendo una corriente pico absoluta promedio del rayo (Iab) de 40 kA; de la matriz que se presenta a continuación (norma NTC 4552) se puede deducir el índice de riesgo por rayos para la estructura.

DDT		Corriente de pico absoluta promedio (kA)		
		40<=Iabs	20<=Iabs<40	Iabs<20
	RDDT RIabs	1	0,65	0,3
30<=DDT	1	1	0,895	0,79
15<=DDT<30	0,75	0,825	0,72	0,615
5<=DDT<15	0,5	0,65	0,545	0,44
DDT<5	0,25	0,475	0,37	0,265

Bajos Medios Altos Severos

Tabla 8. Indicador de parámetros de rayos

Recordando que la DDT es igual a 0,53 y asumiendo una Iab de 40 kA, se puede encontrar el valor de:

RDDT=0,25
RIabs=1

Al reemplazar estos valores en la ecuación de riesgo:

Riesgo=0,7*0,25+0,3*1,0
Riesgo=0,475

Al analizar la ***Tabla 8*** podemos concluir que se tiene un Índice de **Riesgo por Rayos NIVEL MEDIO**. Sin embargo, es necesario calcular el índice de gravedad relacionado con la estructura.

Indicador de gravedad: suma de los valores de los subindicadores relacionados con la estructura, como son el uso, el tipo y la combinación de altura y área, de acuerdo con las tablas 3, 4 y 5, se obtiene el indicador de gravedad IG

Clasificación de la estructura	Ejemplos de estructura	Valor del índice
A	Teatros, centros educativos, iglesias, centros comerciales, áreas deportivas al aire libre, parques de diversión, aeropuertos, hospitales, prisiones.	40
B	Edificios de oficinas, hoteles viviendas, grandes industrias, áreas deportivas cubiertas.	30
C	Pequeñas y medianas industrias, museos, bibliotecas, sitios históricos y arqueológicos	20
D	Estructuras no habitadas	10

Tipo estructura	Valor del Índice
No Metálica	40
Mixta	20
Metálica	0

Altura y Área de la Estructura		Valor del Índice
Área < 900 m2	Altura < 25 m	5
	Altura ≥ 25 m	20
Área ≥ 900 m2	Altura < 25 m	10
	Altura ≥ 25 m	20

Indicador de gravedad.

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

I_{USO} = Subindicador relacionado con el uso de la estructura

I_T = Subindicador relacionado con el tipo de estructura

I_{AA} = Subindicador relacionado con la altura y el área de la estructura

IG			
I uso	IT	IAA	TOTAL
30	20	5	55

Resultado de la suma de subindicadores de estructura	Indicador de Gravedad
0 a 35	Leve
36 a 50	Baja
51 a 65	Media
66 a 80	Alta
81 a 100	Severa

INDICADOR DE GRAVEDAD = **55**
NIVEL= **MEDIA**

MATRIZ DE RIESGO					
PARÁMETROS	GRAVEDAD				
	Severa	Alta	Media	Baja	Leve
Severo					
Alto					
Medio					
Bajo					

Factor de Riesgo	
ALTO	
MEDIO	
BAJO	

Como resultado de la evaluación, el factor de riesgo es **MEDIO**

Nivel de Riesgo		Acciones Recomendadas
Nivel de Riesgo BAJO		SPI para acometidas aéreas
		Cableados y PT según NTC 2050 - IEEE
Nivel de Riesgo MEDIO		SPI
		Cableados y PT según NTC 2050 - IEEE
		SPE
Nivel de Riesgo ALTO		SPI
		Cableados y PT según NTC 2050 - IEEE 1100
		SPE
		Plan de prevención y contingencia

NOTA: Como acciones complementarias, especialmente para el nivel de riesgo alto, se debe considerar la implementación de sistemas de protección contra incendios y sistemas de energía

SISTEMAS DE PROTECCIÓN :

Terminales de Captación o Pararrayos: En la Tabla 46, adaptada de la IEC 62305, se presentan las características que deben cumplir los pararrayos y terminales de captación construidos especialmente para este fin. Para efectos de este Reglamento, se considera que el comportamiento de todo Terminal de captación debe tomarse como el de un Terminal tipo Franklin. En este caso se utilizara el sistema de puntas captoras y estará conformado por puntas captoras de cobre de 5/8" * 0,5 MT + UN TUBO GALVANIZADO 1"*1,0 MTS CON BASE PARA PERNAR EN CUBIERTA, también se podrá adosar a el muro de cubierta utilizando un soporte adecuado para este fin.

Cable de Cubierta: Será cable de acero SUPER GX ¼" instalados en cubierta entrelazando todas las puntas captoras, se asegurara a los muros o placa con abrazadera galvanizada de doble ala. Todos los empalmes y derivaciones se harán con los conectores apropiados.

Bajantes: Las bajantes se construirán en cable de ACERO GALVANIZADO SUPER GX 3/8" con tubo HG de ½", deberán terminar en puesta a tierra separadas mínimo 10 mt.

Puesta a tierra y equipotencialización: La puesta a tierra será con varillas copperweld de 5/8"*2,44 mts y deberá conectarse con todas las puestas a tierra del sistema eléctrico, como son las mallas a tierra de las subestaciones y de equipos; esto permitirá una unión equipotencial del sistema, que a su vez ofrecerá así una baja impedancia a el camino del rayo y una reducción del ruido en telecomunicaciones. Se deberán dejar cajas de inspección de 30*30 cms inspeccionables para

El tendido del cable de equipotencialización se hará en cable de cobre 2/0 desnudo, deberá ser enterrado en la placa de 1 piso, de no ser posible se instalará dentro de la tubería galvanizada de ¾", evitando rutas de alto tráfico.

El proyecto del APANTALLAMIENTO DEBERÁ COORDINARSE CON EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE LA SUBESTACIÓN, se deberá definir y acotar el tendido de conductores y detallar el punto de conexión de ramas y derivaciones.

MÉTODO ELECTRO GEOMÉTRICO:

Método de la Esfera Rodante

Se define como volúmenes de protección que simulan carpas de circo que protegen las estructuras o personas que estén dentro. El radio de atracción de esta depende también del nivel de protección que asumamos; para este caso usaremos el Nivel IV, que nos da un radio de atracción de 60 mt, de acuerdo a las características de la corriente del rayo en la zona (Norma 4552-1).

El método en resumen consiste en hacer rodar una esfera imaginaria de un radio de 60 mts por todas las zonas a proteger. Las zonas entre dos puntos que toque la esfera estarán protegidos

Aspectos a tener en cuenta para la escogencia del D.P.S.

- Se deberán instalar en el origen de la red interna.
- Se conectaran entre los conductores activos y la puesta a tierra o el conductor de puesta a tierra de los equipos.
- El nivel de protección será menor que 1,5 kV.
- La máxima tensión de operación continua será mayor 1,1 veces la máxima tensión nominal entre fase y neutro.
- En caso de falla del DPS, su capacidad de corto circuito junto con los mecanismos internos o externos asociados deberá ser mayor o igual que la máxima corriente de corto circuito esperada en el punto de instalación teniendo en cuenta los aparatos de protección de sobre corriente

Para instalaciones con Factor de Riesgo MEDIO, como nuestro caso se escogerá un DPS con corriente nominal de descarga por fase mayor a 50 kA por fase de onda de prueba 8/20 su, o 5 kA

RECOMENDACIONES EN CASO DE TORMENTA:

Todas las recomendaciones para proteger a las personas contra la tormenta se basan en dos principios: no constituir un blanco para el rayo y no colocarse en situaciones que tengan riesgo de recibir una diferencia de potencial (tensión) entre dos partes de cuerpo. En la práctica, hace falta buscar siempre una situación de mínimo riesgo.

En general la utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados o incendios, los cuales se han incrementado por el aumento del número de instalaciones, presentándose en los procesos de distribución y uso final de la electricidad la mayor parte de los accidentes.

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico que el Reglamento busca minimizar o eliminar, se puede aplicar la siguiente matriz.

Se cuenta con una antena de comunicaciones de mayor altura a la edificación para lo cual no es necesario de apantallamiento para el presente proyecto.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCIÓN	por	ARCOS ELÉCTRICOS	(al) o (en)	RED DE BT
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		FUENTE

POTENCIAL: X REAL:___

CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		FRECUENCIA 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 Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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 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 RAYOS ULTRAVIOLETA.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	DAÑO EQUIPOS	por	AUSENCIA DE ELECTRICIDAD	(al) o (en)	RED DE BAJA TENSÓN
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		FUENTE

POTENCIAL: X REAL:___

CONSECUENCIAS						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
	Una o más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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. Y CONTAR CON UN BUEN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCION	por	CONTACTO DIRECTO	(al) o (en)	RED BAJA TENSIÓN
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		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 más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCION	por	CONTACTO INDIRECTO	(al) o (en)	RED BAJA TENSIÓN
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		FUENTE

POTENCIAL: X REAL:___

CONSECUENCIAS						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
	Una o más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	FALLA (EVENTO O EFECTO)	por	CORTOCIRCUITO (FACTOR DE RIESGO)	(al) o (en)	RED DE BT (FUENTE)

POTENCIAL: X REAL:___

CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		FRECUENCIA 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 Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	DESCARGA LEVE	por	ELECTRICIDAD ESTATICA	(al) o (en)	TABLEROS
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		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 más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	DAÑO (EVENTO O EFECTO)	por	EQUIPO DEFECTUOSO (FACTOR DE RIESGO)	(al) o (en)	TABLEROS (FUENTE)

POTENCIAL: X REAL: ___

CONSECUENCIAS						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
	Una o más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	SOBRETENSIÓN (EVENTO O EFECTO)	por	RAYOS (FACTOR DE RIESGO)	(al) o (en)	RED BAJA TENSIÓN, PROTECCIONES (FUENTE)

POTENCIAL: X REAL:___

CONSECUENCIAS						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
	Una o más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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.

ENELECT

SOLUCIONES EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	DAÑOS (EVENTO O EFECTO)	por	SOBRECARGA (FACTOR DE RIESGO)	(al) o (en)	PROTECCIONES (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 más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCIÓN	por	TENSIÓN DE CONTACTO	(al) o (en)	TABLEROS
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		FUENTE

POTENCIAL: X **REAL:___**

CONSECUENCIAS						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
	Una o más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO

RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCIÓN	por	TENSIÓN DE PASO	(al) o (en)	TABLEROS
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		FUENTE

POTENCIAL: X REAL:___

CONSECUENCIAS						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
	Una o más 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	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. ALEX RENGIFO MORALES MP: M.P. No. VL 205-147242 FECHA: JUNIO 2022

		CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	1	E	MUY BAJO
2.	ECONOMICAS	1	E	MUY BAJO
3.	AMBIENTALES	1	E	MUY BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	E	MUY BAJO

RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR MUY BAJO

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.

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DESICIONES 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 distancias, usar EPP.	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)	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 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo.

Se cuenta con elementos aislados de baja tensión en tableros y se cuenta con un sistema de puesta a tierra. En general según el alcance de la obra eléctrica a inspeccionar el nivel de riesgo es BAJO.

F. Análisis del nivel de tensión requerido

Los sistemas de Transmisión Regional y/o Distribución Local se clasifican por niveles, se estandarizan los siguientes niveles de tensión para sistemas de corriente alterna, los cuales se adoptan de la **NTC 1340**, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición:

a. Extra alta tensión (EAT): Corresponde a tensiones superiores a 230 kV.

b. Alta tensión (AT): Tensiones mayores o iguales a 57,5 kV y menores o iguales a 230 kV.

c. Media tensión (MT): Los de tensión nominal superior a 1000 V e inferior a 57,5 kV.

d. Baja tensión (BT): Los de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V.

e. Muy baja tensión (MBT): Tensiones menores de 25 V.

Toda instalación eléctrica objeto del **RETIE**, debe asociarse a uno de los anteriores niveles. Si en la instalación existen circuitos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto del sistema se clasificará, en el grupo correspondiente al valor de la tensión nominal más elevada.

Tensión nominal para baja tensión: 240-120 Voltios

G. Cálculo de 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 RETIE 2013

Para el nivel de tensión requerido en el presente proyecto (240-120 V), las personas que por sus actividades están expuestas a campos electromagnéticos o el público en general, NO estará sometidos a estos campos de tal forma no realizan medidas ni cálculos para establecer y evaluar con los límites definidos.

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

El efecto de amónicos no se tiene en cuenta por contemplar equipos de baja potencia que no alteran al sistema y las UPS contemplada son de factor de potencia 0.9 que no generan armónicos.

Se instala acometida de baja tensión para lo cual no se contempla transformador.

I. Calculo del sistema de puesta a tierra

METODOLOGÍA IEEE80 - 2000

Se utilizan para los cálculos las ecuaciones de la estándar IEEE80-2000, enunciadas en la parte derecha de la hoja.

Corriente OR 40%= ¶304

PARÁMETROS

ρ	**12,56**	Resistividad aparente del terreno Ohm/m
ρ_s	3000	Resistividad superficial del terreno Ohm/m para concreto de 3000psi
h_s	0,2	Espesor de capa superficial (m)
I_o	782,4	Corriente de falla a tierra (A) al 60% dada por OR
t_s	0,15	Tiempo de despeje de la falla (s)

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR

De acuerdo al RETIE y la tabla 250-94 de la norma NTC-2050

$$A_{mm^2} = \frac{IK_f\sqrt{t_c}}{1,9737}$$

En donde:

A_{mm^2} es la sección del conductor en mm^2.

I es la corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).

K_f es la constante de la Tabla 25, para diferentes materiales y varios valores de T_m.

T_m es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor y una temperatura ambiente de 40 °C.

t_c es el tiempo de despeje de la falla a tierra.

Kf=11,78 A= 1,81 mm2

Se escoge cable cobre Nº **2/0** AWG

Ac= 67,44 mm2 Sección transversal del conductor

d= 0,01 m Diámetro conductor

TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS TOLERABLES

$$C_S = 1 - \frac{0.09 * \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 * h_s + 0.09} \qquad (27)$$

Cs= **0,817** Factor de Relación (adimensional)

Peso de la persona Kg. 50 0,116

Tensión de paso

$$E_{step50} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s)\frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \qquad E_{step70} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s)\frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \qquad (30)$$

Tensión de contacto

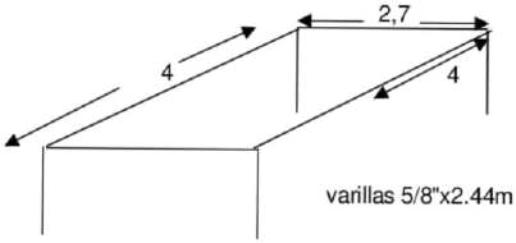
$$E_{step50} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s)\frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \qquad E_{step70} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s)\frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \qquad (33)$$

Cs = 1 Para terrenos sin grava

Vpaso = **4704,63 V** **Tolerables**

Vcontacto = **1400,79 V** **Tolerables**

DETERMINACIÓN CONFIGURACIÓN INICIAL



varillas 5/8"x2.44m

D=	4	Lado de la cuadricula o espaciamiento entre conductores (m)
L1=	4	Largo de la malla (m)
L2=	2,7	Ancho de la malla (m)
h=	0,3	profundidad de enterramiento de los conductores (m)
N=	4	Numero de electrodos tipo varilla
Lv=	2,44	Longitud del electrodo tipo varilla (m)

$$L_T = L_C + N * L_V \ (m)$$ **Longitud total del conductor**

para mallas cuadradas o rectangulares

$$L_C = \left(\frac{L_1}{D} + 1\right) * L_2 + \left(\frac{L_2}{D} + 1\right) * L_1 \ (m)$$

L_c=	**12,1**	m
L_T=	**21,86**	m
Área=	**10,8**	M^2

CALCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

$$Rg = \rho * \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 * A}} * \left(1 + \frac{1}{1 + h * \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] \qquad (52)$$

R_g= **2,44** Ohm

CALCULO MÁXIMO POTENCIAL DE TIERRA (GPR)

$I_G = 1.9 * I_0$ (A)

I_G = 1486,56 A

GPR= I_G*R_G (V)

GPR= 3633,18 V

Vcontacto= 1400,79 V **Tolerable**

Vcontacto < GPR

CALCULO DE TENSIÓN DE MALLA EN CASO DE FALLA

h=	0,3	Profundidad de enterramiento de los conductores (m)
D=	4	lado de la cuadricula o espaciamiento entre conductores (m)
L_1=	4	Largo de la malla (m)
L_2=	2,7	Ancho de la malla (m)

Conductor calibre 2/0 AWG

Ac=	67,44 mm2	Sección transversal del conductor
d=	0,01 m	Diámetro conductor
Kii =	1	Para mallas con electrodos de varilla a lo largo del perímetro, en las esquinas o dentro de la malla

$L_p = (L_1+L_2)*2$ (m) Para mallas cuadradas o rectangulares

L_p = 13,4 m

n Factor de geometría

$n = n_a * n_b * n_c \cdot n_d$ (84)

$$n_a = \frac{2 * L_C}{L_P}$$ **n_a = 1,806** (85)

$$n_b = \sqrt{\frac{L_P}{4 * \sqrt{A}}}$$ **n_b= 1,010** (86)

$$n_c = \left(\frac{L_1 * L_2}{A} \right)^{\left(\frac{0.7 * A}{L_1 * L_2} \right)}$$ **n_c= 1,0** (87)

$n_c = n_d = 1$ Para mallas rectangular o cuadrada; entonces:

***n* = 1,823**

K_i = 0.644+0.148 * n Factor de corrección (89)

K_i = 0,914

$$K_h = \sqrt{1+h}$$ (83)

K_h = 1,140

$$K_m = \frac{1}{2\pi} * \left[\ln\left[\frac{D^2}{16*h*d} + \frac{(D+2*h)^2}{8*D*d} - \frac{h}{4*d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} * \ln\left[\frac{8}{\pi*(2*n-1)} \right] \right]$$ (81)

K_m = 0,9449 Factor Geométrico

$$V_{malla} = \frac{\rho * I_G * K_M * K_i}{Lc + \left[1.55 + 1.22 * \left(\frac{Lv}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}}\right)\right] * N * Lv}$$

V_{malla} = 484,94 V

$V_{contacto\ tolerable}$= 1400,79 V Tolerable

Vmalla < VcontactoTolerable CUMPLE

CALCULO DE LA TENSIÓN DE PASO EN FALLA

$$K_S = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2 * h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} * \left(1 - 0.5^{(n-2)}\right)\right]$$

K_S= 0,594

$$V_{paso} = \frac{\rho * I_G * K_S * K_i}{0.75 * Lc + 0.85 * N * Lv}$$

V_{PASO}= 583,64 V

Vpaso tolerable= 4704,63 V

Vpaso < Vpasotolerable CUMPLE

Vemos que una vez efectuados los cálculos para la configuración de la malla de puesta a tierra propuesta ésta **CUMPLE,** teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

L1=	**4**	**Largo de la malla (m)**
L2=	**2,7**	**Ancho de la malla (m)**
h=	**0,3**	**profundidad de enterramiento de los conductores (m)**
N=	**4**	**Numero de electrodos tipo varilla**
Lv=	**2,44**	**Longitud del electrodo tipo varilla (m)**

CALCULO DE LA TENSIÓN DE CONTACTO APLICADA A UN SER HUMANO EN CASO DE FALLA

Para este calculo tomamos como punto de contacto de el ser humano cualquier parte de la malla la cual tendrá un voltaje de malla en el momento de una falla, en cualquier punto; teniendo en cuenta que la persona estará fuera de la malla y sobre una superficie de concreto, y tomando el caso mas crítico que sería con las piernas separadas tenemos:

V1= Máxima tensión de contacto resultante
R1= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 1
R2= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 2
Ra= Resistencia del cuerpo de el individuo ,=1000 Ohm
Rb= Resistencia superficial de el piso debajo de el individuo
Vmalla= Voltaje de la malla

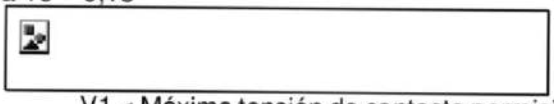
3000

Rb= 4500 Ohm Vmalla = 484,94 **V**

V1= 88 V

Según RETIE tabla 22 máxima tensión de contacto para un ser humano es:

Para Ts= 0,15



= **299,51** **V**

Entonces V1 < Máxima tensión de contacto permisible

CUMPLE para Ts= 0,15

J. Calculo económico de conductores

El cálculo económico de conductores es establecer en términos de dinero las pérdidas de energía debidas a la resistencia propia de cada conductor. Dichas pérdidas son calculadas mediante la ecuación:

$$E = R * Imax^2 * \Delta t$$

$\boldsymbol{E}$: Energía disipada por el conductor.
$\boldsymbol{R}$: Resistencia propia del conductor.
$\boldsymbol{Imax}$: Corriente máxima que pasará por el conductor.
Δt: Intervalo de tiempo.

$$R = \rho * \frac{l}{s}$$

ρ: Resistividad eléctrica del material conductor [Ωm].
l: Longitud del circuito [m].
s: Sección transversal del conductor en $[mm^2]$.

Se deduce que entre mayor sea la resistividad del conductor, mayores serán las pérdidas de energía en el mismo.

La norma específica las resistividades del cobre y el aluminio a 20°C, con los siguientes valores: $18.35x10{-}9\Omega m$ para Cu, y $30.3x10{-}9\Omega m$ para Al.

K. Verificación de conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente de los dispositivos.

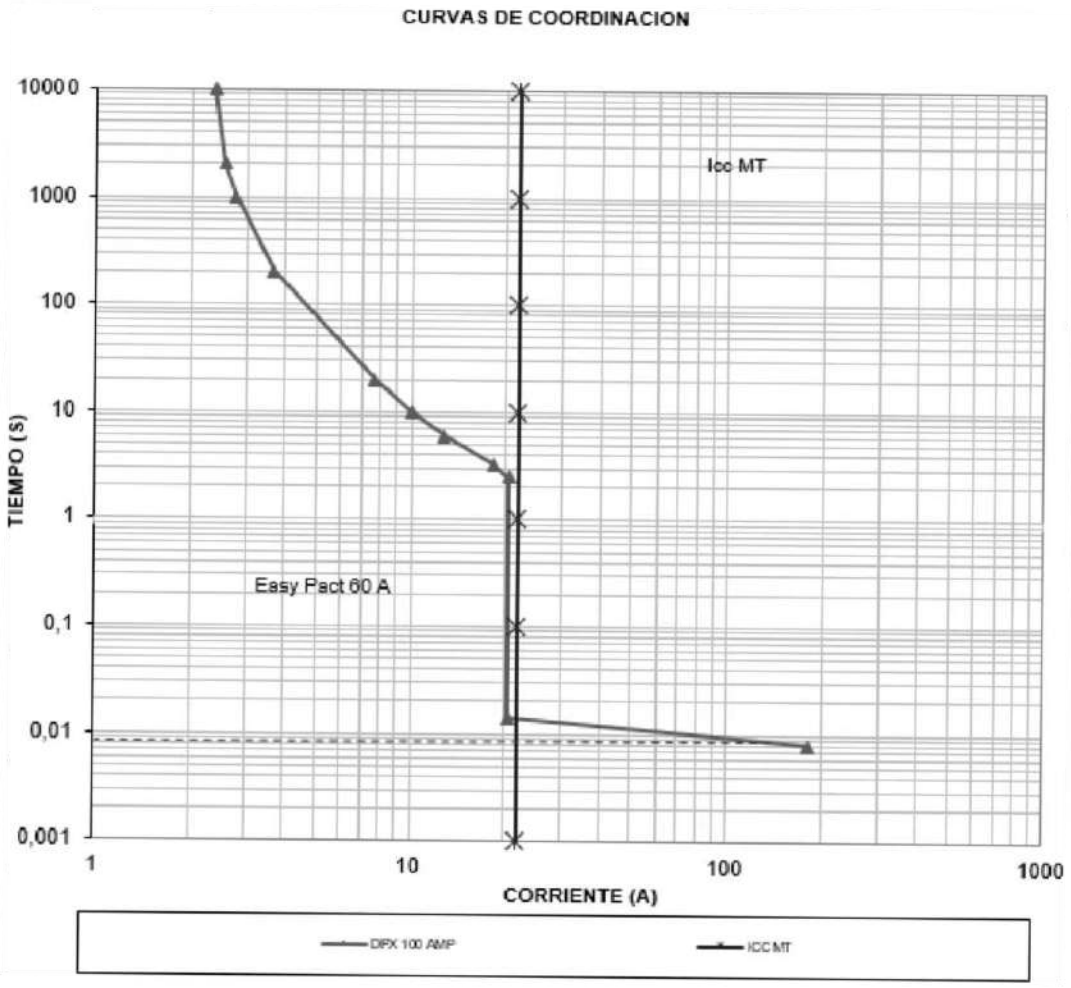
En la coordinación de protecciones se evidencia el tiempo de disparo de la protección en baja tensión.

Tenemos como acometida un conductor calibre 6 AWG en cobre tipo THHN con capacidad de 65 A a una temperatura de 75° y una protección totalizadora de 60 A.

L. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos

. No aplica porque no contempla el proyecto estructuras.

M. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobretensiones



N. Cálculo de canalizaciones

De acuerdo a los requerimientos del proyecto eléctrico; se toman la tabla 4 y la tabla 8 de la NTC 2050 para la ocupación de ductos, para lo cual se puede verificar que se cumple con la ocupación de ductos para nuestro caso ductos tipo A con cada uno de los calibres estipulados en los cuadros de carga.

Tamaño comercial		Tubo conduit de PVC rígido Tipo A					Tubo conduit de PVC Tipo EB				
pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100%, mm^2	Dos hilos, 31%, mm^2	Más de dos hilos, 40%, mm^2	Un hilo, 53%, mm^2	Diámetro interior. mm^2	Sección total 100%, mm^2	Dos hilos, 31%, mm^2	Mas de dos hilos, 40%, mm^2	Un hilo, 53%, mm^2
½	21	17,78	248,39	76.77	99,35	131,61	—	—	—	—	—
¾	26	23,11	419,35	130.32	167,74	222,58	—	—	—	—	—
1	33	29,85	699,35	216,77	280,0	370.97	—	—	—	—	—
1 ¼	42	38,10	1140,0	353,55	455.13	604.51	—	—	—	—	—
1 ½	48	43,69	1499,35	464,51	598.35	794,19	—	—	—	—	—
2	60	54,74	2352,9	729,68	941.28	1247,1	56,41	2499,35	774,84	1000,0	1 324,51
2 ½	73	66,93	3518,1	1090.32	1407.1	1864,51	—	—	—		—
3	88	82,04	5286.44	1638,71	2114,83	2801,93	84,84	5618,7	1 741,93	2247,74	2978,1
3 ½	104	93,73	6899,34	2138,71	2760,0	3656,77	96,62	7332,24	2272,9	2932,89	3886,44
4	114	106,17	8853,53	2744,51	3541,28	4692,25	108,94	9321,27	2889,67	3728,38	4 940,0
5	141	—	—	—	—	—	136,03	1 4319,33	4439.35	5727,73	7589,66
6	168	—	-----	—	—	—	16093	20341,9	6305,79	8136,76	10781,27

Tabla 8. Propiedades de los conductores

Calibre AWG Kcmils	sección transv. mm^2	Conductores				Resistencia en c.c. a 75°C		
		Trenzados		Todos		Cobre		Aluminio
		Cantidad	Diám. en mm	Diám. en mm	sección mm^2	Sin recubrir ohmios/km	Recubierto ohmios/km	ohmios/km
18	0,82	1	--	1,02	0,65	25,49	26,51	41,99
18		7	0,38	1,17	1,29	26,08	27,72	42,98
16	1,31	1	--	1,30	1,29	16,04	16,67	26,41
16		7	0,48	1,47	1,94	16,37	17,36	26,96
14	2,08	1	--	1,63	1,94	10,07	10,47	16,6
14		7	0,61	1,85	2,58	10,3	10,7	16,96
12	3,31	1	--	2,06	3,23	6,33	6,59	10,43
12		7	0,76	2,34	3,87	6,49	6,73	10,66
10	5,26	1	--	2,59	5,16	3,97	4,13	6,56
10		7	0,97	2,95	7,1	4,07	4,23	6,69
8	8,37	1	--	3,25	8,39	2,51	2,58	4,13
8		7	1,24	3,71	10,97	2,55	2,65	4,20
6	13,30	7	1,55	4,67	17,42	1,61	1,67	2,65
4	21,15	7	1,96	5,89	27,1	1,01	1,05	1,67
3	26,66	7	2,21	6,6	34,19	0,80	0,833	1,32
2	33,63	7	2,46	7,42	43,23	0,64	0,659	1,05
1	42,41	19	1,68	8,43	56,13	0,51	0,525	0,83
1/0	53,51	19	1,88	9,45	70,32	0,4	0,417	0,66
2/0	67,44	19	2,13	10,62	88,39	0,317	0,331	0,52
3/0	85,03	19	2,39	11,94	111,61	0,251	0,261	0,41
4/0	107,22	19	2,69	13,41	141,29	0,199	0,205	0,33
250	--	37	2,08	14,61	167,74	0,169	0,175	0,278
300	--	37	2,23	15,0	201,29	0,141	0,146	0,232
350	--	37	2,46	17,3	234,84	0,120	0,125	0,198
400	--	37	2,64	18,49	268,39	0,105	0,109	0,174
500	--	37	2,95	20,65	334,84	0,085	0,087	0,139
600	--	61	2,51	22,68	403,87	0,070	0,073	0,116
700	--	61	2,72	24,49	470,97	0,060	0,062	0,099
750	--	61	2,82	25,35	504,52	0,0561	0,058	0,093
800	--	61	2,90	26,16	538,06	0,0528	0,054	0,087
900	--	61	3,1	27,79	606,45	0,047	0,048	0,077
1000	--	61	3,25	29,26	672,26	0,042	0,043	0,0696
1250	--	91	2,97	32,74	841,93	0,034	0,035	0,0554
1500	--	91	3,25	35,86	1 010,32	0,02815	0,0272	0,0463
1750	--	127	2,97	38.76	1180	0,02411	0,0248	0,0397
2000	--	127	3,2	41,45	1 349,67	0,0211	0,0217	0,0348

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

P. Cálculos de regulación

CUADRO DE REGULACIÓN Y PERDIDAS								
DESCRIPCIÓN	CARGA (W)	ACOMETIDA Cu THHN	DUCTO Φ	LONGITUD (m)	CONSTANTE CONDUCTOR K	REGULACION %	PÉRDIDAS (V)	VOLTAJE FINAL (V)
PUESTO DE SALUD LOS ÁNGELES	8.820	2 #6+1 #6 N	1"	25	0,000698423	0,17	0,36	239,64
TOTAL	8.820	2 #6+1 #6 N	1"					

Q. Clasificación de áreas

No aplica para el presente proyecto

R. Elaboración de diagrama unifilares

Ver planos

S. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción

Ver planos en anexos

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

Este proyecto se realizó bajo las normas técnicas ICONTEC 2050 y RETIE.

Materiales:

Los materiales utilizados son de buena calidad, nuevos, fabricados bajo norma ICONTEC, y homologados por el sector eléctrico colombiano y RETIE.

Conductores para baja tensión:

Para la construcción de las instalaciones internas se utilizará conductor con LS HF bajo halógenos, los cuales deberán ser de primera calidad, nuevo y de marca homologada.

Puesta a tierra:

La subestación tendrá una malla de puesta a tierra que controlará las tensiones de paso y contacto peligrosas para el personal que se encuentre dentro de la subestación en caso de una corriente de falla.

El terreno donde se instalará la puesta a tierra estará especialmente preparado con favigel o hidrosolta, tierra negra, sal industrial y carbón vegetal en caso de ser necesario este tratamiento.
La resistencia de la malla con respecto a la tierra, deberá ser de 10 ohm, o menor. En el caso de ser superior, deberán adicionarse varillas enterradas a distancias no menores de 2,4 metros, interconectadas entre si hasta obtener la resistencia a tierra requerida. El conductor de puesta a tierra, deberá ser calibre 2/0 de Cu desnudo instalado en un solo tramo, sin uniones ni empalmes, esto en el caso de ser necesario.

U. Análisis de distancias de seguridad requeridas

Estas distancias se cumplen ya que la alimentación a tableros es subterránea para lo cual se establece:

Para distancias de enterramiento de ductos nos referimos a la tabla 25, del RETIE para lo cual debemos cumplir una distancia mínima de enterramiento de ducto para red de baja tensión 60 cm.

Tensión Fase- Fase (V)	Profundidad Ducto (m)	Profundidad conductor enterramiento directo (m)
Alumbrado Público	0,50	0,50
0 a 600	0,60	0,60
601 a 34500	0,75	0,95
34501 a 57500	1,00	1,20

Tabla 25.1, profundidades mínimas de enterramiento de redes de distribución subterráneas

V. 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

No Aplica. El proyecto no contempla desviaciones de acuerdo a la NTC 2050.

W. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas

No Aplica. Queda a consideración que se han aplicado todos los estudios correspondientes para el diseño y construcción de este proyecto, de acuerdo a lo contemplado en las normas técnicas.

ENELECT NIT. 901.053.977 - 6

ING. ALEX RENGIFO MORALES
M.P. VL 205 147242 VALLE