

RETIE

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas

Resolución 90708 DE AGOSTO 30 DE 2013

MEMORIAS DE CÁLCULO ELECTRICO DISEÑO DETALLADO REDES DE MT-BT.

SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL CENTRO POBLADO EL
PAPAYAL DEL CORREGIMIENTO SAN RAFAEL.

MUNICIPIO DE RIONEGRO - SANTANDER

INGENIERO RESPONSABLE: WILTON Y. ORTEGA R.
MP N° CL 205-124796

FECHA DE PUBLICACION: 12 – oct - 2022

Tabla de contenido

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas	1
INTRODUCCIÓN	4
OBJETO	4
REFERENCIA NORMATIVA.....	4
LOCALIZACIÓN	5
DESCRIPCION DEL PROYECTO	5
LISTA DE ITEMS A DESARROLLAR SEGÚN RETIE.....	6
SOLUCIÓN	7
a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.....	7
b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.	10
c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	15
d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	16
e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	16
f. Análisis del nivel tensión requerido.....	16
g. Cálculo de campos electromagnéticos.....	17
h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	18
i. Cálculo del sistema de puesta a tierra.	18
j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	22
k. 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.....	23
l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos, incluye bandejas portacables.	24
m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 anexo A	24
n. Cálculos de canalizaciones (tubo, duetos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduleta, etc.).	25
o. Cálculo de bandejas portacable.	28
p. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	28
q. Cálculos de regulación.	29
r. Clasificación de áreas.....	30
s. Elaboración de diagramas unifilares.	30
t. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	31
u. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	31
v. Indicar las distancias de seguridad requerida.	31
w. 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.	32
x. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.....	32
ANEXO A.....	33
ANEXO B.....	39

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

Ilustración 1: Localización del proyecto	5
Ilustración 2: Cuadro de cargas – Tablero C1.	7
Ilustración 3: Datos del DPS 3EK7 Catálogo SIEMENS.....	12
Ilustración 4: Niveles de aislamiento normalizados para $U_m < 245\text{kV}$ norma IEC 60071-1.	13
Ilustración 5: zonas de protección contra el rayo.....	14
Ilustración 6: Distancias de seguridad.....	17
Ilustración 7: Selectividad en la zona de sobrecargas.	24
Ilustración 8: Selectividad total - Coordinación de protecciones	25

Tabla 1. descripción del Proyecto	5
Tabla 2: Cuadro de cargas – Gabinete principal.	8
Tabla 3: Cuadro de cargas – Tablero bombas.	9
Tabla 4. Tipo de aisladores.	10
Tabla 5.....	12
Tabla 6: Tabla de valores máximos de campos magnéticos	18
Tabla 7: Calculo de sistema de puesta a tierra	19
Tabla 8: Tabla de datos de entrada para el cálculo de pérdida de energía.	22
Tabla 9: Resultados del Cálculo del Conductor Económico.	23
Tabla 10: Selección del conductor	23
Tabla 11: Cuadro de cálculo de canalizaciones.	28
Tabla 12: Regulacion Maxima Permisible	30
Tabla 18 Tabla de densidades de desgaseo a tierra.....	34
Tabla 19: Tabla de referencia del RETIE 9.4	48

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto contempla los requerimientos necesarios para *“LA CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES ELECTRICAS DE BAJA TENSION PARA EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL CENTRO POBLADO EL PAPAYAL DEL CORREGIMIENTO SAN RAFAEL – MUNICIPIO DE RIONEGRO – SANTANDER”*.

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.

OBJETO

Realizar las memorias de cálculo del anexo del Retie 10.1 y el diseño detallado de las redes eléctricas para *“LA CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES ELECTRICAS DE BAJA TENSION PARA EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL CENTRO POBLADO EL PAPAYAL DEL CORREGIMIENTO SAN RAFAEL – MUNICIPIO DE RIONEGRO – SANTANDER”*.

Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación.

REFERENCIA NORMATIVA

- RETIE resolución 90708 del 30 de 2013
- Norma técnica colombiana NTC – 2050
- Norma técnica colombiana NTC – 4552
- Norma internacional IEEE 80 – 2000
- Software IEC Risk Assessment calculator versión 1.0.3
- Programa en Excel de SPT

LOCALIZACIÓN

NOMBRE PROYECTO	LA CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES ELECRICAS DE BAJA TENSIÓN PARA EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL CENTRO POBLADO EL PAPAYAL DEL CORREGIMIENTO SAN RAFAEL.
MUNICIPIO/DEPARTAMENTO	MUNICIPIO DE RIONEGRO – SANTANDER
ZONA – NIVEL DE TENSIÓN	RURAL - 1

Tabla 1. descripción del Proyecto

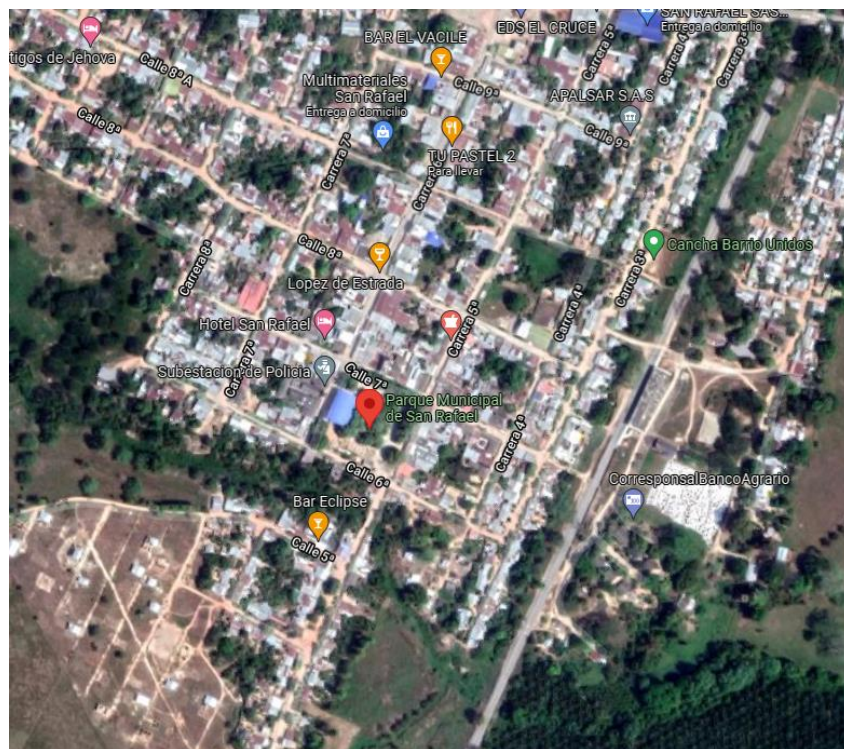


Ilustración 1: Localización del proyecto

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Este proyecto consta de la cambio y adecuación de las instalaciones eléctricas de la planta de tratamiento papayal, para lo cual se presentan planos, cálculos y demás documentos correspondientes al diseño eléctrico.

LISTA DE ITEMS A DESARROLLAR SEGÚN RETIE

- a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
- b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.
- c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.
- d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
- e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- f. Análisis del nivel tensión requerido.
- g. 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
- h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga
- i. Cálculo del sistema de puesta a tierra.
- j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
- k. 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.
- l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.
- m. 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.
- n. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, canaletas, etc.).
- o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
- p. Cálculos de regulación.
- q. Clasificación de áreas.
- r. Elaboración de diagramas unifilares.
- s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.
- t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
- u. Establecer las distancias de seguridad requeridas.
- 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.
- w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

SOLUCIÓN

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

- *El análisis del cuadro de cargas iniciales se evidencia en la siguiente imagen.*



Ilustración 2: Cuadro de cargas – Tablero C1.

- *El análisis del cuadro de cargas futuras se evidencia a continuación*

GABINETE PRINCIPAL PTAR-P GAB-PPAL PLANTA DE TRATAMIENTO PAPAYAL																					
No. Circuito	Descripción Circuito Ramal	Carga por Fase en (VA)			Conexión en Barras			Protección Eléctrica			Tensión (V)	Cu / Al	Corriente (A)	Distancia Tablero (m)	Cable AWG THHN/THWN			Caída de Tensión	Pérdidas de energía (W)	Ducto Mínimo PVC/EMT	
		R	S	T				Polos	Amp.	Icc (kA)					F	N	T				
		8.000			X			3	150	15	208	cu	66,6	3	4	--	10	0,17%	36,61	Φ 1 "	
1-3-5	Tablero motobombas		8.000			X															
2	Iluminacion bodega	160			X			1	20	15	120	cu	1,3	10	12	12	12	0,15%	0,24	Φ 3/4 "	
4	Tomas mto bodega		720			X		1	20	15	120	cu	6,0	10	12	12	12	0,67%	4,85	Φ 3/4 "	
6	Iluminacion exterior			180			X	1	20	15	120	cu	1,5	40	12	12	12	0,67%	1,21	Φ 1 "	
7	Iluminacion exterior	180			X			1	20	15	120	cu	1,5	15	12	12	12	0,25%	0,45	Φ 1 "	
8	Reserva no Equipada					X															
9	Reserva no Equipada						X														
10	Reserva no Equipada				X																
11	Reserva no Equipada					X															
12	Reserva no Equipada						X														
Total		8.340	8.720	8.180																	
Carga Instalada Fase R (VA) :		8.340																		Total Carga Instalada (VA):	25.240
Carga Instalada Fase S (VA) :		8.720																		Factor de Demanda :	0,70
Carga Instalada Fase T (VA) :		8.180																		Total Carga Demandada (VA) :	17.668
														Tipo de carga:		No lineal					
Corriente Demandad Fase R (A) :		49																		Capacidad Barras Fases (A) :	225
Corriente Demandad Fase S (A) :		51																		Capacidad Barra Neutro (A) :	225
Corriente Demandad Fase T (A) :		48																		Capacidad Barra Tierra (A) :	225
Corriente Total Demandada (A) :		49																		Tensión L - L (V) :	208
Corriente total demandada + 25% (A) :		61																		Tensión L - N (V) :	120
PROTECCIÓN GENERAL TABLERO (A) :		3 x 60																		Fuente de alimentación :	GABINETE PRINCIPAL
Icc (kA) :		15																		Localización Tablero :	BODEGA
DESBALANCE		4%																		Distancia fuente de alimentación (m) :	30
																				Pérdidas de energía (W):	326,77
DESCRIPCIÓN TABLERO :		3F - De Sobreponer																			
NUMERO DE CIRCUITOS :		12																			
ALIMENTADOR ELECTRICO :		1 No.4 x (F) + 1 No.4 (N) + No.8 (T)																			
CONDUCTOR		cu																			
CAIDA DE TENSIÓN ACUMULADA (%) :		2,05%																			

Los armónicos comparados con la carga total se hacen despreciables por lo tanto no se tienen en cuenta.

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

TABLERO DE BOMBAS T-BOM PLANTA DE TRATAMIENTO PAPAYAL																				
No. Circuito	Descripción Circuito Ramal	Carga por Fase en (VA)			Conexión en Barras			Protección Eléctrica			Tensión (V)	Cu / Al	Corriente (A)	Distancia Tablero (m)	Cable AWG THHN/THWN			Caída de Tensión	Pérdidas de energía (W)	Ducto Mínimo PVC/EMT
		R	S	T				Polos	Amp.	Icc (kA)					F	N	T			
1-3-5	Motobomba de 15 HP	5.667			X			3	125	15	208	cu	47,2	35	4	--	10	1,44%	214,29	Φ 1 "
2-4-6	Motobomba de 5 HP	2.000			X			3	50	15	208	cu	16,7	25	12	--	10	2,33%	122,14	Φ 1 "
			2.000			X														
				2.000			X													
Total		7.667	7.667	7.667																
Carga Instalada Fase R (VA) :		7.667											Total Carga Instalada (VA) :		23.000					
Carga Instalada Fase S (VA) :		7.667											Factor de Demanda :		0,70					
Carga Instalada Fase T (VA) :		7.667											Total Carga Demandada (VA) :		16.100					
														Tipo de carga:		No lineal				
Corriente Demandad Fase R (A) :		45											Capacidad Barras Fases (A) :		225					
Corriente Demandad Fase S (A) :		45											Capacidad Barra Neutro (A) :		225					
Corriente Demandad Fase T (A) :		45											Capacidad Barra Tierra (A) :		225					
Corriente Total Demandada (A) :		45											Tensión L - L (V) :		208					
Corriente total demandada + 25% (A) :		56											Tensión L - N (V) :		120					
PROTECCIÓN GENERAL TABLERO (A) :		3 x 125											Fuente de alimentación :		GABINETE PRINCIPAL					
Icc (kA) :		15											Localización Tablero :		SOTANO 1					
DESBALANCE																				
DESCRIPCIÓN TABLERO :		3F - De Fabricación Especial																		
NUMERO DE CIRCUITOS :		6																		
ALIMENTADOR ELECTRICO :		1 No.4 x (F) + 1 No.4 (N) + No.8 (T)																		
CONDUCTOR		cu																		
CAIDA DE TENSIÓN ACUMULADA (%) :		0,31%																		

Tabla 3: Cuadro de cargas – Tablero bombas.

b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

El nivel de tensión del proyecto es de 13.2 kV — 208/120V, por lo tanto, se usará un nivel de aislamiento de la siguiente manera:

- para MT, los aisladores en la red de media tensión presentan un BIL mínimo de 110 kV (*según certificado de conformidad de producto*).
- Para BT, la Red de BT, es tipo trenzada con aislamiento para 600V.

El tipo de aisladores y las características son las siguientes:

Hibrido	Se emplean como aisladores soporte y aislamiento en líneas de distribución. Son excelentes para el control de corriente de fuga Aplicando en tensiones de Distribución y Subtransmisión, para ambientes normales y contaminados.
Polimérico	Se emplean cuando han de soportar grandes esfuerzos mecánicos, debido a que su resistencia mecánica es aproximadamente el doble que los de porcelana, y sus propiedades aislantes también son superiores.
Tensor	Aislador de porcelana o sintético, de forma cilíndrica con dos agujeros y ranuras transversales. Se usa como soporte aislador entre el poste y el suelo en los cables tensores, y para tensar líneas aéreas y estructuras de distribución.

Tabla 4. Tipo de aisladores.

El valor de Tensión máximo según IEC, con referencia a la Nota 2 “*In a normal system of Series I, the highest voltage and the lowest voltage do not differ by more than approximately ±10 % from the nominal voltage of the system.*” Es de **228.8V**.

Tensión máxima de operación continua – MCOV

Es la máxima tensión que puede aplicarse de manera continua entre sus terminales a un equipo y corresponde a la Tensión de fase equivalente máxima del sistema:

$$MCOV = \frac{V_{max}}{\sqrt{3}}$$

$$MCOV = 8.38 \text{ kV}$$

Sobretensión temporal – TOV

Esta Tensión proviene de multiplicar el MCOV por una constante de falla a tierra, que para un sistema sólidamente aterrizado corresponde a $K_e=1.4$.

$$TOV = K_e * MCOV$$

$$TOV = 8.38 * 1.4 = 11.74 \text{ kV}$$

Tensión nominal del descargador

La tensión nominal del pararrayos se escoge seleccionando el mayor valor entre R_o y R_e .

$$R_o = \frac{COV}{K_o}$$

Donde K_o es un factor de diseño dado por el fabricante. Para DPS de ZnO un factor $K_o=0.8$

$$R_o = \frac{8.38}{0.8} = \mathbf{10.48}$$

$$R_e = \frac{TOV}{K_t}$$

Donde K_t es la capacidad del DPS contra sobrecorrientes temporales, la cual depende de la duración de la sobretensión.

$K_t = 1.15$ para 1 Segundo

$K_t = 1.10$ para 10 Segundos

$K_t = 0.95$ para 2 Horas

$$R_e = \frac{11.74}{1.10} = \mathbf{10.67}$$

Factor de seguridad para el voltaje nominal del DPS

Para un sistema $< 100kV$	Para un sistema $> 100kV$
Factor de seguridad del 10%	Factor de seguridad del 5%

Así la tensión del DPS será 10.67 kV multiplicado por un factor de 10%

$$R = R_e * 1.1 = 10.67 * 1.05 = 11.2 \text{ kV}$$

Este valor del voltaje nominal del DPS se debe normalizar a un valor estandarizado (comercial).

Voltaje nominal normalizado es: $U_r = \mathbf{12 \text{ KV}_{rms}}$

Normalizado mediante el catálogo de SIEMENS. (Ver ilustración 3.)

Tensión asignada U_n	Tensión de operación permanente U_c	Referencia del descargador de sobretensión		Tensión residual máxima						
[kV]	[kV]		1 kA 8/20 μ s [kV cr]	3 kA 8/20 μ s [kV cr]	5 kA 8/20 μ s [kV cr]	10 kA 8/20 μ s [kV cr]	15 kA 8/20 μ s [kV cr]	20 kA 8/20 μ s [kV cr]	125 A 30/60 μ s [kV cr]	500 A 30/60 μ s [kV cr]
3	2,4	3EK7 030 -4CB4	6,6	7,1	7,5	8,1	8,7	9,3	5,8	6,2
5	4	3EK7 050 -4CB4	10,8	11,7	12,4	13,3	14,4	15,3	9,4	10,1
6	4,8	3EK7 060 -4CB4	13,0	14,2	15,0	16,1	17,4	18,5	11,4	12,2
9*	7,2	3EK7 090 -4CB4	19,4	21,1	22,3	24,0	25,9	27,6	17,0	18,2
10,5*	8,4	3EK7 105 -4CB4	22,8	24,7	26,1	28,1	30,3	34,6	20,0	22,7
12*	9,6	3EK7 120 -4CC4	25,9	28,2	29,8	32,0	34,6	36,8	22,7	24,3
15*	12	3EK7 150 -4CC4	32,3	35,1	37,1	39,9	43,1	45,9	28,3	30,3
18*	14,4	3EK7 180 -4CD4	38,8	42,2	44,5	47,9	51,7	55,1	34,0	36,4
21*	16,8	3EK7 210 -4CD4	45,3	49,2	52,0	55,9	60,4	64,3	39,7	42,5
22*	17,6	3EK7 220 -4CE4	47,5	51,6	54,5	58,6	63,3	67,4	41,6	44,5
24*	19,2	3EK7 240 -4CE4	51,7	56,1	59,3	63,8	68,9	73,4	45,3	48,5
25	20	3EK7 250 -4CE4	53,9	58,5	61,8	66,5	71,8	76,5	47,2	50,5
27	21,6	3EK7 270 -4CF4	58,2	63,3	66,9	71,9	77,7	82,7	51,0	54,6
30*	24	3EK7 300 -4CF4	64,6	70,1	74,1	79,7	86,1	91,7	56,6	60,6

Ilustración 3: Datos del DPS 3EK7 Catálogo SIEMENS

Selección de la corriente nominal I_n

Teniendo en cuenta la tabla 5, tomada de la IEC 60071-2, se determina que la corriente nominal para un sistema de 12 kV es de 10kA, clase 1.

Tabla 5

Tensión Máximo del Sistema (kV)	5 kA	10 kA			20 kA	
		C1	C2	C3	C4	C5
$V_s \leq 72.5$ kV						
$72.5 < V_s \leq 245$						
$245 < V_s \leq 420$						
$V_s > 420$						

La Tabla 5 presenta más detalle y se le puede asignar una $I_n 8/20 \mu s = 10kA$, tambien en función de cumplir los requerimientos de la norma técnica.

Para onda tipo maniobra 30/60 μs se le asigna una $I_n 30/60 \mu s = 500A$.

Cálculo de los parámetros NPR y NPM

Las tensiones residuales se obtienen para impulsos de corriente tipo rayo (8/20 μs para todos los DPS, independiente de su corriente nominal) y tipo maniobra (30/60 μs para DPS de 10 kA y 20 kA). Por catálogo, se asigna el voltaje residual, ver ilustración 3.

Rayo	Maniobra
$I_n 8/20 \mu s = 10kA$	$I_n 30/60 \mu s = 500kA$
NPR =32kV pico	NPM =24.3 kV pico

Cálculo del BIL y el BSL

De igual forma, el BIL y el BSL están relacionados con el NPR y el NPM respectivamente mediante un factor de seguridad:

Factor	Nivel del sistema de potencia
1,25	Para sistemas >200 kV
1,4	Para sistemas <52 kV

donde $K_i=1.4$ para tensiones inferiores a 52 kV y $K_m=1.25$. De esta forma tenemos:

$$BIL = K_i * NPR$$

$$BIL = 1.4 * 32 = \mathbf{44.8 \text{ kV}}$$

$$BSL = K_m * NPM$$

$$BSL = 1.4 * 24.3 = \mathbf{34.02 \text{ kV}}$$

Para la coordinación de aislamiento se consideró 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 °C para instalaciones con capacidad de corriente menor de 100 A o de 75 °C si la capacidad de corriente es mayor.

Coordinación de Aislamiento

Se deben seleccionar valores normalizados para el BIL y el BSL de la ilustración 4 tomada de la norma IEC 60071-1

Table 2 – Standard insulation levels for range I ($1\text{kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$)

Highest voltage for equipment (U_m) kV (r.m.s. value)	Standard rated short-duration power-frequency withstand voltage kV (r.m.s. value)	Standard rated lightning impulse withstand voltage kV (peak value)
3,6	10	20 40
7,2	20	40 60
12	28	60 75 95
17,5 ^a	38	75 95
24	50	95 125 145
36	70	145 170

Ilustración 4: Niveles de aislamiento normalizados para $U_m < 245\text{kV}$ norma IEC 60071-1.

El BIL puede tomar dos valores $BIL_{Normalizado} = 60kV_{pico} ; 75kV_{pico} ; 95kV_{pico}$
Según la norma, se usa un BIL de $60kV_{pico}$ para el lado de media y para el de baja $30kV_{pico}$.

El BSL según la tabla 2 es de $28kV_{rms}$, es un nivel básico de aislamiento para sobretensiones de tipo maniobra cerca al que se establece en la norma del operador de red tomada como referencia. Según la norma el BSL exigido es de $31kV_{rms}$.

$$BIL = 60 kV \quad BSL = 31 kV$$

Margen de protección a impulsos tipo rayo y tipo maniobra

Margen de protección a impulsos tipo rayo $\frac{BIL}{NPR} \geq 1,2$

$$\frac{BIL}{NPR} = \frac{60}{32} = 1.88 \rightarrow \text{Cumple criterio de la Norma}$$

Margen de protección a impulsos tipo maniobra $\frac{BSL}{NPM} \geq 1,15$

$$\frac{BSL}{NPM} = \frac{31}{24.3} = 1.28 \rightarrow \text{Cumple criterio de la Norma}$$

Este análisis apunta a establecer el nivel de protección contra sobretensiones teniendo en cuenta las Zonas de protección y los niveles básicos de aislamiento (BIL) de los diferentes equipos. La siguiente gráfica ilustra las zonas de protección referenciadas a la IEC 62305.

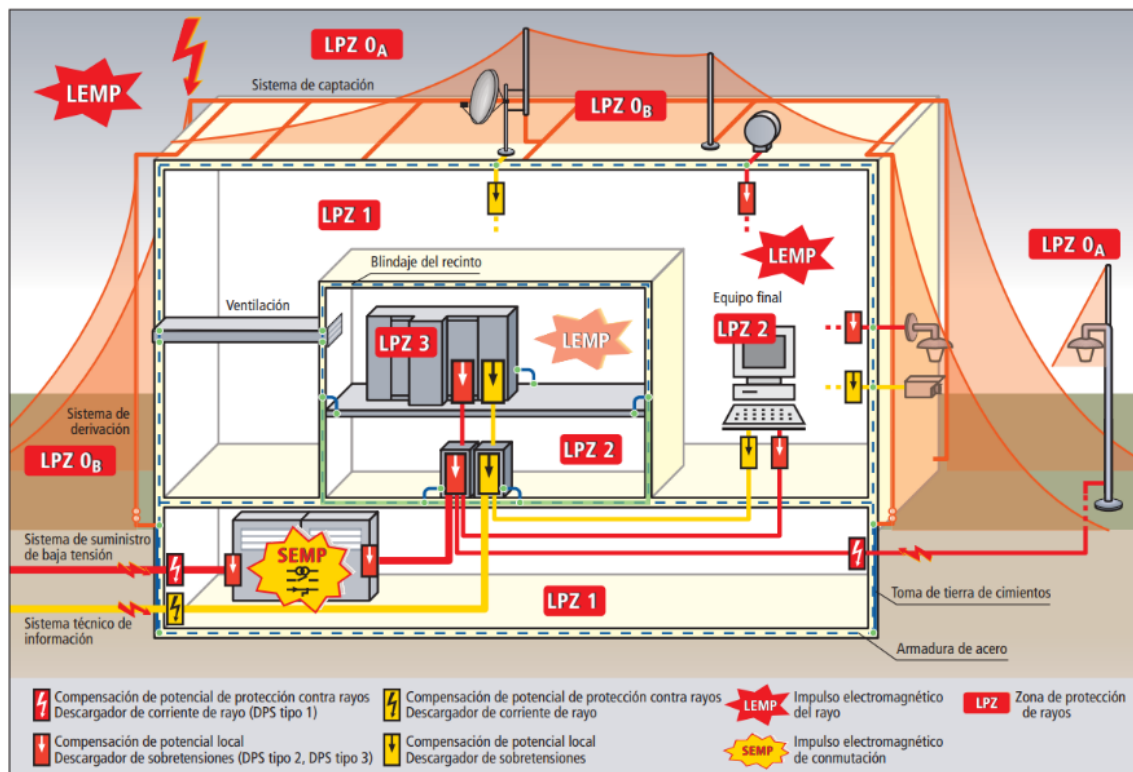


Fig. 7.1.1: Concepto de zonas de protección contra el rayo según UNE EN 62305-4 (IEC 63205-4).

Ilustración 5: zonas de protección contra el rayo.

LPZ 0A Zona donde la amenaza es el impacto directo de rayo directo y el campo electromagnético generado por el mismo. Los equipos y sistemas internos pueden verse sometidos a corriente de choque de rayo.

LPZ 0B Zona protegida contra descargas directas de rayo pero expuesta al campo electromagnético del mismo. Los sistemas internos pueden verse sometidos a corrientes parciales de rayo.

LPZ 1 Zona donde la corriente de choque está limitada por el reparto de corriente y por los SPD instalados en el paso de zona. El apantallamiento de los cables puede atenuar el campo electromagnético del rayo.

LPZ 2 Zona donde la corriente de choque puede verse limitada por el reparto de la corriente y por los SPD instalados en el paso de zona. El apantallamiento de los cables puede atenuar el campo electromagnético del rayo.

De la norma ANSI/ISA—61010-1 (82.02.01) CSA C22.2 No. 1010.1 ANSI/UL 61010-1 Formerly ANSI/ISA-82.02.01-1999 (IEC 61010-1 Mod) Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use, obtenemos los datos de Tensiones máximas de aislamiento para el equipo electrónico según aplique.

c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

Un análisis detallado de la instalación evidencia la posibilidad de que una de las fases se ponga en contacto con la tierra, el neutro u otra fase, en el evento que esto pueda ocurrir **se deberá garantizar** que las protecciones eléctricas de la instalación sean acordes a la **capacidad en amperios** y de **corriente de cortocircuito** propuestos en este diseño, para prevenir los accidentes que puedan causar estas fallas eléctricas.

A continuación se muestra el cortocircuito aportado por la red y el posible transformador que alimentará el Proyecto.

120/208V por lo que este nivel en baja tensión es el requerido, en el diagrama unifilar se evidencia el nivel de tensión de estos y de la acometida hasta el gabinete de medida con protección principal (**Véase el diagrama unifilar del proyecto**).

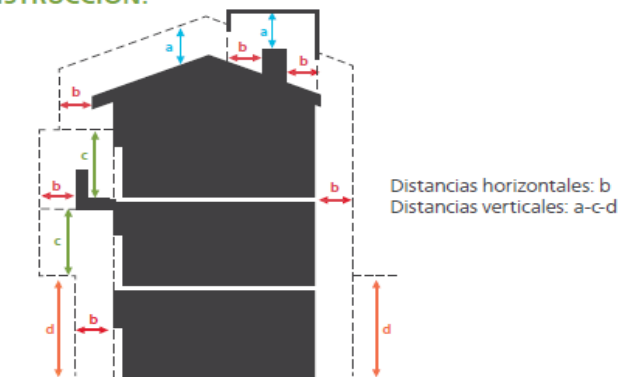
g. Cálculo de campos electromagnéticos

Citando el artículo 14.4 del RETIE, Los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deben incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas.

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

No fueron necesarios evaluarlos porque la instalación está alejada de redes eléctricas de distribución de **alta** y **extra alta** tensión

CONOZCA LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN:



DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES

DESCRIPCIÓN	TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (kV)	DISTANCIA (M)
Distancia vertical "a" sobre techos, balcones y salientes aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso para personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación.	44 / 34,5 / 33 13,8 / 13,2 / 11,4 / 7,6 / <1	3,8 3,8 0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientes de la facilidad de accesibilidad de personas.	66 / 57,5 44 / 34,5 / 33 13,8 / 13,2 / 11,4 / 7,6 <1	2,5 2,3 2,3 1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas y sobre áreas accesibles a vehículos de máximo 2,45m de altura.	44 / 34,5 / 33 13,8 / 13,2 / 11,4 / 7,6 <1	4,1 4,1 3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular pesado con altura mayor a 2,45m.	115 / 110 66 / 57,5 44 / 34,5 / 33 13,8 / 13,2 / 11,4 / 7,6 <1	6,1 5,8 5,6 5,6 5

* Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) - 2013.

Ilustración 6: Distancias de seguridad

14.3 VALORES LÍMITES DE EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Para el caso de las instalaciones objeto de este reglamento, las personas que por sus actividades están expuestas a campos electromagnéticos o el público en general, no debe ser sometido a campos que superen los valores establecidos en la Tabla 14.1.

TIPO DE EXPOSICIÓN	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO(kV/m)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (μT)
Exposición ocupacional en un día de trabajo de ocho horas.	8,3	1000
Exposición del público en general hasta ocho horas continuas	4,16	200

Tabla 14.1 Valores límites de exposición a campos electromagnéticos.

Tabla 6: Tabla de valores máximos de campos magnéticos

Debido a que las corrientes son muy bajas y los conductores de importancia no cruzan por las zonas de trabajo de personas este cálculo no se considera pertinente.

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

No aplica, ya que no se requiere la instalación de transformador para el proyecto.

i. Cálculo del sistema de puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra debe cumplir con la función de evitar gradientes peligrosos entre las edificaciones y el suelo a fin de proteger a las personas, animales y vida vegetal contra tensiones de toque y de paso.

Para tal fin se debe proporcionar un circuito dispersor de baja impedancia con el fin de:

- Brindar una correcta operación de la protección de la estructura (relaying)
- Realizar la dispersión de corrientes elevadas, ocasionadas por cortocircuitos o descarga atmosférica.

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso y contacto transferidas. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial y controla las tensiones transferidas. Debe tomarse como referencia el valor de la tabla 15.4. "valores de referencia para resistencia de puesta a tierra" del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE. Este inciso nos indica que el valor máximo de resistencia de puesta a tierra para punto neutro de acometidas en baja tensión debe ser inferior a 25 Ω.

El sistema de puesta a tierra es el exigido por el Operador de red para aterrizar el medidor instalado y equipotencializar con los tableros de la instalación.

El sistema de puesta a tierra debe hacerse siguiendo la geometría mostrada en el plano adjunto en cable de cobre no (8 AWG) según lo requiera la empresa de energía, a 0.5m de profundidad, medidos a partir de la superficie del terreno, utilizando para esto uniones de soldadura exotérmica con carga fundente de acuerdo con lo mostrado en el plano adjunto, o

conectores certificados para la conexión de la varilla y el conductor de puesta a tierra.

La varilla de puesta a tierra debe enterrarse en su totalidad, de tal manera que se facilite la unión al cableado de la puesta a tierra. La parte superior del electrodo debe quedar a mínimo 15cm de la superficie.

La puesta a tierra diseñada debe equipotencializarse con la puesta a tierra del sistema de protección contra rayos u otras puestas a tierra de la instalación empleando para ello cable de cobre Nº 1/0 AWG y soldadura exotérmica o conector certificado para su uso.

Es importante dentro de las labores de mantenimiento de la edificación, programar una revisión de las puestas a tierra por lo menos cada tres años, consistente en la medición del sistema de puesta a tierra, verificación de cableado y uniones, y reposición de los elementos que presenten deterioro.

Debe construirse una caja de inspección con dimensiones mínimas de 30cm x 30cm, o de 30cm de diámetro, y su tapa debe ser removible.

Todos los materiales utilizados en puesta a tierra deben cumplir con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE.

Electrodos Verticales		
Resistividad del suelo:	50	[Ωm]
Longitud del electrodo:	2,4	[m]
Radio del electrodo:	0,016	[m]
Separación (D):	0	[m]
Resistencia Total*:	17,89	[Ω]

Arreglo

☒ Electrodo Simple

☐ 2 Electrodos en línea

☐ 3 Electrodos en línea

☐ 3 Electrodos en Triangulo

Electrodo Vertical Simple



Tabla 7: Calculo de sistema de puesta a tierra

CALCULO DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS TOLERABLES.

Con el fin de determinar cuáles son las tensiones de paso y contacto tolerables para un ser humano se realizará el procedimiento descrito en la metodología IEEE 80, el cual se resume a continuación:

Para una persona de 50 Kg

V_{paso tolerable}

$$= \frac{((1000 + 6 * Cs * \rho_s) * 0.116)}{\sqrt{tc}} [V]$$

V_{contacto tolerable}

$$= \frac{((1000 + 1.5 * Cs * \rho_s) * 0.116)}{\sqrt{tc}} [V]$$

Ya que el diseño en cuestión tiene previsto una capa superficial (hs) de 0.1 m de espesor, entonces:

$$\rho_s = 2500 \Omega * m$$

$$\rho = 50 \Omega * m$$

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

$$Cs = 0.6958$$

Por lo tanto las tensiones de paso y contacto tolerables para personas de 50 Kg para la subestación serían las siguientes:

$$V_{paso \text{ tolerable}} = \mathbf{1876 \text{ V}}$$

$$V_{contacto \text{ tolerable}} = \mathbf{592.0 \text{ V}}$$

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Tiempo de despeje de la falla	s	0.5
Peso corporal	kg	50
Resistividad del suelo de aislamiento	$\Omega.m$	2.500

De acuerdo al resultado obtenido al sustituir los valores en la ecuación **Rg**, "Cálculos de la resistencia de puesta a tierra" el diseño de puesta a tierra cumple con los parámetros estipulados en el **RETIE**

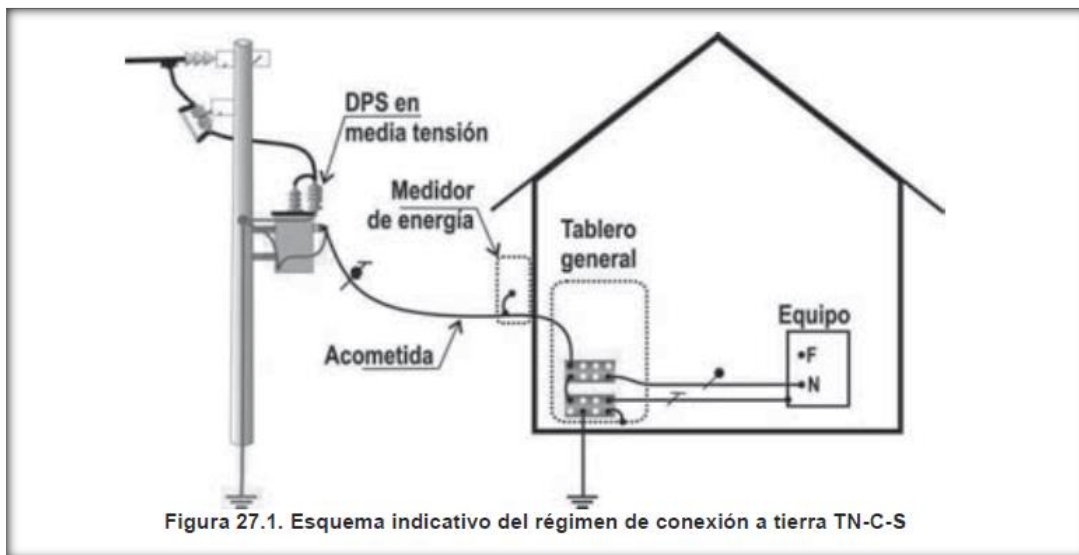
artículo 15.4, ANSI/IEEE 80 y NTC

Los valores de tensión de paso son inferiores a los establecidos en la tabla 15.1 del RETIE.

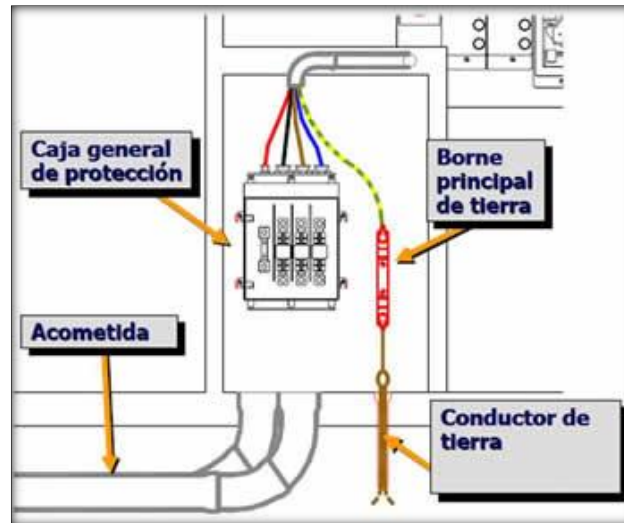
Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEC para 95% de la población. (Público en general)	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEEE para personas de 50 kg (Ocupacional)
Mayor a dos segundos	50 voltios	82 voltios
Un segundo	55 voltios	116 voltios
700 milisegundos	70 voltios	138 voltios
500 milisegundos	80 voltios	164 voltios
400 milisegundos	130 voltios	183 voltios
300 milisegundos	200 voltios	211 voltios
200 milisegundos	270 voltios	259 voltios
150 milisegundos	300 voltios	299 voltios
100 milisegundos	320 voltios	366 voltios
50 milisegundos	345 voltios	518 voltios

Tabla 15.1. Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano

La configuración del sistema de puesta a tierra es adecuado y efectivo. Todos los puntos de conexión a varilla deben poseer cámara de registro e inspección con dimensiones internas de 30 x 30 x 30 cm, dimensiones internas libres.



Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.



j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.

La tabla mostrada a continuación refleja los valores de la evaluación requerida para este capítulo.

Nótese que el conductor optimizado está un poco por encima del conductor calculado como requerimiento únicamente técnico.

FECHA DE EVALUACION:		7/11/2021
TARIFA ENERGIA [KW-h]		\$ 560,0
TASA FINANCIERA DE DESCUENTO		15%

NOMBRE ALIMENTADOR	SECCION TÉCNICA	SECCION ECONOMICA	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	TOTAL CONDUCTORES DE ALIMENTADOR	POTENCIA [kW]	TIPO DE SISTEMA	TENSION [V]	RESISTENCIA TOTAL DEL CONDUCTOR TECNICO [OHMS]	RESISTENCIA TOTAL DEL CONDUCTOR ECONOMICO [OHMS]2	CORRIENTE [A]	DISTANCIA [m]	CICLO DE TRABAJO DIARIO [HORAS]	DIAS DE TRABAJO MENSUAL [DIAS]	VIDA UTIL [AÑOS]
GAB-PPAL	# 4 Cu-THHN	# 2 Cu-THHN	1	3	14,50	3F	220	1,02	0,62	7,3	30	12	24	10
T-BOM	# 4 Cu-THHN	# 2 Cu-THHN	1	3	13,60	3F	220	1,02	0,62	6,8	40	12	24	10

Tabla 8: Tabla de datos de entrada para el cálculo de pérdida de energía.

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

TECNICO				ECONOMICO					
									
ENERGIA DISIPADA POR EL ALIMENTADOR TECNICO EN EL PERIODO DE EVALUACION [Kw-H]	COSTO DE INVERSION INICIAL DE CONDUCTOR TECNICO (1)	COSTO DE PERDIDAS DE ENERGIA DEL CONDUCTOR TECNICO DURANTE LA VIDA UTIL	TOTAL INVERSION MAS PERDIDAS DEL CONDUCTOR TECNICO	ENERGIA DISIPADA POR EL ALIMENTADOR TECNICO EN EL PERIODO DE EVALUACION [Kw-H]2	COSTO DE INVERSION INICIAL DE CONDUCTOR ECONOMICO	COSTO DE PERDIDAS DE ENERGIA DEL CONDUCTOR ECONOMICO DURANTE LA VIDA UTIL	TOTAL INVERSION MAS PERDIDAS CONDUCTOR ECONOMICO	DIFERENCIA [COP]	DIFERENCIA PORCENTUAL
\$ 54	\$ 2.184.601	\$ 30.024	\$ 2.214.625	\$ 33	\$ 3.388.316	\$ 18.338	\$ 3.406.654	\$ (1.192.030)	53,8%
\$ 47	\$ 2.912.802	\$ 26.412	\$ 2.939.214	\$ 29	\$ 4.517.755	\$ 16.132	\$ 4.533.887	\$ (1.594.674)	54,3%
	\$ 5.097.403	\$ 56.436	\$ 5.153.839	\$ 31	\$ 7.906.072	\$ 34.470	\$ 7.940.542	\$ -2.786.703	54,0%

Tabla 9: Resultados del Cálculo del Conductor Económico.

En la última columna se observa el ahorro final al seleccionar un conductor que está un calibre por encima del calibre técnico requerido.

El conductor de alimentación primario no se tuvo en cuenta en este capítulo debido a que la medida se hace en el punto de conexión en la subestación del proyecto y solo es controlable por el operador de red.

k. 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.

La selección del conductor debe ser el resultado de una comparación entre una gama preseleccionada de conductores. Los criterios para esta comparación son:

Debe ser el conductor más económico, como se evidencia en el cálculo anterior, y en complemento con la coordinación de protecciones para la verificación de el tiempo de disparo de los interruptores y su respectiva corriente de cortocircuito.

Para el presente diseño se tiene la selección del conductor de M.T., es el Cable ACSR No.1/0.

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR - ALIMENTADORES PRINCIPALES	
ACOMETIDA PPALL: DESDE TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	$3FxN^{\circ}4 + 1N+N^{\circ}4 + 1TxN^{\circ}4$
ALIMENTADOR PARCIAL: DESDE TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN A T-BOM	$3FxN^{\circ}4 + 1TxN^{\circ}8$

Tabla 10: Selección del conductor

La regulación no debe exceder el 3% para zona urbana y el 3% para la zona rural, es la limitante más trascendente en el cálculo del conductor.

El porcentaje de pérdidas de potencia es inferior al 5%, se cumple para este diseño.

I. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos, incluye bandejas portacables.

No existen estructura que deban calcularse ya que se instalarán tuberías enterradas y sobrepuestas donde los anclajes cumplen con NSR10

m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 anexo A

Una adecuada coordinación de protecciones debe cumplir los tres principios básicos de los sistemas de protección contra sobretensiones y sobrecorrientes sugeridos por la norma IEC 60947-2 los cuales se denominan selectividad, limitación y filiación.

Siguiendo estas directrices, los cálculos y las curvas de protecciones que se adjuntan a continuación, fueron las empleadas para coordinar las protecciones para las instalaciones eléctricas.

SELECTIVIDAD EN FUNCIÓN DEL TIPO DE FALLAS

- Sobrecargas

Estas sobrecorrientes están comprendidas entre 1 y 10 veces la intensidad de servicio. Su eliminación debe hacerse en un tiempo compatible con la resistencia térmica de los conductores afectados. El tiempo de disparo es generalmente inversamente proporcional al cuadrado de la corriente (disparo llamado «a tiempo inverso»).

La selectividad de los interruptores automáticos se aplica comparando las curvas tiempo/intensidad de los disparos de largo retardo afectados por el defecto (figura A).

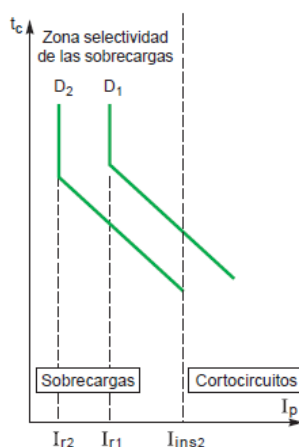


Ilustración 7: Selectividad en la zona de sobrecargas.

Esta selectividad queda asegurada si, para cualquier valor de la corriente de sobrecarga, el tiempo de no disparo del interruptor aguas arriba, D1, es superior al tiempo máximo de corte del interruptor automático D2 (incluido el tiempo de extinción del arco). Esta condición se cumple en la práctica si la razón I_{r1}/I_{r2} es mayor que 1,6.

Las siguientes graficas muestran las curvas de disparo y la selectividad que presenta las protecciones calculadas para cada tablero.

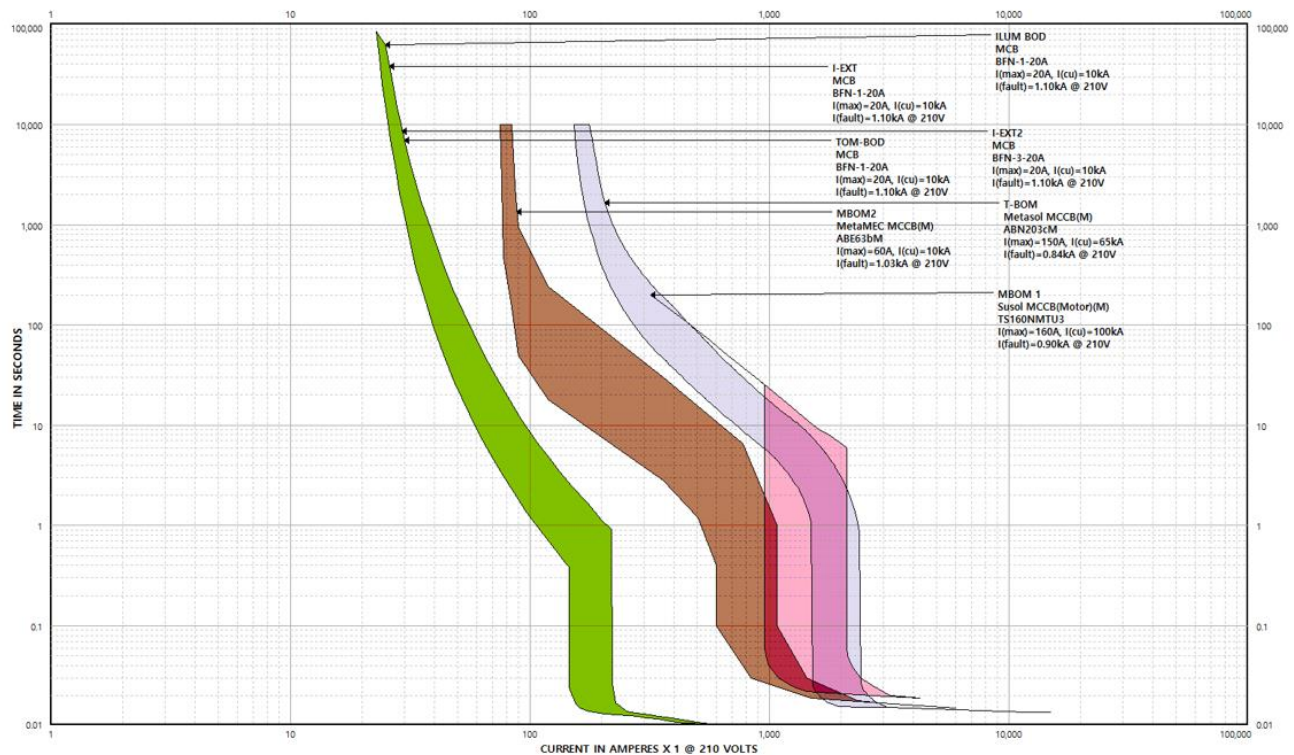


Ilustración 8: Selectividad total - Coordinación de protecciones

El resultado de la anterior coordinación muestra selectividad total en el sistema.

n. Cálculos de canalizaciones (tubo, duetos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduleta, etc.).

Los cuadros siguientes muestran el cálculo de las canalizaciones propuestas. De acuerdo con el RETIE y la NTC el objetivo de cálculo se propone a no superar el área del 40% de la sección transversal de la ductería.

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

ACOMETIDA

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4	THW 600 V	4	8,93	62,63	250,53
2	8	THW 600 V	1	5,99	28,18	28,18
3	12	THW 600 V				
4	12	THW 600 V				
5	12	THW 600 V				
					Area Total	278,71 mm2
Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A						
Diametro: 1 1/2 Pulgadas						
					Diametro**	43,7 mm
					Area Total	1499,87 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	18,58%

ALIMENTADOR M-BOM 15 HP

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4	THW 600 V	3	8,93	62,63	187,89
2	10	THW 600 V	1	4,47	15,69	15,69
3	12	THW 600 V				
4	12	THW 600 V				
5	12	THW 600 V				
					Area Total	203,59 mm2
Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A						
Diametro: 1 Pulgadas						
					Diametro**	29,8 mm
					Area Total	697,46 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	29,19%

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

ALIMENTADOR M-BOM 5HP

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	12	THW 600 V	3	3,84	11,58	34,74
2	12	THW 600 V	1	3,84	11,58	11,58
3	12	THW 600 V				
4	12	THW 600 V				
5	12	THW 600 V				
					Area Total	46,32 mm2
Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A						
Diametro: 1 Pulgadas						
Diámetro mínimo recomendado					Diametro**	29,8 mm
1 "					Area Total	697,46 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	6,64%

ALIMENTADOR ILUMINACION EXTERIOR

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	12	THW 600 V	3	3,84	11,58	34,74
2	12	THW 600 V				
3	12	THW 600 V				
4	12	THW 600 V				
5	12	THW 600 V				
					Area Total	34,74 mm2
Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A						
Diametro: 1 Pulgadas						
Diámetro mínimo recomendado					Diametro**	29,8 mm
1 "					Area Total	697,46 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	4,98%

CIRCUITOS RAMALES

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	12	THW 600 V	3	3,84	11,58	34,74
2	12	THW 600 V				
3	12	THW 600 V				
4	12	THW 600 V				
5	12	THW 600 V				
					Area Total	34,74 mm2
Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A						
Diametro: 3/4 Pulgadas						
Diámetro mínimo recomendado 1 "					Diametro**	23,1 mm
					Area Total	419,10 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	8,29%

Tabla 11: Cuadro de cálculo de canalizaciones.

Nótese que en todos los casos el valor del 40% no es superado.

o. Cálculo de bandejas portacable.

El proyecto NO cuenta con instalación de bandejas porta cables.

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

Calculo corriente en Baja Tensión

La potencia instalada para el proyecto es 17.6 kVA, por tanto, mediante la siguiente ecuación se obtiene la corriente

$$I = \frac{S}{V} \quad (1)$$

Donde, S: Potencia (VA); V: Tensión (V); I: Corriente

Teniendo en cuenta que el nivel de tensión del proyecto es: 208V

A partir de la ecuación (1), la corriente que se obtiene es:

$$I = 48.8A$$

Acometida en Baja Tensión

Para la selección de la acometida en Baja Tensión se calcula la corriente al 25%, por tanto se obtiene:

$$I + 25\% = 62A$$

De esta manera la acometida en Baja Tensión para el proyecto será:

Acometida en cobre:

3No 4 (F) + 1No 4 (N) + 1No 8 (T)

El cálculo de la caída de tensión se obtiene de la siguiente manera:

$$\% \Delta V = \frac{2 * I_c * Z_c * L}{V}$$

Donde,

Z_c : Impedancia Eficaz [$\Omega * km$]

$V_f = 208V$

$L = 30m$

El porcentaje de caída de tensión será:

$$\% \Delta V = 1.52\%$$

La caída de tensión para el alimentador principal será entonces:

$$\Delta V = 3.17V$$

El cálculo de las perdidas en el conductor se obtiene de la siguiente manera:

$$P = I * \Delta V * \cos(\phi)$$
$$P = 176.886 W$$

q. Cálculos de regulación.

Calculo corriente en Baja Tensión

La potencia instalada para el proyecto es 17.6 kVA, por tanto, mediante la siguiente ecuación se obtiene la corriente

$$I = \frac{S}{V} \quad (1)$$

Donde, S: Potencia (VA); V: Tensión (V); I: Corriente

Teniendo en cuenta que el nivel de tensión del proyecto es: 208V

A partir de la ecuación (1), la corriente que se obtiene es:

$$I = 48.8A$$

Acometida en Baja Tensión

Para la selección de la acometida en Baja Tensión se calcula la corriente al 25%, por tanto se obtiene:

$$I + 25\% = 62A$$

De esta manera la acometida en Baja Tensión para el proyecto será:

Acometida en cobre:

3No 4 (F) + 1No 4 (N) + 1No 8 (T)

El cálculo de la caída de tensión se obtiene de la siguiente manera:

$$\% \Delta V = \frac{2 * I_c * Z_c * L}{V}$$

Donde,

Z_c : Impedancia Eficaz [$\Omega * km$]

$V_f = 208V$

$L = 30m$

El porcentaje de caída de tensión será:

$$\% \Delta V = 1.52\%$$

Nivel de Tensión – Zona Urbana/Rural	Regulación máxima permisible (%)
Nivel I (240/120 V)	3.0
Nivel II (13,2 kV)	3.0

Tabla 12: Regulacion Maxima Permisible

r. Clasificación de áreas.

En el proyecto no se tiene clasificación de áreas especiales, ya que se trata de una construcción de redes en una Zona Urbana residencial.

s. Elaboración de diagramas unifilares.

Adjunto documento ANEXO - E. D.U Redes MT y BT.

t. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.

Adjunto documento ANEXO - E. Redes MT y BT - Plano Eléctrico – Planta Tratamiento Papayal.

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

Adjunto documento ANEXO - E. Redes MT y BT - Plano Eléctrico – Planta tratamiento Papayal.

v. Indicar las distancias de seguridad requerida.

Para las distancias de seguridad, se garantiza dar cumplimiento al numeral 13.2 el RETIE Distancia mínimas de seguridad en zonas con construcciones, como se observa en la siguiente tabla:

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 13.1 distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Igualmente, en instalaciones construidas bajo criterio de la norma **IEC 60364**, para tensiones mayores de **1 kV**, se deben tener en cuenta y aplicar las distancias de la **IEC 61936 -1**.

Únicamente se permite el paso de conductores por encima de construcciones (distancia vertical "a") cuando el tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control, tanto de la instalación eléctrica como de las modificaciones de la edificación o estructura de la planta. Entendido esto como la administración, operación y mantenimiento, tanto de la edificación como de la instalación eléctrica.

En ningún caso se permitirá el paso de conductores de redes o líneas del servicio público, por encima de edificaciones donde se tenga presencia de personas.

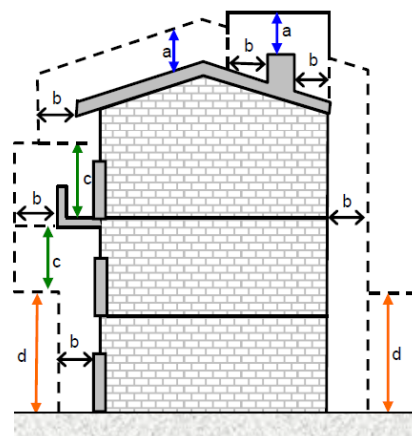


Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

Nota: En redes públicas o de uso general no se permite la construcción de edificaciones debajo de los conductores; en caso de presentarse tal situación el OR solicitará a las autoridades competentes tomar las medidas pertinentes. Tampoco será permitida la construcción de redes para uso público por encima de las edificaciones.

w. 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 existen desviaciones de la NTC 2050.

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

No se requieren estudios especializados, aparte de los que se presentan en este informe.


Wilton Yamilson Ortega Rosero
Ingeniero Electricista
M.P. CL205-124796


SERGIO LUIS GARCIA ANAYA
Ingeniero Civil
MP 54202-225051 NTS
CC 1090382976

ANEXO - A. Descargas Atmosféricas SPT -
ANEXO - B. Análisis de Riesgos -

ANEXO A

ESTUDIO DE NIVEL DE RIESGO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

En el presente documento se analiza la vulnerabilidad frente a descargas atmosféricas de las Redes eléctricas de BT de la construcción ***de las redes eléctricas de baja tensión para el sistema de acueducto del centro poblado el papayal del corregimiento san Rafael***, lo cual, de acuerdo con el diagnóstico generado, permite tomar acciones que disminuyan el nivel de riesgo que se puede llegar a presentar si no se tomasen las medidas preventivas. El estudio que se realiza a continuación está basado en las pautas presentadas en la Norma NTC 4552, Protección Contra Rayos, para realizar este tipo de análisis.

A. INFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Nombre:	Redes eléctricas de baja tensión para el sistema de acueducto del centro poblado el papayal del corregimiento san Rafael.
Ubicación del Proyecto:	Municipio Rionegro - Santander.

A partir de la evaluación del nivel del riesgo se determinarán las medidas de protección apropiada que deben adoptarse para reducir el riesgo a un límite tolerable o por debajo de él, en caso de ser necesario.

Para esta evaluación tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- Las características de la estructura (dimensiones, materiales y contenido).
- La acometida de servicio.
- Condiciones meteorológicas de la zona.

De acuerdo con el mapa isoceráunico de Colombia realizado por la universidad nacional, el nivel Ceráunico (NC) para el municipio de Rionegro - Santander y los municipios cercanos es de 240 días tormentosos/año (Ver ilustración 1).

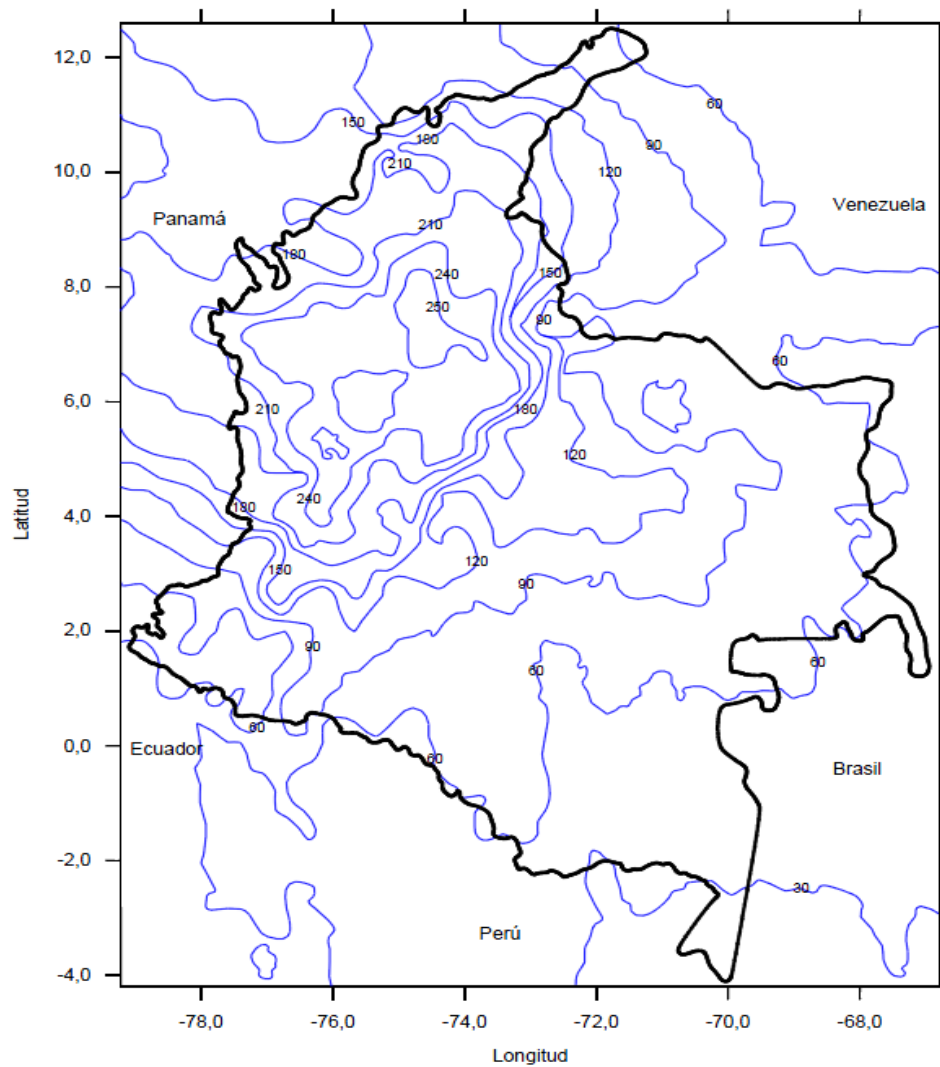


Figura 2. Mapa Isoceránico de Colombia

La densidad de descargas a tierra (DDT) según la norma NTC 4552 para Colombia se extrae de la siguiente ecuación:

$$DDT = 0,0017 \cdot [NC]^{1,56}$$

La tabla mostrada a continuación muestra el DDT calculado para distintos perfiles del mapa isoceránico de Colombia.

NC (Días tormentosos / Año)	DDT (Rayos/km ² -año)
240	8,8
210	7,1
180	5,6
150	4,2
90	1,9
60	1,0

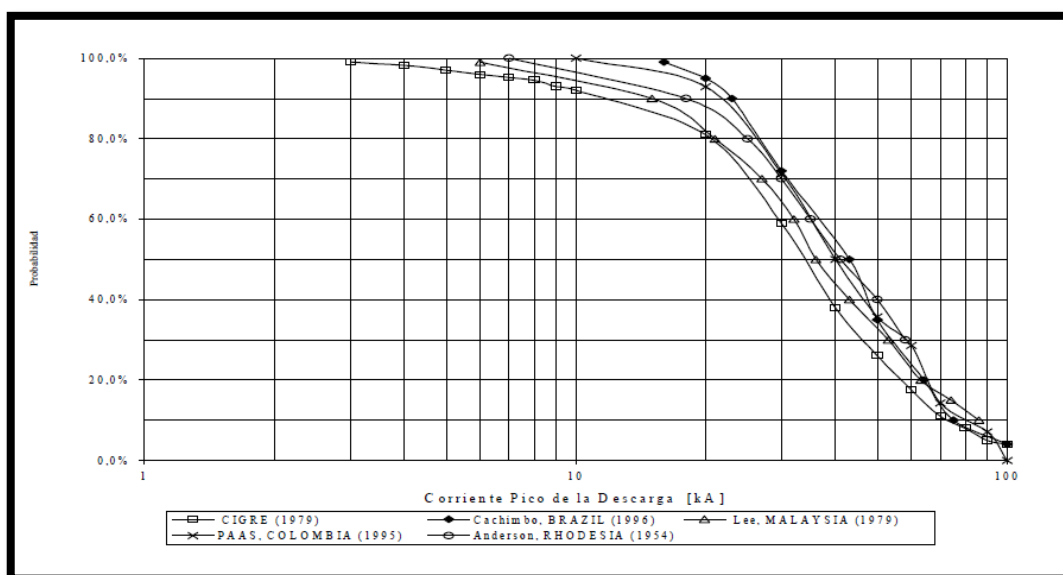
Tabla 13 Tabla de densidades de desgas a tierra.

B. ÍNDICE DE RIESGOS POR RAYOS

Indicador de Parámetros del Rayo			
Densidad de descargas a tierra (DDT) [Descargas /km ² -año]	Iabs - Corriente pico absoluta promedio en [kA]		
	40 < Iabs	20 ≤ Iabs ≤ 40	Iabs < 20
30 ≤ DDT	Severo	Severo	Alto
15 ≤ DDT	Severo	alto	Alto
5 ≤ DDT ≤ 15	Alto	Moderado	Moderado
DDT < 5	Moderado	Bajo	Bajo

La densidad de descargas a tierra fue tomada para el área del Municipio de san rafael Rionegro santander de la NTC 4552 Anexo A. "Densidad de Descargas a Tierra de las Principales Ciudades y Poblaciones de Colombia".

Para conocer el índice de riesgos por rayos, se debe tener además de la Densidad de Descargas a Tierra (DDT), la corriente pico absoluta promedio; la selección de este parámetro se obtiene de la curva de distribución de probabilidad de magnitud de corriente de rayo para zonas templadas y zona tropical, asumiendo una probabilidad de ocurrencia del 50%.



Curva de distribución de probabilidad de magnitud de corriente de retorno de rayo para zonas templadas y zona tropical¹

De acuerdo con la Ilustración, se obtiene que con una probabilidad de ocurrencia del 50%, la corriente pico de descarga para Colombia es de 40kA.

Por lo tanto, de la tabla 1, se deduce que con una DDT: 8.8 Descargas/km²-año y una Iabs: 40kA, se tiene un índice de riesgos por rayos **Alto**.

¹ Tomada de Norma NTC 4552. Protección contra rayos. Principios generales. Numeral E.4.4 Valor pico de la corriente de retorno del rayo. Figura E.4 Pág 41

C. CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La caracterización de la estructura se hace con el fin de llegar a conocer el indicador de gravedad (IG) el cual es hallado al sumar tres tipos de subíndices que indican un valor de acuerdo con el uso, tipo, altura y área de la estructura.

- Subindicador Relacionado Con El Uso De La Estructura**

Clasificación de Estructuras	Ejemplos de Estructura	Indicador
A	Teatros, centros educativos, iglesias, supermercados, 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	0

- Subindicador Relacionado Con El Tipo De Estructura**

Tipo de Estructura	Indicador
No metálica	40
Mixta	20
Metálica	0

- Subindicador Relacionado Con La Altura Y El Área De La Estructura**

Altura y área de la Estructura	Indicador
Área menor a 900 m²	
Altura menor a 25 m	5
Altura mayor o igual a 25 m	20
Área mayor o igual a 900 m²	
Altura menor a 25 m	10
Altura mayor o igual a 25 m	20

D. INDICADOR DE GRAVEDAD

IG = IUSO + IT + IAA Al sumar todos los subindicadores, se tienen los siguientes resultados:

Tipo de Subindicador	Indicador
Uso de la estructura (I _{uso})	0
Tipo de estructura (I _T)	20
Altura y área de la estructura (I _{AA})	5
Indicador de Gravedad (I _G) I _G = 25	

Con base en este resultado, se determina el indicador de gravedad:

Resultado de la suma de subindicadores de estructura	Indicador de gravedad
0 a 35	Leve
36 a 50	Bajo
51 a 65	Moderado
66 a 80	Alto
81 a 100	Severo

Debido a que la sumatoria de los subindicadores da un valor de 25, el cual se encuentra en un rango de 0 a 30, se tiene un indicador de gravedad **Leve**.

E. MATRIZ DE NIVELES DE RIESGO SEGÚN NTC 4552

Gravedad Parámetros	Severa	Alta	Moderada	Baja	Leve
Severo					
Alto					
Moderado					
Bajo					

 SEVERO

 MODERADO

 BAJO

De acuerdo con la tabla, se tiene que con un índice de riesgos por rayos **Alto** y un indicador de gravedad **Bajo**, se tiene un nivel de riesgo **Bajo**.

Así que, con un nivel de riesgo **Bajo**, la norma indica las siguientes acciones a tomar:

Nivel de riesgo	Acciones recomendadas
NIVEL DE RIESGO BAJO	SPI para acometidas aéreas
	Cableados y PT según NTC 2050 – IEEE 1100
NIVEL DE RIESGO MEDIO	SPI
	Cableados y PT según NTC 2050 – IEEE 1100
	SPE
NIVEL DE RIESGO ALTO	SPI
	Cableados y PT según NTC 2050 – IEEE 1100
	SPE
	Plan de prevención y contingencia

Como se puede observar, “El nivel de riesgo bajo” da las siguientes acciones recomendadas:

- sistema de protección interior
- cableado y puesta a tierra según NTC 2050.

La estructura debe contar con un sistema de protección interno y su respectivo sistema de puesta a tierra en el Centro de Transformación.

ANEXO B ANALISIS DE RIESGOS

Según artículo 9 del RETIE se debe tener en cuenta los criterios de soportabilidad de energía eléctrica para seres humanos, según la figura 9.1 de dicho reglamento.

En la siguiente gráfica tomada de la NTC 4120, con referente IEC 60479-2, se detallan las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.

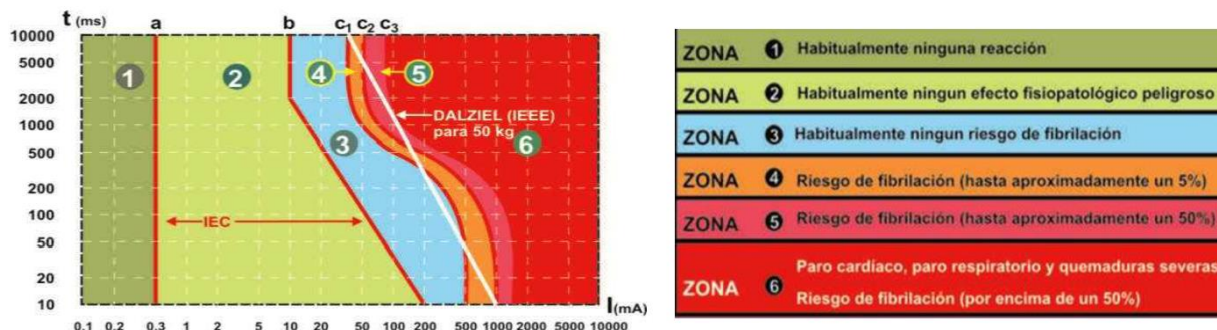


Figura 9.1 Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz

Figura 3. Zonas tiempo - corriente. Tomado del RETIE.

Según los equipos de protección y aislamiento a utilizar y de acuerdo con el nivel de tensión asignado, la instalación se encuentra en la zona 6 (paro cardíaco, paro respiratorio, quemaduras severas, riesgo de fibrilación por encima del 50%) para lo cual aplica:

Nivel de frecuencia ocasional, ya que solo se presentará cuando se realice mantenimiento o maniobras (solo por personal calificado).

Nivel de gravedad alta, ya que la exposición a estos niveles de tensión puede producir lesiones mortales.

Para minimizarlo se debe aplicar lo siguiente:

Aplicar los sistemas de control, minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP.

Cuando se haga mantenimiento o maniobras, el líder del grupo de trabajo debe diligenciar la ATS y el permiso de trabajo para que sea aprobado por el jefe de área, según los procedimientos establecidos.

Para evaluar el nivel de riesgo se usará la matriz para análisis de riesgos, dada en la tabla 9.3 del RETIE. Los riesgos con más probabilidad de ocurrencia en la instalación a construir y por tanto los que merecen un estudio más detallado son: Arco Eléctrico, ausencia de electricidad, contacto directo, cortocircuito y sobrecarga.

MATRIZ PARA ANALISIS DE RIESGO

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: Utilizar avisos de precaución, tableros bien cerrados y debidamente rotulados.

RIESGO A EVALUAR:		Electrocución o quemadura		por		Arcos Eléctricos		(al) o (en)		RED SECUNDARIA 220 V			
		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE							
POTENCIAL		x		REAL		□		FRECUENCIA					
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A			
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	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: Wilton Y.Ortega Rosero MP: CL205-124796 FECHA:													

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

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 seguridad.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas.

RIESGO A EVALUAR:		Electrocución o quemaduras por Contacto directo (al) o (en) RED SECUNDARIA 220 V								
		EVENTO O EFECTO					FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE
		POTENCIAL		REAL			FRECUENCIA			
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes E5	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: Wilton Y.Ortega Rosero MP: CL205-124796 FECHA:										

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

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.

RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras por Contacto indirecto (al) o (en) RED SECUNDARIA 220 V								
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE	
POTENCIAL		REAL				FRECUENCIA				
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción	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:	Wilton Y.Ortega Rosero	MP:	CL205-124796	FECHA:	
------------	------------------------	-----	--------------	--------	--

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

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.

RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras		por		Cortocircuitos		(al) o (en)		RED SECUNDARIA 220 V	
		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE					
POTENCIAL		X		REAL		REAL		FRECUENCIA			
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
	Una o mas muertes	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:		Wilton Y.Ortega Rosero		MP:		CL205-124796		FECHA:			

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

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		☒		REAL		☐		FRECUENCIA			
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
	Una o mas muertes E5	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)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	
Evaluador:		Wilton Y.Ortega Rosero			MP:	CL205-124796		FECHA:			

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

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

RIESGO A EVALUAR:		Incendio			por			Sobrecarga			(al) o (en)			Conductores, equipos y/o red secundaria		
		EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE								
POTENCIAL		☒			REAL			☐			FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A						
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa						
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción	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: <u>Wilton Y.Ortega Rosero</u> MP: <u>CL205-124796</u> FECHA: _____																

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media 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		☒		REAL		☐		FRECUENCIA			
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
	Una o mas muertes	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: Wilton Y.Ortega Rosero **MP:** CL205-124796 **FECHA:** _____

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

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		REAL		FRECUENCIA					
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A			
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la 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:		Wilton Y.Ortega Rosero		MP:		CL205-124796		FECHA:					

Para cada caso de evaluación se debe consultar la tabla 9.4 del RETIE de tal manera que se ejecuten los trabajos según el nivel de riesgo que se tenga en cada una de las evaluaciones.

Sistema de acueducto del centro poblado el Papayal
Memorias de cálculo diseño detallado.

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 del 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

Tabla 14: Tabla de referencia del RETIE 9.4

Realizo:


WILTON ORTEGA ROSERO
Ingeniero Electricista
M.P. No. CL205-124796
C.C. No. 1.053.836.323
wyortegar@unal.edu.co

Reviso:


SERGIO LUIS GARCIA ANAYA
Ingeniero Civil
MP 54202-225051 NTS
CC 1090382976