

Proyecto: ALUMBRADO PÚBLICO CORREDOR AMBIENTAL – CARRERA 26

Proyectista: MAYRA ALEJANDRA SALCEDO GOMEZ

Descripción: Memorias de calculo

SEPTIEMBRE 2021



**ALUMBRADO PÚBLICO CORREDOR AMBIENTAL CARRERA 26
MUNICIPIO DE BUCARAMANGA**

DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

**MAYRA ALEJANDRA SALCEDO GOMEZ
INGENIERA ELECTRICISTA
MP: CN205-103865**

BUCARAMANGA, SEPTIEMBRE 2021

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO	4
1.1 Tipo de servicio	4
1.2 Número de usuarios.....	4
1.3 Demanda máxima inicial	4
1.4 Capacidad instalada	4
1.5 Cantidad de transformadores	4
1.6 Alumbrado publico	4
1.7 Cantidad de contadores	5
1.8 Líneas y redes	5
1.9 Planta de emergencia	5
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	6
2.1 Introducción.....	6
2.2 Normas	6
2.3 Red de alumbrado	6
2.4 Luminaria	6
2.5 Control de alumbrado.....	6
2.6 Subestación.....	6
2.7 Acometida general.....	6
2.8 Protección media tensión	7
2.9 Estructura	7
2.10 Circuito alimentador	7
2.11 Circuitos ramales	7
3. MEMORIAS DE CALCULO	8
3.1 Parámetros de diseño.....	8
3.1.1 Parámetros fotométricos de diseño	8
3.1.2 Estrato socio económico.....	8
3.1.4 Factores de demanda	8
3.1.5 Factores de potencia.....	8
3.1.6 Niveles de voltaje	9
3.1.7 Tipo de red	9

3.1.8 Conductores.....	9
3.1.9 Regulación máxima de voltaje	9
3.1.10 Calculo de sistema de puesta tierra.....	9
3.2 Cuadro de carga	10
3.2.1 Cuadro de carga general del proyecto	10
3.3 Proyección de la demanda.....	11
3.3.1 Carga conectada inicial	11
3.3.2 Demanda máxima inicial.....	11
3.3.3 Demanda máxima	11
3.3.4 Factor de diversidad	11
3.3.5 Demanda máxima diversificada.....	11
3.4 Selección de contadores	11
3.5 Selección de transformador.....	11
3.5.1 Usuarios conectados.....	11
3.5.2 Demanda máxima diversificada.....	11
3.5.3 Transformador seleccionado	11
4. CALCULOS DE REGULACIÓN	12
4.1 Regulación circuito 1.....	12
4.2 Regulación circuito 2.....	13
4.3 Regulación circuito 3	14
4.4 Regulación circuito 4	14
5. DISTANCIAS MINIMAS REQUERIDAS.....	15
5.1 Distancias mínimas de seguridad.....	15
5.2 Distancias mínimas de aproximación.....	15

ANEXO 1. COORDINACION DE PROTECCIONES

ANEXO 2. MATRIZ DE RIESGOS

CAPITULO 1

1. RESUMEN GENERAL DEL PROYETO

1.1 Tipo de servicio

Alumbrado publico

1.2 Número de usuarios

Alumbrado público: 1

1.3 Demanda máxima inicial

CUADRO DE CARGA TABLERO GENERAL DE ALUMBRADO PÚBLICO - ILUMINACIÓN CARRERA 26 (TAP)

CTO	PP870 25	TOTAL W	R W	S W	T W	F.P. %	THID %	F.D. %	F.P.* %	S V.A	Q V.A.R	CONF	VL V	IF A	IN A	COND	IN A	PROT	DUCTO	OBS
1	21	525	262,5	262,5		0,90	20,0	1,02	0,88	594,89	279,76	2	220	2,34	0,94	C-AL No 6 THW	50	2X20	PVC 1"	VIA - CALLE 32-34
2	17	425	212,5		212,5	0,90	20,0	1,02	0,88	481,57	226,47	2	220	1,90	0,76	C-AL No 6 THW	50	2X20	PVC 1"	VIA - CALLE 32-34
3	39	975		487,5	487,5	0,90	20,0	1,02	0,88	1104,79	519,55	2	220	4,35	1,74	C-AL No 6 THW	50	2X20	PVC 1"	VIA - CALLE 34-37
4	35	875	437,5	437,5		0,90	20,0	1,02	0,88	991,48	466,26	2	220	3,90	1,56	C-AL No 6 THW	50	2X20	PVC 1"	VIA - CALLE 34-37
RESERVA										8827,28										
TOTAL	112	2800	912,5	1187,5	700	0,90	20,00	1,02	0,88	3172,72	1492,04									

1.4 Capacidad instalada

DISPONIBILIDAD POR BAJA TENSION: 3,172 KVA

1.5 Cantidad de transformadores

Esta carga esta suministrada por baja tensión, apoyo 2917700 ubicado en la esquina de la carrera 26 con calle 34 del municipio de Bucaramanga, bajo un nivel de tensión de 220-127.

1.6 Alumbrado publico

LUMINARIA	CLASE	CANTIDAD
Luminaria Yoa Midi 25 W	5120	112

1.7 Cantidad de contadores

Medidor trifásico tetrafilar 5(100) A, CLASE I : 1

1.8 Líneas y redes

Media tensión : 13.2 KV aérea existente
 Baja tensión : 220 V Aéreo

1.9 Planta de emergencia

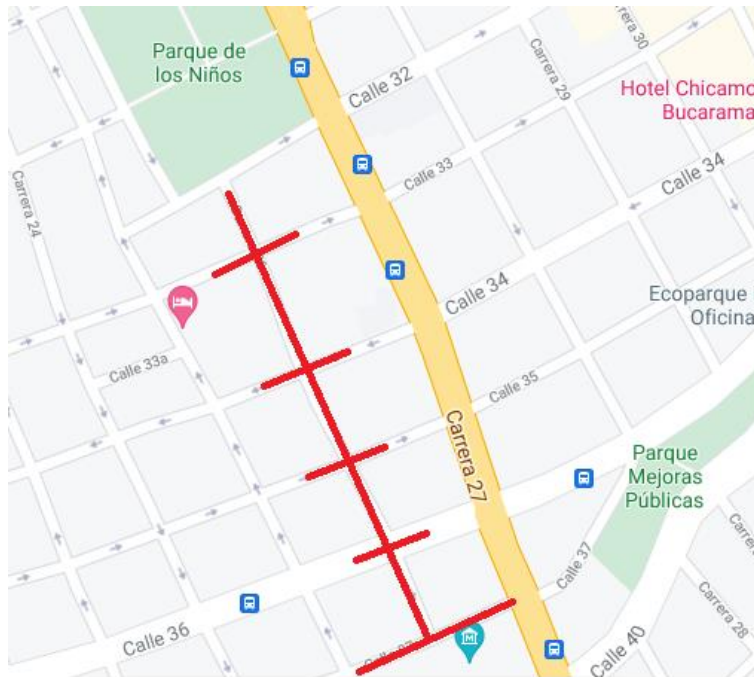
Este proyecto no tendrá planta de emergencia

CAPITULO 2

2. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

2.1 Introducción

El proyecto que a continuación se presenta tiene por objeto la modernización del Alumbrado Público de la zona peatonal y vehicular comprendida por toda la carrera 26 entre las calles 32 y del Municipio de Bucaramanga.



2.2 Normas

En el desarrollo del proyecto se ha tenido en cuenta lo establecido en LAS NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ESSA, RETIE, RETILAP E INCONTEC 2050 Y EL MANUAL DE ALUMBRADO PUBLICO DE BUCARAMANGA.

2.3 Red de alumbrado publico

En las memorias se encuentra el cálculo de regulación para cada uno de los circuitos, donde se selecciona el calibre de conductor y protecciones por circuito.

2.4 Luminaria

Las luminarias escogidas para este diseño son:

- **YOA MIDI 32 LEDS 250 mA NW740 glass 5120 437272 25 W 3554 Lm:** Luminaria colocada sobre poste metálico (brazo sencillo – brazo doble) de 5 metros para iluminar la zona peatonal y vehicular de este proyecto.

2.5 Control de alumbrado

El control de cada uno de los circuitos se efectúa mediante controladores monofásicos de medida directa, uno por cada fase en cada uno de los circuitos mencionados dentro del tablero de alumbrado que se localiza como lo muestra el plano aprobado.

2.6 Subestación

La subestación es de tipo aérea trifásica. Para este proyecto se solicitó disponibilidad por baja tensión desde un punto de apoyo entre la carrera 26 y calle 34.

2.7 Acometida general

La acometida se diseña a 13200 V, aérea existente, en conductor ACSR 2/0, sobre postera de concreto de 12 metros existente.

2.8 Protección en media tensión

La operación y protección en media tensión se hace mediante cajas cortacircuitos y pararrayos existentes en el transformador.

2.9 Estructura

Los postes seleccionados son metálicos de 5 metros de altura.

2.10 Circuito alimentador

Circuito que pasa por el sector.

2.11 Circuitos ramales

- **CIRCUITO 1**
Este circuito alimentara las luminarias YOA MIDI localizadas sobre la carrera 26 entre calles 32 y 34.
- **CIRCUITO 2**
Este circuito alimentara las luminarias YOA MIDI localizadas sobre la carrera 26 entre calles 32 y 34.
- **CIRCUITO 3**
Este circuito alimentara las luminarias YOA MIDI localizadas sobre la carrera 26 entre calles 34.35, 36 y 37.
- **CIRCUITO 4**
Este circuito alimentara las luminarias YOA MIDI localizadas sobre la carrera 26 entre calles 34.35, 36 y 37.

CAPITULO 3

3. MEMORIAS DE CALCULO

3.1 Parámetros de diseño

3.1.1 Parámetros fotométricos de diseño

Paramentos fotométricos requeridos:

SECTOR	EProm Lux	Uo min %
Vía de acceso (M3)	17	34
Peatonal (P1)	20	40

Requerimientos específicos:

Sector	Altura de montaje (m)	Ubicación de apoyos	Tipo de equipo	Fuente	Temp de color
Vía vehicular	Mínimo 5 mts	Zona peatonal	Luminaria Decorativa urbana.	Led	Blanco neutro
Peatonal	Mínimo 5 mts	Zona peatonal	Luminaria Decorativa urbana.	Led	Blanco neutro

3.1.2 Estrato socio económico

Alumbrado público : 0

3.1.3 Factores de demanda

Se toma el 100% de la carga instalada.

3.1.4 Factor de diversidad

No se aplica.

3.1.5 Factores de potencia

Iluminación led : 0,88

3.1.6 Niveles de voltaje

Media tensión : 13200 voltios

Alumbrado público : 220 voltios

3.1.7 Tipo de red

Media tensión	:	Trifásica aérea existente
Alumbrado público	:	Trifásica subterránea diseñada (acometida)
		Bifásica- bifilar subterránea diseñada (circuitos)

3.1.8 Conductores

Media tensión	:	ACSR (EXISTENTE)
Alumbrado público	:	AL (THHN) – SERIE 8000

3.1.9 Regulación máxima de voltaje

Media tensión	:	3%
Alumbrado público	:	4%

3.1.10 Cálculo del sistema de puesta a tierra

CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

CÁLCULO DE SECCIÓN DEL CONDUCTOR COBRE 6 AWG	
If = Corriente de falla [kA rms]	4,200
Tm = Temperatura máxima [°C]	450,000
Ta = Temperatura ambiente [°C]	25,000
Tr = Temperatura de referencia para las constantes de materiales [°C]	20,000
ts = Tiempo de despeje de la falla [s]	0,010
ar = Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia.	0,003810
pr = Resistividad del conductor a la temperatura de referencia [$\mu\Omega/\text{cm}^3$]	28,264
$K_0 = (1/ar) - Tr$	242,467
TCAP = Factor de capacidad térmica [$\text{J}/\text{cm}^3/\text{C}$]	2,598
Amm2 = Área mínima requerida del conductor [mm^2]	8,767
Akcmils = Área mínima requerida del conductor [kcmils]	17,306
Calibre mínimo del conductor AWG recomendado IEEE-8 8 o 6	6
A [mm^2]= Área del conductor seleccionado	13,290
Radio [mm]	2,057

CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA : SISTEMA MULTIATERRIZADO

D= Diametro del electrodo tipo varilla (5/8") [m]	0,0158
pcu= Resistividad del electrodo Cu [Ω/cm]	0,0554
Dc= diametro del cemento conductivo (diametro 4") [m]	0,1016
pce= Resistividad del cemento conductivo [Ω/cm]	4,8000
D=Diametro equivalente del electrodo con cemento conductivo [m]	0,0994
L= Longitud del electrodo tipo varilla [m]	2,400
Número de electrodos	6,000
LR= Longitud total de las varillas [m]	14,400

CÁLCULO DE LA ELEVACIÓN DE POTENCIAL DE MALLA (GPR)

V(GPR)= Elevación de potencial de la malla [KV]	27,137
IG= Máxima corriente inyectada a la malla [KA]	4,200
Rg= Resistencia del stp [Ω]	6,461

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE REDUCCION Cs	
Cs = Coeficiente de reducción	0,817
ρ = Resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$]	150,000
ρ_s = Resistividad de la capa superficial concreto [$\Omega \cdot m$]	50000,000
ts = Tiempo de despeje de la falla [s]	0,010
hs = Espesor de la capa superficial [m]	0,200
K = Coeficiente de Reflexión	-0,994

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	
Rg = Resistencia de puesta a tierra [Ω]	6,461
ρ = Resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$]	150,000
D = Diámetro equivalente del electrodo con cemento conductivo [m]	0,099
LM = Longitud de la varilla [m]	2,400
Número de electrodos	6,000

CÁLCULO DE CORRIENTE INYECTADA AL STP	
Ig = Máxima corriente inyectada a la malla [KA].	4,200
Cp = Factor de proyección del crecimiento.	1,000
Df = Factor de decremento para la duración total de la falla (tf).	1,000
Sf = Factor de división de corriente	1,000
If = Corriente de falla a tierra simétrica [KA rms]	4,200

CÁLCULO DE LA TENSION DE PASO Y CONTACTO TOLERABLES Kg	
ET50= Tensión de Contacto 50 Kg (KV)	28,543
ES50= Tensión de Paso 50 Kg (KV)	7,223
Cs = Coeficiente de reducción	0,817
ρ_s = Resistividad de la capa superficial [$\Omega \cdot m$]	50000,000
ts = Tiempo de despeje de la falla [s]	0,010

VERIFICACION POTENCIAL DE MALLA (VGRP) ≤ TENSION DE CONTACTO TOLERABLE					
V(GPR)	27,137	≤	ET50[KV]	28,543	SI

3.2 Cuadro de carga

3.2.1 Cuadro de carga general y proyectada

CUADRO DE CARGA TABLERO GENERAL DE ALUMBRADO PÚBLICO - ILUMINACIÓN CARRERA 26 (TAP)																				
CTO	PP870	TOTAL	R	S	T	F.P.	THID	F.D.	F.P.*	S	Q	CONF	VL	IF	IN	COND	IN	PROT	DUCTO	OBS
	25	W	W	W	W	%				V.A	V.A.R		V	A	A		A			
1	21	525	262,5	262,5		0,90	20,0	1,02	0,88	594,89	279,76	2	220	2,34	0,94	C-AL No 6 THW	50	2X20	PVC 1"	VIA - CALLE 32-34
2	17	425	212,5		212,5	0,90	20,0	1,02	0,88	481,57	226,47	2	220	1,90	0,76	C-AL No 6 THW	50	2X20	PVC 1"	VIA - CALLE 32-34
3	39	975		487,5	487,5	0,90	20,0	1,02	0,88	1104,79	519,55	2	220	4,35	1,74	C-AL No 6 THW	50	2X20	PVC 1"	VIA - CALLE 34-37
4	35	875	437,5	437,5		0,90	20,0	1,02	0,88	991,48	466,26	2	220	3,90	1,56	C-AL No 6 THW	50	2X20	PVC 1"	VIA - CALLE 34-37
RESERVA										8827,28										
TOTAL	112	2800	912,5	1187,5	700	0,90	20,00	1,02	0,88	3172,72	1492,04									

3.3 Proyección de la demanda

3.3.1 Carga conectada inicial

Transformador existente

Tablero	Carga inicial
Red Alumbrado publico	3,172 KVA

3.3.2 Demanda máxima inicial

Tablero	Carga inicial
Red Alumbrado publico	3,172 KVA

3.3.3 Demanda máxima

Tablero	Carga inicial
Red Alumbrado publico	3,172 KVA

3.3.4 Factor de diversidad

No se aplica

3.3.5 Demanda máxima diversificada

Tablero	Carga inicial
Red Alumbrado publico	3,172 KVA

3.4 Selección de contadores

USUARIO	CARGA	FASES	I	CONDUCTOR	PROTECCION	DUCTO	MEDIDOR
A.P	12	3	31,49	6	3X40A	2"	5(100) A

3.5 Selección del transformador

3.5.1 Usuarios conectados

Transformador No 1

Alumbrado público : 1

3.5.2 Demanda máxima diversificada

Demanda máxima diversificada : 3,172 KVA

3.5.3 Transformador seleccionado

El transformador es existente, la carga se entrega por baja tensión alimentada desde un transformador existente propiedad del operador de red.

CAPITULO 4

4. CALCULOS DE REGULACIÓN

4.1 REGULACIÓN CIRCUITO 1

CUADRO DE REGULACIÓN																			
CUADRO DE REGULACIÓN								TABLERO		TG-AP		CTO	1	VL	220	SUBESTACIÓN		BIFASICO-BIFILAR	
DE	A	LONG	YOA MIDI	TOTAL	F.P.	KVAT	MOM	FASES	I	COND	I/FSE	COND	IN/COND	KG	FC	PARC	TOTAL	OBS	
		M/W	25	KW		KVA	KVA-M		(A)		/FASE		(A)				(A)		%
RED	TAP	27		10,590	0,88	12,00	324,00	3	31,49	1	31,49	C-CU No 6 THW	65,00	138,86	1,00	0,93	0,93	2"	
TAP	34	4,74	21	0,525	0,88	0,60	2,83	2	2,35	1	2,35	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,03	0,96	1"	
34	28	10,7	21	0,525	0,88	0,60	6,38	2	2,35	1	2,35	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,07	1,03	1"	
28	29	8,6	2	0,05	0,88	0,06	0,49	2	0,22	1	0,22	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	1,03	1"	
28	27	9,72	19	0,475	0,88	0,54	5,25	2	2,12	1	2,12	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,05	1,08	1"	
27	25	29,33	17	0,425	0,88	0,48	14,17	2	1,90	1	1,90	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,15	1,23	1"	
25	23	10,44	15	0,375	0,88	0,43	4,45	2	1,68	1	1,68	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,05	1,27	1"	
23	22	13,73	14	0,35	0,88	0,40	5,46	2	1,57	1	1,57	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,06	1,33	1"	
22	20	29,07	12	0,3	0,88	0,34	9,91	2	1,34	1	1,34	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,10	1,43	1"	
20	17	10,01	10	0,25	0,88	0,28	2,84	2	1,12	1	1,12	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,03	1,46	1"	
17	16	17,85	1	0,025	0,88	0,03	0,51	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	1,47	1"	
17	14	13,35	9	0,225	0,88	0,26	3,41	2	1,01	1	1,01	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,04	1,50	1"	
14	15	12,5	1	0,025	0,88	0,03	0,36	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,50	1"	
14	10	21	6	0,15	0,88	0,17	3,58	2	0,67	1	0,67	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,04	1,54	1"	
10	8	25	4	0,1	0,88	0,11	2,84	2	0,45	1	0,45	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,03	1,57	1"	
8	4	13	2	0,05	0,88	0,06	0,74	2	0,22	1	0,22	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	1,57	1"	
4	3	12,04	2	0,05	0,88	0,06	0,68	2	0,22	1	0,22	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	1,58	1"	
3	2	9,76	1	0,025	0,88	0,03	0,28	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,58	1"	
REGULACION MÁXIMA																	1.58		

4.2 REGULACION CIRCUITO 2

CUADRO DE REGULACIÓN																			
CUADRO DE REGULACIÓN								TABLERO		TG-AP		CTO	2	VL	220	SUBESTACIÓN		Bifásico-Bifilar	
DE	A	LONG	YOA MIDI 5120	TOTAL	F.P.	KVAT	MOM	FASES	I	COND /FASE	I/FSE	COND	IN/COND	KG	FC	PARC	TOTAL	OBS	
		M/W	25	KW		KVA	KVA-M		(A)		(A)		(A)			%	%		
RED	TAP	27		10,5902713	0,88	12,00	324,00	3	31,49	1	31,49	C-CU No 6 THW	65,00	138,86	1,00	0,93	0,93	2"	
TAP	34	4,74	17	0,425	0,88	0,48	2,29	2	1,90	1	1,90	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,02	0,95	1"	
34	33	4,2	17	0,425	0,88	0,48	2,03	2	1,90	1	1,90	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,02	0,97	1"	
33	30	10,42	17	0,425	0,88	0,48	5,03	2	1,90	1	1,90	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,05	1,03	1"	
30	31	15,43	1	0,025	0,88	0,03	0,44	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,03	1"	
30	26	23,15	15	0,375	0,88	0,43	9,87	2	1,68	1	1,68	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,10	1,13	1"	
26	24	25,36	13	0,325	0,88	0,37	9,37	2	1,45	1	1,45	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,10	1,23	1"	
24	21	26,91	12	0,3	0,88	0,34	9,17	2	1,34	1	1,34	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,10	1,32	1"	
21	18	24,89	10	0,25	0,88	0,28	7,07	2	1,12	1	1,12	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,07	1,40	1"	
18	19	16,9	1	0,025	0,88	0,03	0,48	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,40	1"	
18	12	11,12	8	0,2	0,88	0,23	2,53	2	0,89	1	0,89	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,03	1,42	1"	
12	13	7,9	1	0,025	0,88	0,03	0,22	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,43	1"	
12	11	12,5	7	0,175	0,88	0,20	2,49	2	0,78	1	0,78	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,03	1,45	1"	
11	9	24	6	0,15	0,88	0,17	4,09	2	0,67	1	0,67	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,04	1,49	1"	
9	5	28	5	0,125	0,88	0,14	3,98	2	0,56	1	0,56	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,04	1,53	1"	
5	1	7,8	1	0,025	0,88	0,03	0,22	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,53	1"	
5	6	6,6	3	0,075	0,88	0,09	0,56	2	0,34	1	0,34	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	1,54	1"	
6	7	7,92	1	0,025	0,88	0,03	0,23	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,54	1"	
REGULACION MÁXIMA																	1.54		

4.3 REGULACION CIRCUITO 3

CUADRO DE REGULACIÓN																			
CUADRO DE REGULACIÓN								TABLERO		TG-AP		CTO	3	VL	220	SUBESTACIÓN		BIFASICO - BIFILAR	
DE	A	LONG	YOA MIDI	TOTAL	F.P.	KVAT	MOM	FASES	I	COND /FASE	I/FSSE	COND	IN/COND	KG	FC	PARC	TOTAL	OBS	
			5120			KVA	KVA-M												
RED	TAP	27		10,5902713	0,88	12,00	324,00	3	31,49	1	31,49	C-CU No 6 THW	65,00	138,86	1,00	0,93	0,93	2"	
TAP	34	4,74	39	0,975	0,88	1,11	5,25	2	4,36	1	4,36	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,05	0,98	1"	
34	36	25,67	37	0,925	0,88	1,05	26,98	2	4,14	1	4,14	C-AL No 4 THW	65,00	224,02	2,25	0,28	1,27	1"	
36	38	28,87	35	0,875	0,88	0,99	28,71	2	3,91	1	3,91	C-AL No 2 THW	90,00	224,02	2,25	0,30	1,56	1"	
38	41	24,87	33	0,825	0,88	0,94	23,32	2	3,69	1	3,69	C-AL No 1/0 THW	120,00	224,02	2,25	0,24	1,81	1"	
41	42	18	2	0,05	0,88	0,06	1,02	2	0,22	1	0,22	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	1,82	1"	
41	46	11,1	30	0,75	0,88	0,85	9,46	2	3,35	1	3,35	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,10	1,91	1"	
46	47	6,18	1	0,025	0,88	0,03	0,18	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,91	1"	
46	48	13,2	29	0,725	0,88	0,82	10,88	2	3,24	1	3,24	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,11	2,02	1"	
48	50	23	27	0,675	0,88	0,77	17,64	2	3,02	1	3,02	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,18	2,20	1"	
50	52	25,68	25	0,625	0,88	0,71	18,24	2	2,80	1	2,80	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,19	2,39	1"	
52	54	10,48	25	0,625	0,88	0,71	7,44	2	2,80	1	2,80	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,08	2,47	1"	
54	56	8,98	25	0,625	0,88	0,71	6,38	2	2,80	1	2,80	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,07	2,54	1"	
56	59	12,26	1	0,025	0,88	0,03	0,35	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	2,54	1"	
56	57	8,67	20	0,5	0,88	0,57	4,93	2	2,24	1	2,24	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,05	2,59	1"	
57	60	15,44	20	0,5	0,88	0,57	8,77	2	2,24	1	2,24	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,09	2,68	1"	
60	62	15,83	18	0,45	0,88	0,51	8,09	2	2,01	1	2,01	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,08	2,76	1"	
62	63	9,81	18	0,45	0,88	0,51	5,02	2	2,01	1	2,01	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,05	2,82	1"	
63	65	16,27	16	0,4	0,88	0,45	7,40	2	1,79	1	1,79	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,08	2,89	1"	
65	66	11,26	15	0,375	0,88	0,43	4,80	2	1,68	1	1,68	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,05	2,94	1"	
66	68	10,47	13	0,325	0,88	0,37	3,87	2	1,45	1	1,45	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,04	2,98	1"	
68	69	6,79	7	0,175	0,88	0,20	1,35	2	0,78	1	0,78	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	3,00	1"	
68	70	11,62	6	0,15	0,88	0,17	1,98	2	0,67	1	0,67	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,02	3,00	1"	
70	71	8,93	5	0,125	0,88	0,14	1,27	2	0,56	1	0,56	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	3,02	1"	
71	72	15,69	4	0,1	0,88	0,11	1,78	2	0,45	1	0,45	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,02	3,04	1"	
72	73	24,31	2	0,05	0,88	0,06	1,38	2	0,22	1	0,22	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	3,05	1"	
73	75	15,22	1	0,025	0,88	0,03	0,43	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	3,05	1"	
69	76	24,78	6	0,15	0,88	0,17	4,22	2	0,67	1	0,67	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,04	3,04	1"	
76	77	27,75	4	0,1	0,88	0,11	3,15	2	0,45	1	0,45	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,03	3,07	1"	
77	78	19,37	2	0,05	0,88	0,06	1,10	2	0,22	1	0,22	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	3,09	1"	
78	79	4,42	1	0,025	0,88	0,03	0,13	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	3,09	1"	
REGULACION MÁXIMA																	3,09		

4.4 REGULACION CIRCUITO 4

CUADRO DE REGULACIÓN																			
CUADRO DE REGULACIÓN								TABLERO		TG-AP		CTO	4	VL	220	SUBESTACIÓN		BIFASICO - BIFILAR	
DE	A	LONG	VOA MIDI	TOTAL	F.P.	KVAT	MOM	FASES	I	COND	I/FSE	COND	IN/COND	KG	FC	PARC	TOTAL	OBS	
		M/W	25	KW		KVA	KVA-M		(A)	/FASE	(A)		(A)			%	%		
RED	TAP	27		10,5902713	0,88	12,00	324,00	3	31,49	1	31,49	C-CU No 6 THW	65,00	138,86	1,00	0,93	0,93	2"	
TAP	34	4,74	35	0,875	0,88	0,99	4,71	2	3,91	1	3,91	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,05	0,98	1"	
34	33	4,16	35	0,875	0,88	0,99	4,14	2	3,91	1	3,91	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,04	1,02	1"	
33	32	8,3	1	0,025	0,88	0,03	0,24	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,02	1"	
33	35	15,47	34	0,85	0,88	0,97	14,94	2	3,80	1	3,80	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,16	1,18	1"	
35	37	27,17	32	0,8	0,88	0,91	24,70	2	3,58	1	3,58	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,26	1,43	1"	
37	39	26,71	30	0,75	0,88	0,85	22,76	2	3,35	1	3,35	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,24	1,67	1"	
39	40	12,27	28	0,7	0,88	0,80	9,76	2	3,13	1	3,13	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,10	1,77	1"	
40	43	14,8	1	0,025	0,88	0,03	0,42	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,78	1"	
40	45	11	27	0,675	0,88	0,77	8,44	2	3,02	1	3,02	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,09	1,86	1"	
45	44	10	1	0,025	0,88	0,03	0,28	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	1,86	1"	
45	49	25,45	26	0,65	0,88	0,74	18,80	2	2,91	1	2,91	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,20	2,06	1"	
49	51	26,82	25	0,625	0,88	0,71	19,05	2	2,80	1	2,80	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,20	2,26	1"	
51	53	14,19	23	0,575	0,88	0,65	9,27	2	2,57	1	2,57	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,10	2,35	1"	
53	55	12,76	21	0,525	0,88	0,60	7,61	2	2,35	1	2,35	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,08	2,43	1"	
55	58	13,44	19	0,475	0,88	0,54	7,25	2	2,12	1	2,12	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,08	2,51	1"	
58	61	26,43	17	0,425	0,88	0,48	12,76	2	1,90	1	1,90	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,13	2,64	1"	
61	64	24,07	15	0,375	0,88	0,43	10,26	2	1,68	1	1,68	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,11	2,75	1"	
64	67	24,57	13	0,325	0,88	0,37	9,07	2	1,45	1	1,45	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,09	2,84	1"	
67	80	7,91	7	0,175	0,88	0,20	1,57	2	0,78	1	0,78	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,02	2,86	1"	
80	82	25,7	6	0,15	0,88	0,17	4,38	2	0,67	1	0,67	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,05	2,90	1"	
82	84	25,79	5	0,125	0,88	0,14	3,66	2	0,56	1	0,56	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,04	2,94	1"	
84	85	9,86	3	0,075	0,88	0,09	0,84	2	0,34	1	0,34	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	2,95	1"	
85	87	7,14	3	0,075	0,88	0,09	0,61	2	0,34	1	0,34	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	2,96	1"	
82	88	20,68	1	0,025	0,88	0,03	0,59	2	0,11	1	0,11	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	2,96	1"	
67	86	7,08	6	0,15	0,88	0,17	1,21	2	0,67	1	0,67	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,01	2,85	1"	
86	92	24,26	6	0,15	0,88	0,17	4,14	2	0,67	1	0,67	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,04	2,90	1"	
92	91	27,39	5	0,125	0,88	0,14	3,89	2	0,56	1	0,56	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,04	2,94	1"	
91	89	27,82	3	0,075	0,88	0,09	2,37	2	0,34	1	0,34	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,02	2,96	1"	
89	90	6,48	2	0,05	0,88	0,06	0,37	2	0,22	1	0,22	C-AL No 6 THW	50,00	224,02	2,25	0,00	2,97	1"	
REGULACION MÁXIMA																		2,97	

CAPITULO 5

5. DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS

Las distancias de seguridad establecidas en el RETIE aplican a conductores desnudos. En el presente proyecto todas las redes son subterráneas utilizando conductores aislados.

5.1 DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas de aproximación se toman de la tabla 13.7 del RETIE.

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro (m)		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV – 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV – 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV – 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV – 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV – 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Tabla 13.7. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna

5.2 DISTANCIAS MINIMAS DE APROXIMACION

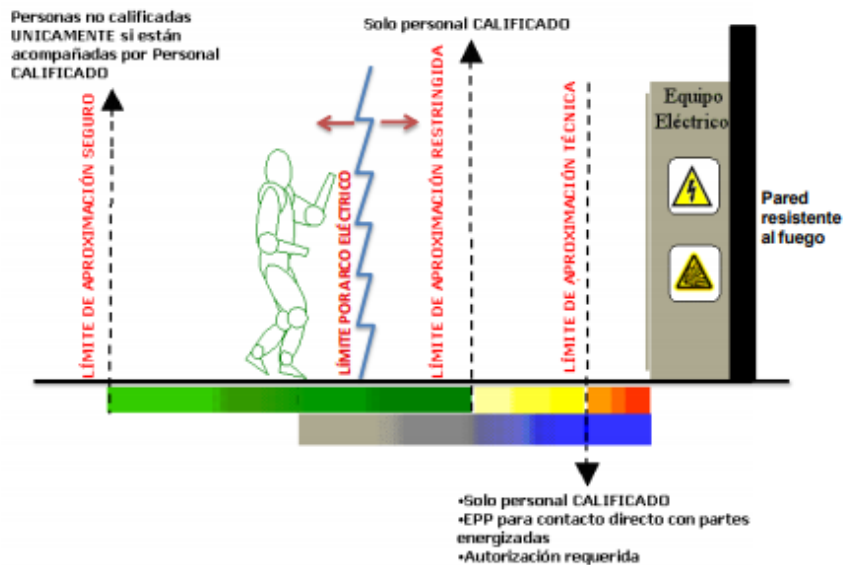


Figura 13.4. Límites de aproximación

ANEXO 1

Coordinación de protecciones

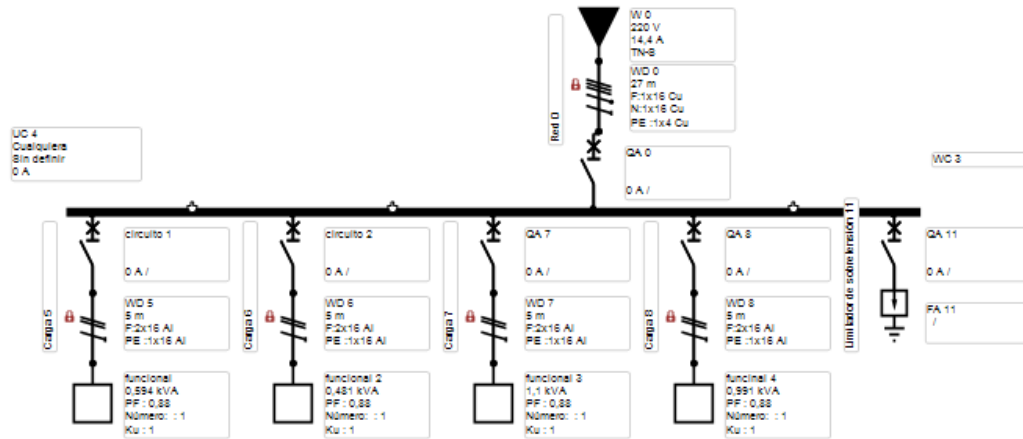
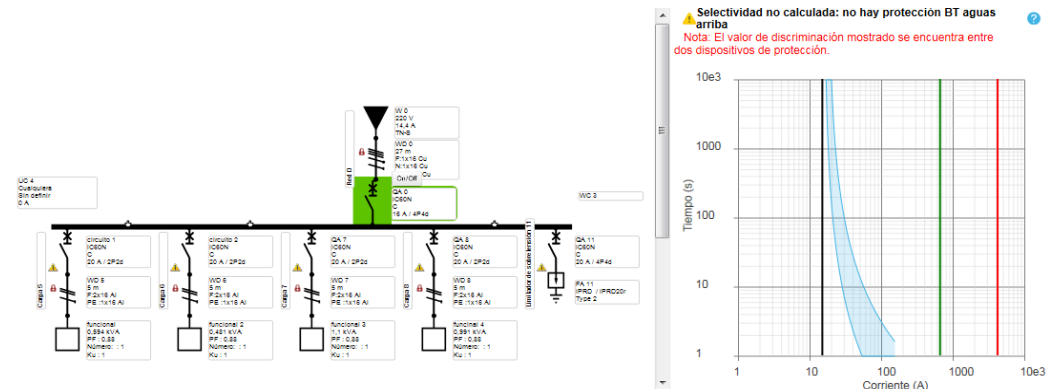
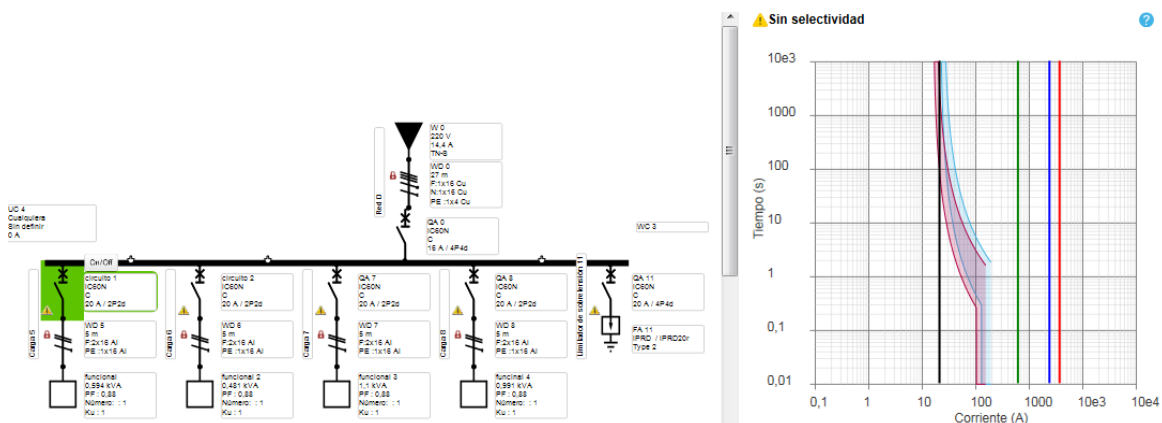


DIAGRAMA UNIFILAR SIMULADO



ANEXO 2

Matriz de Riesgos Eléctricos

ANÁLISIS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

Evaluación del riesgo eléctrico.

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico, se puede aplicar la siguiente matriz para la toma de decisiones. La metodología a seguir en un caso en particular, es la siguiente:

- Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
- Definir si el riesgo es potencial o real.
- Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
- Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
- Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas
- Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
- Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado.

1. RIESGO POR CORTOCIRCUITO

RIESGO A EVALUAR:	DAÑOS FÍSICOS Y/O MATERIALES		por		CORTOCIRCUITO		(a) o (en)		INSTALACION O EQUIPOS	
	EVENTO O EFECTO		FACTORES DE RIESGO		FUEENTE					
CONSECUENCIAS	POTENCIAL: <u>X</u>		REAL: <u> </u>		FRECUCENCIA					
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E		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		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

Medida para mitigarlo: Instalación de protecciones termomagnéticas con el fin de realizar el corte de corriente cuando se presenten sobrecargas o cortocircuitos.

2. RIESGO DE CONTACTO INDIRECTO

RIESGO A EVALUAR:	DAÑOS FÍSICOS Y/O MATERIALES				por	CONTACTO INDIRECTO		(al) o (en)	INSTALACION O EQUIPOS		
	EVENTO O EFECTO					FACTOR DE RIESGO			FUENTE		
POTENCIAL: <u> X </u> REAL: <u> </u>											
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		FRECUENCIA					
						E	D	C		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		MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

Medidas para mitigarlo: Aterrizar todas las partes metálicas de los equipos. Barreras físicas que eviten que personas no capacitadas puedan acceder a cuartos de control, subestación eléctrica. Señalización adecuada en tableros eléctricos a fin de persuadir al personal de acceder a ellos.

3. RIESGO D ELECTRICIDAD ESTATICA

RIESGO A EVALUAR:	DAÑOS FÍSICOS Y/O MATERIALES				por	ELECTRICIDAD ESTATICA		(al) o (en)	INSTALACION O EQUIPOS		
	EVENTO O EFECTO					FACTOR DE RIESGO			FUENTE		
POTENCIAL: <u> X </u>						REAL: <u> </u>		FRECUENCIA			
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E		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		MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

Medida para mitigarlo: Aterrizar todas las partes metálicas de equipos.

6. RIESGOS DE EQUIPOS DEFECTUOSOS

RIESGO A EVALUAR:	DAÑOS FÍSICOS Y/O MATERIALES		por		EQUIPOS DEFECTUOSOS		(al) o (en)		EQUIPOS	
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO						FUENTE	
POTENCIAL: <u>X</u>			REAL: _____			FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E		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		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

Medidas para mitigarlo: Aterrizar todas las partes metálicas de los equipos. Todos los equipos y materiales utilizados en las instalaciones eléctricas deben cumplir el reglamento técnico de instalaciones eléctricas. Se debe instalar los equipos como se especifica por el fabricante cumpliendo el RETIE.

7. RIESGOS DE SOBRECARGA

RIESGO A EVALUAR:	DAÑOS FÍSICOS Y/O MATERIALES				por	SOBRECARGA		(al) o (en)	INSTALACIÓN O EQUIPOS		
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO				FUENTE		
POTENCIAL: <u> X </u>					REAL: <u> </u>		FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E		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		BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

Medidas para mitigarlo: Instalación de protecciones termomagnéticas con el fin de realizar el corte de corriente cuando se presenten sobrecargas o cortocircuitos. Proteger a los motores adecuadamente contra sobrecargas.

8. RIESGOS DE DESCARGAS ATMOSFERICAS (RAYOS)

RIESGO A EVALUAR:	DAÑOS FÍSICOS Y/O MATERIALES		por		RAYOS		(al) o (en)		DESCARGAS ATMOSFERICAS		
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		FUEENTE						
POTENCIAL: <u> X </u>					REAL: <u> </u>		FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E		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		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	