



**ALCALDIA MAYOR  
BOGOTA D.C.**

**Instituto  
DESARROLLO URBANO**

**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y  
LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,  
EN BOGOTÁ D.C.”**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020**

**ALCALDÍA MAYOR**

**INF-RSG--CASC-180-21**

**MOVILIDAD**

**Instituto de Desarrollo Urbano**  
**Informe Etapa de Diseños  
Componente Redes Secas**

**Diseño eléctrico subestación interior 250 kVA y 75kVA  
Estación Altamira**

**CONSORCIO CS**



**CONSORCIO CS**

**Cal y Mayor**  
Colombia S.A.S.



**Supering**  
Supervisión e Ingeniería de Proyectos

**BOGOTÁ, Junio 2022**

 <p><b>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p><b>CONSORCIO CS</b> Caly Mayor Supering Colombia S.A.S. Supering Ingeniería y Gestión de Proyectos</p>
--	--	---

## PRODUCTO DOCUMENTAL

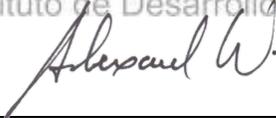
INF-RSG--CASC-180-21

### Informe Etapa Diseño Componente Redes Secas Diseño eléctrico subestación interior 250 kVA Estación Altamira

## CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	29/12/2021	Versión inicial	62
Versión 01	13/01/2022	Solución a observaciones ISC-CAI-P1580 713	64

## EMPRESA CONTRATISTA

VALIDADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
		
Ing. Juan Carlos Echeverry. Especialista Redes Secas	Ing. Alexander Uribe. Especialista Redes Secas	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
		
Ing. José Norberto Velandia Especialista en redes eléctricas, gas, teléfono, fibra óptica	Ing. Wilmer Alexander Roza Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

## Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN .....	4
2	OBJETIVOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE REDES SECAS .....	5
2.1	OBJETIVOS GENERALES .....	5
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
3	LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	6
4	DISEÑO DETALLADO .....	7
4.1	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras. ....	7
4.2	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico. ....	11
4.3	Análisis de cortocircuito y falla a tierra. ....	14
4.4	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos. ....	20
4.5	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos. ....	23
4.6	Análisis del nivel tensión requerido .....	34
4.7	Cálculo de campos electromagnéticos .....	34
4.8	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga. ....	34
4.9	Cálculo del sistema de puesta a tierra. ....	39
4.10	Cálculo económico de conductores .....	42
4.11	Verificación de los conductores .....	48
4.12	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos. ....	48
4.13	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes. ....	48
4.14	Cálculos de canalizaciones .....	49
4.15	Cálculos de pérdidas de energía .....	51
4.16	Cálculos de regulación .....	53
4.17	Clasificación de áreas .....	54
4.18	Elaboración de diagramas unifilares. ....	54
4.19	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción. ....	54
4.20	Especificaciones de construcción complementarias a los planos .....	54
4.21	Establecer las distancias de seguridad requeridas .....	60
4.22	Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido .....	63
4.23	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera .....	63
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	64

## Tabla de figuras

<i>Figura - 1 - Localización General del Proyecto .....</i>	<i>6</i>
<i>Figura - 2 – Cuadro de cargas iluminación .....</i>	<i>8</i>
<i>Figura - 3 – Cuadro de cargas tomacorrientes generales .....</i>	<i>9</i>
<i>Figura - 4 – Calculo de transformadores .....</i>	<i>10</i>
<i>Figura - 5 – Análisis nivel de tensión transformador 250 kVA .....</i>	<i>11</i>
<i>Figura - 6 – Análisis nivel de tensión transformador 75 kVA .....</i>	<i>12</i>
<i>Figura - 7 – Calculo DPS baja tensión .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura - 8 – Calculo corriente de corto circuito media tensión .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura - 9 – Calculo corriente de corto circuito transformador 250 kVA baja tensión .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura - 10 – Calculo corriente de corto circuito tablero de distribución 250 kVA .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura - 11 – Calculo corriente de corto circuito media tensión .....</i>	<i>18</i>

Figura - 12 – Calculo corriente de corto circuito transformador 75 kVA baja tensión.....	19
Figura - 13 – Calculo corriente de corto circuito tablero de distribución 30 kVA.....	20
Figura - 14 – Análisis de nivel de riesgo por rayos.....	21
Figura - 15 – Resultados Análisis de nivel de riesgo por rayos.....	22
Figura - 16 – Resultados Análisis de nivel de riesgo por rayos.....	23
Figura - 17 – Evaluación nivel de riesgo RAYO.....	24
Figura - 18 – Evaluación nivel de riesgo contacto directo.....	25
Figura - 19 – Evaluación nivel de riesgo Arco Eléctrico.....	26
Figura - 20 – Evaluación nivel de riesgo contacto directo.....	27
Figura - 21 – Evaluación nivel de riesgo cortocircuito o sobrecarga.....	28
Figura - 22 – Evaluación nivel de riesgo contacto directo baja tensión.....	29
Figura - 23 – Evaluación nivel de riesgo arco baja tensión.....	30
Figura - 24 – Decisiones y acciones para controlar el riesgo.....	31
Figura - 25 – Factores de riesgo eléctrico más comunes.....	33
Figura - 26 – Cargas transformador 250 kVA.....	35
Figura - 27 – Cálculos eléctricos transformador 250 kVA.....	36
Figura - 28 – Cargas transformador 75 kVA.....	37
Figura - 29 – Cálculos eléctricos transformador 75 kVA.....	38
Figura - 30 – Calculo malla para puesta a tierra.....	41
Figura - 31 – Cálculo económico de conductores.....	48
Figura - 32 – Cálculo ocupación de ductos.....	50
Figura - 33 – Cálculo pérdidas de energía.....	51
Figura - 33 – Cálculo pérdidas de energía.....	52
Figura - 34 – Cálculo de regulación.....	53
Figura - 35 – Relación de transformación de TC para medida indirecta.....	55
Figura - 36 – Clasificación de puntos de medición.....	56
Figura - 37 – Tipo y clase de exactitud transformadores de corriente.....	56
Figura - 38 – Calculo del burden transformadores de potencial.....	58
Figura - 39 – Calculo del burden transformadores de corriente.....	59
Figura - 40 – Límites de aproximación a partes energizadas de equipos.....	61
Figura - 41 – Límites de aproximación.....	62

## 1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene el informe y memorias de cálculo detallados de la subestación eléctrica interior 250 kVA 11400/440/257 y 75kVA 11400/2058/120 de la estación Altamira, como parte de la etapa de diseños del contrato “Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, En Bogotá D.C.”, de acuerdo al reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE 2013 y NTC2050.

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Superingeniería y Proyectos</p>
---	--	---

## 2 OBJETIVOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE REDES SECAS

### 2.1 OBJETIVOS GENERALES

Elaborar y presentar el diseño detallado de la subestación eléctrica interior 250 kVA y 75kVA de la estación Altamira del proyecto Cable Aéreo en San Cristóbal, siguiendo los lineamientos de la normatividad vigente:

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.
- Código Eléctrico Colombiano - NTC 2050,
- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP.
- Normas Técnicas del operador de red. ENEL CODENSA.
- Las demás que le apliquen o complementen las anteriores Normas.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

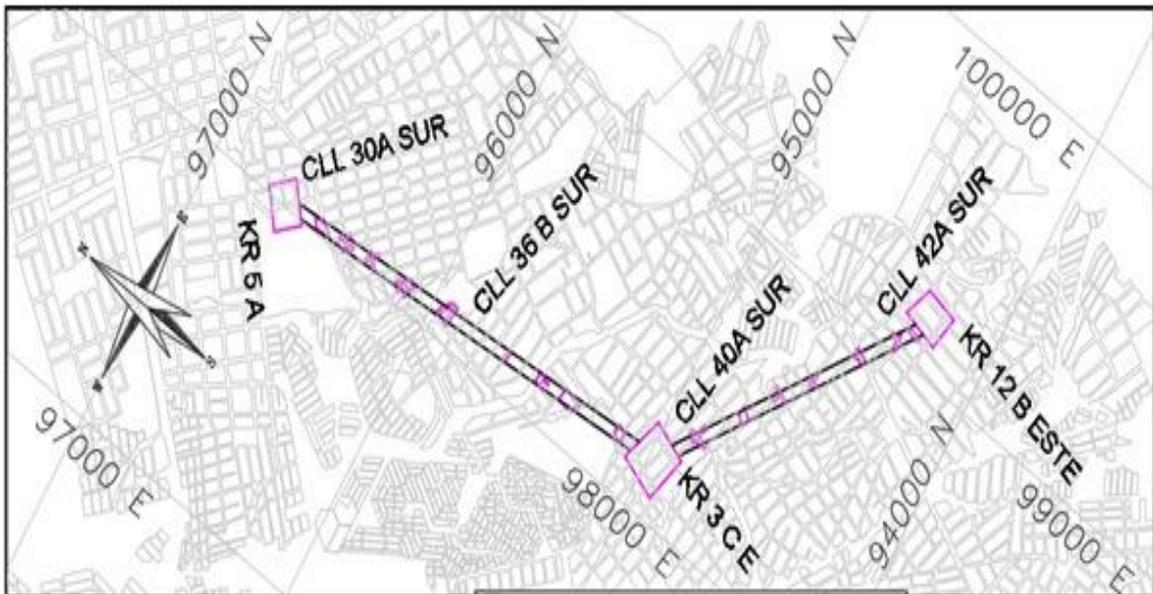
En el diseño se consideraron los siguientes aspectos técnicos:

- Subestación tipo interior de 250 kVA y 75kVA incluye celdas, con tensión de 11.400/440/254V y 11.400/208/120V
- Medida indirecta en celda interior para transformador de 250kVA
- Medidas directas en tablero de medidores para Recaudo, local comercial, Policía y cajeros automáticos
- Celdas de media tensión (protección, remonte, medida)
- Tableros de baja tensión de acuerdo a diagrama unifilar.

- Transformador baja-baja 440/208/120
- Malla de puesta a tierra según planos
- Red media tensión 11.400 en cable XPLE No 2

### 3 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto del Cable San Cristóbal se desarrolla en la localidad de San Cristóbal, el cual contemplan dos Estaciones intermedias, la primera en el barrio la Victoria ubicado entre las calles 40 y 41 Sur y carreras 3A Este y 3C este, la segunda en el barrio la Altamira ubicado en la calle 42B sur y 43A sur entre las carreras 12A y 12B este, finalizando en el Portal del Altamira ubicado en la Calle 30A sur con carrera quinta (5<sup>ta</sup>).



**Figura - 1 - Localización General del Proyecto**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería y Proyectos</p>
---	--	--

#### 4 DISEÑO DETALLADO

Tomando del RETIE el ARTÍCULO 10° - REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS – 10.1 Diseño de instalaciones eléctricas desarrollamos los siguientes puntos:

##### 4.1 Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras.

Los cálculos iniciales se encuentran de acuerdo a la guía técnica de cargabilidad GTC50, y la demanda de carga es de 250 kVA 440V y 75kVA 208V.

Las cargas que se contemplan en el proyecto son:

Cargas tipo Industrial y comercial.

Las cargas a usar en este proyecto son:

- Motores
- Iluminación
- Carga para servicios generales.
- Equipos electromecánicos



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA  
FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE  
AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



CIRCUITO	Iluminación General										TOTAL WATIOS	AFECTACION DE ARMONICOS	TOTAL AFECTACION DE ARMONICOS	TENSION (V)	CORRIENTES (A)			PROTECCIÓN (AMPERIOS)	CALIBRE CONDUCTORES				DESCRIPCIÓN ÁREA DE SERVICIO				
	BALA 13W 1050 LM	Panel cuadrado 60x60 42W 3648LM	Panel rectangular 120x30 42W 3569LM	Panel cuadrado 60x60 33W CLEAN OWEN 3662LM	Panel Rectangular 120x30 33W CLEAN OWEN 3662LM	Hermética 2x18W 36W 3260LM	High Bay 60x40 2x4000LM	EMERGENCIA SALIDA 90E 300x185x45 SOBREPONER	Batería de Emergencia	TOTAL WATIOS					AFECTACION DE ARMONICOS	TOTAL AFECTACION DE ARMONICOS	TENSION (V)		A	B	C	PROTECCIÓN (AMPERIOS)		Fase	Neutro	Tierra	Ø Tubería (Pulg)
1	13	20	15			42	23	5	7	384	1.25	480	120	4.0				1x15	12	12	12	3/4"	Iluminación pasillo 1 Piso				
2	12			10	4	3				582	1.25	728	120	6.1				1x15	12	12	12	3/4"	Iluminación almacén - reparaciones - talleres				
3	20				2					446	1.25	558	120		4.6			1x15	12	12	12	3/4"	Iluminación baños 2 piso				
4	12			4						408	1.25	510	120		4.3			1x15	12	12	12	3/4"	Iluminación pasillos y cocina				
5				12	5					681	1.25	851	120			7.1		1x15	12	12	12	3/4"	Iluminación sala de reuniones oficinas 2 piso				
6	6	2	1							324	1.25	405	120			3.4		1x15	12	12	12	3/4"	Iluminación baños enfermería - rescate 3 piso				
7	11									263	1.25	329	120	2.7				1x15	12	12	12	3/4"	Iluminación pasillo ascensor 3 piso				
8							4			600	1.25	750	120	6.3				1x15	12	12	12	3/4"	Abordaje ala izquierda				
9							6			840	1.25	1,050	120		8.8			1x15	12	12	12	3/4"	Iluminación Abordaje acceso talanqueras				
10						10				480	1.25	600	120		5.0			1x15	12	12	12	3/4"					
11	5		3							311	1.25	389	120			3.2		1x15	12	12	12	3/4"	Iluminación atención al usuario				
12							7			960	1.25	1,200	120			10.0		1x15	12	12	12	3/4"	Iluminación abordaje ala derecha				
13								10		200	1.25	250	120					1x15	12	12	12	3/4"	Emergencia				
14							18			2,160	1.25	2,700	120	22.5				1x20	12	12	12	3/4"	Iluminación parqueadero cabinas piso 2				
15								10		200	1.25	250	120		2.1			1x15	12	12	12	3/4"	Emergencia				
16							12			1,440	1.25	1,800	120		15.0			1x20	12	12	12	3/4"	Iluminación parqueadero cabinas piso 2				
17								10		200	1.25	250	121			2.1		1x15	12	12	12	3/4"	Emergencia				
18							14			1,680	1.25	2,100	120			17.5		1x20	12	12	12	3/4"	Iluminación parqueadero cabinas piso 2				
19										5,000	1.25	6,250	220	28.4	28.4	28.4			12	12	12	3/4"	Reserva, iluminación exterior				
20							14			1,680	1.25	2,100	120	17.5				1x20	12	12	12	3/4"	Iluminación parqueadero cabinas piso 2				
22										0	1.25	0	120		0.0												
24										0	1.25	0	120			0.0											
25										0	1.25	0	120	0.0													
26										0	1.25	0	120	0.0													
27										0	1.25	0	120		0.0												
28										0	1.25	0	120		0.0												
29										0	1.25	0	120			0.0											
30										0	1.25	0	120			0.0											
66		2	4	26	11	13	75	0	30	18,839		23549		90	68	72											

Figura - 2 - Cuadro de cargas iluminación

Fuente - Elaboración propia Consorcio CS

CUADRO DE CARGAS TABLERO TTN TABLERO DE TOMACORRIENTES GENERALES TRIFASICO 42 CIRCUITOS													
CIRCUITO	TOMACORRIENTES			TOTAL WATIOS	AFECTACION DE ARMONICOS	TOTAL AFECTACION DE ARMONICOS	TENSIÓN  (V)	CORRIENTES (A)			PROTECCIÓN N (AMPERIOS)	DESCRIPCIÓN ÁREA DE SERVICIO	
	Toma Doble	Toma GFCI	Toma 220 V					A	B	C			
1	4			720	1,0	720	120	6,0			1x20	Tomacorrientes taller piso 1	
2	3			540	1,0	540	120	4,5			1x20	Tomacorrientes Cuarto reparaciones piso 1	
3	4			720	1,0	720	120		6,0		1x20	tomacorrientes gomas piso 1	
4	4			720	1,0	720	120		6,0		1x20	Tomacorrientes almacen general piso 1	
5	4			720	1,0	720	120			6,0	1x20	Tomacorrientes pasillo piso 1	
6-8			2	1.600	1,0	1.600	220	7,3		7,3	2x20	Tomacorrientes 220V Taller piso 1	
7-9			2	1.600	1,0	1.600	220	7,3	7,3		2x20	Tomacorrientes 220V gomas piso 1	
10	5			900	1,0	900	120		7,5		1x20	Tomacorrientes centro gestion tecnologica piso 2	
11	4			720	1,0	720	120			6,0	1x20	Oficinas Ing. Cable y coordinador de linea piso 2	
12	4			720	1,0	720	120			6,0	1x20	Sala de reuniones piso 2	
13	5			900	1,0	900	120	7,5			1x20	Tomacorrientes pasillo y comedor piso 2	
14	1	1		1.500	1,0	1.500	120	12,5			1x20	Pequeños artefactos cafeteria - comedor piso	
15	1			1.200	1,0	1.200	120		10,0		1x20	Secamanos baño hombres piso 2	
16	4	2		1.080	1,0	1.080	120		9,0		1x20	Tomas locker y baños piso 2	
17	1			1.200	1,0	1.200	120			10,0	1x20	Secamanos baño mujeres piso 2	
18	2	2		720	1,0	720	120			6,0	1x20	Tomacorrientes baños pasillo 3 piso	
19	4	1		900	1,0	900	120	7,5			1x20	Tomacorrientes Grupo rescate enfermeria piso 3	
20	2			1.000	1,0	1.000	120	8,3			1x20	Tomacorrientes cuarto telecomunicaciones	
21	4			720	1,0	720	120		6,0		1x20	Tomacorrientes pasillo 3	
22	3			540	1,0	540	120		4,5		1x20	Atencion al usuario piso 3	
23	4			720	1,0	720	120			6,0	1x20	Guardia de seguridad y pasillo	
24	6			1.080	1,0	1.080	120			9,0	1x20	Tomacorrientes subestacion	
25-27			1	2.000	1,0	2.000	220	9,1	9,1		2x20	Tomacorriente precalentador planta	
26				0	1,0	0	120	0,0			RESERVA		
28				0	1,0	0	120			0,0	RESERVA		
29	6			1.080	1,0	1.080	120			9,0	1x20	Tomacorrientes area abordaje	
30				0	1,0	0	120			0,0	RESERVA		
31-33-35				5.000	1,0	5.000	220	22,7	22,7	22,7		RESERVA	
32				0	1,0	0	120	0,0			RESERVA		
34				0	1,0	0	120		0,0		RESERVA		
36				0	1,0	0	120			0,0	RESERVA		
37				0	1,0	0	120	0,0			RESERVA		
38				0	1,0	0	120	0,0			RESERVA		
39				0	1,0	0	120		0,0		RESERVA		
40				0							RESERVA		
41				0	1,0	0	220		0,0	0,0	RESERVA		
42				0	1,0	0	120			0,0	RESERVA		
	75	6	5	28.600		28600		93	88	88			

Figura - 3 – Cuadro de cargas tomacorrientes generales

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

 <p><b>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p><b>CONSORCIO CS</b> Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
--	--	--

A continuacion, se presenta el calculo de transformador de 250kVA y 75kVA y la tension a la cual operara cada una de las cargas contempladas en el diseño.

Calculo de transformador 250 kVA 440V			
Carga	Tension	Instalada kVA	Demandada kVA
TIG Tablero iluminacion general	220 V	23,55	23,55
TIG Tablero Tomacorrientes generales	220 V	28,60	21,96
TTR Tablero Tomacorrientes regulados	220 V	30,00	30,00
Tomacorrientes trifasicos mantenimiento 220 V	220 V	10,80	8,10
Ascensor	220 V	10,00	10,00
Bomba Presion AFP	440V	9,33	9,33
Bomba presion AFT	440V	9,33	9,33
Bombas aguas crudas	440V	1,87	1,87
Bomba Tratamiento ALL	440V	1,87	1,87
Bombas eyectores ALL	440V	3,73	3,73
Bomba Jockey	440V	13,99	13,99
Equipo Electromecanico	440V	50,00	50,00
Tomacorrientes trifasicos mantenimiento 440v 2 por piso	440V	10,80	8,10
Pilonas 21 y 22	220 V	10,00	10,00
RESERVA	440V	30,00	30,00
<b>TOTAL</b>		<b>243,85</b>	<b>231,81</b>

Calculo de transformador 75 kVA			
Carga	Tension	Instalada kVA	Demandada kVA
Locales Comerciales	220 V	30,00	30,00
RECAUDO	220 V	10,00	10,00
Cajeros Automaticos	220 V	10,00	10,00
Policia	220 V	8,00	8,00
RESERVA	220V	15,00	15,00
<b>TOTAL</b>		<b>73,00</b>	<b>73,00</b>

**Figura - 4 – Calculo de transformadores**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

#### 4.2 Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

Se realiza la coordinación de aislamiento eléctrico, donde se indican las características y tipo de los equipos de transformación y los niveles de tensión a usar.

4. ANALISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN Y DATOS TÉCNICOS SUBESTACIÓN																											
Nombre del Proyecto		SUBESTACION INTERIOR 250kVA ESTACION ALTAMIRA																									
MEMORIAS DE CALCULO NIVEL DE TENSIÓN, TIPO DE SERVICIO Y SUBESTACIÓN																											
TRANSFORMADOR (250 kVA)																											
<b>DATOS</b>	1. CARGA INSTALADA (kVA)			<b>250</b>																							
	2. RANGO DE TENSIÓN A UTILIZAR SUGERIDO POR EL OPERADOR DE RED			BAJA						MEDIA A 11.4 kV			MEDIA A 13.2 o 34.5 kV		ALTA 115 Kv o mayor												
				Hasta 5 kVA		Hasta 9 kVA		Hasta 20 kVA		Hasta 50 kVA		Hasta 499 kVA	500 a 5000 kVA		Mayor a 5000 kVA												
				Monofásico		Trifilar		Trifásico		Monofásico		Trifásico	Trifásico		Trifásico												
	3. TIPO DE SERVICIO			RESIDENCIAL						COMERCIAL			INDUSTRIAL														
				BAJA TENSIÓN (V)			MEDIA TENSIÓN (kV)			BAJA TENSIÓN (V)			MEDIA TENSIÓN (kV)			BAJA TENSIÓN (V)			MEDIA TENSIÓN (kV)								
				120		208	240		13.2	34.5		120	208		440		11.4	34.5		220		380	440		13.2	34.5	

**4. ANALISIS DEL NIVEL DE TENSION Y DATOS TÉCNICOS SUBESTACIÓN**

**Nombre del Proyecto** SUBESTACION INTERIOR 75kVA ESTACION ALTAMIRA MEDIDAS DIRECTAS

**MEMORIAS DE CALCULO NIVEL DE TENSION, TIPO DE SERVICIO Y SUBESTACIÓN**

**TRANSFORMADOR (75 kVA)**

<b>DATOS</b>	<b>1. CARGA INSTALADA (kVA)</b>		<b>75</b>															
	<b>2. RANGO DE TENSION A UTILIZAR SUGERIDO POR EL OPERADOR DE RED</b>	BAJA						MEDIA A 11.4 kV				MEDIA A 13.2 o 34.5 kV	ALTA 115 Kv o mayor					
		Hasta 5 kVA		Hasta 9 kVA		Hasta 20 kVA		Hasta 50 kVA		Hasta 499 kVA		500 a 5000 kVA				Mayor a 5000 kVA		
		Monofásico		Trifilar		Trifásico		Monofásico		Trifásico		Trifásico				Trifásico		
										<b>X</b>								
	<b>3. TIPO DE SERVICIO</b>	RESIDENCIAL						COMERCIAL				INDUSTRIAL						
BAJA TENSION (V)			MEDIA TENSION (kV)			BAJA TENSION (V)			MEDIA TENSION (kV)			BAJA TENSION (V)			MEDIA TENSION (kv)			
120		208	240	13.2	34,5	120	208	440	11,4	34,5	220	380	440	13.2	34,5			
								<b>X</b>		<b>X</b>								

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y TÉCNICAS DE LA SUBESTACIÓN SELECCIONADA**

<b>CLASIFICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN TRANSFORMADOR</b>	<b>USO</b>	POSTE				ENCERRAMIENTO EXTERIOR (PEDESTAL)				INTERIOR				<b>X</b>		
		<b>POTENCIA</b>	MONOFASICO (KVA)					TRIFÁSICO (KVA)									
			3	5	10	15	25	15	30	45	75	112,5	150	250	500	1000	
		<b>TIPO</b>	ACEITE		SECO			<b>X</b>		PEDESTAL							
		<b>NIVEL DE TENSION</b>	En bornes de baja fase fase (V)					En bornes de alta (kV)									
			208	220	380	440	480	11,4	34,5	115							
		<b>DESCRIPCIÓN EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>	MEDIDOR DE ENERGÍA					1				2					
<b>DESCRIPCIÓN SECCIONAMIENTO</b>	TIPO					4 MEDIDORES TRIFASICOS DIRECTA 20(100)A											
	INDIRECTA																

**OBSERVACIONES**

<b>Diseño:</b>	<b>JUAN CARLOS ECHEVERRY</b>	<b>Firma:</b>
		M.P. CL 205-30896

**Figura - 6 – Análisis nivel de tensión transformador 75 kVA**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

**CALCULO DPS BAJA TENSION**  
**Guía de Selección TVSS (IEEE 62.41)**

<b>1</b>	<b>UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA APLICACIÓN</b>			
	<b>NIVEL ISOCERAUNICO</b>			
	Días de tormentas al año	Puntos		
	30 o Mas	18		
	15 a 30	10		
	0 a 15	2	<b>2</b>	<b>Puntos</b>
<b>2</b>	<b>UBICACIÓN RESPECTO A OTRAS ACTIVIDADES</b>			
	Ambiente	Puntos		
	Rural	11		
	Sub-Urbano	6		
	Urbano	1	<b>11</b>	<b>Puntos</b>
<b>3</b>	<b>UBICACIÓN RESPECTO A OTRAS CONSTRUCCIONES</b>			
	Construcción	Puntos		
	El mas alto	11		
	Mediano	6		
	El mas Pequeño	1	<b>11</b>	<b>Puntos</b>
<b>4</b>	<b>TIPO DE ACOMETIDA</b>			
	Acometida	Puntos		
	Ultimo Clientes	11		
	Clientes Múltiples	6		
	Independiente	1	<b>1</b>	<b>Puntos</b>
<b>5</b>	<b>HISTORICO DE DISTURBIOS</b>			
	Acometida	Puntos		
	Frecuentes	11		
	Ocasionales	6		
	Escasos	1	<b>1</b>	<b>Puntos</b>
<b>6</b>	<b>IMPORTANCIA DEL EQUIPO QUE VA A SER PROTEGIDO</b>			
	Equipos	Puntos		
	Indispensables	19		
	Medios	11		
	Pueden detenerse	3	<b>3</b>	<b>Puntos</b>
<b>7</b>	<b>COSTO DE REPARACION DEL EQUIPO QUE SE DAÑA</b>			
	Reparación	Puntos		
	Costosa	19		
	Moderada	11		
	Económica	3	<b>3</b>	<b>Puntos</b>
<b>8</b>	<b>NIVEL DE EXPOSICION</b>			
	NIVEL A	CARGA FINAL		
	NIVEL B	DISTRIBUCION		
	NIVEL C	ACOMETIDA	<b>NIVEL B</b>	
<b>TOTAL PUNTOS</b>			<b>32</b>	<b>Puntos</b>

TABLA DE SELECCIÓN					
Total Puntos	INDICE DE EXPOSICION CALCULADO				
	De 12 a 24	De 25 a 38	De 39 a 55	De 56 a 75	De 76 a 100
NIVEL C (Acometida)	120 kA	160 kA	250 kA	320 kA	500 kA
	120 kA	120 kA	160 kA	250 kA	320 kA
NIVEL B (Distribucion)	50 kA	80 kA	120 kA	160 kA	250 kA
	36 kA	50 kA	80 kA	120 kA	160 kA
Nivel A (Carga Fija)		36 kA	50 kA	80 kA	120 kA
			36 kA	50 kA	80 kA

**Figura - 7 – Calculo DPS baja tensión**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

Según tabla de selección y el puntaje de diseño obtenido, se cuenta con dos opciones de capacidad de corriente de corto circuito, de acuerdo a los criterios del diseñador se selecciona un DPS baja tensión de 80 kA para cada transformador, de acuerdo a las características de la construcción y su ubicación geográfica.

ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.  
MOVILIDAD  
Instituto de Desarrollo Urbano

#### 4.3 Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

Se realiza el análisis y cálculo de cortocircuito y falla a tierra de la instalación de la red de media tensión, de acuerdo a los valores entregados por el operador de red en el punto de pegue otorgado.

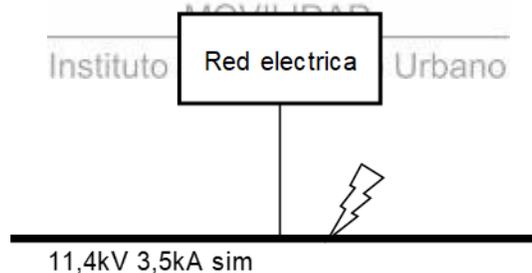
En los cálculos se evidencia la corriente de cortocircuito en el tablero de baja tensión, en la red de media tensión y en el transformador.

## TRANSFORMADOR 250kVA

### Calculo de corriente de corto circuito

#### *Aporte de corriente de la red electrica*

Tension Nominal: **11,4** kV  
 Icc: **3,5** kA sim  
 Scc: 39,9 MVA  
 Icc Asimetrica: 7,17 kA asim  
  
 Ra/Za: 0,251  
 Za: 3,257 Ω  
 Xa: 3,153 Ω  
 Ra: 0,816 Ω  
 Ra/Xa: 0,259  
 Factor K: 1,448 (IEC 60909)



**Figura - 8 – Calculo corriente de corto circuito media tensión**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

### Calculo de corriente de corto circuito

#### Transformador trifásico

Potencia: 250 kVA  
 Voltaje en lado de falla (V2): 0,44 kV  
 Voltaje de corto circuito %: 4 Tabla T1  
 Ra: 0,81843337 Ohm  
 Xa: 3,15451748 Ohm  
 V1: 11,4 kV  
 Rr: 0,00121921 Ohm reflejada  
 Xr: 0,00469925 Ohm reflejada

T1. Tensión de cortocircuito Vcc normalizada para los transformadores MT/BT de distribución pública.

kVA	630	800	1000	1250	1600	2000
Vcc (%)	4	4,5	5	5,5	6	7

Se tiene que:  $Z_t = V_{cc} \times \frac{V_n^2}{S_n}$  Z del transformador

Por lo tanto:  $Z_t = 30,976 \text{ m}\Omega$

Se tiene que:  $X_t \approx Z_t$  X del transformador

Por lo tanto:  $X_t = 30,976 \text{ m}\Omega$   $X_r = 4,699 \text{ m}\Omega$

Se tiene que:  $R_t \approx 0,20 \times X_t$  R del transformador

Por lo tanto:  $R_t = 6,1952 \text{ m}\Omega$   $R_r = 1,219 \text{ m}\Omega$

Luego:  $\frac{R_{total}}{X_{total}} = 0,21$

$Z_{total} = \sqrt{(R_t + R_r)^2 + (X_t + X_r)^2}$   $Z_t = 36,44 \text{ m}\Omega$

Se tiene que:  $I_{cc, sim} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times Z_t}$

Por lo tanto:  $I_{cc, sim} = 6,97 \text{ kA simetricos}$

Luego tenemos que:  $K = 1,53$ , para  $\frac{R_t}{X_t} = 0,21$  (IEC 60909)

$I_{cc} = \sqrt{2} \times K \times I_{cc, sim}$

**Finalmente:  $I_{cc} = 15,06 \text{ kA asimetricos}$**

Basado en la norma UTE C 5-105 y IEC 60 909.

**Figura - 9 – Calculo corriente de corto circuito transformador 250 kVA baja tensión**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

## Calculo de corriente de corto circuito

Tension del sistema: 11,4 kV  
Lugar: Barra 440

### Impedancias del sistema

Equipo	R	X
Red	0,816	3,153
Cable	0,002	0,001

### Total

Rt = 0,8184  $\Omega$   
Xt = 3,1545  $\Omega$   
Zt = 3,2590  $\Omega$

Icc = 2,02 kA sim

R/X = 0,26

Factor K = 1,45

Icc asimetrica = 4,13 kA asim

IEC60909

Metodo Explicado en: Instituto de Desarrollo Urbano

De Metz-Noblat, B. Cálculo de corrientes de cortocircuito (Cuaderno Tecnico n° 15)  
Barcelona: Schneider , 2000.

**Figura - 10 – Calculo corriente de corto circuito tablero de distribución 250 kVA**

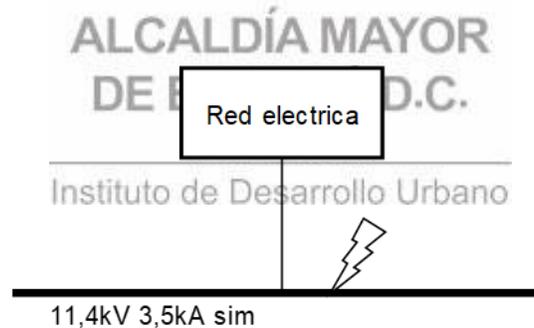
**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

## TRANSFORMADOR 75kVA

### Calculo de corriente de corto circuito

#### *Aporte de corriente de la red electrica*

Tension Nominal:	<b>11,4</b> kV	
I <sub>cc</sub> :	<b>3,5</b> kA sim	
S <sub>cc</sub> :	39,9 MVA	
I <sub>cc</sub> Asimetrica:	7,17 kA asim	
Ra/Za:	0,251	
Za:	3,257 Ω	
Xa:	3,153 Ω	
Ra:	0,816 Ω	
Ra/Xa:	0,259	
Factor K:	1,448	(IEC 60909)



**Figura - 11 – Calculo corriente de corto circuito media tensión**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

### Calculo de corriente de corto circuito

#### Transformador trifásico

Potencia: 75 kVA  
 Voltaje en lado de falla (V2): 0,208 kV V1: 11,4 kV  
 Voltaje de corto circuito %: 4 Tabla T1  
 Ra: 0,85980337 Ohm Rr 0,00028623 Ohm reflejada  
 Xa: 3,16352748 Ohm Xr 0,00105315 Ohm reflejada

T1. Tensión de cortocircuito Vcc normalizada para los transformadores MT/BT de distribución pública.

kVA	630	800	1000	1250	1600	2000
Vcc (%)	4	4,5	5	5,5	6	7

Se tiene que:  $Z_t = V_{cc} \times \frac{V_n^2}{S_n}$  Z del transformador

Por lo tanto:  $Z_t = 23,07413333 \text{ m}\Omega$

Se tiene que:  $X_t \approx Z_t$  X del transformador

Por lo tanto:  $X_t = 23,07413333 \text{ m}\Omega$   $X_r = 1,053 \text{ m}\Omega$

Se tiene que:  $R_t \approx 0,20 \times X_t$  R del transformador

Por lo tanto:  $R_t = 4,614826667 \text{ m}\Omega$   $R_r = 0,286 \text{ m}\Omega$

Luego:  $\frac{R_{total}}{X_{total}} = 0,20$

$Z_{total} = \sqrt{(R_t + R_r)^2 + (X_t + X_r)^2}$   $Z_t = 24,62 \text{ m}\Omega$

Se tiene que:  $I_{cc, sim} = \frac{V_n^2}{\sqrt{3} \times Z_t}$

Por lo tanto:  $I_{cc, sim} = 4,88 \text{ kA simetricos}$

Luego tenemos que:  $K = 1,54$ , para  $\frac{R_t}{X_t} = 0,20$  (IEC 60909)

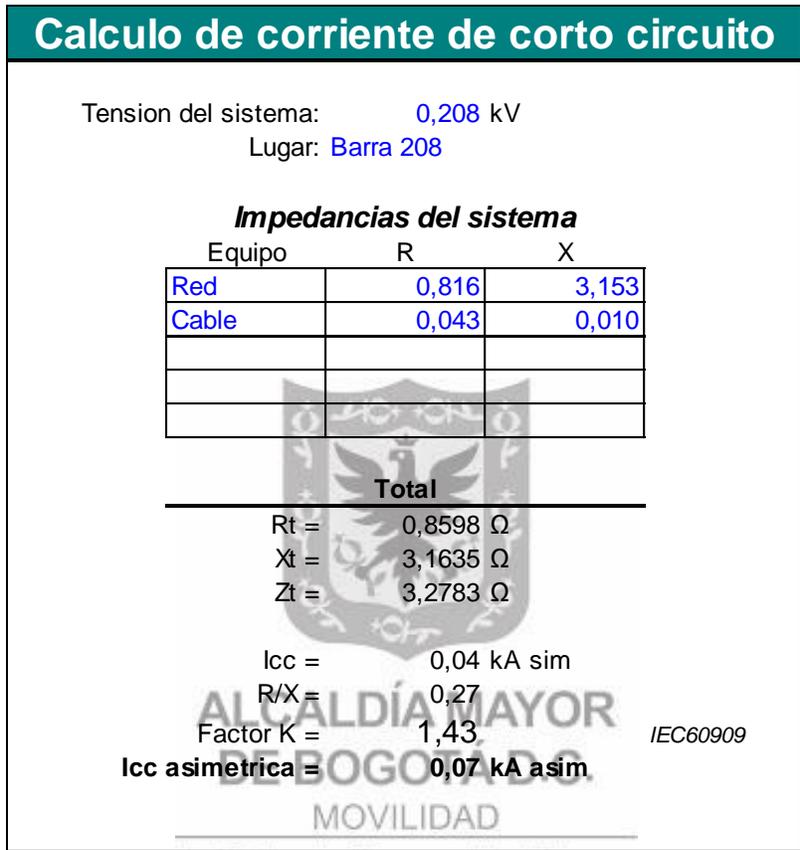
$I_{cc} = \sqrt{2} \times K \times I_{cc, sim}$

**Finalmente:  $I_{cc} = 10,59 \text{ kA asimetricos}$**

Basado en la norma UTEC 15 105 y IEC 60 909.

Figura - 12 – Calculo corriente de corto circuito transformador 75 kVA baja tensión

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS



**Figura - 13 – Calculo corriente de corto circuito tablero de distribución 30 kVA**

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

#### 4.4 Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.

Se realiza el análisis para el diseño del sistema de protección contra descargas atmosféricas con el software RISK, donde se calcula el nivel requerido, en este caso nivel IV y se procede a la realización del diseño con el método de la esfera rodante.

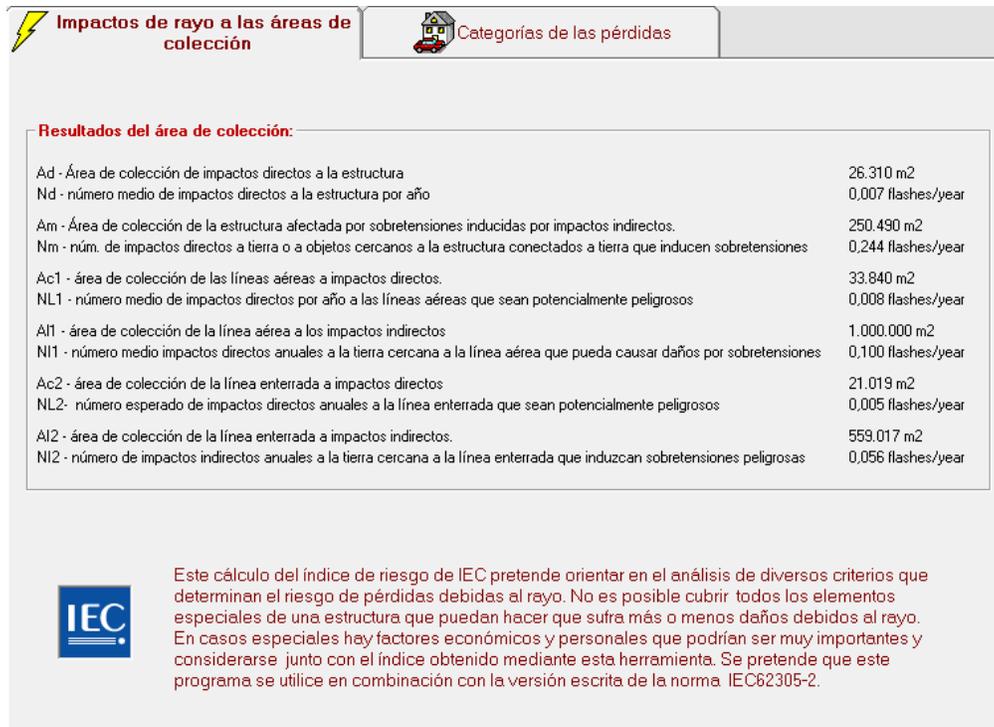
Dimensiones de la estructura:		Líneas de conducción eléctrica:		Tipos de las pérdidas:	
Longitud de la estructura (m):	55	Línea eléctrica:	Línea que llega a la estructura: Cable enterrado	Tipo 1 - Pérdidas de vidas humanas:	Riesgos especiales para la vida: Riesgo de pánico medio
Anchura de la estructura (m):	48	Tipo de cable externo:	Apantallado	Por incendios:	Comercios, colegios, ...
Altura del plano del tejado (m)*:	20	Existencia de transformador MT/BT:	Transformador	Por sobretensiones:	Hay sist. de seguridad críticos
Altura del mayor saliente del tejado (m)*:	21	Otros servicios aéreos:	Número de servicios conducidos: 0	Tipo 2 - Pérdidas de servicios esenciales:	Por incendios: No hay servicios esencial
* Medido desde la tierra		Tipo de cable externo:	No apantallado	Por sobretensiones:	No hay servicios esencial
Área de colección (m2):	26.310 m2	Otros servicios enterrados:	Número de servicios conducidos: 0	Tipo 3 - Pérdidas de patrimonio cultural:	Por incendios: Sin valor histórico
Características de la estructura:		Medidas de protección:		Tipo 4 - Pérdidas económicas:	
Riesgo de incendio y daños físicos:	Normal	Clase de SPCR:	Nivel IV	Riesgos económicos especiales:	Sin riesgos especiales
Eficacia del apantallamiento:	Media	Protección contra incendios:	Sistemas automáticos	Por incendios:	Propiedad pública
Tipo de cableado interno:	No apantallado	Protección contra sobretensiones:	Sólo en entrada de servicios	Por sobretensiones:	Otras estructuras
Influencias ambientales:		Riesgos calculados:			
Situación respecto a los alrededores:	Altura menor	Riesgo calculable (CR)	Riesgo imp. desde (CR)	Riesgo imp. desde (CR)	Riesgo calculable (CR)
Factor ambiental:	Urbano	1,00E-05 =>	7,30E-07 +	2,47E-06 =	3,20E-06
Nº de días de tormenta:	10 days/year	1,00E-03 =>	0,00E+00 +	0,00E+00 =	0,00E+00
Densidad anual equivalente de rayos:	1,0 flashes/km2	1,00E-03 =>	0,00E+00 +	0,00E+00 =	0,00E+00
Ver mapa isoceráunico:	Ver Mapa	1,00E-02 =>	1,18E-06 +	2,45E-05 =	2,57E-05

Este cálculo del índice de riesgo de IEC pretende orientar en el análisis de diversos criterios que determinan el riesgo de pérdidas debidas al rayo. No es posible cubrir todos los elementos especiales de una estructura que puedan hacer que sufra más o menos daños debidos al rayo. En casos especiales hay factores económicos y personales que podrían ser muy importantes y considerarse junto con el índice obtenido mediante esta herramienta. Se

Project: ALTAMIRA Tooltips: ON Database: v1.0.31 Map: SPANISH 20/12/2021

Figura - 14 – Análisis de nivel de riesgo por rayos

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS con software RISK



**Figura - 15 – Resultados Análisis de nivel de riesgo por rayos**  
**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS con software RISK**

⚡ Impactos de rayo a las áreas de colección	🏠 Categorías de las pérdidas
<b>Tipo 1 - Pérdidas de vidas humanas:</b>	
RA1 - riesgo de tensiones de paso y contacto peligrosas dentro y fuera de la estructura causadas por un impacto directo a la estructura.	6,58E-09
RB1 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a la estructura.	6,58E-07
RC1 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a la estructura.	6,58E-08
RM1 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a la estructura.	2,44E-06
RU1 - riesgo de tensiones de paso y contacto peligrosas dentro y fuera de la estructura causadas por un impacto directo a las líneas.	3,15E-11
RW1 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a las líneas.	1,58E-08
RW1 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a las líneas.	1,05E-08
RZ1 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a las líneas.	2,03E-09
<b>Tipo 2 - Pérdidas de servicios esenciales:</b>	
RB2 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a la estructura.	0,00E+00
RC2 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a la estructura.	0,00E+00
RM2 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a la estructura.	0,00E+00
RW2 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a las líneas.	0,00E+00
RW2 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a las líneas.	0,00E+00
RZ2 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a las líneas.	0,00E+00
<b>Tipo 3 - Pérdidas de patrimonio cultural:</b>	
RB3 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a la estructura.	0,00E+00
RV3 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a las líneas.	0,00E+00
<b>Tipo 4 - Pérdidas económicas:</b>	
RA4 - riesgo de tensiones de paso y contacto peligrosas dentro y fuera de la estructura causadas por un impacto directo a la estructura.	0,00E+00
RB4 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a la estructura.	5,26E-07
RC4 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a la estructura.	6,58E-07
RM4 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a la estructura.	2,44E-05
RU4 - riesgo de tensiones de paso y contacto peligrosas dentro y fuera de la estructura causadas por un impacto directo a las líneas.	0,00E+00
RV4 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a las líneas.	1,26E-08
RW4 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a las líneas.	1,05E-07
RZ4 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a las líneas.	2,03E-08

**Figura - 16 – Resultados Análisis de nivel de riesgo por rayos**

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS con software RISK

ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
MOVILIDAD  
Instituto de Desarrollo Urbano

#### 4.5 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

Se realiza el análisis de riesgos de origen eléctrico para los diferentes eventos de acuerdo a los lineamientos y especificaciones de la norma técnica colombiana Retie donde se recomiendan las medidas necesarias para mitigar los riesgos mencionados.

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO										
PROYECTO: SUBESTACION ELECTRICA 250 Y 75 KVA estación Allamira										
RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCION por RAYO (al) o (en) REDES EN MEDIA Y/O BAJA TENSIÓN AÉREAS			FACTOR DE RIESGO		FUENTE				
	EVENTO O EFECTO			REAL: _____		FRECUENCIA				
POTENCIAL: <u>X</u>	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
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	Evaluador: <u>JUAN CARLOS ECHEVERRY</u> MP: <u>CL205-30896</u> FECHA: <u>dic-21</u>									

	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	5	D MEDIO
2.	ECONOMICAS	2	D BAJO
3.	AMBIENTALES	2	D BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	1	D BAJO

**RIESGO MAS ALTO A EVALUAR: MEDIO**

**SISTEMAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR:**

VERIFICAR QUE LOS POSTES ESTEN PUESTOS A TIERRA ADECUADAMENTE.  
 INSTALAR UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ADECUADO CON EL FIN DE MINIMAR EL VALOR DE LA RESISTENCIA A TIERRA  
 EQUIPOTENCIALIZAR LA TUBERIA METALICA Y APANTALLAMIENTO DE LA LINEA AL SPT.  
 SEGUIR LOS LINEAMIENTOS DEL OPERADOR DE RED, EN CUANTO AL APANTALLAMIENTO DE LAS LINEAS.  
 EN LOS TRANSFORMADORES SE DEBEN INSTALAR LOS DPS DE ACUERDO A LA COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO.  
 INSTALAR ESTRUCTURAS Y APOYOS CON SU CORRECTA SUJECION MECANICA Y AMARRE DE LOS CONDUCTORES A LOS AISLADORES Y APOYOS.  
 VERIFICAR LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD TANTO HORIZONTAL COMO VERTICALMENTE.  
 EL PERSONAL A TRABAJAR EN LA RED DEBE SER CAPACITADO Y CERTIFICADO PARA TRABAJOS EN ALTURA Y QUE LLEVE TODOS LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD, VESTIDO, CALZADO, CASCO, GUANTES Y GAFAS CONTRA RAYOS ULTRAVIOLETA  
 EN CASO DE PRESENTARSE LLUVIAS TORMENTOSAS PROHIBIR EL TRABAJO SOBRE LA LINEA Y RESGUARDARSE EN SITIOS SEGUROS  
 EN CASO DE TORMENTA RESGUARDARSE EN SITIO SEGURO

**PARA EJECUTAR TRABAJOS EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN.**

SOLICITAR PERMISOS EN EL OPERADOR DE RED ANTES DE REALIZAR CUALQUIER TRABAJO.  
 UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.  
 Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes "Reglas de oro":  
 a. Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su b. Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o "prohibido c. Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe d. Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas e. Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

**Figura - 17 – Evaluación nivel de riesgo RAYO**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO											
PROYECTO: SUBSTACION ELECTRICA 250 Y 75 KVA estación Altamira											
RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCION			CONTACTO DIRECTO		REDES EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN					
	EVENTO O EFECTO			FACTORES DE RIESGO		FUENTE					
POTENCIAL: <u>X</u>		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 más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
		Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
		Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
		Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
		Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador: JUAN CARLOS ECHEVERRY						MP: CL205-30896		FECHA: dic-21			

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

**RIESGO MAS ALTO A EVALUAR MEDIO.**

**SISTEMAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR:**

VERIFICAR QUE LOS FUSIBLES DEL LADO PRIMARIO DE LA SECCION SEAN LOS ADECUADOS DE ACUERDO A LA POTENCIA Y LA COORDINACION  
 INSTALAR UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ADECUADO CON EL FIN DE MINIMAR EL VALOR DE LA RESISTENCIA A TIERRA  
 EQUIPOTENCIALIZAR LA TUBERIA METALICA Y APANTALLAMIENTO DE LA LINEA AL SPT.  
 INSTALAR LINEA DE GUARDA PARA APANTALLAR LA LINEA DE MEDIA TENSIÓN EN 33 kv/ 13,2 kv SI SE REQUIERE  
 INSTALAR DPS EN LA TRANSICIÓN DE LINEA AEREA A SUBTERRANEA EN 33kv/13,2kv  
 CONSTRUIR LAS CAMARA DE PASO SEGÚN NORMA EEP.  
 VERIFICAR ALTURAS Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD  
 EL PERSONAL A TRABAJAR EN LA RED DEBE SER CAPACITADO Y CERTIFICADO PARA TRABAJOS EN ALTURA Y QUE LLEVE TODOS LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD, VESTIDO, CALZADO, CASCO, GUANTES Y GAFAS CONTRA RAYOS ULTRAVIOLETA  
 INSTALAR AVISOS DE PREVENCIÓN EN LAS CAMARAS INDICANDO EL NIVEL DE TENSIÓN.  
 INSTALAR AVISOS DE PREVENCIÓN EN LAS LINEAS COMPACTAS CON AVISO "CABLE NO AISLADO"

**PARA EJECUTAR TRABAJOS EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN.**

SOLICITAR PERMISOS EN EL OPERADOR DE RED ANTES DE REALIZAR CUALQUIER TRABAJO.  
 UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.  
 Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes "Reglas de oro":  
 a. Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su  
 b. Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o "prohibido  
 c. Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe  
 d. Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas  
 e. Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

**Figura - 18 – Evaluación nivel de riesgo contacto directo**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO										
PROYECTO: SUBESTACION ELECTRICA 250 Y 75 KVA estación Altamira										
RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCION/ QUEMADURAS por ARCO ELECTRICO (al) o (en) CELDA DE MEDIA TENSION				EVENTO O EFECTO FACTOR DE RIESGO FUENTE					
	POTENCIAL: X				REAL: _____		FRECUENCIA			
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: JUAN CARLOS ECHEVERRY MP: CL205-30896 FECHA: dic-21

	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL	
1.	EN PERSONAS	5	D	ALTO
2.	ECONOMICAS	3	D	MEDIO
3.	AMBIENTALES	2	D	BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRESA	2	D	BAJO

**RIESGO MÁS ALTO A EVALUAR: ALTO**

**SISTEMAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR:**

UTILIZAR MEDIOS ENVOLVENTES RESISTENTES AL ARCO  
 INSTALAR UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ADECUADO CON EL FIN DE MINIMAR EL VALOR DE LA RESISTENCIA A TIERRA  
 INSTALAR CONEXIONES EFECTIVAS CON EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA  
 INSTALAR AVISOS DE PREVENCIÓN POR ELECTROCUCIÓN  
 VERIFICAR ALTURAS Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD  
 INSTALAR EN LA SUBESTACIÓN UNA ILUMINACIÓN ADECUADA PARA LOS TRABAJOS, ASÍ COMO LA ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.  
 INSTALAR UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL DE INCENDIOS.  
 VERIFICAR QUE SE POSEEA ENCLAVAMIENTO MECÁNICO EN CELDAS.  
 EL PERSONAL A TRABAJAR EN LA RED DEBE SER CAPACITADO Y QUE LLEVE TODOS LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD, VESTIDO, CALZADO, CASCO, GUANTES Y GAFAS CONTRA RAYOS ULTRAVIOLETA  
 PINTAR LINEAS DE ACCESO RESTRINGIDO DE 5 CM DE ANCHO COMO MINIMO A 75 CM FRENTE A LOS EQUIPOS.

**PARA EJECUTAR TRABAJOS EN BAJA Y MEDIA TENSION.**

SOLICITAR PERMISOS EN EL OPERADOR DE RED ANTES DE REALIZAR CUALQUIER TRABAJO.  
 UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.  
 Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes "Reglas de oro":

- Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.
- Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o "prohibido maniobrar" y retirar los portafusibles de los cortacircuitos. Se llama "condenación o bloqueo" de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.
- Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
- Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.
- Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

**Figura - 19 – Evaluación nivel de riesgo Arco Eléctrico**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO											
PROYECTO: SUBESTACION ELECTRICA 250 Y 75 KVA estación Allamira											
RIESGO A EVALUAR:	ELECTROUCION			CONTACTO DIRECTO			TRANSFORMADOR INTERIOR				
	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	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
		Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
		Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
		Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
		Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

Evaluador: JUAN CARLOS ECHEVERRY      MP: CL205-30896      FECHA: dic-21

	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	4	D
2.	ECONOMICAS	3	D
3.	AMBIENTALES	2	D
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRE	2	D
<b>RIESGO MAS ALTO A EVALUAR MEDIO.</b>			

**SISTEMAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR:**

VERIFICAR QUE LOS FUSIBLES DEL LADO PRIMARIO DEL TRAFIO SEAN LOS ADECUADOS DE ACUERDO A LA POTENCIA  
 INSTALAR UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ADECUADO CON EL FIN DE MINIMAR EL VALOR DE LA RESISTENCIA A TIERRA  
 INSTALAR AVISOS DE PREVENCIÓN POR ELECTROUCION  
 VERIFICAR ALTURAS Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD  
 INSTALAR UNA BARRERA QUE IMPIDA EL ACCESO DIRECTO DESPUÉS DE ABIERTA LA CELDA DEL TRANSFORMADOR.  
 EL PERSONAL A TRABAJAR EN LA RED DEBE SER CAPACITADO Y CERTIFICADO PARA TRABAJOS EN ALTURA Y QUE LLEVE TODOS LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD, VESTIDO, CALZADO, CASCO, GUANTES Y GAFAS CONTRA RAYOS ULTRA VIOLETA  
 PINTAR LINEAS DE ACCESO RESTRINGIDO DE 5 CM DE ANCHO COMO MINIMO A 75 CM FRENTE A LOS EQUIPOS.

**PARA EJECUTAR TRABAJOS EN BAJA Y MEDIA TENSION.**

SOLICITAR PERMISOS EN EL OPERADOR DE RED ANTES DE REALIZAR CUALQUIER TRABAJO.  
 UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.  
 Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes "Reglas de oro":

- Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.
- Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o "prohibido maniobrar" y retirar los portafusibles de los cortacircuitos. Se llama "condenación o bloqueo" de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.
- Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
- Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.
- Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

**Figura - 20 – Evaluación nivel de riesgo contacto directo**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO										
PROYECTO: SUBSTACION ELECTRICA 250 Y 75 KVA estación Altamira										
RIESGO A EVALUAR:	INCENDIO	por			CORTO CIRCUITO O SOBRECARGA	(al) o (en)	CABLEADO ELECTRICO			
	EVENTO O EFECTO	FACTOR DE RIESGO				FUENTE				
POTENCIAL: <u>X</u>		REAL: ___				FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	Consecuencia	E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

Evaluador: JUAN CARLOS ECHEVERRY MP: CL205-30896 FECHA: dic-21

	CONSECUENCIA	FRECUENCIA	NIVEL
1.	EN PERSONAS	5	D ALTO
2.	ECONOMICAS	3	D MEDIO
3.	AMBIENTALES	2	D BAJO
4.	EN LA IMAGEN DE LA EMPRE	2	D BAJO

**RIESGO MAS ALTO A EVALUAR: ALTO**

**SISTEMAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR:**

VERIFICAR QUE LAS PROTECCIONES ESTÉN DE ACUERDO AL PLANO Y SU MANIPULACIÓN SEA SEGURA  
 VERIFICAR SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZACIONES  
 VERIFICAR CALIBRES Y MATERIAL DEL CONDUCTOR DE ACUERDO A LA CARGA Y PROTECCIONES  
 VERIFICAR EN EDIFICIOS CON ASCENSORES O EN LUGARES DE ALTA CONCENTRACIÓN DE PERSONAS SE USEN CONDUCTORES CON AISLAMIENTO DE MUY BAJO CONTENIDO DE HALÓGENOS, NO PROPAGADORES DE LLAMA Y BAJA EMISIÓN DE HUMOS OPACOS  
 VERIFICAR LA COORDINACIÓN POR TEMPERATURA EN LOS TERMINALES Y CONEXIONES DEL CABLEADO  
 VERIFICAR QUE SE CUENTE CON RUTAS DE EVACUACIÓN Y LUCES DE EMERGENCIA AUTÓNOMAS  
 VERIFICAR QUE SE CUENTE CON SISTEMAS CONTRA INCENDIO DE ACUERDO AL TIPO DE INSTALACIÓN

**PARA EJECUTAR TRABAJOS EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN.**

SOLICITAR PERMISOS EN EL OPERADOR DE RED ANTES DE REALIZAR CUALQUIER TRABAJO.  
 UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.  
 Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes "Reglas de oro":

- Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.
- Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o "prohibido maniobrar" y retirar los portafusibles de los cortacircuitos. Se llama "condenación o bloqueo" de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.
- Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
- Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.
- Señalar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

**Figura - 21 – Evaluación nivel de riesgo cortocircuito o sobrecarga**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO										
PROYECTO: SUBESTACION ELECTRICA 250 Y 75 KVA estación Allamira										
RIESGO A EVALUAR:	ELECTROUCION por CONTACTO DIRECTO (al) o (en) TABLERO DE BAJA TENSION			FUENTE						
POTENCIAL: <u>X</u>		REAL: <u>  </u>				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 más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: JUAN CARLOS ECHEVERRY MP: CL205-30896 FECHA: dic-21

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

**RIESGO MAS ALTO A EVALUAR MEDIO**

**SISTEMAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR:**

VERIFICAR QUE LAS PROTECCIONES ESTÉN DE ACUERDO AL PLANO Y SU MANIPULACIÓN SEA SEGURA  
VERIFICAR QUE EL TABLERO ESTE PUESTO A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZADO CORRECTAMENTE  
TENER PRESENTE LOS AVISOS DE PREVENCIÓN EXISTENTES  
VERIFICAR QUE LOS NIVELES DE TENSIÓN DE CADA TABLERO SEAN LOS INDICADOS EN PLANO Y/O DISEÑOS  
EL PERSONAL A TRABAJAR EN LOS TABLEROS SER CAPACITADO, AUTORIZADO Y QUE LLEVE TODOS LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD, VESTIDO, CALZADO, CASCO, GUANTES Y GAFAS CONTRA RAYOS ULTRAVIOLETA

AL SUBIR Y/O BAJAR AL CUARTO DE PLANTA ELECTRICA SE DEBE TENER CUIDADO Y HACERLO ORDENADAMENTE CON EL PERSONAL ACOMPAÑANTE IDENTIFICAR LAS ZONAS DE ACCESO RESTRINGIDO DONDE EXISTAN TABLEROS DE BAJA TENSIÓN



**PARA EJECUTAR TRABAJOS EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN.**

SOLICITAR PERMISOS EN EL OPERADOR DE RED ANTES DE REALIZAR CUALQUIER TRABAJO.  
UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.  
Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes "Reglas de oro":

- Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.
- Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o "prohibido maniobrar" y retirar los portafusibles de los cortacircuitos. Se llama "condenación o bloqueo" de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.
- Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
- Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.
- Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

**Figura - 22 – Evaluación nivel de riesgo contacto directo baja tensión**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ELECTRICO											
PROYECTO: SUBESTACION ELECTRICA 250 Y 75 KVA estación Altamira											
RIESGO A EVALUAR:	QUEMADURAS por			ARCO (al) o (en)		TABLERO DE BAJA TENSION					
	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	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
		Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
		Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
		Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
		Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

Evaluador: JUAN CARLOS ECHEVERRY MP: CL205-30896 FECHA: dic-21

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

**RIESGO MAS ALTO A EVALUAR BAJO**

**SISTEMAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR:**

VERIFICAR QUE LAS PROTECCIONES ESTÉN DE ACUERDO AL PLANO Y SU MANIPULACIÓN SEA SEGURA  
 VERIFICAR QUE EL TABLERO ESTE PUESTO A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZADO CORRECTAMENTE  
 TENER PRESENTE LOS AVISOS DE PREVENCIÓN EXISTENTES  
 VERIFICAR QUE LOS NIVELES DE TENSIÓN DE CADA TABLERO SEAN LOS INDICADOS EN PLANO Y/O DISEÑOS  
 VERIFICAR AUSENCIA DE TENSIÓN  
 EL PERSONAL A TRABAJAR EN LOS TABLEROS SER CAPACITADO, AUTORIZADO Y QUE LLEVE TODOS LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD, VESTIDO, PROTECCION PERSONAL, CASCO, GAFAS CON PROTECCION RAYOS UV, GUANTES, CALZADO AISLADO.  
 USAR HERRAMIENTAS CON AISLAMIENTO HASTA 600V Y MANIPULARLAS ADECUADAMENTE  
 IDENTIFICAR LAS ZONAS DE ACCESO RESTRINGIDO DONDE EXISTAN TABLEROS DE BAJA TENSIÓN



**PARA EJECUTAR TRABAJOS EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN.**

SOLICITAR PERMISOS EN EL OPERADOR DE RED ANTES DE REALIZAR CUALQUIER TRABAJO.  
 UTILIZAR LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.  
 Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes "Reglas de oro":  
 a. Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la  
 b. Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando "No energizar" o  
 c. Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual  
 d. Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre  
 e. Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse

**Figura - 23 – Evaluación nivel de riesgo arco baja tensión**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

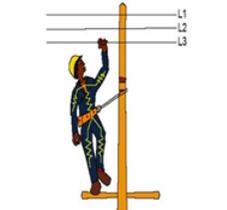
 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Superingeniería y Proyectos</p>
---	--	---

Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE			
COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MUY ALTO	<p><b>Inadmisibles para trabajar:</b> Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo.</p> <p>Requiere permiso especial de trabajo.</p>	<p>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).</p>
	ALTO	<p><b>Minimizarlo:</b> Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP.</p> <p>Requiere permiso especial de trabajo.</p>	<p>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.</p>
	MEDIO	<p><b>Aceptarlo:</b> Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).</p> <p>Requiere permiso de trabajo.</p>	<p>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.</p>
	BAJO	<p><b>Asumirlo:</b> Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP.</p> <p>No requiere permiso especial de trabajo.</p>	<p>El líder de trabajo debe verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•¿Qué puede salir mal o fallar?</li> <li>•¿Qué puede causar que algo salga mal o falle?</li> <li>•¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?</li> </ul>
	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades

**RETIE: TABLA 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo**

**Figura - 24 – Decisiones y acciones para controlar el riesgo**

Fuente – Tabla 9.4 RETIE

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

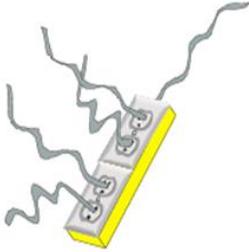
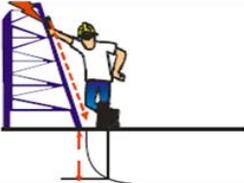
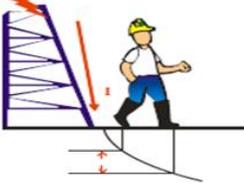


**ALCALDIA MAYOR  
BOGOTÁ D.C.**  
Instituto  
DESARROLLO URBANO

ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA  
FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE  
AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.



**CONSORCIO CS**  
Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering  
Ingeniería y Proyectos

	<p align="center"><b>EQUIPO DEFECTUOSO</b></p> <p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Mantenimiento predictivo, y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.</p>
	<p align="center"><b>RAYOS</b></p> <p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p>
	<p align="center"><b>SOBRECARGA</b></p> <p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Uso de interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.</p>
	<p align="center"><b>TENSIÓN DE CONTACTO</b></p> <p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Puesta a tierra de baja resistencia, restricción de acceso, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>
	<p align="center"><b>TENSIÓN DE PASO</b></p> <p><b>POSIBLES CAUSAS:</b> Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla.</p> <p><b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Puesta a tierra de baja resistencia, restricción de acceso, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>

RETIE: TABLA 9.5 Factores de riesgos eléctricos más comunes

**Figura - 25 – Factores de riesgo eléctrico más comunes**

**Fuente – Tabla 9.5 RETIE**

 <p><b>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p><b>CONSORCIO CS</b> Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería y Proyectos</p>
--	--	---

#### 4.6 Análisis del nivel tensión requerido.

La tensión del sistema eléctrico en la estación Altamira: En media tensión 11.4 kV y en baja tensión 440/254/208/120, verificar en el ítem 4.2, coordinación de aislamiento donde se indican los niveles de tensión a usar en el proyecto subestación tipo interior 250kVA y 75kVA.

#### 4.7 Cálculo de campos electromagnéticos

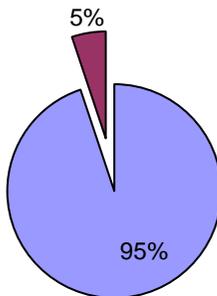
No aplica para este proyecto debido a que la red de media tensión aérea es existente y a una distancia considerable de las estructuras, de igual manera, bajo las redes mencionadas no se presenta permanencia de personas mayor a 8 horas. Cabe resaltar, que la red de media y baja tensión es subterránea con canalización independiente de acuerdo a normatividad vigente.

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

Se realiza el cálculo de transformador de acuerdo a las cargas a usar en el proyecto, y a los cuadros de carga en el ítem 4.1

## TRANSFORMADOR 250kVA

- Transformador
- Menu Principal



■ Uso ■ Reserva

Proyecto: TX:  
1 TR1

### Cargas del Transformador

N°	Descripción	Carga	Unidad	FP	Ef.	VA	W	VAR
1	TIG Iluminacion	23550	VA	0,9		23550	21195	10265,20701
2	TTN Tomas generales	21960	VA	0,9		21960	19764	9572,14208
3	Tomas Mtto 220V	10800	VA	0,9		10800	9720	4707,610859
4	TTR tomas Reg	30000	VA	0,9		30000	27000	13076,69683
5	Ascensor	10000	VA	0,9		10000	9000	4358,898944
6	Equipo presion	40100	VA	0,9		40100	36090	17479,18476
7	Electromecanico	50000	VA	0,9		50000	45000	21794,49472
8	Tomas Mtto 440V	10800	VA	0,9		10800	9720	4707,610859
9	Pilonas	10000	VA	0,9		10000	9000	4358,898944
10	Reserva	30000	VA	0,9		30000	27000	13076,69683

Voltaje del sistema 240 V

Sub Total 213489,00 103397,44

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

**Total 237210 VA**

Nota: todas las cargas se consideran trifásicas para fines del calculo, a menos que se exprese directamente en VA

Capacidad del Transformador  
**250 kVA**

94,88% Uso  
5,12% Reserva  
12,79 kVA Reserva

**Figura - 26 – Cargas transformador 250 kVA**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

## Cálculos Eléctricos Para Transformador

Nombre del Proyecto: SUBESTACION ALTAMIRA 250 kVA

### Datos Eléctricos

Potencia: **250** kVA  
Tipo de alimentación: **Trifásico**  
Impedancia base: 519,84 mΩ  
Frecuencia: **60** Hz  
Relación de Trans.: 90909090909:1

Clase del transformador :  
**Transformadores Trifásicos seco**  
Enfriamiento: **(IEEE C57.93)**  
**TIPO AA Tipo seco, con enfriamiento propio.**

#### Primario

Tipo de conexión: **Delta**  
Hilos: **3**  
Voltaje de línea: **11,4** kV L-L  
Voltaje de fase: 11,4 kV  
Corriente de línea: 12,66 A  
Corriente de Fase: 7,31 A  
Conexión del neutro: **No tiene**

#### Secundario

Tipo de conexión: **Estrella**  
Hilos: **3**  
Voltaje de línea: **0,44** kV L-L (440 V)  
Voltaje(s) de fase: 0,25403412 kV (0 V)  
Corriente de línea: 328,04 A  
Corriente de Fase: 328,04 A  
Conexión del neutro: **solidamente a tierra**

### Alimentadores

#### Primario

Factor mult. de corriente: **125** %  
Corriente de diseño: 15,83 A  
Material: **COBRE**  
Voltaje de Operación Cable: **5001-35000** V  
Tabla aplicada: **Tabla 310.73 CEN 2004**  
Calibre: **2** AWG / MCM  
Temp. Op. **90°C**  
Fact. Temp **21-25 °C**  
Corriente nominal cable: 150 A  
Conductores por fase: **1**  
Cap. Total por fase: 150 A  
% carga en el cable: 10,55%  
% Reserva: 89,45%  
Calibre del neutro: AWG / MCM  
Conductores por neutro:

### Protecciones

#### Primario

Limitaciones sobre el lugar: **Supervisados**  
% Impedancia del TX: **Mas de 6% pero menos de 10%**  
Tipo de protección: **Fusible**  
Ajuste max. del dispositivo: **200** % I de diseño  
Cap. de corriente del dispositivo: **40** A AF  
Max corriente de ajuste: 31,65 A AD

#### Secundario

Tipo de protección: **Interruptor automático**  
Ajuste max. del dispositivo: **250** % I de diseño  
Cap. de corriente del dispositivo: **40** A AF  
Max corriente de ajuste: A AD

#### Sistema de puesta a tierra

Tipo de conductor: **Desnudo**  
Cantidad de conexiones: **1** CEN 2004 tabla 250-122  
Calibre mínimo: **2**

AF: AMPERIOS FRAME  
AD: AMPERIOS DE DISPARO

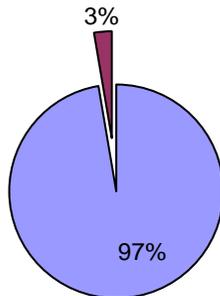
**Figura - 27 – Cálculos eléctricos transformador 250 kVA**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

## TRANSFORMADOR 75kVA

Transformador

Menu Principal



■ Uso ■ Reserva

Proyecto: TX:  
1 TR1

Cargas del Transformador								
N°	Descripción	Carga	Unidad	FP	Ef.	VA	W	VAR
1	Local Comercial	30000	VA	0,9		30000	27000	13076,69683
2	Recaudo	10000	VA	0,9		10000	9000	4358,898944
3	Cajeros Aut.	10000	VA	0,9		10000	9000	4358,898944
4	Policia	8000	VA	0,9		8000	7200	3487,119155
5	Reserva	15000	VA	0,9		15000	13500	6538,348415
6								
7								
8								
9								
10								

Voltaje del sistema 440 V

Sub Total 65700,00 31819,96

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

**Total 73000 VA**

Nota: todas las cargas se consideran trifásicas para fines del calculo, a menos que se exprese directamente en VA

Capacidad del Transformador  
**75 kVA**

97,33% Uso  
2,67% Reserva  
2 kVA Reserva

**Figura - 28 – Cargas transformador 75 kVA**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

## Cálculos Eléctricos Para Transformador

Nombre del Proyecto: SUBESTACION ALTAMIRA 75 kVA

### Datos Eléctricos

Potencia: **75** kVA  
Tipo de alimentación: **Trifásico**  
Impedancia base: 1732,80 mΩ  
Frecuencia: **60** Hz  
Relación de Trans.: 90909090909:1

Clase del transformador :  
**Transformadores Trifásicos seco**  
Enfriamiento: **(IEEE C57.93)**  
**TIPO AA Tipo seco, con enfriamiento propio.**

#### Primario

Tipo de conexión: **Delta**  
Hilos: **3**  
Voltaje de línea: **11,4** kV L-L  
Voltaje de fase: **11,4** kV  
Corriente de línea: **3,80** A  
Corriente de Fase: **2,19** A  
Conexión del neutro: **No tiene**

#### Secundario

Tipo de conexión: **Estrella**  
Hilos: **3**  
Voltaje de línea: **0,44** kV L-L (440 V)  
Voltaje(s) de fase: **0,25403412** kV (0 V)  
Corriente de línea: **98,41** A  
Corriente de Fase: **98,41** A  
Conexión del neutro: **solidamente a tierra**

### Alimentadores

#### Primario

Factor mult. de corriente: **125** %  
Corriente de diseño: **4,75** A  
Material: **COBRE**  
Voltaje de Operación Cable: **5001-35000** V  
Tabla aplicada: **Tabla 310.73 CEN 2004**  
Calibre: **2** AWG / MCM  
Temp. Op.: **90°C**  
Fact. Temp: **21-25** °C  
Corriente nominal cable: **150** A  
Conductores por fase: **1**  
Cap. Total por fase: **150** A  
% carga en el cable: **3,17**%  
% Reserva: **96,83**%  
Calibre del neutro: **AWG / MCM**  
Conductores por neutro:

### Protecciones

#### Primario

Limitaciones sobre el lugar: **Supervisados**  
% Impedancia del TX: **Mas de 6% pero menos de 10%**  
Tipo de protección: **Fusible**  
**Tabla 450.3(A) CEN-2004**  
Ajuste max. del dispositivo: **300** % I de diseño  
Cap. de corriente del dispositivo: **15** A AF  
Max corriente de ajuste: **14,24** A AD

#### Secundario

Tipo de protección: **Interruptor automático**  
**Tabla 450.3(A) CEN-2004**  
Ajuste max. del dispositivo: **250** % I de diseño  
Cap. de corriente del dispositivo: **40** A AF  
Max corriente de ajuste: **A** AD

#### Sistema de puesta a tierra

Tipo de conductor: **Desnudo**  
Cantidad de conexiones: **1** CEN 2004 tabla 250-122  
Calibre mínimo: **2**

AF: AMPERIOS FRAME  
AD: AMPERIOS DE DISPARO

**Figura - 29 – Cálculos eléctricos transformador 75 kVA**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

#### 4.9 Cálculo del sistema de puesta a tierra.

Para este diseño se tiene en cuenta un conjunto de normas y reglamentos que requieren ser cumplidas por diferentes entidades tanto nacionales como internacionales para el tipo de obras eléctricas. Más específicamente se nombran a continuación:

- Norma Técnica Colombiana NTC 2050 primera actualización de 1998.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, vigente. 2013 (Artículo 10)
- IEEE 80 – 2000 Guide for Safety in AC Substation Grounding
- Criterios de diseño del Ingeniero a cargo del proyecto eléctrico.

#### FUNCIONES DE UNA MALLA DE PUESTA A TIERRA

Entre las más importantes se tienen:

- 2.1 Evitan sobretensiones producidos por descargas atmosféricas, operación o maniobras de disyuntores.
- 2.2 Proporcionar una vía rápida de descarga de baja impedancia con el fin de mejorar y asegurar el funcionamiento de protecciones.
- 2.3 Proporcionar seguridad al personal de la subestación.

#### REQUISITOS QUE SE CUMPLIRAN EN EL DISEÑO DE LA MALLA DE PUESTA

Los requisitos que debe cumplir una malla de puesta a tierra son los siguientes:

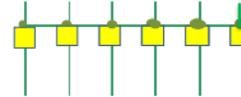
- a. Debe tener una resistencia tal, que el sistema se considere sólidamente puesto a tierra.
- b. La variación de la resistencia, debido a cambios ambientales, debe ser despreciable de manera que la corriente de falla a tierra, en cualquier momento, sea capaz de producir el disparo de las protecciones.
- c. Impedancia de onda de valor bajo para fácil paso de las descargas atmosféricas.
- d. Debe conducir las corrientes de falla sin provocar gradientes de potencial peligrosos entre sus puntos vecinos.
- e. Al pasar la corriente de falla durante el tiempo máximo establecido de falla, (es decir disparo de respaldo), no debe haber calentamientos excesivos.
- f. Debe ser resistente a la corrosión.

**CALCULO DE MALLA (GRID) PARA PUESTA A TIERRA**

**IDENTIFICACIÓN PROYECTO: ESTACION 20 DE JULIO**

**INFORMACION BASICA Y VALORES PROPUESTOS**

	Unidad de medida	Símbolo	=	Valor
Resistividad del terreno	$\Omega \cdot m$	$\rho$	=	250
Corriente de falla	kA	$I_f$	=	3,5
Tiempo de despeje de falla	ms	$t_{df}$	=	150
Número de varillas		$n_v$	=	13
Calibre del conductor	AWG	$N^{\circ}$	=	2/0
Diámetro del conductor de Malla de PT	mm	$d$	=	10,630
Largo de la Malla	m	$A$	=	15
Ancho de la Malla	m	$B$	=	6
Espaciamiento entre conductores	m	$D$	=	3
Número de conductores de longitud A		$m$	=	6
Número de conductores de longitud B		$n$	=	3
Longitud total del conductor de la Malla	m	$L_c$	=	108
Profundidad de la Malla	m	$h$	=	0,7



**CALCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA**

**Conductores Longitudinales**

Rádío del conductor de la Malla (m)	mm	$r$	=	5,315
Factor de espaciamiento longitudinal		$F$	=	2,01
Espaciamiento longitudinal equivalente entre conductores	m	$E$	=	6,03
Resistencia de un conductor longitudinal	$\Omega$	$R_{1cA}$	=	25,98
Resistencia de interferencia para un conductor longitudinal	$\Omega$	$R_{iA}$	=	3,95
Resistencia total de un conductor longitudinal	$\Omega$	$R_{tcA}$	=	45,72
Resistencia de m conductores longitudinales	$\Omega$	$R_{mcA}$	=	7,62

**$R_{PT} = 6,06 \Omega$**

**Conductores Transversales**

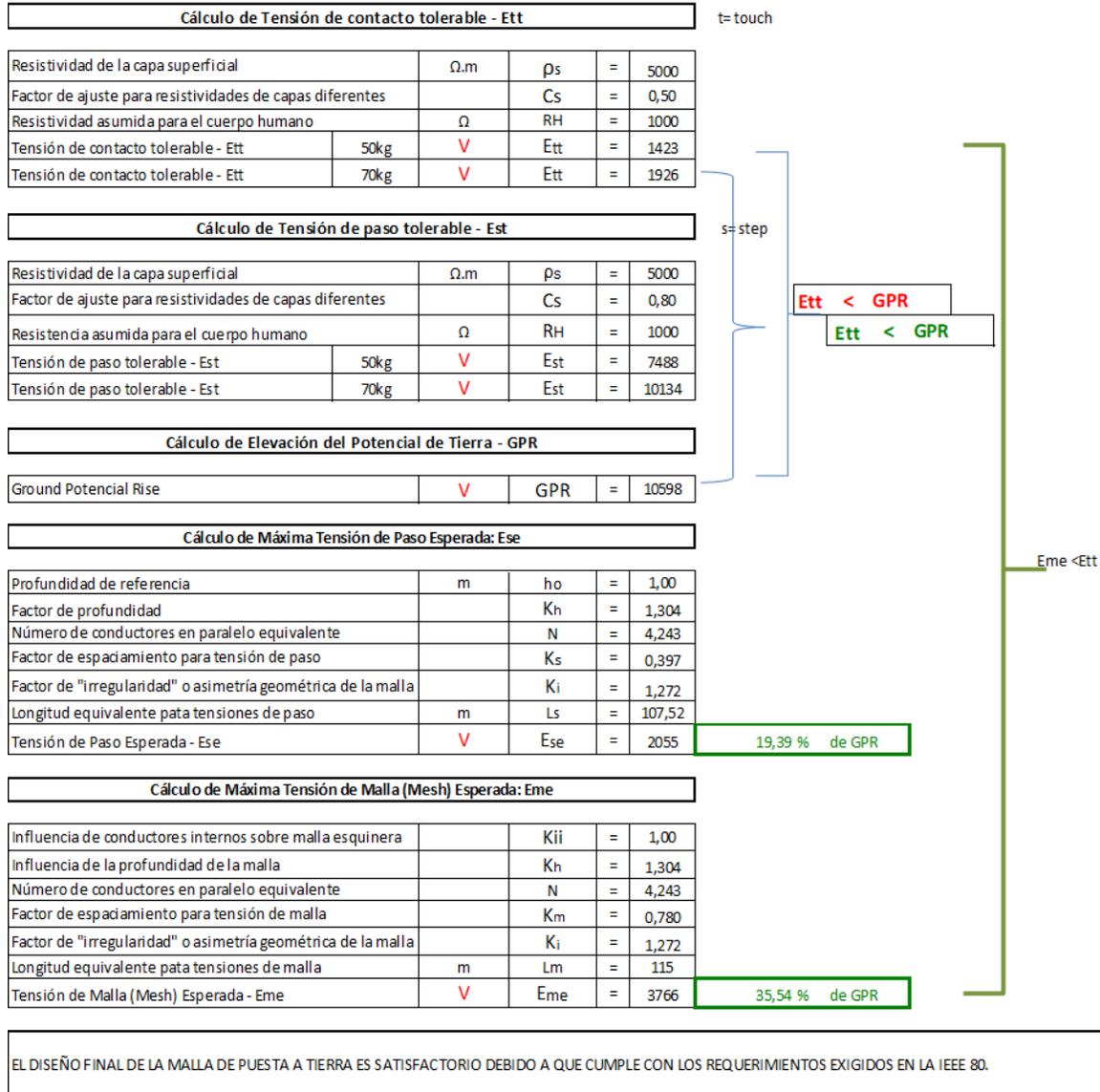
Factor de espaciamiento transversal		$F$	=	1,26
Espaciamiento transversal equivalente entre conductores	m	$E$	=	3,78
Resistencia de un conductor transversal	$\Omega$	$R_{1cB}$	=	53,65
Resistencia de interferencia para un conductor transversal	$\Omega$	$R_{iB}$	=	7,55
Resistencia de interferencias mutuas longitudinales y transversales	$\Omega$	$R_{iAB}$	=	34,84
Resistencia total de un conductor transversal	$\Omega$	$R_{tcB}$	=	88,49
Resistencia de n conductores transversales	$\Omega$	$R_{ncB}$	=	29,497

**OPERATIVIDAD DE LA MALLA**

**Corriente a "Evacuar" o a Disipar por la Malla**

Factor de división de corriente - Fracción de corriente de falla que debe disipar la Malla.		$S_f$	=	0,50
Factor de proyección - Futuras ampliaciones		$C_p$	=	1,00
Factor de decremento o corrección por $I_f$ asimétrica		$D_f$	=	1,00
Corriente a disipar por la malla - Grid	kA	$I_G$	=	1,75

**CALCULADOR MALLA DE PUESTA A TIERRA (2)**



**Figura - 30 – Calculo malla para puesta a tierra**

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

 <p><b>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p><b>CONSORCIO CS</b> Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería y Proyectos</p>
--	--	---

#### 4.10 Cálculo económico de conductores

Se realiza el cálculo económico con el software de procobre donde se tienen en cuenta los costos de energía, tiempo de uso anual del alimentador, calibres y corrientes con una proyección de 20 años, para determinar el dimensionamiento adecuado de los conductores.

Datos Generales sobre la instalación
<p><b>Fecha :</b> 20-12-2021</p> <p><b>Proyecto :</b> SUBESTACION ALTAMIRA</p> <p><b>Descripción :</b> Subestación Altamira que la conforma 2 transformadores 250kVA y 75kVA</p> <p><b>Precio de energía activa :</b> Col\$ 600</p> <p><b>Aumento anual de costo de energía, sin incluir efectos de inflación :</b> 3 %</p> <p><b>Precio de la variación anual de la demanda :</b> Col\$ 0 / W-año</p> <p><b>Tasa de capitalización :</b> 19 %</p> <p><b>Vida económica de la instalación :</b> 20 Años</p> <p><b>Emisiones de CO2 en el momento de la generación por unidad de energía eléctrica :</b> 0,149 kg-CO2/kWh</p> <p><b>Emisiones de CO2 en el momento de la producción del cobre por kilo de cobre :</b> 4,09 kg-CO2/kg-Cu</p>
Circuitos
<p><b>Descripción :</b> Tablero General 440V - Banco Condensadores</p> <p><b>Tensión nominal :</b> 440 V</p> <p><b>Tipo de circuito :</b> Fase-fase-fase</p> <p><b>Tipo de cable :</b> 0,6/1 kV – unipolar</p> <p><b>Sección técnica :</b> 4/0 AWG/kCmil</p> <p><b>Longitud :</b> 10 m</p> <p><b>Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :</b> 197 A</p> <p><b>Tasa de aumento anual de carga :</b> 1 %</p> <p><b>Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :</b> 70 °C</p> <p><b>Temperatura ambiente media :</b> 21 °C</p> <p><b>Número de horas de operación de circuito :</b> 20</p> <p><b>Número de días por año de operación de circuito :</b> 365</p> <p><b>Costo del cable :</b> Col\$ 500,62 / m·mm<sup>2</sup></p>

**Descripción :** Tablero General 440V - Transformador Baja Baja 112.5kVA

**Tensión nominal :** 440 V

**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase

**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar

**Sección técnica :** 2/0 AWG/kCmil

**Longitud :** 10 m

**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 148 A

**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %

**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C

**Temperatura ambiente media :** 21 °C

**Número de horas de operación de circuito :** 20

**Número de días por año de operación de circuito :** 365

**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m-mm<sup>2</sup>

**Descripción :** Tablero General 440V - Equivoi de presión

**Tensión nominal :** 440 V

**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase

**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – tripolar

**Sección técnica :** 4 AWG/kCmil

**Longitud :** 40 m

**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 53 A

**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %

**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C

**Temperatura ambiente media :** 21 °C

**Número de horas de operación de circuito :** 16

**Número de días por año de operación de circuito :** 365

**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m-mm<sup>2</sup>

**Descripción :** Tablero General 440V - Tomacorrientes mantenimiento 440V

**Tensión nominal :** 440 V

**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase-neutro

**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar

**Sección técnica :** 8 AWG/kCmil

**Longitud :** 35 m

**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 11 A

**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %

**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C

**Temperatura ambiente media :** 21 °C

**Número de horas de operación de circuito :** 8

**Número de días por año de operación de circuito :** 200

**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m-mm<sup>2</sup>

**Descripción :** Tablero General 440V - Bomba BCI 150HP  
**Tensión nominal :** 440 V  
**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase  
**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar  
**Sección técnica :** 4/0 AWG/kCmil  
**Longitud :** 40 m  
**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 18356 A  
**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %  
**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C  
**Temperatura ambiente media :** 21 °C  
**Número de horas de operación de circuito :** 8  
**Número de días por año de operación de circuito :** 20  
**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m-mm2

**Descripción :** Transformador 112.5kVA - Tablero General 220  
**Tensión nominal :** 208 V  
**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase-neutro  
**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar  
**Sección técnica :** 2/0 AWG/kCmil  
**Longitud :** 10 m  
**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 156 A  
**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %  
**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C  
**Temperatura ambiente media :** 21 °C  
**Número de horas de operación de circuito :** 20  
**Número de días por año de operación de circuito :** 365  
**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m-mm2

**Descripción :** Tablero General 220 - Tablero Iluminación TIG  
**Tensión nominal :** 208 V  
**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase-neutro  
**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar  
**Sección técnica :** 4 AWG/kCmil  
**Longitud :** 18 m  
**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 66 A  
**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %  
**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C  
**Temperatura ambiente media :** 21 °C  
**Número de horas de operación de circuito :** 16  
**Número de días por año de operación de circuito :** 365  
**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m-mm2

**Descripción :** Tablero General 220 - Tomacorrientes generales TTN

**Tensión nominal :** 208 V

**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase-neutro

**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar

**Sección técnica :** 2 AWG/kCmil

**Longitud :** 18 m

**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 61 A

**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %

**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C

**Temperatura ambiente media :** 21 °C

**Número de horas de operación de circuito :** 20

**Número de días por año de operación de circuito :** 365

**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m·mm<sup>2</sup>

**Descripción :** Tablero General 220 - Tablero Regualdo UPS

**Tensión nominal :** 208 V

**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase-neutro

**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar

**Sección técnica :** 2 AWG/kCmil

**Longitud :** 18 m

**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 833 A

**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %

**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C

**Temperatura ambiente media :** 21 °C

**Número de horas de operación de circuito :** 15

**Número de días por año de operación de circuito :** 355

**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m·mm<sup>2</sup>

**Descripción :** Tablero General 220 - Pilonas 21 y 22

**Tensión nominal :** 208 V

**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase-neutro

**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar

**Sección técnica :** 4 AWG/kCmil

**Longitud :** 120 m

**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 28 A

**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %

**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C

**Temperatura ambiente media :** 21 °C

**Número de horas de operación de circuito :** 16

**Número de días por año de operación de circuito :** 365

**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m·mm<sup>2</sup>

**Descripción :** Tablero medidores 75kVA - Local Comercial  
**Tensión nominal :** 208 V  
**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase-neutro  
**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar  
**Sección técnica :** 2 AWG/kCmil  
**Longitud :** 30 m  
**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 84 A  
**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %  
**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C  
**Temperatura ambiente media :** 21 °C  
**Número de horas de operación de circuito :** 16  
**Número de días por año de operación de circuito :** 365  
**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m·mm<sup>2</sup>

**Descripción :** Tablero medidores 75kVA - Recaudo  
**Tensión nominal :** 208 V  
**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase-neutro  
**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar  
**Sección técnica :** 8 AWG/kCmil  
**Longitud :** 30 m  
**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 28 A  
**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %  
**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C  
**Temperatura ambiente media :** 21 °C  
**Número de horas de operación de circuito :** 20  
**Número de días por año de operación de circuito :** 365  
**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m·mm<sup>2</sup>

**Descripción :** Tablero medidores 75kVA - Cajeros Automaticos  
**Tensión nominal :** 208 V  
**Tipo de circuito :** Fase-fase-fase-neutro  
**Tipo de cable :** 0,6/1 kV – unipolar  
**Sección técnica :** 8 AWG/kCmil  
**Longitud :** 30 m  
**Corriente de proyecto máxima prevista para el primer año :** 28 A  
**Tasa de aumento anual de carga :** 1 %  
**Temperatura máxima nominal para el tipo de cable considerado :** 70 °C  
**Temperatura ambiente media :** 21 °C  
**Número de horas de operación de circuito :** 20  
**Número de días por año de operación de circuito :** 365  
**Costo del cable :** Col\$ 500,62 / m·mm<sup>2</sup>

Cálculo												
Circuito	Sección Técnica (STEC)			Sección Económica y Ambiental (SEAC)				Ahorro de inversión (\$)	Tiempo de retorno de inversión (años)	Ahorro de energía (kWh)	Ganancia ambiental (reducción de CO2) (kg -CO2)	
	Sección nominal (AWG/kCmil)	CI (\$)	CJ (\$)	CT (\$)	Sección nominal (AWG/kCmil)	CI (\$)	CJ (\$)					CT (\$)
Tablero General 440V - Banco Condensadores	4/0	2.016.000	6.423.082	8.439.082	600	4.659.000	2.265.404	6.924.404	1.514.678	13	6.929	2.798
Tablero General 440V - Transformador Baja Baja 112,5kVA	2/0	1.497.000	5.763.585	7.260.585	500	4.028.700	1.533.923	5.562.623	1.697.961	12	7.049	2.909
Tablero General 440V - Equipo de presión	4	1.018.080	7.541.855	8.559.935	4/0	2.688.000	1.487.691	4.175.691	4.384.244	6	10.090	4.090
Tablero General 440V - Tomacorrientes mantenimiento 440V	8	2.317.980	262.392	2.580.372	8	2.317.980	262.392	2.580.372	0	0	0	-43
Tablero General 440V - Bomba BCI 150HP	4/0	8.064.000	4.889.047.138	4.897.111.138	800	23.676.000	1.293.052.872	1.316.728.872	3.580.382.267	0	5.993.324	2.710.911
Transformador 112,5kVA - Tablero General 220	2/0	1.996.000	8.538.020	10.534.020	600	6.212.000	1.894.092	8.106.092	2.427.928	13	11.073	4.561
Tablero General 220 - Tablero iluminación TIG	4	1.832.544	7.017.227	8.849.771	250	5.612.400	1.168.617	6.781.017	2.068.754	13	9.748	4.074
Tablero General 220 - Tomacorrientes generales TTN	2	2.466.720	4.712.278	7.178.998	250	5.612.400	1.247.826	6.860.226	318.772	18	5.774	2.275
Tablero General 220 - Tablero Regulado UPS	2	2.466.720	640.999.875	643.466.595	800	14.205.600	53.174.213	67.379.813	576.086.782	0	979.709	442.317
Tablero General 220 - Pilonas 21 y 22	4	12.216.960	8.419.814	20.636.774	4	12.216.960	8.419.814	20.636.774	0	0	0	0
Tablero medidores 75kVA - Local Comercial	2	4.111.200	11.914.299	16.025.499	300	10.653.600	2.636.039	13.289.639	2.735.860	14	15.464	6.322
Tablero medidores 75kVA - Recaudo	8	1.986.840	6.648.710	8.635.550	1/0	5.212.800	1.039.987	6.252.787	2.382.763	12	9.348	3.993

Tablero medidores 75kVA - Cajeros Automaticos	B	1.986.840	6.648.710	8.635.550	1/0	5.212.800	1.039.987	6.252.787	2.382.763	12	9.348	3.993
Tablero medidores 75kVA - Policía	B	1.655.700	3.738.486	5.394.186	2	3.426.000	930.453	4.356.453	1.037.733	13	4.680	1.994
		45.632.584	5.607.675.471	5.653.308.055		105.734.240	1.370.153.309	1.475.887.549	4.177.420.505	0	7.062.536	3.190.192

**Figura - 31 – Cálculo económico de conductores**

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS - software de procobre

#### 4.11 Verificación de los conductores

En los cuadros de cargas se puede verificar los calibres de los conductores de acuerdo a las características de la instalación y a la corriente demandada por cada uno de los circuitos diseñados.

#### 4.12 Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.

No aplica a este proyecto, puesto que las redes de media tensión (11.400V) son existentes y las proyectadas serán subterráneas.

#### 4.13 Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes.

Se está a la espera de los valores corrientes de corto que suministra el operador de red ENEL-CODENSA para realizar la coordinación de protecciones completa.

#### 4.14 Cálculos de canalizaciones

Las canalizaciones están calculadas de acuerdo al apéndice C, tabla 11 NTC 2050. Para la ocupación máxima permitida.

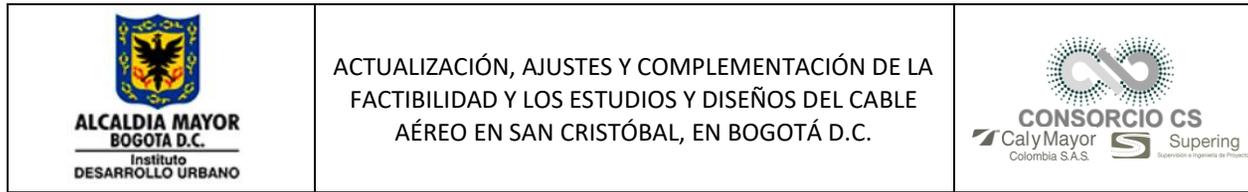
Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
Nº	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	2	15 KV 133%	3	25,10	494,97	1484,90
2	8	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	6,75	35,78	0,00
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	4,82	18,62	0,00
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	4,82	18,62	0,00
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	4,82	18,62	0,00
					<b>Area Total</b>	<b>1484,90 mm2</b>
Tipo de Ducto: <input type="text" value="Tubo de PVC, Tipo EB"/>						
Diametro: <input type="text" value="6"/> Pulgadas						
Diámetro mínimo recomendado 3 "					Diametro**	160,9 mm
					<b>Area Total</b>	<b>20333,02 mm2</b>
<b>Max. Ocupacion</b>				<b>40,00%</b>	<b>Ocupación</b>	
					<b>7,30%</b>	

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	10	THW 600 V	0			
3	8	THW 600 V	0			
4	6	THW 600 V	0			
5	4	THW 600 V	0			
<b>Area Total</b>						<b>34,74 mm2</b>
Tipo de Ducto: Tuberia Metalica Electrica						
Diametro: 3/4 Pulgadas						
Diámetro mínimo recomendado 1 "				Diametro** 20,9 mm		Area Total 343,07 mm2
<b>Max. Ocupacion 40,00%</b>				<b>Ocupación 10,13%</b>		

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	12	THW 600 V	6	3,84	11,58	69,49
2	10	THW 600 V	0			
3	8	THW 600 V	0			
4	6	THW 600 V	0			
5	4	THW 600 V	0			
<b>Area Total</b>						<b>69,49 mm2</b>
Tipo de Ducto: Tuberia Metalica Electrica						
Diametro: 3/4 Pulgadas						
Diámetro mínimo recomendado 1 "				Diametro** 20,9 mm		Area Total 343,07 mm2
<b>Max. Ocupacion 40,00%</b>				<b>Ocupación 20,25%</b>		

**Figura - 32 – Cálculo ocupación de ductos**

**Fuente – Elaboración propia Consorcio CS**



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA  
FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE  
AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.

4.15 Cálculos de pérdidas de energía

Se realiza en calculo de perdidas por efecto joule en cada uno de los conductores que componen el proyecto.

**TRANSFORMADOR 250kVA**

Cálculo de Pérdidas en los conductores por efecto Joule												
Diseño:		JUAN CARLOS ECHEVERRY										
Nombre del Proyecto:		SUBSTACION ALTAMIRA TRANSFORMADOR 250kVA				Potencia de la carga:		250	kVA	20/12/2021		
Nombre del circuito		Potencia	Corriente	Tipo de Servicio	Factor de multiplicación	Material cable/ducto	Calibre de la Fase	Número de conductores por fase	Resistencia (Ohm/km)	Longitud del circuito (m)	Potencia perdida por efecto Joule (W)	
Desde	Hasta	kVA	Ampers									
Transformador 250 kVA	Tablero general 440V	250	328	3Ø	3	Cobre/IMC	ELECTROBARRA					
Tablero general 440V	Banco condensadores kVAR	150	197	3Ø	3	Cobre/IMC	4/0	1	0,219	15	381,88	
Tablero general	Trasnformador 112,5 kVA	112,5	148	3Ø	3	Cobre/IMC	2/0	1	0,328	10	214,48	
Trasnformador 112,5 kVA	Tablero general 220V	112,5	313	3Ø	3	Cobre/IMC	2/0	2	0,328	10	480,47	
Tablero general 220V	TIG Tablero iluminacion general	23,54875	65	3Ø	3	Cobre/IMC	6	1	1,61	10	206,67	
Tablero general 220V	TTG Tablero Tomacorrientes generales	21,96	61	3Ø	3	Cobre/IMC	2	1	0,656	18	131,81	
Tablero general 220V	TTR Tablero Tomacorrientes regulados	30	83	3Ø	3	Cobre/IMC	4	1	1,02	18	382,50	
Tablero general 220V	Tomacorrientes trifasicos mantenimiento 220 V 2 por piso	8,1	23	3Ø	3	Cobre/IMC	8	1	2,56	18	69,98	
Tablero general 220V	Ascensor	10	28	3Ø	3	Cobre/IMC	8	1	2,56	35	207,41	
Tablero general 440V	Equipos hidraulicos	40,0975	53	3Ø	3	Cobre/IMC	4	1	1,02	30	254,20	
Tablero general 440V	Tomacorrientes trifasicos mantenimiento 440v 2 por piso	8,1	11	3Ø	3	Cobre/IMC	8	1	2,56	40	34,71	
Tablero general 220V	Pilonas 21 y 22	10	28	3Ø	3	Cobre/IMC	4	1	1,02	35	82,64	
Transferencia BCI	Bomba Contra incendios 150HP	139,875	389	3Ø	3	Cobre/IMC	4/0	1	0,219	120	11902,05	
Tablero general 440V	RESERVA	30	0	3Ø	3	Cobre/IMC		1				
<b>TOTAL:</b>											<b>2364,11</b>	
<b>PORCENTAJE DE PÉRDIDAS:</b>											<b>0,9%</b>	

Figura - 33 – Cálculo perdidas de energía

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

### TRANSFORMADOR 75kVA

Cálculo de Pérdidas en los conductores por efecto Joule											
Diseño:		JUAN CARLOS ECHEVERRY									
Nombre del Proyecto:		SUBESTACION ALTAMIRA TRANSFORMADOR 75kVA			Potencia de la carga:			75	kVA	20/12/2021	
Nombre del circuito		Potencia	Corriente	Tipo de Servicio	Factor de multiplicación	Material cable/ducto	Calibre de la Fase	Número de conductores por fase	Resistencia (Ohm/km)	Longitud del circuito (m)	Potencia perdida por efecto Joule (W)
Desde	Hasta	kVA	Ampers								
Transformador 75kVA	Tablero general medidores	75	208	3Ø	3	Cobre/IMC	ELECTROBARRA				
Tablero general medidores	Locales Comerciales	30	83	3Ø	3	Cobre/IMC	4/0	1	0,219	15	68,44
Tablero general medidores	RECAUDO	10	28	3Ø	3	Cobre/IMC	2/0	1	0,328	10	7,59
Tablero general medidores	Cajeros Automaticos	10	28	3Ø	3	Cobre/IMC	2/0	2	0,328	10	3,80
Tablero general medidores	Policia	8	22	3Ø	3	Cobre/IMC	6	1	1,61	10	23,85
Tablero general medidores	RESERVA	15									
<b>TOTAL:</b>											<b>103,68</b>
<b>PORCENTAJE DE PÉRDIDAS:</b>											<b>0,1%</b>

**Figura - 34 – Cálculo perdidas de energía**

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

#### 4.16 Cálculos de regulación.

Se realiza el cálculo de acuerdo a lo establecido en la sección 215-2.b de la norma NTC2050 la cual establece la caída de tensión para alimentadores y circuitos ramales – Máximo 5%.

CALCULO REGULACION ACOMETIDAS BAJA TENSION TRANSFORMADOR 250kVA 11400/440/257V													
ALIMENTADOR		CARGA	TENSION	DISTANCIA		MOMENTO	REGULACIÓN %		CABLE COBRE			CORRIENTE	PROTECCIÓN
Desde	Hasta	kVA	V	Tipo	Metros	kVA-M	PARCIAL	ACUMULADA	Fase	Neutro	Tierra	Amperios	Amperios
Transformador 250 kVA	Tablero general 440V	250,0	440V	3 Ø	15	3750,00	0,13		ELECTRODUCTO			328,08	3 X (640-800) A
Tablero general 440V	Banco condensadores kVAR	150,0	440V	3 Ø	10	1500,00	0,21	0,34	4/0		4	196,85	3 X (200) A
Tablero general	Transformador 112,5 kVA	112,5	440,0	3 Ø	10	1125,00	0,19	0,32	2/0		4	147,64	3 X (150) A
Transformador 112,5 kVA	Tablero general 220V	112,5	220 V	3 Ø	10	1125,00	0,2	0,51	2(2/0)	2(2/0)	1/0	312,50	3 X (150) A
Tablero general 220V	ITIG Tablero iluminacion general	23,5	220 V	3 Ø	18	423,88	0,85	1,17	4	4	8	65,41	3 X (50) A
Tablero general 220V	ITIG Tablero Tomacorrientes generales	22,0	220 V	3 Ø	18	395,28	0,52	0,83	2	2	8	61,00	3 X 80 A
Tablero general 220V	ITR Tablero Tomacorrientes regulados	30,0	220 V	3 Ø	18	540,00	1,09	1,41	2	2	8	83,33	3 X 60 A
Tablero general 220V	Tomacorrientes trifasicos mantenimiento 220 V 2 por piso	8,1	220 V	3 Ø	35	283,50	1,40	1,71	8	8	10	22,50	3 X 40 A
Tablero general 220V	Ascensor	10,0	220 V	3 Ø	30	300,00	1,00	1,32	8		10	27,78	3 X 30 A
Tablero general 440V	Equipos hidraulicos	40,1	440V	3 Ø	40	1603,90	0,62	0,75	4	4	8	52,62	3 X 70 A
Tablero general 440V	Tomacorrientes trifasicos mantenimiento 440v 2 por piso	8,1	440V	3 Ø	35	283,50	1,40	1,53	8	8	10	10,63	3 X 40 A
Tablero general 220V	Pilonas 21 y 22	10,0	220 V	3 Ø	120	1200,00	2,42	2,92	4	4	8	27,78	3 X 30 A
Transferencia BCI	Bomba Contra incendios 150HP	139,9	440V	3 Ø	40	5595,00	0,77	1,27	4/0		4	183,56	1250-2500 Magnetica
Tablero general 440V	RESERVA	30,0	440V	3 Ø	10	300,00							

CALCULO REGULACION ACOMETIDAS BAJA TENSION TRANSFORMADOR 75kVA 11400/208/120V													
ALIMENTADOR		CARGA	TENSION	DISTANCIA		MOMENTO	REGULACIÓN %		CABLE COBRE			CORRIENTE	PROTECCIÓN
Desde	Hasta	kVA	V	Tipo	Metros	kVA-M	PARCIAL	ACUMULADA	Fase	Neutro	Tierra	Amperios	Amperios
Transformador 75kVA	Tablero general medidores	75,0	220V	3 Ø	15	1125,00	0,12		ELECTRODUCTO			208,33	3 X (100-250) A
Tablero general medidores	Locales Comerciales	30,0	220V	3 Ø	30	900,00	1,18	1,30	2	2	6	83,33	3 X (80-100) A
Tablero general medidores	RECAUDO	10,0	220V	3 Ø	30	300,00	1,48	1,60	8	8	10	27,78	3 X (40) A
Tablero general medidores	Cajeros Automaticos	10,0	220V	3 Ø	30	300,00	1,48	3,07	8	8	10	27,78	3 X (40) A
Tablero general medidores	Policia	8,0	220V	3 Ø	25	200,00	0,98	1,30	8	8	10	22,22	3 X (40) A
Tablero general medidores	RESERVA	15,0	220V	3 Ø		0,00							

Figura - 35 – Cálculo de regulación

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Superingeniería y Proyectos</p>
---	--	---

#### 4.17 Clasificación de áreas

No aplica en este proyecto

#### 4.18 Elaboración de diagramas unifilares.

Se adjunta planos con el diagrama unifilar en AutoCAD.

#### 4.19 Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.

Se adjuntan planos en AutoCAD con los detalles de la subestación de la estación Altamira en cuanto a los sistemas asociados a redes secas como lo son: sistema de detección de humos, cableado estructurado, sistema de tomacorrientes generales y regulados, sistema de iluminación general y de emergencia se están trabajando en el software REVIT BIM y se pueden apreciar los detalles constructivos de cada sistema.

#### 4.20 Especificaciones de construcción complementarias a los planos

ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
MOVILIDAD  
Instituto de Desarrollo Urbano

### Medida indirecta en tres elementos

#### Selección de transformadores de corriente

Para la selección de los transformadores de corriente se determinaron las corrientes primarias y secundarias necesarias para las cargas de diseño.

Los transformadores de corriente diseñados tienen una relación de transformación 15/5 11.4 kV CI 0,5s interior.

**Tabla 5. Relación de transformación de t.c. para mediciones indirectas**

Circuitos a 11,4 kV		Circuitos a 13,2 kV		Circuitos a 34,5 kV	
Capacidad instalada (kVA)	Relación de los t.c	Capacidad instalada (kVA)	Relación de los t.c	Capacidad instalada (kVA)	Relación de los t.c
79 a 118	5/5	91 a 137	5/5	239 a 358	5/5
158 a 237	10/5	183 a 274	10/5	478 a 717	10/5
238 a 355	15/5	275 a 411	15/5	718 a 1 075	15/5
356 a 473	20/5	412 a 503	20/5	1 076 a 1 314	20/5
474 a 592	25/5	504 a 617	25/5	1 315 a 1 613	25/5
593 a 710	30/5	618 a 823	30/5	1 614 a 2 151	30/5
711 a 947	40/5	824 a 1 029	40/5	2 152 a 2 689	40/5
948 a 1 184	50/5	1 030 a 1 234	50/5	2 690 a 3 226	50/5
1 185 a 1 421	60/5	1 235 a 1 554	60/5	3 227 a 4 063	60/5
1 422 a 1 829	75/5	1 555 a 1 829	75/5	4 064 a 4 780	75/5
1 830 a 2 369	100/5	1 830 a 2 743	100/5	4 781 a 7 170	100/5
2 370 a 3 554	150/5	2 744 a 4 115	150/5	7 171 a 10 756	150/5
3 555 a 4 739	200/5	4 116 a 5 144	200/5	10 757 a 13 445	200/5

NOTA Para las Tablas 4 y Tabla 5, los rangos de capacidad instalada han sido definidos considerando un Factor de Cargabilidad del t.c. del 120 %. Para el caso de rangos de carga no contemplados en la Tabla 4 (por ejemplo 119 kVA a 157 kVA para circuitos a 11,4 kV puede especificarse un t.c. con Factor de cargabilidad del 150 % o del 200 % según sea el valor de la carga, o utilizarse un t.c. de relación 7,5/5 A.

**Figura - 36 – Relación de transformación de TC para medida indirecta**

Fuente – NTC 5019

### Tipos de puntos de medición

De acuerdo a la Resolución CREG 038 de 2014, Artículo 6, los puntos de medición se clasifican acorde con el consumo o transferencia de energía por la frontera, o, por la capacidad instalada en el punto de conexión, según la siguiente tabla:

**Tabla 1. Clasificación de puntos de medición**

<b>Tipo de puntos de medición</b>	<b>Consumo o transferencia de energía, C, [MWh-mes]</b>	<b>Capacidad Instalada, CI, [MVA]</b>
1	$C \geq 15.000$	$CI \geq 30$
2	$15.000 > C \geq 500$	$30 > CI \geq 1$
3	$500 > C \geq 50$	$1 > CI \geq 0,1$
4	$50 > C \geq 5$	$0,1 > CI \geq 0,01$
5	$C < 5$	$CI < 0,01$

**Figura - 37 – Clasificación de puntos de medición**

Fuente – CREG 038

**Exactitud de los elementos del sistema de medición**

De acuerdo a la Resolución CREG 038 de 2014, Artículo 9, los medidores, transformadores de medida y cables de conexión, deben cumplir con los índices de clase, clase de exactitud y error porcentual total máximo que se establece en este artículo.

<b>Tipo de puntos medición</b>	<b>Índice de clase para medidores de energía activa</b>	<b>Índice de clase para medidores de energía reactiva</b>	<b>Clase de exactitud para transformadores de corriente</b>	<b>Clase de exactitud para transformadores de tensión</b>
1	0.2 S	2	0.2 S	0.2
2 y 3	0.5 S	2	0.5 S	0.5
4	1	2	0.5	0.5
5	1 ó 2	2 ó 3	--	--

**Figura - 38 – Tipo y clase de exactitud transformadores de corriente**

Fuente – CREG 038

 <p><b>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p><b>CONSORCIO CS</b> Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
--	--	--

### **Selección de transformadores de potencial**

Los transformadores de potencial diseñados son 11.400 V / 120 V cl 0,5s tipo interior.

### **Medidores de energía**

Se instalará un medidor electrónico de 3 elementos s/modem c/tarjeta cl 0,5s (principal), para las mediciones de energía activa y reactiva dado que cuenta con las fronteras de los puntos de medición tipo 2.

### **Selección de DPS**

La presente especificación tiene por objeto establecer las condiciones que deben satisfacer los descargadores de sobretensión de óxido metálico (DPS) para redes de 11,4, 13,2 y 34,5 kV.

Se seleccionó DPS 15 kV a 10kA.

De acuerdo al material del cuerpo o envoltura, los descargadores deben ser del siguiente tipo:

Descargadores de Oxido de Zn. con envoltura polimérica de  $I_n = 10$  kA. Temperatura máxima: 45 °C

Temperatura mínima: - 5 °C

Humedad relativa ambiente: hasta 100 %.

Parámetros de Entrada		RESULTADOS			
Numero de elementos del sistema de medida.	3	<b>Descripción</b>	<b>Modulo</b>	<b>Angulo</b>	<b>Comentario</b>
Factor de potencia del calculo.	0,9	Resistencia Equivalente @25°C (Ohm)	4363,655982	25,84	
Cantidad cargas conectadas (Sin Compensación)	1	Comiente de carga (mA)	15,88	(25,84)	
Material de los conductores.	Cobre Semiduro	<b>Potencia de la Carga (VA)</b>	<b>1,10</b>	<b>(25,84)</b>	
Temperatura de operación °C.	25	Resistencia a Compensar máx (Ohm)	-		
Burden de PTs [VA]	25	Resistencia a Compensar min (Ohm)	-		
Tension secundaria nominal linea linea del transformador de potencial.	120	Burden para compensar al 0% - 0 VA			Cumple
Clase de ex actitud del transformador.	0,5	Burden para compensar al 100% - 25 VA			
Burden mínimo al cual fue calibrado	0%	<b>REGULACIÓN DE LOS ELEMENTOS</b>			
<b>Nodo A (Carga de compensacion)</b>		Tensión_elemento_1	69,28	0,00012	
Tiene carga compensacion	NO	%REG_elemento_1	0,00045%		
Valor de Carga Compensación (Ohmios)		Tensión elemento 2	69,28	0,00012	
Longitud cable de A a carga de compensacion (m)		%REG elemento 2			
Calibre cable (AWG)		Tensión elemento 3			
<b>Nodo B (Carga uno)</b>		%REG elemento 3			
Longitud del cable de A a B (m)	3	Tensión elemento 4			
Calibre cable (AWG)	12	%REG elemento 4			
Longitud del cable de B a carga uno (m)	1	Tensión elemento 5			
Calibre cable (AWG)	12	%REG elemento 5			
Carga en el nodo B (uno)	ELSTER A 1800	%REG elemento 6			
Nodo C (Carga uno)		<b>OBSERVACIONES</b>			
Tensión elemento 1		* No se requiere realizar compensación de Burden			
Tensión elemento 2		* No se presentan problemas por regulación			
Tensión elemento 3		* Se encuentra calibrado como Rango I			
Tensión elemento 4					
Tensión elemento 5					
Tensión elemento 6					
Tensión elemento 7					
Tensión elemento 8					
Tensión elemento 9					
Tensión elemento 10					
Tensión elemento 11					
Tensión elemento 12					
Tensión elemento 13					
Tensión elemento 14					
Tensión elemento 15					
Tensión elemento 16					
Tensión elemento 17					
Tensión elemento 18					
Tensión elemento 19					
Tensión elemento 20					
Tensión elemento 21					
Tensión elemento 22					
Tensión elemento 23					
Tensión elemento 24					
Tensión elemento 25					
Tensión elemento 26					
Tensión elemento 27					
Tensión elemento 28					
Tensión elemento 29					
Tensión elemento 30					
Tensión elemento 31					
Tensión elemento 32					
Tensión elemento 33					
Tensión elemento 34					
Tensión elemento 35					
Tensión elemento 36					
Tensión elemento 37					
Tensión elemento 38					
Tensión elemento 39					
Tensión elemento 40					
Tensión elemento 41					
Tensión elemento 42					
Tensión elemento 43					
Tensión elemento 44					
Tensión elemento 45					
Tensión elemento 46					
Tensión elemento 47					
Tensión elemento 48					
Tensión elemento 49					
Tensión elemento 50					
Tensión elemento 51					
Tensión elemento 52					
Tensión elemento 53					
Tensión elemento 54					
Tensión elemento 55					
Tensión elemento 56					
Tensión elemento 57					
Tensión elemento 58					
Tensión elemento 59					
Tensión elemento 60					
Tensión elemento 61					
Tensión elemento 62					
Tensión elemento 63					
Tensión elemento 64					
Tensión elemento 65					
Tensión elemento 66					
Tensión elemento 67					
Tensión elemento 68					
Tensión elemento 69					
Tensión elemento 70					
Tensión elemento 71					
Tensión elemento 72					
Tensión elemento 73					
Tensión elemento 74					
Tensión elemento 75					
Tensión elemento 76					
Tensión elemento 77					
Tensión elemento 78					
Tensión elemento 79					
Tensión elemento 80					
Tensión elemento 81					
Tensión elemento 82					
Tensión elemento 83					
Tensión elemento 84					
Tensión elemento 85					
Tensión elemento 86					
Tensión elemento 87					
Tensión elemento 88					
Tensión elemento 89					
Tensión elemento 90					
Tensión elemento 91					
Tensión elemento 92					
Tensión elemento 93					
Tensión elemento 94					
Tensión elemento 95					
Tensión elemento 96					
Tensión elemento 97					
Tensión elemento 98					
Tensión elemento 99					
Tensión elemento 100					

Figura - 39 – Calculo del burden transformadores de potencial

Fuente – ENEL-CODENSA

Parámetros de Entrada		Resultados		
Descripción	Valor	Descripción	Módulo	Comentario
Número de TCs	3	Resistencia Equivalente (Ohm)	0,017	
Temperatura de Operación (°C)	25	Potencia total consumida por los equipos - [VA]	0,010	
Cantidad de cargas conectadas (sin compensación)	1	Potencia total consumida por los cables - [VA]	0,409	
Material de los conductores	Cobre Semiduro	<b>Potencia en Bornes al 100% de Corriente Nominal (5 A) - [VA]</b>	<b>0,419</b>	
Burden de TC s (VA)	2,5	Potencia en Bornes al 20% de Corriente Nominal (1 A) - [VA]	0,026	
Clase de exactitud del TC	0.5S	Resistencia a Compensar máx (Ohm)	-	
Corriente secundaria nominal del TC	5	Resistencia a Compensar min (Ohm)	-	
Burden mínimo al cual fue calibrado	0%	Burden a compensar al 25% - 0,625 VA		Cumple
<b>Carga de compensación (CC)</b>		Burden a compensar al 100% - 2,5 VA		
Tiene Carga de Compensación	NO	<b>OBSERVACIONES</b>		
Valor Carga de Compensación (Ohmios)		* Los cálculos de resistencia a compensar se toman con corrientes al		
Longitud del cable de Bornes a Carga de compensación (m)		100 % de la corriente nominal		
Calibre Cable (AWG)		0		
<b>Equipo 1</b>		0,00 y 0,00 Ohmios		
Longitud del cable de CC a carga equipo 1 - (m)	3			
Calibre Cable (AWG)	12			
Número de hilos en el tramo	1			
Carga equipo 1 - (VA)	ELSTER A 1800			
Longitud del cable de CC a carga equipo 2 - (m)	0,8			
Calibre Cable (AWG) 2	12			
Longitud del cable de CC a carga equipo 3 - (m)	1,2			
Calibre Cable (AWG) 3	12			
Longitud del cable de CC a carga equipo 4 - (m)	1,2			
Calibre Cable (AWG) 4	12			
Longitud del cable de CC a carga equipo 5 - (m)	1,2			
Calibre Cable (AWG) 5	12			
Longitud del cable de CC a carga equipo 6 - (m)	1,2			
Calibre Cable (AWG) 6	12			
Longitud del cable de CC a carga equipo 7 - (m)	1,2			
Calibre Cable (AWG) 7	12			
Longitud del cable de CC a carga equipo 8 - (m)	1,2			
Calibre Cable (AWG) 8	12			

**Figura - 40 – Calculo del burden transformadores de corriente**

**Fuente – ENEL-CODENSA**

### **Marcación, señalización y disposiciones sobre seguridad**

Para evitar cualquier accidente de origen eléctrico, se instalará en la entrada al local de la subestación un aviso con la siguiente leyenda: “Prohibido el acceso de Personal NO calificado, ni autorizado”.

Además, tendrá una placa de advertencia sobre peligro por riesgo eléctrico.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

La subestación en el lado de baja tensión estará equipada junto la puerta de acceso con un extintor de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o de polvo químico seco, y tendrá como mínimo una capacidad de 15 lb.

La subestación tipo interior garantizará la ventilación, preferiblemente con aire del exterior. En caso de no ser posible se utilizarán ductos adecuados para soportar las condiciones exigidas.

#### 4.21 Establecer las distancias de seguridad requeridas.

Se verifican y se enuncian las distancias de seguridad requeridas para el proyecto el cual tiene niveles de tensión en media tensión de 11.400V subterráneo y niveles de tensión en baja tensión de 440/254/208/120V.

#### **Distancias mínimas para prevención de riesgos por arco eléctrico**

Dado que el arco eléctrico es un hecho frecuente en trabajos eléctricos, que genera radiación térmica hasta de 20000 °C, que presenta un aumento súbito de presión hasta de 30 t/m<sup>2</sup>, con niveles de ruido por encima de 120 dB y que expide vapores metálicos tóxicos por desintegración de productos, se establecen los siguientes requisitos frente a este riesgo:

Cumplir las distancias mínimas de aproximación a equipos de la Tabla 20 y la Figura 9, las cuales son adaptadas de la NFPA 70 E. Estas distancias son barreras que buscan prevenir lesiones al trabajador y en general a todo el personal y son básicos para la seguridad eléctrica.

Para personas no calificadas, el límite de aproximación seguro. Para trabajos en tensión, cumplir el límite de aproximación técnica.

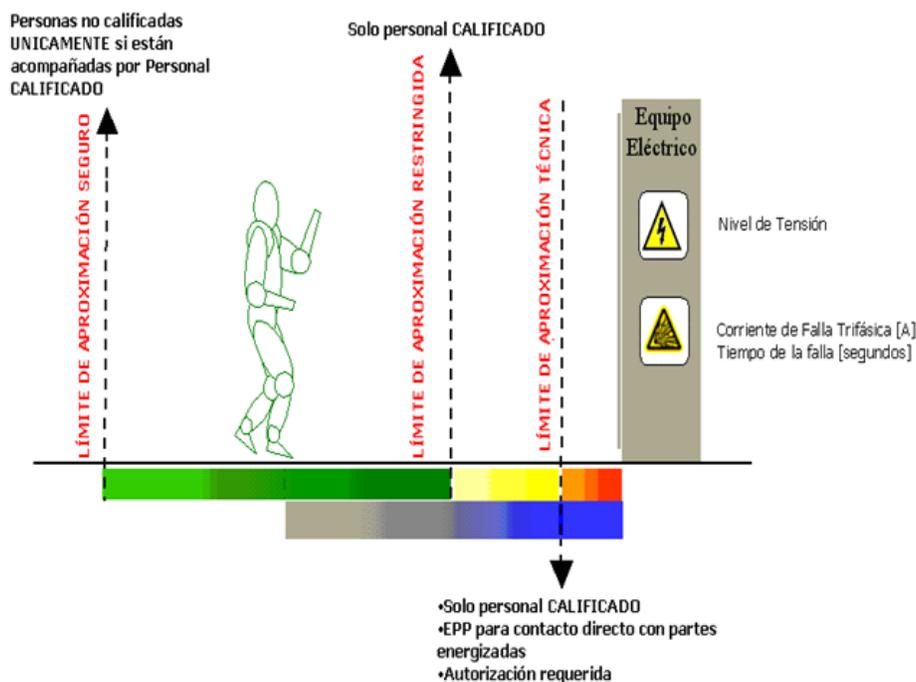
Instalar etiquetas donde se indique el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo.

Utilizar los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo y el nivel de entrenamiento para realizar un trabajo que implique contacto directo.

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		
51 V – 300 V	3,00	1,10	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,00	1,10	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,00	1,50	0,66	0,18
15,1 kV – 36 kV	3,00	1,80	0,78	0,25
36,1 kV – 46 kV	3,00	2,44	0,84	0,43
46,1 kV - 72,5 kV	3,00	2,44	0,96	0,63
72,6 kV – 121 kV	3,25	2,44	1,00	0,81
138 kV - 145 kV	3,35	3,00	1,09	0,94
161 kV - 169 kV	3,56	3,56	1,22	1,07
230 kV - 242 kV	3,96	3,96	1,60	1,45
345 kV - 362 kV	4,70	4,70	2,60	2,44
500 kV – 550 kV	5,80	5,80	3,43	3,28

**Figura - 41 – Límites de aproximación a partes energizadas de equipos**

**Fuente – Tabla 20 RETIE**



**Figura - 42 – Límites de aproximación**

Fuente – RETIE

Instituto de Desarrollo Urbano

Figura 3. Límites de aproximación

Para trabajar en zonas con riesgo de arco eléctrico, es decir, en actividades tales como cambio de interruptores o partes de él, intervenciones sobre transformadores de corriente, mediciones de tensión y corriente, mantenimiento de barrajes, instalación y retiro de medidores, apertura de condensadores y macromediciones; deben cumplirse los siguientes requisitos adaptados de la norma NFPA 70E, previo análisis del riesgo para cada situación particular:

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería y Proyectos</p>
---	--	--

- a) Realizar un análisis de riesgos donde se tenga en cuenta la tensión, la potencia de cortocircuito y el tiempo de despeje de la falla.
- b) Realizar una correcta señalización del área de trabajo y de las zonas aledañas a ésta.
- c) Tener un entrenamiento apropiado para trabajar en tensión.
- d) Tener un plano actualizado y aprobado por un profesional competente.
- e) Tener una orden de trabajo firmada por la persona que lo autoriza.
- f) Usar el equipo de protección personal certificado contra el riesgo por arco eléctrico para trabajar en tensión. Este equipo debe estar certificado para los niveles de tensión y energía incidente involucrados. Para prendas en algodón, este debe ser tratado y tener mínimo 300 g/m<sup>2</sup>

El límite de aproximación restringida debe ser señalizado ya sea con una franja visible hecha con pintura reflectiva u otra señal que brinde un cerramiento temporal y facilite al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.

4.22 Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido

No hubo desviaciones de la norma técnica NTC 2050. \_\_\_\_\_

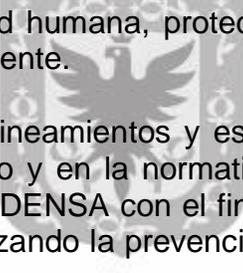
4.23 Los demás estudios que el tipo de instalación requiera

No requieren estudios adicionales para las instalaciones de la estación Altamira.

 <p><b>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p><b>CONSORCIO CS</b> Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
--	--	--

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizó el diseño eléctrico de la estación Altamira siguiendo el artículo 10.1 diseño detallado del reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE en su última versión.
- Se realizaron los cálculos de regulación y pérdidas de energía asociados a cada uno de los transformadores de la subestación interior Altamira siguiendo los lineamientos del RETIE, NTC 2050 y norma ENEL-CODENSA.
- En la estación Altamira se diseñaron instalaciones que cumplen con el objetivo de protección de la vida y salud humana, protección de la vida animal y vegetal y preservación del medio ambiente.
- Se deben seguir todos los lineamientos y especificaciones contempladas en la presente memoria de cálculo y en la normatividad vigente RETIE, NTC 2050 y norma específica ENEL -CODENSA con el fin de realizar buenas prácticas en el proceso constructivo garantizando la prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

  
**ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
 MOVILIDAD  


---

 Instituto de Desarrollo Urbano