

DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
PROYECTO	COLEGIO CRISTAL BAJO SEDE B PROVENZA - BUCARAMANGA

sábado, 5 de octubre de 2024	CAMILO HUMBERTO PICO ARDILA	2184166
FECHA	RESPONSABLE	CODIGO

DESCRIPCIÓN GENERAL
<p>Contiene el diseño de las instalaciones eléctricas para la remodelación de la infraestructura del colegio cristal bajo sede B en el municipio de Bucaramanga, se basa en el cumplimiento y atención de los requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, implementa tecnologías LED para iluminación, prevé derivación y acometida principal en media tensión, medidor instalado en poste, gabinete general centralizado en cuarto técnico interior y tableros de distribución.</p>

LOCALIZACIÓN
 


CONTENIDO DE DISEÑO	
<i>Acorde con Resolución No. 9 0708 de Agosto 30 de 2013</i>	
a.	Análisis y cuadro de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
b.	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico .
c.	Análisis de corto circuito y falla a tierra.
d.	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
e.	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
f.	Análisis del nivel de tensión requerido.
g.	Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos.
h.	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga
i.	Cálculo del sistema de puesta a tierra.
j.	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
k.	Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma.
l.	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.
m.	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.
n.	Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).
o.	Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
p.	Cálculos de regulación.
q.	Clasificación de áreas.
r.	Elaboración de diagramas unifilares.
s.	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.
t.	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
u.	Establecer las distancias de seguridad requeridas.
v.	Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.
w.	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

NORMATIVA DE DISEÑO	
Los resultados de la presente consultoría de diseños, atienden las siguientes normas y reglamentos:	
a.	Código eléctrico colombiano NTC 2050.
b.	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE 2013.
c.	Norma para el cálculo y diseño de sistemas de distribución de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.
d.	IEC 60909, IEEE 242.
e.	IEC 60947-2
f.	Std IEEE 519 DE 1992
g.	NTC 4552-2

ANÁLISIS Y CUADRO DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS.

Se presentan cuadros de carga asociados a los gabinetes y tableros de distribución presentes en el proyecto.

Basados en la NTC 2050 tabla 220-11, fueron tomados los factores de demanda para cargas eléctricas en edificaciones no residenciales, teniendo en cuenta el factor de demanda se establece según artículos 430-24 y 430-26 de la misma norma.

Siguiendo lo indicado en el Std IEEE 519 de 1992, las principales fuentes de armónicos para una instalación eléctrica son:

1. Convertidores.
2. Hornos de arco.
3. Compensador de VAR estático.
4. Inversores monofásicos.
5. Inversores trifásicos.
6. Controles de fase electrónicos.
7. Cicloconvertidores.
8. Variadores de modulación con ancho de pulso.

El proyecto no prevé la instalación de equipos con estas características, además se trata de una remodelación y complementación, de la cual se desconocen las características funcionales de los equipos eléctricos y electrónicos sin embargo la mayor carga la ofrecen los equipos de iluminación, para los cuales se tubo encuentra la selección de equipos con un porcentaje de distorsión armónica inferior al 10%

ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO .

Las instalaciones eléctricas previstas están protegidas ante sobreintensidades motivadas por sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia, cortocircuitos o descargas atmosféricas.

La coordinación del aislamiento se realiza con la intención de conocer y evitar la influencia de las sobretensiones en los sistemas eléctricos de potencia a partir de la distancia crítica de flameo, establecer los criterios para el establecimiento de sobretensiones atmosféricas o por sobretensiones de maniobra; establecer estructuras, equipos y accesorios que se utilizarán para aislar los conductores y equipos energizados.

Debido a que el proyecto se limita a niveles de tensión media y baja, además de acogerse a la normativa local, todas las estructuras, celdas, gabinetes, aisladores, soportes y tableros que serán energizados, se ciñen a los prototipos avalados por la reglamentación nacional aplicable, por tanto no se recalculan sus elementos expuestos en las fichas de construcción y/o memorias de referencia.

Para el cálculo de las protecciones se tuvo en cuenta la capacidad de corte necesaria según demanda por circuito, implementando para ello interruptores automáticos de corte omnipolar.

ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO Y FALLA A TIERRA.

De acuerdo con lo establecido en la sección 110 de la NTC 2050 sobre los requisitos para instalaciones eléctricas, se ha tenido en cuenta la clasificación adecuada de los conductores, considerando su tipo, calibre, tensión nominal, capacidad de corriente y otros factores clave que contribuyen a la seguridad de las personas que ingresen a las instalaciones. Estos aspectos son fundamentales para proteger tanto a los usuarios como a los equipos.

Por otra parte, la capacidad de interrupción de los dispositivos de protección es un aspecto crucial, ya que permite despejar de manera eficaz cualquier falla eléctrica que pueda presentarse, mitigando así posibles riesgos y resguardando tanto a las personas como a la infraestructura.

La correcta implementación de estos estudios, junto con el cumplimiento riguroso de las normas establecidas en la NTC 2050, asegura que la instalación eléctrica no solo funcione de manera eficiente, sino que también ofrezca altos niveles de seguridad ante contingencias como cortocircuitos o fallas a tierra. Estas medidas están diseñadas para proteger la integridad de las personas y garantizar la continuidad de las operaciones en las instalaciones del colegio..

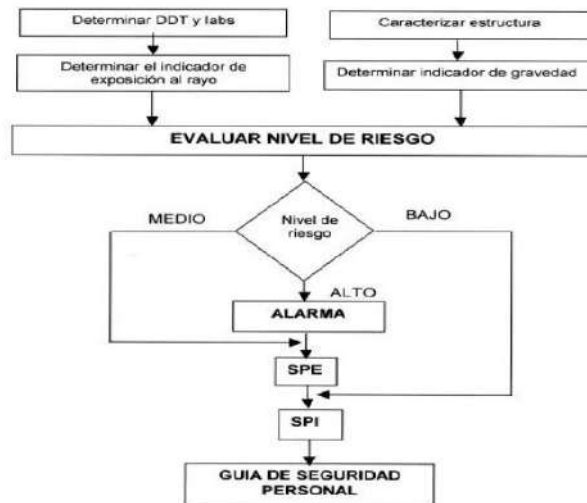
ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

El diseño correspondiente al Sistema Integral de Protección Contra Rayos y Sobretensiones comúnmente denominado "Apantallamiento"; a continuación se contrastan los resultados básicos de los análisis técnicos y normativos aplicables, de cara al establecimiento de la necesidad por instalarse un Sistema de Protección Externa (SPE) según las características físicas y funcionales del establecimiento educativo señalado en la referencia.

La Norma Técnica Colombiana NTC 4552, es aplicable para diseño, construcción, inspección y mantenimiento de un sistema integral de protección contra rayos para estructuras de uso común, dentro de ellas se encuentran infraestructuras tales como teatros, centros educativos, iglesias, supermercados, centros comerciales, áreas deportivas al aire libre, parques de diversión, aeropuertos, hospitales, prisiones, entre otras. El numeral 5.2 METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL NIVEL DE RIESGO Y ESTABLECER LAS ACCIONES DE PROTECCIÓN, y será tomado como referencia para el dimensionamiento del actual diseño, en dicho numeral se constituye lo siguiente:

"La evaluación del nivel de riesgo se realiza para determinar si se requiere implementar un sistema de protección contra rayos y las acciones que permitan disminuir el riesgo a un nivel tolerable.

El nivel de riesgo se obtiene de la ponderación de los indicadores de exposición al rayo y de la gravedad que puede implicar un impacto directo o indirecto de rayo sobre una estructura"



A partir de lo anterior, se realiza una evaluación para determinar si es necesario implementar medidas de apantallamiento, con el objetivo de proteger la vida humana y garantizar la seguridad en las instalaciones.

1. Evaluación Nivel de Riesgo

1. Parametros de Rayo

Ciudad	Bucaramanga
DDT (Descargas/Km2-año)	1
labs (KA)	43
Indicador de exposición al rayo	Medios

2. Parametros Estructura

		Indicador
Estutura	Teatros, centros educativos, iglesias, supermercados, centros comerciales, áreas deportivas, parques de diversión	40
Tipo Estutura	Mixta	20
Área de la Estructura	menor a 900 m2	5
Altura de la Estructura	menor a 25 m	
Ig - Indicador de Gravedad		65
Gravedad		Media

3. Evaluación del Riesgo

Nivel de Riesgo	Medio
-----------------	-------

Acciones recomendadas

SPI

Cableado y PT según NTC 2050

SPE

4. Elección Pretección

Nivel de Protección elegida	Nivel IV
RSC - Radio de la esfera (m)	55

2. Entrada de Datos

2.1 Analisis de Parametros Asociados al Riesgo de Pérdida de Vidas Humanas

Parametro	Valor	Criterio
L	25	Estructura a proteger
W	15	Estructura a proteger
H	7	Estructura a proteger
DDT	1	Bucaramanga
Ad	3440,446	Área efectiva para descargas directas en estructura aislada
Cd	0,25	Objetos rodeados de objetos o árboles más altos
ND	0,00086	$ND = DDT * Ad * Cd * 1E-6$

NTC 4552- Tabla A6

NTC 4552- Tabla 10

PA	1	Sin medidas de protección
----	---	---------------------------

NTC 4552- Tabla 14

ra (externo)	0,001	Marmol, ceramica
Lt	0,0001	Todos los tipos-personas dentro de la estructura
LA	1E-07	$LA = ra * Lt$

NTC 4552- Tabla 27

NTC 4552- Tabla 26 - 1

PB	0,2	Estructura protegida IV
----	-----	-------------------------

NTC 4552- Tabla 15

rp	1	Sin medida de prevención
rf	0,001	Bajo
hz	5	Nivel medio de pánico (edificaciones para eventos culturales o deportivos, con un numero de participante entre 100 y 1000 personas)
Lf	0,05	Industrias, comercial, escuelas
LB	0,00025	$LB = rp * hz * rf * Lf$

NTC 4552- Tabla 28

NTC 4552- Tabla 29

NTC 4552- Tabla 30

NTC 4552- Tabla 26 - 2

L(a)	12	Edificación adyacente
W(a)	12	Edificación adyacente
H(a)	9	Edificación adyacente
Ad/a	3730,226	
DDT	1	
Cd/a	0,25	Objetos rodeados de objetos o árboles más altos
Ct	1	Sin transformador
Nda	0,000933	$Nda = DDT * Ad/a * Cd/a * Ct * 1E-6$
Hc	0	Altura sobre la tierra de los conductores del servicio
Ha	0	Altura de la estructura donde ingresa la acometida de servicio
Hb	0	Altura punto de la estructura donde ingresa la acometida de sev
resistividad	75	Resistividad del terreno de la acometida
Lc	30	Longitud de la sección de la acometida
Al	0	Aérea
NL	0	$NL = DDT * Al * Cd * Ct * 1E-6$
Pu	0,01	I
PV	0,01	I
ru (interno)	0,01	Agricultura, concreto
Lu	0,000001	$Lu = ru * Lt$
LV	0,00025	$Lv = rp * hz * rf * Lf$

NTC 4552- Tabla 10

NTC 4552- Tabla 11

NTC 4552- Tabla 12

NTC 4552- Tabla 16

NTC 4552- Tabla 16

NTC 4552- Tabla 27

2.2 Resumen Riesgos

RA	8,6E-11
RB	4,3E-08
Ru	9,33E-12
Rv	2,33E-09
Ru (telecom)	9,33E-12
Rv (telecom)	2,33E-09
R1	4,78E-08
Risco Tolerable	0,00001
Análisis	R1 cumple

3. Resumen resultados

CARACTERÍSTICAS INICIALES DE LA ESTRUCTURA			
Parámetro	Descripción	Símbolo	Valor
Área efectiva		A_d	3440,4456
Factor de localización	Objetos rodeados de objetos o árboles más altos	C_d	0,25
LPS	Nivel de protección contra rayos IV	P_B	0,2
Factor de eficacia del apantallamiento de la estructura	Ninguno (Se desconocen las características para estimar los factores Ksi)	K_{s1}	1
Factor de eficacia del apantallamiento interno de la estructura	Ninguno (Se desconocen las características para estimar los factores Ksi)	K_{s2}	1
Probabilidad de lesiones a seres vivos a causa de tensiones de paso y contacto por descargas directas a la estructura	Avisos de advertencia, equipotencialización efectiva del suelo, aislamiento eléctrico de bajantes expuestas.	P_A	1
Densidad de descargas a tierra	Rayos/km ² /año	DDT	1
Resistividad del suelo	Resistividad del terreno donde la acometida es enterrada	ρ_o	75

CARACTERÍSTICAS INICIALES RED ELÉCTRICA			
Parámetro	Descripción	Símbolo	Valor
Longitud de la acometida	Longitud de la sección de la acometida de servicio, de la estructura al primer nodo (m)	L_c	30
Altura (m) sobre la tierra conductores de servicio	Aérea	H_c	0
Transformador	Sin transformador	C_t	1
Factor de ubicación de la línea	Objeto rodeado por objetos o árboles de igual o menor tamaño	C_d	0,25
Factor ambiental de la línea	Sub urbano (edificaciones menores de 10 m)	C_e	0,5
Apantallamiento de la línea	Cable no apantallado	P_{LD}	1
Precaución de cableado interno	Cableado interno sin pantalla con precaución de evitar lazos en la ruta	K_{s3}	0,02
Soportabilidad (kV) del sistema interno	Ninguno (Se desconocen las características para estimar los factores Ksi)	K_{s4}	1
Protección DPS coordinado	Sistema coordinado de protección III-IV	P_{DPS}	0,01

CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA				
Parámetro	Descripción	Símbolo	Valor	
Tipo de la superficie del piso (interior)	Ceramica	r_U	0,01	Tabla 27 NTC 4552-2
Tipo de la superficie del piso (exterior)	Concreto	r_a	0,001	Tabla 27 NTC 4552-2
Riesgo de fuego	Ordinario	r_f	0,001	Tabla 29 NTC 4552-2
Riesgos especiales	Nivel medio de pánico (edificaciones para eventos culturales o deportivos, con un numero de participante entre 100 y 1000 personas)	h_z	5	Tabla 30 NTC 4552-2
Medida de prevención para reducir consecuencias de fuego	Extintores manuales y vías de evacuación	r_p	1	Tabla 28 NTC 4552-2
Factor de eficacia del apantallamiento interno de la estructura	Ninguno (se desconocen las características para estimar los factores K_{s2})	K_{s2}	1	sección 6.6.4 NTC 4552-2
Pérdidas por tensiones de toque y de paso	Todos los tipos-personas dentro de la estructura	L_t	0,0001	sección 6.7.1 NTC 4552-2
Pérdidas por daños físicos	Comercial	L_f	0,05	sección 6.7.1 NTC 4552-2
Pérdidas debido a fallas en sistemas internos	Riesgo de explosión	L_o	0,1	sección 6.7.1 NTC 4552-2

CÁLCULO DE R1: RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDA HUMANA			
R1=RA+RB+RU(POTENCIA)+RV(POTENCIA)			
Formula	Componente de riesgo	Valor	
$RA=ND*PA*ra*Lt$	RA, lesiones a seres vivos causadas por tensiones de paso y contacto en zonas de un radio de cobertura de 3m fuera de la estructura.	8,6E-11	Tabla 8 NTC 4552-2
$RB=ND*PB*hz*rp*rf*Lf$	RB, Daños físicos causados por chispas peligrosas dentro de la estructura.	4,3E-08	Tabla 8 NTC 4552-2
$RU=(NL+Nda)*Pu*ra*Lt$	RU (POT), lesiones en seres vivos causados por tensiones de contacto dentro de la estructura, debido a corrientes de rayo que fluyen por una red de potencia entrante.	9,33E-12	Tabla 8 NTC 4552-2
$RV=(NL+Nda)*PV*hz*rp*Lt$	RV (POT), daños físicos debido a corrientes de rayo que fluyen por una línea de potencia entrante.	2,33E-09	Tabla 8 NTC 4552-2
$RU(COM)=(NL+Nda)*Pu*ra*Lt$	RU (COM), lesiones en seres vivos causados por tensiones de contacto dentro de la estructura, debido a corrientes de rayo que fluyen por una red de comunicaciones entrante.	9,33E-12	Tabla 8 NTC 4552-2
$RV(COM)=(NL+Nda)*PV*hz*rp*Lt$	RV (COM), daños físicos debido a corrientes de rayo que fluyen por una línea de comunicaciones entrante.	2,33E-09	Tabla 8 NTC 4552-2
R1		4,7773E-08	
Análise		R1 Si cumple	

ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.




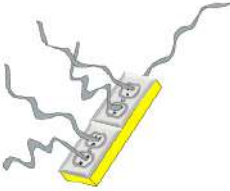

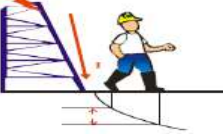
Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos factores, que al no tenerlos presentes, ocasionan la mayor cantidad de accidente.

El tratamiento preventivo de la problemática del riesgo de origen eléctrico, obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes que suceda algún accidente. Por ello, es necesario conocer claramente el concepto de riesgo, donde, partiendo del conocimiento de los factores que intervienen y de las circunstancias particulares que se presentan, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad, permitiendo también identificarlo y seleccionar las medidas preventivas aplicables.

A continuación se identifican algunos factores de riesgos eléctricos comunes para el tipo de instalaciones eléctricas previstas en el presente diseño.

FACTORES DE RIESGO

	<p style="text-align: center;">ARCOS ELÉCTRICOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga 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>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.</p>
	<p style="text-align: center;">AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)</p> <p>POSIBLES CAUSAS: 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>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas interrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p>
	<p style="text-align: center;">CONTACTO DIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Negligencia de Técnicos o impericia de no Técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.</p>
	<p style="text-align: center;">CONTACTO INDIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p>
	<p style="text-align: center;">CORTOCIRCUITO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.</p>
<p style="text-align: center;">RETIE: TABLA 9.5 FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICOS MÁS COMUNES</p>	

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

RETIE: TABLA 9.5 FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICOS MÁS COMUNES

Con el fin de evaluar el nivel de riesgo de tipo eléctrico, se aplica matriz recomendada por el RETIE.

Con base en la matriz elaborada por el RETIE, se elaboraron las siguientes tablas en las que se redistribuyeron y resultaron algunas casillas a fin de conceptualizar las matrices de riesgo aplicables en el proyecto.

El estudio ha sido realizado en su totalidad por el diseñador responsable y la metodología adoptada en casos particulares es la siguiente:

1. Seleccionar el factor de riesgo a estudiar, el evento o efecto que este podría causar y su fuente de origen.
2. Definir si el riesgo es potencial o real.
3. Seleccionar en la matriz las consecuencias (1,2,3,4 o 5) que dicho evento podría causar a nivel humano, económico, ambiental y en la imagen de la empresa.
4. Seleccionar la columna correspondiente a la frecuencia (A, B, C, D, o E) con la que ocurre cada evento.
5. Buscar el punto de cruce entre cada consecuencia (1, 2, 3, 4 y 5) y cada frecuencia (A, B, C, D y E).

Estos puntos de cruce nos mostrarán el nivel de riesgo en personas, económicamente, ambientalmente y en la imagen de la empresa; y se deberá seleccionar, para el evento estudiado, el nivel de riesgo mayor entre los obtenidos.

6. Repetir el proceso para todos los eventos, factores de riesgo y fuentes que se desean evaluar según lo requiera la Interventoría, Cliente, Supervisor o Constructor del proyecto.

Cabe señalar que los factores evaluados y reportados en el presente archivo, hacen parte del criterio técnico y profesional del diseñador responsable.

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

RETIE: TABLA 9.5 DECISIONES Y ACCIONES PARA CONTROLAR EL RIESGO

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

Posibles causas: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras por malos contactos entre los conductores, cortocircuitos, entre otras.

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

Electrocución o quemadura por Arcos eléctricos (al) o (en) RED SECUNDARIA

Riesgo a Evaluar:

Evento o Efecto

FACTOR DE RIESGO
(CAUSA)

FUENTE

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS					E	D	C	B	A
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Una o más muertes E5	Daño grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Incapacidad temporal (< 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO DIRECTO

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

Medidas de protección: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra sólidas

Electrocución o quemadura por Contacto directo (al) o (en) RED SECUNDARIA

Riesgo a Evaluar:

Evento o Efecto

FACTOR DE RIESGO
(CAUSA)

FUENTE

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA				
		CONSECUENCIAS			E	D	C	B	A
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Una o más muertes E5	Dano grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Incapacidad temporal (< 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO

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

Medidas de protección: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra sólida, hacer mantenimiento preventivo y correctivo

Quemaduras por Contacto indirecto (al) o (en) RED SECUNDARIA

Riesgo a Evaluar: **Evento o Efecto** **FACTOR DE RIESGO (CAUSA)** **FUENTE**

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA				
		CONSECUENCIAS			E	D	C	B	A
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Una o más muertes E5	Daño grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Incapacidad temporal (< 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR RAYOS

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

Medidas de protección: Instalar puestas a tierra sólidas, equipotencialización general

Quemaduras, electrocución por Rayos (al) o (en) SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Riesgo a Evaluar:

Evento o Efecto

FACTOR DE RIESGO
(CAUSA)

FUENTE

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA				
		CONSECUENCIAS			E	D	C	B	A
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Una o más muertes E5	Dano grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Incapacidad temporal (< 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR SOBRECARGA

Posibles causas: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se pueden presentar incendios, daños a equipos por corrientes nominales superiores a las de los equipos o conductores, instalaciones que no cumplen normas técnicas y conexiones sin el troque adecuado

Medidas de protección: Usar interruptores automáticos con relés de sobrecarga, dimensionamiento técnico de conductores y equipos

Incendio por Sobrecarga (al) o (en) Conductores y/o equipos

Riesgo a Evaluar: Evento o Efecto **FACTOR DE RIESGO (CAUSA)** FUENTE

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA				
		CONSECUENCIAS			E	D	C	B	A
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Una o más muertes E5	Dano grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Incapacidad temporal (< 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO

Posibles causas: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra

Medidas de protección: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar

Electrocución por Tensión de contacto (al) o (en) Conductores y/o equipos

Riesgo a Evaluar:

Evento o Efecto

**FACTOR DE RIESGO
(CAUSA)**

FUENTE

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA				
		CONSECUENCIAS			E	D	C	B	A
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Una o más muertes E5	Daño grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Incapacidad temporal (< 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE PASO

Posibles causas: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra

Medidas de protección: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar

Electrocución por Tensión de paso (al) o (en) Conductores y/o equipos

Riesgo a Evaluar:

Evento o Efecto

**FACTOR DE RIESGO
(CAUSA)**

FUENTE

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA				
		CONSECUENCIAS			E	D	C	B	A
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Una o más muertes E5	Daño grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Incapacidad temporal (< 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR ELECTRICIDAD ESTÁTICA

Posibles causas: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra

Medidas de protección: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar

Ambiente o manipulación de equipos

Electrocución por Electricidad estática (al) o (en)

Riesgo a Evaluar: Evento o Efecto FACTOR DE RIESGO (CAUSA) FUENTE

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA				
		CONSECUENCIAS			E	D	C	B	A
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Una o más muertes E5	Daño grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Incapacidad temporal (< 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR EQUIPO DEFECTUOSO

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

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

Ambiente o manipulación de equipos

Electrocución por Equipo defectuoso (al) o (en)

Riesgo a Evaluar: Evento o Efecto **FACTOR DE RIESGO (CAUSA)** **FUENTE**

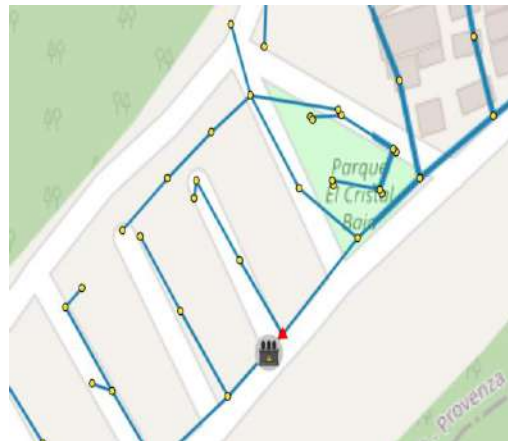
POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA				
		CONSECUENCIAS			E	D	C	B	A
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
Una o más muertes E5	Dano grave en infraestructura interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Incapacidad temporal (< 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO.

El nivel de tensión requerido para el proyecto corresponde con la disponibilidad del servicio proporcionado por el operador de red (ESSA) en los tendidos eléctricos de la zona de ejecución.

La tensión de distribución de energía en media tensión, convertida a baja tensión, es de 127/220 V, suministrada por la Electrificadora de Santander (ESSA), y es de esta red de donde se alimenta el Colegio Cristal Bajo.

PROPIEDAD	VALOR
CÓDIGO TRANSFORMADOR	0101022
CIRCUITO	12504.0
CÓDIGO APOYO TRF	1247018
TENSIÓN CONEXIÓN	220
RELACIÓN DE TRF	13200/220
CAPACIDAD NOMINAL TRF KVA	112,5
SUBESTACIÓN	El Bosque



CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS PARA ASEGURAR QUE EN ESPACIOS DESTINADOS A ACTIVIDADES RUTINARIAS DE LAS PERSONAS, NO SE SUPEREN LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN DEFINIDOS.

El campo electromagnético es una modificación del espacio debida a la interacción de fuerzas eléctricas y magnéticas de forma simultánea, estas son producidas por un campo eléctrico y uno magnético que varían en el tiempo, conociéndose como un campo electromagnético variable; es producido por diferencias de potencial y cargas eléctricas en movimiento y tiene la misma frecuencia de la corriente eléctrica que lo produce.

Se ha demostrado que los campos electromagnéticos de bajas frecuencias (0 a 300Hz) no producen efectos nocivos en los seres vivos. Las frecuencias del sistema eléctrico a 60Hz (estándar para Colombia), producen campos electromagnéticos a esta frecuencia, lo que permite medir o calcular el campo eléctrico y el campo magnético en forma independiente.

VALORES LÍMITES DE EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

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

Según RETIE, numeral 14.4 **CÁLCULO Y MEDICIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS**":

Los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57.5kV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deben incluir un análisis del campo electromagnético en lugares donde se vaya a tener la presencia de personas.

Los diseños de edificaciones aledañas a las zonas de servidumbre, deben incluir memorias de cálculo de campos electromagnéticos que se puedan presentar en cada piso. Para este efecto, el propietario u operador de la línea o subestación debe entregar al diseñador o al propietario del proyecto los máximos valores de tensión y corriente. La medición siempre debe hacerse a un metro de altura del piso donde esté ubicada la persona (lugar de trabajo) o domicilio.

En el caso de líneas de transmisión el campo electromagnético se debe medir en la zona de servidumbre el sentido transversal al eje de la misma; el valor de exposición al público en general se tomará como el máximo que se registre e el límite exterior de la zona de servidumbre.

Para redes de distribución y uso final, el valor de exposición al público debe medirse a partir de las distancias de seguridad, donde se tenga la posibilidad de permanencia prolongada de personas (hasta 8 horas) o en zonas de amplia circulación del público.

Para lugares de trabajo se debe medir en el lugar asignado por la empresa para cumplir el horario habitual del trabajador.

El equipo con el que se realicen las mediciones debe poseer un certificado de calibración vigente y estar sometidos a un control metrológico. Para la medición se pueden usar los métodos de la IEEE 644 o la IEEE 1243.

Por lo anterior, las características de presente proyecto no requiere cálculo de los campos electromagnéticos, sin embargo debido a la naturaleza y uso de las instalaciones, se recomienda medición periódica una vez se habiliten los trabajos en las construcciones.

CÁLCULO DE TRANSFORMADORES INCLUYENDO LOS EFECTOS DE LOS ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA EN LA CARGA

El proyecto no contempla instalar un transformador acorde con la carga instalada afectada por factor de diversidad tal como se detalle en las siguientes tablas. De acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, la demanda de iluminación se calcula considerando el 100% de la carga, tal como lo especifica la tabla 220-11 de la norma. En cuanto a la carga de los tomacorrientes, se aplica la regla según la cual los primeros 10 kVA se consideran al 100% de su capacidad, mientras que el excedente se calcula al 50%. Estos valores son reflejados y detallados en la tabla siguiente, lo que asegura el cumplimiento de los requerimientos técnicos y normativos para garantizar una instalación eléctrica segura

Tabla 220-11. Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado

Tipo de ocupación	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3.000 o menos	100
	De 3.001 a 120.000	35
	A partir de 120.000	25
Hospitales *	Primeros 50.000 o menos	40
	A partir de 50.000	20
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina *	Primeros 20.000 o menos	50
	De 20.001 a 100.000	40
	A partir de 100.000	30
Depósitos	Primeros 12.500 o menos	100
	A partir de 12.500	50
Todos los demás	VA totales	100

* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar toda la iluminación al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

Tabla 220-13. Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en edificaciones no residenciales

Parte de la carga del tomacorriente a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Primeros 10 000 VA o menos	100
A partir de 10 000 VA	50

TABLERO ACOMETIDA GENERAL		
Tipo de carga	Carga instalada	Demanda
Carga Tomacorrientes	15300	12650
Carga Alumbrado	9968	9968
CARGA TOTAL	25.268,0000	
TOTAL		22618

CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

En el presente capítulo se describen en detalle las características técnicas del sistema de puesta a tierra SPT y se comprueba cumplimiento normativo NTC 4552 por medio de la implementación lógica en plantilla.

El algoritmo implementado para el diseño y cálculo de la malla de puesta a tierra para el cuarto tecnico se basa en NTC 4552

Diseñador	CAMILO HUMBERTO PICO ARDILA	Fecha	5/10/2024
Revisó		Contacto	3142790776
Proyecto	COLEGIO CRISTAL BAJO SEDE B		

MEMORIA DE CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE MALLAS DE PUESTA A TIERRA SEGÚN METODOLOGÍA DE LA IEEE80 STD. 2013

CONDICIONES INICIALES					DATOS DEL SISTEMA		CARACTERÍSTICA DE LA CAPA SUPERFICIAL		
Largo [m]	Ancho [m]	Resistividad del terreno ρ [Ω -m]	T° Ambiente	Área [mm ²]	Icc [KA]	T despeje [seg]	Material	Hs [m]	Resistividad de capa pc [Ω -m]
3	2	85	24	6	1,5	0,5	Concreto seco	0,05	12000

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA MALLA DE TIERRA							TENSIONES DE PASO Y CONTACTO TOLERABLES	
Material	Tipo de conexión	Kf	TCAP [J/(cm ³ .°C)]	Temperatura de referencia para la constante del material Tr (°C)	Tm [°C]	Área mínima del conductor de malla [mm ²]	Peso de la persona [Kg]	Es [V]
Cobre comercial estirado en frío (conexión exotérmica)	Exotérmica	7,06	3,4	20	1084	3,7391	70	8694,75
ρr	K0 a 0°C	αr	Conductor seleccionado	Área mínima del conductor seleccionado [mm ²]	Dímetro mínimo del conductor seleccionado [m ²]	Factor de reducción Cs	Ec [V]	
1,78	242,467	0,00381	No. 2	33,63	0,0065	0,53	2340,21	

GEOMETRÍA DE LA MALLA Y ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA									
Geometría de la malla	Distancia de separación entre conductores [m]	Profundidad de enterramiento de conductores horizontales [m]	Cantidad de electrodos	Longitud del electrodo	Ubicación de electrodos en el perímetro o en las esquinas de la malla.	Longitud de conductores horizontales Lh [m]	Longitud de conductores verticales Lv [m]	Longitud del perímetro de la malla de tierra Lp [m]	Longitud efectiva del conductor de malla Lm [m]
RECTANGULAR	0,5	0,25	2	2,4	SI	29	4,8	10	40,34

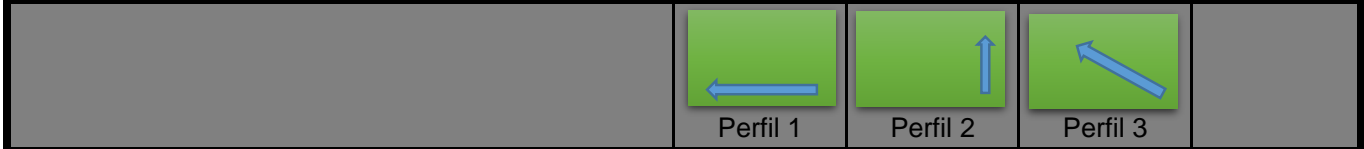
RESISTENCIA A TIERRA Y MÁXIMA TENSIÓN DE LA MALLA							
Resistencia de la malla de puesta a tierra Rg [Ω]	Valor máximo permitido de la resistencia de la malla [Ω]	No. de guarda de líneas de transmisión / No. de neutros de distribución	Impedancia aproximada Rtg / Rdg	Factor de división de corriente Sf	Máxima corriente de falla calculada IG (A)	Máxima tensión de la malla relativa a la tierra remota GPR (V)	Ec \geq GPR
15,6	25	1 / 1	1,03	0,062	93	1450,8	CUMPLE

FACTORES GEOMÉTRICOS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE LA RETÍCULA DE LA MALLA DE TIERRA							VALIDACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y DE TOQUE CON RESPECTO A LOS VALORES TOLERABLES	
Geometría de la malla de tierra	Factor de corrección por profundidad de la malla Kh	Factor de corrección geométrico de la malla Km	Factor para representación equivalente de la malla na		Factor para representación equivalente de la malla nb	Tensión de la retícula de la malla Em (V)	Em < Ec (tolerable)	
		0,855	5,8		1	128		
Factor para representación equivalente de la malla nc	Factor para representación equivalente de la malla nd	Factor de geometría Ks	Factor de corrección por geometría de la malla Ki	Número efectivo de conductores en paralelo n	Factor de corrección por electrodos interiores de la malla Kii	Tensión de paso calculada EP (V)	Ep (calculada) < Ep (tolerable)	
1	0,139	0,249	0,764	0,814	1	58,22		

CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA									
Geometría de la malla de tierra	Largo de retícula [m]	Ancho de retícula [m]	Espesor de capa superficial [m]	Material de capa superficial	Conductor seleccionado	Distancia de separación entre conductores [m]	Profundidad de enterramiento de conductores horizontales [m]	Cantidad de electrodos	Tipo de conexión
RECTANGULAR	0,5	0,5	0,05	Concreto seco	No. 2	0,5	0,25	2	Exotérmica

OBSERVACIONES:

Diseñador	CAMILO HUMBERTO PICO ARDILA	Fecha	5/10/2024
Revisó		Contacto	3142790776
Proyecto			

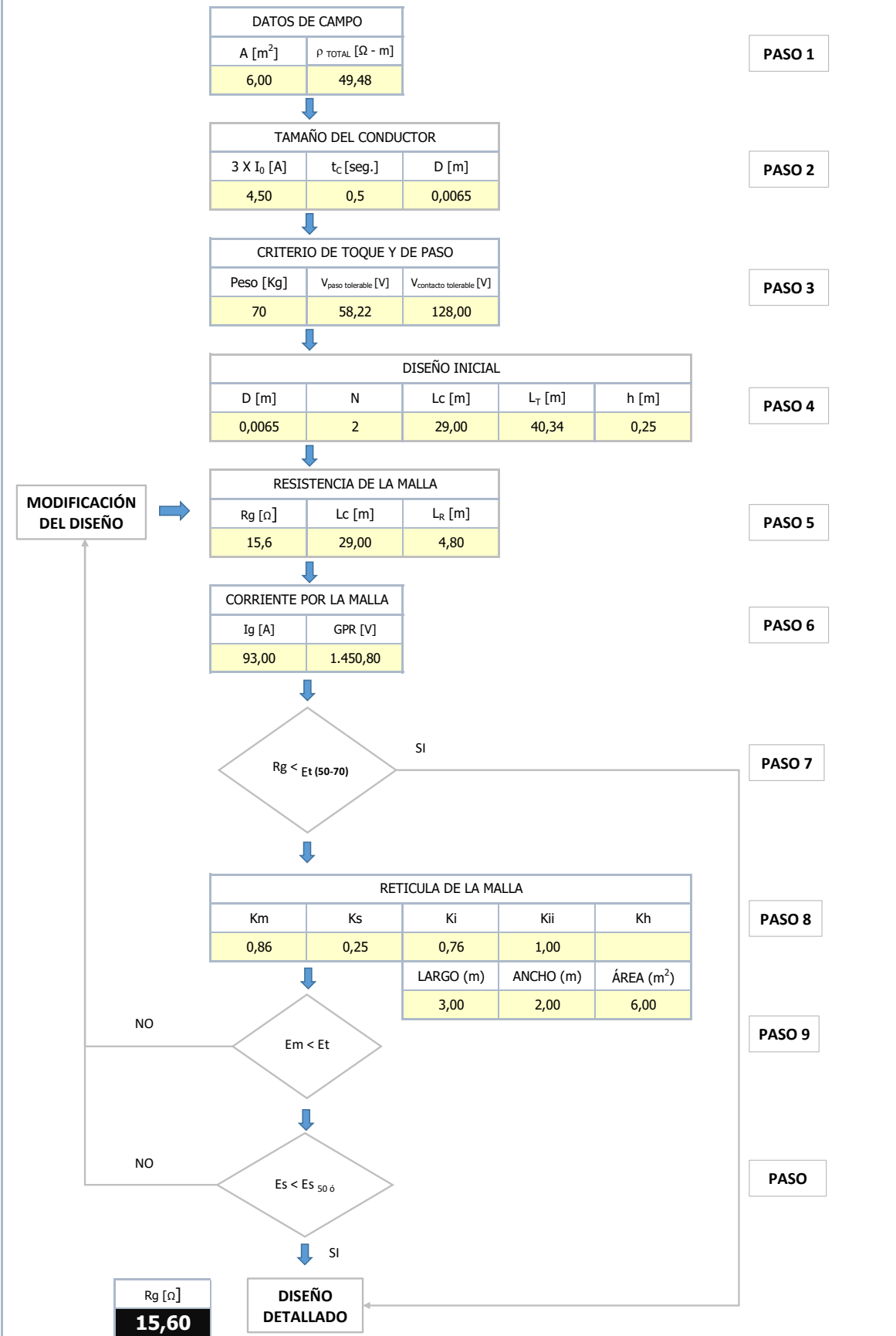


# Medida	Espaciamiento entre electrodos [m]	Profundidad de enterramiento de electrodos [m]	ρ_1 [Ω/m]	ρ_2 [Ω/m]	ρ_3 [Ω/m]	ρ_{prom} [Ω/m]
1	1	0,25	59,7	172,6		116,15
2	2	0,25	25,8	48,1		36,95
3	3	0,25	24,3	22,8		23,55
4	4	0,25	19,93	22,6		21,27
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
ρ_{Total}						49,48



MEMORIA DE CÁLCULO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA CRISTAL BAJO SEDE B

13. ALGORITMO



CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA TODOS LOS FACTORES DE PÉRDIDAS, LAS CARGAS RESULTANTES Y LOS COSTOS DE LA ENERGÍA.

Teniendo en cuenta que todas las redes establecidas en diseño poseen un único conductor por fase, no se realizan comparaciones entre posibles configuraciones de circuito, además, basados en que la selección de los calibres se realizó con base a la capacidad amperimétrica de los conductores de cara a las corrientes requeridas por la demanda, se puntualiza que las pérdidas de potencia y energía son las más favorables para el proyecto en comparación con la implementación de mayor número de conductores por fase y/o calibres de mayor diámetro comparados con el incremento del costo unitario que ello significaría.

VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA EL TIEMPO DE DISPARO DE LOS INTERRUPTORES, LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE LA RED Y LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CONDUCTOR DE ACUERDO CON LA

De acuerdo con el estudio de coordinación de protecciones realizado en el software Ecodial, los resultados de calibres y protecciones se determinan y se aprecian en el archivo de la simulación anexo.

CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS.

NO APLICA

CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES.

Ver anexo simulación en software Ecodial.

**CÁLCULOS DE CANALIZACIONES (TUBO, DUCTOS, CANALETAS Y ELECTRODUCTOS) Y VOLUMEN DE ENCERRAMIENTOS
(CAJAS, TABLEROS, CONDULETAS, ETC.).**

Se especifican las ducterías a utilizar en el proyecto, así como las dimensiones de los cárcamos para cableado eléctrico.
Se implementa y atiende tabla C9 de la NTC2050 en la que se muestran los diámetros mínimos de tubería a instalar según el calibre de los conductores.
En planos se especifican las características físicas de los ductos e infraestructura de paso dispuesta para redes eléctricas.

CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA.

NO APLICA

CÁLCULOS DE REGULACIÓN.

Los cálculos de regulación de los circuitos ramales y alimentadores se realizaron basados en los lineamientos establecidos en la NTC 2050. A continuación, se describe el método utilizado para los cálculos expresados en estas memorias de cálculo. Para el cálculo de la regulación de tensión se tiene en cuenta el factor de potencia, la impedancia eficaz del conductor, el valor de la tensión y la corriente nominal. Por su parte, para estos cálculos de regulación de tensión se consideran los valores de la tabla 9, capítulo 9 de la NTC.

$$Z_{eficaz} = R * \cos(\theta) + XL * \text{Sen}(\theta)$$

El cálculo del porcentaje de regulación de tensión para circuitos se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$\%V = \frac{\beta * Z_{eficaz} * L * I}{V * 1000} * 100$$

El calibre de los conductores se determinó teniendo en cuenta la caída máxima de tensión permitida y se establece de acuerdo a las secciones 210-19 y 215-2 de la NTC2050 lo cual se evidencian en los cuadros de carga:

Sección 210-19, Inciso a), Nota 4: “Los conductores de circuitos ramales como están definidos en la sección 100, con una sección que evite una caída de tensión superior al 3% en las salidas más lejanas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere al 5%, ofrecen una eficacia razonable de funcionamiento, Para la caída de tensión en los conductores del alimentador, véase el artículo 215-2”[3].

Sección 215-2, Inciso b), Nota

2: “Los conductores de alimentadores tal como están definidos en la sección 100, con un calibre que evite una caída de tensión superior al 3% en las salidas más lejanas para potencia, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramales hasta la salida más lejana no supere el 5%, ofrecen una eficacia de funcionamiento razonable, Nota 3: Véase el artículo 210-19, a), para la caída de tensión de los conductores de los circuitos ramales.

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

Instalaciones especiales, según RETIE 2013, artículo 28.3:

Son aquellas instalaciones que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos o por alimentar equipos o sistemas complejos, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica y por tanto, requieren de medidas especiales, para mitigar o eliminar tales riesgos.

Para el presente proyecto, no aplica la clasificación de atmósfera peligrosa o área clasificada.

ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES.

Ver planos de diseño anexos.

ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN.

Ver planos de diseño anexos.

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS, INCLUYENDO LAS DE TIPO TÉCNICO DE EQUIPOS Y MATERIALES Y SUS CONDICIONES PARTICULARES.

Ver archivo de especificaciones técnicas generales y particulares anexas de acuerdo con presupuesto.

ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS.

Según diseño, los espacios de trabajo que ofrecen mayor riesgo eléctrico se encuentra en cuarto técnico, por ello, se debe atender y aplicar todo lo establecido por el RETIE 2013 en sus artículos 10.4 **"ESPACIOS PARA EL MONTAJE, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS"**, y 13 **"DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE CONDUCTORES DE LA MISMA ESTRUCTURA"**

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC 2050 CUANDO SEA PERMITIDO, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN.

El proyecto no posee desviaciones a Normativa Técnica Colombiana vigente.

LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN, TALES COMO CONDICIONES SÍSMICAS, ACÚSTICAS, MECÁNICAS O TÉRMICAS.

No aplica.