MEMORIAS ELECTRICAS

PROYECTO: DISEÑO ELECTRICO DEL CAMPO SOFTBALL DE LOS CERROS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS – DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

OCTUBRE 21 de 2024.

CARTAGENA – COLOMBIA

Memoria

Memoria descriptiva

Preámbulo

El presente proyecto se ajustará en su dimensionamiento y diseño a lo especificado en el "Código Eléctrico Nacional" y en los "Criterios Básicos de Diseño y Construcción para Líneas y Redes Aéreas de Media y Baja Tensión" de AFINIA. Así como en los lineamientos regidos por la ley según el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas "RETIE".

El presente proyecto se ajusta a lo solicitado por el RETIE y a lo especificado en los proyectos tipos de AFINIA Caribe Mar de la Costa S.A.S. E.S.P Según aplique:

- Líneas aéreas de media tensión desnuda.
- Líneas aéreas de baja tensión.
- Centro de transformación tipo poste.
- Líneas aéreas de media tensión forradas.
- Líneas Subterráneas de Media y Baja Tensión.

Instalación de BT:

BAJA TENSION	
TENSION NOMINAL DISEÑO (V)	208/120
CONDUCTORES	4/0 de aluminio
CONFIGURACION DE LA LINEA B.T	Acometida en 3x(3# 4/0(F)+1#2/0(N))Al + 1#2 Cu (T) del secundario del transformador al tablero principal de baja tensión.
UBICACIÓN PUNTO DE CONEXIÓN	Punto de conexión existente en circuito AFINIA
LONGITUD RED AEREA (M)	N/A
LONGITUD RED SUBTERRANEA(M)	60

Instalación CT:

DESCRIPCION	UNIDADES	VALOR
POTENCIA	KVA	112.5
AISLANTE		
TENSIONES	Vp	13.200
	Vs	208/120
TIPO DE TRANSFORMADOR	ACEITE PAD MOUENTED	
GRUPO DE CONEXIÓN	P.e:Dyn5	
TEMPERATURA DE ACEITE	°C	N.A
BILL	KV	95
UZ	%	8

Equipos de medida (Tener presente RES CREG 038 de 2014):

- Art. 6: Para la medida Totalizadora Tipo de puntos de medición Clase 3 (1000> C I [KVA] ≥ 100)
- Para los apartamentos clase 4 (100> C I [KVA] ≥ 10).
- Art. 9 se establecieron los requisitos de exactitud para el sistema de medición.

Equipo de medida totalizadora (Macro medidor en BT)

DESCRIPCION	UNIDADES	VALOR
MEDIDOR		
TIPO DE MEDIDA	SEMIDIRECTA	
TENSION DE SERVICIO	V	N.A
CORRIENTE DE SERVICIO	A	N.A
CLASE DE PRECISION		N.A
TRANSFORMADORES DE MEDIDA		
RELACION DE TRANSFORMACION (TC's)	A	N.A
RELACION DE TRANSFORMACION (TP's)	V	N.A
TIPO		Interior
CLASE DE PRECISION		

El proyecto no cuenta con una medida semidirecta o macro medidor en baja tensión.
Hay una medida totalizadora en poste en media tensión que está especificado en el diagrama unifilar en el proyecto.

Medida para locales

DESCRIPCION	UNIDADES	VALOR
MEDIDOR LOCALES		
TIPO DE MEDIDA	DIRECTA	
TENSION DE SERVICIO	V	208
CORRIENTE DE SERVICIO	A	100
CLASE DE PRECISION		0.5s
CANTIDAD DE MEDIDORES	9	

Medidores a Instalar en el Proyecto Campo de softball

TIPO		UBICACIÓN INTERIOR/EXTERIOR	VOLTAJE	USDO DEL SERVICIO INDICADO
MONOFASICO				
BIFASICO				
TRIFASICO		INTERIOR	208/120	COMERCIAL

Cálculos justificativos

Cálculos Eléctricos: Regulación y Capacidad.

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

Nota: Las cargas que se instalaran no tienen un contenido alto de armónicos de orden 3, 5,7 por lo tanto este no afecta la red, por lo tanto, No aplica.

Análisis del nivel tensión requerido.

El nivel de tensión requerida en la red es:

Nivel de Tensión: Media tensión

Tipo de servicio: F-F-F

Tensión: 13.200V

Factibilidad:

Nivel de tensión: Baja tensión

Tipo de servicio: F-F-F-N-T

Tensión: 208 V

Cálculos de regulación MT y BT.

El voltaje de media tensión a utilizar será de 13,2 Kv, mediante un transformador de potencia bajamos la tensión de 13.200 voltios a 208 voltios, estos voltajes de 208/120 se utilizarán para suplir la demanda de todos los equipos a instalar (Alumbrado, electrodomésticos, bombas, etc.).

CAMPO DE SOFTBALL **LOS CERROS**	DISEÑO ELECTRICO	Elaborado por: HIDROGESTION SAS
		Revisión: 1
		Fecha: OCTUBRE de 2024
PROYECTO: DISEÑO ELECTRICO DEL CAMPO DE SOFTBALL DE LOS CERROS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS – DEPARTAMENTO DE BOLIVAR		

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

Ítems	DESCRIPCION	VA FACTOR DE DEMANDA 100%	Fases	V
1	TABLERO DE CONTROL DE LUCES	30.000	3	208
2	ACOMETIDA DE SERVICIOS GENERALES (ZC) ZONAS COMUNES	10.000	3	208
3	LOCALES	64.000	3	208
		104.000		

CALCULO DE LA PROTECCION PRIMARIA DEL TRANSFORMADOR

Calculo De La Corriente Primaria (Ip)

TRANSFORMADOR (KVA)		112,5	
VOLTAJE PRIMARIO (KV)		13,2	
Ip = KVA/(1.732xKVp) =	1250/(1.732x13,2) =	4,9207	Amp.
Idiseño = 1,25x Ip =	2x54,675 =	6,1509	Amp.

CAMPO DE SOFTBALL **LOS CERROS**	DISEÑO ELECTRICO	Elaborado por: HIDROGESTION SAS
		Revisión: 1
		Fecha: OCTUBRE de 2024

PROYECTO: DISEÑO ELECTRICO DEL CAMPO DE SOFTBALL DE LOS CERROS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS – DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

TRAMO DE ACOMETIDA		Fases	Tension Volts	Longitud Metros	Potencia Vatios	Corriente de línea Amp	N. Cond./fase	Calibre AWG/MCM		Corr. Conductor Amp		Area(mm2)	Constante de Regulacion	Caida de Volt Volts	REG %	Pérdidas Vatios	Pérdidas %	Corriente diseño (Amp):	Protección	Ducto	Acometida
TRANSFORMADOR 112.5 KVA		3	208	70	101.250	312,28	3	4/0		540,00		321,60	2,966129E-07	2,10	1,01%	0,00	0,00	390,35	3X325	3"	3x(3No.4/0(F)AL)+1No.2T(CU)

CALCULO DE PROTECCIONES SECUNDARIAS TRANSFORMADORES

Las protecciones de los transformadores se calculan mediante la siguiente ecuación con una capacidad interruptiva de 65 KA

$$Is = \frac{VA}{\sqrt{3}xVs}$$

No.	TABLEROS	VOLTAJE	CARGA (VA)	Is (AMP)	1,25*Is (AMP)	PROTECCION PRINCIPAL
1	TRANSFORMADOR DE 800 KVA	208	112500	312	390	3X325A

Se escoge un breaker de 3x325 Amperios

CAMPO DE SOFTBALL **LOS CERROS**	DISEÑO ELECTRICO	Elaborado por: HIDROGESTION SAS
		Revisión: 1
		Fecha: OCTUBRE de 2024

PROYECTO: DISEÑO ELECTRICO DEL CAMPO DE SOFTBALL DE LOS CERROS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS – DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

Calculo Bomba Contraincendios

Descripción	HP	W	VA
BOMBA CI	5 HP	3730	4388

BOMBA CONTRAINCENDIO-UBICADA EN CUARTO DE BOMBA (PROYECTO ESTADIO DE SOFTBALL)														
TABLERO	CIRCUITO	MOTOR	TOTAL	FASE DE CONEXIÓN			VOLTAJE	CORRIENTE	DISEÑO	PROTECCION	Longuitud (Mts)	Ducto	CALIBRE	OBSERVACIONES
		0	VA	R	S	T	VOLTIOS	AMPERIOS	Ix1,25	AMPERIOS			FASE	
T - BIN	1-3-5	1	4388	*	*	*	220	11,5	14,4					
							208	0,0	0,0					
							208	0,0						
							208	0,0						
Industrial		1	4388	1488	1488	1488	208	12,2	15,2	3X20	15	1"	3No.8(F) Cu + 1No.10 Cu (T)	Alimentacion de l T-BIN

CAMPO DE SOFTBALL **LOS CERROS**	**DISEÑO ELECTRICO**	**Elaborado por: HIDROGESTION SAS** **Revisión: 1** **Fecha: OCTUBRE de 2024**

PROYECTO: DISEÑO ELECTRICO DEL CAMPO DE SOFTBALL DE LOS CERROS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS – DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

CALCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

1. Parámetros **Calculo de corriente de cortocircuito BCI**

Potencia kVA 5,0 Tensión

V. 220

In A. 13,12

Impedancia 3 % Norma NTC 819 tabla 1

Pcu = 13500 W Norma NTC 819 tabla 1 Po 2090 W Norma NTC 819 tabla 1

Icc en bornes In/Uz **437** A.

Rt = [Pcu (W)] / [3xIn^2]= 26,13447 Ohms

Zt = Z%*V^2 / [100*P(VA)] 0,29040 Ohms

Xt = [(Zt*Zt) - (Rt*Rt)]½ -341,46301 Ohms

2. Parámetros del alimentador hasta TG

LONGITUD DE LA ACOMETIDA AL TGA = 10 m

Resistividad del cobre **1,80E-08** seccion de la platina de **1,91E-04**

L = 0,0100 Km

R = 0,1096 ohm/Km valor sacado de tablas

X = 0,0000 ohm/Km valor sacado de tablas

RL = (**R** ohm/Km)(**L** Km) = 1,10E-03 Ohms

XL = (**X** ohm/Km)(**L** Km) = 0,00E+00 Ohms

3. Corto circuito con base en las dos impedancias

Zcc= [(RL+Rt)^2 + (XL+Xt)^2]½ = 342,46176 Ohms

4. Corriente de corto circuito En bornes del Interruptor Automático

Icc = V / (1.73xZcc) **=** **0,4 kA.**

Se toma una corriente para la capacidad de interrupcion de los dispositivos de proteccion de 10 KA

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

La corriente correspondiente a esta carga instalada está definida por:

I = 150000 / (1,732 *208) = 416 amperios.

I de diseño =393,66*1,25 = 520 amperios

Se desarrolla el Cálculo de Regulación para la acometida de 60 metros.

Nivel de Tensión: 208 voltios
Distancia: 60 metros
Potencia: 112.5 KVA
Corriente de fase 312 Amperios
Corriente de diseño 390 amperios.

Se elige el conductor para 75°C, temperatura ambiente 31-35 °C con un factor de 0,94 la capacidad de corriente permisible de conductores sencillos aislados para 0 a 2000 V nominales al por ducto y temperatura ambiente:

Conductor elegido	3 por fase 4/0 de Cu
Tipo de aislamiento	AWG – THWN
Temperatura del conductor	75ºC
Corriente máxima de cada conductor	180 amperios

De acuerdo a la norma NTC 2050 artículo 310-16 y efectuando corrección de temperatura, se obtiene:

Corriente efectiva del conductor	180
Temperatura ambiente	31 – 35ºC
Factor de corrección por temperatura	0,94
Factor de ajuste por agrupamiento (no aplica)	1
Conductores por fase	3
Número necesarios de conductores por fase	3

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

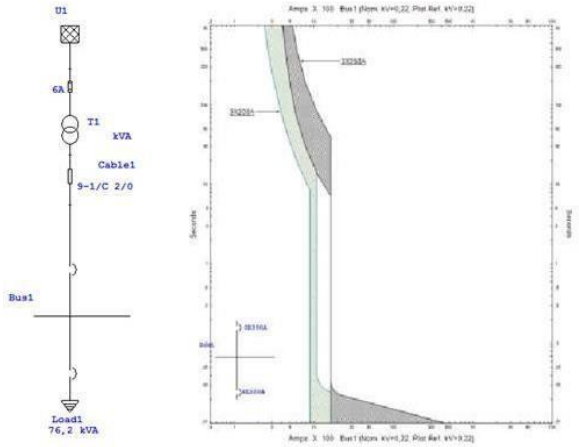
Para las cargas que se va a considerar un factor de potencia de 0.9.

Las cargas que se instalaran no tienen un contenido alto de armónicos de orden 3, 5,7 por lo tanto este no afecta la red, por lo tanto, No aplica.

CAMPO DE SOFTBALL **LOS CERROS**	DISEÑO ELECTRICO	Elaborado por: HIDROGESTION SAS
		Revisión: 1
		Fecha: OCTUBRE de 2024

PROYECTO: DISEÑO ELECTRICO DEL CAMPO DE SOFTBALL DE LOS CERROS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS – DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

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



Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente

Icc 3f	8,445	KA	corriente de corto circuito secundaria
T	0.15	S	tiempo de despeje de falla
K	115.00		constante del CU con aislamiento PVC

$$\mathbf{S=1000\ x\ Icc\ x}\ \frac{\sqrt{t}}{k}$$

S=305 mm^2

Elección del conductor en baja tensión:

Potencia del transformador			112.5 Kva
Tensión de línea fase-fase			208 V
Corriente normal de fase	312	**Corriente de diseño**	390

Se escoge el conductor 3 (3No. 4/0 Cu AWG (F) +1No. 4/0 Cu AWG (N)) +1 No. 2 Cu AWG (T)

Cálculo de puesta a tierra y estudio de resistividad.

MEDIDAS DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO.

Para el cálculo de la puesta a tierra se utilizará el método de Werner de 4 puntas, utilizando un telurómetro METREL MI 3123 SMARTEC, se tomaron las mediciones para 4 distancias de separación de electrodos, los cuales muestran la resistividad promedio medida en el terreno.

DATOS DE CAMPO			
VALORES PROMEDIO DE RESITIVIDAD			
Rutas	Separación Electrodos (m)		
	1	2	3
1	11,8	4,4	3,9

CALCULO DE LA RESISTIVIDAD APARENTE.

Para calcular la resistividad aparente para un terreno no homogéneo se aplicará el método de BOX – COX propuesta en por la IEEE80 – 2000. Para el cálculo de este parámetro se emplea el método probabilístico (transformación de BOX – COX), para lo cual se tomará una probabilidad del 70% como aceptable para la asignación de la resistividad a partir del ajuste de distribución normal.

Partiendo de los datos de resistividad obtenidos de las lecturas se aplica el siguiente procedimiento:

1. Se halla el promedio de la resistividad aparente Xp.
2. Se tabulan los datos de resistividad aparente medida Pi.
3. En una columna se colocan los logaritmos naturales de cada una de las medidas.

$$X_i = Ln\rho_i$$

4. Se halla la resistividad promedio como:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} X_i}{n}$$

5. En otra columna se coloca el resultado

$$(X_i - \overline{x})^2$$

6. Se calcula la desviación estándar S como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

7. De la distribución normal se toma Z para 70% de 0,524411

8. Se halla la resistividad (con probabilidad del 70% de no ser superada) por la siguiente formula:

$$\rho = AntiLn(S * Z + \bar{x})$$

Se anexa tabla con cálculos efectuados.

EVALUACION			
Distribución Normal 70%	Z	0,524411	
	ρi	Xi=LN(ρi)	$(Xi-x)^2$
	11,8	2,46809953	1,3005791
	4,4	1,48160454	0,023695795
	3,9	1,36097655	0,001109316
Suma		5,31068063	1,3253842
Promedio (x)		1,32767016	0,331346068
Desviación Estándar (S)			0,575626674
Resistividad con el 70%		**5,10**	**Ω-m**

NOTA: De la tabla anterior observamos que el valor de resistividad con una probabilidad del 70 % de no ser excedida es de 5,10 Ω-m.

CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

El sistema de puesta a tierra consistirá en un anillo y dos varillas de puesta a tierra, para lo cual se tomará la metodología del anexo B5 de la normativa de redes aéreas desnudas sin neutro.

Para un anillo cerrado en cable, la resistencia de puesta a tierra, está dada por:

$$R_{PAT} = \frac{\rho}{4\pi^2 D}\left(ln\frac{8D}{r}\right)$$

Siendo

R_{PAT}: Resistencia de PAT de un anillo (Ω)

ρ: Resistividad aparente del terreno (Ω-m)

D: Radio del anillo (mm)

r: Radio del cable (mm)

Rho	8,19
D	1000
r	4,03
	0,00157619

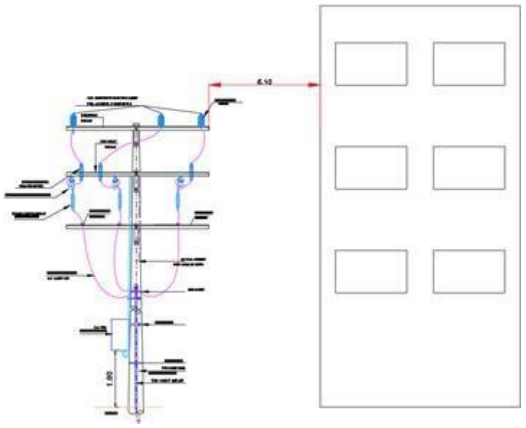
No es necesario colocar varillas adicionales debido a que la resistencia medida en terreno es menor a los 1 Ω.

El cálculo que se hizo de la puesta a tierra se hizo con base a la metodología del anexo B5 de la normativa de redes aéreas desnudas sin neutro.

La tensión de contacto real es de 740,8 Vpt es menor que la tensión de Contacto tolerable, y la tensión de Paso real es de 996,9 es menor que la tensión de paso tolerables, por lo tanto, no hay riesgos para el cuerpo humano.

Distancia de seguridad

El cableado de baja tensión será subterráneo, esta zona está ubicada a 5 mts de la zona de tránsito de personal. La subestación con el transformador de 112.5 KVA está ubicada dentro del proyecto. De acuerdo al RETIE no está establecida una distancia mínima de seguridad de límite de aproximación restringida. De todas maneras, la subestación cuenta con un cerramiento y señalización que no permite el acceso al personal no autorizado, dentro de los lineamientos del RETIE se cumple con las distancias de seguridad para una correcta operación y circulación dentro de la subestación.



Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.

No aplica porque no existe ninguna desviación de la norma vigente, todos los cálculos están hechos de acuerdo al RETIE Y NTC 2050.

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 porque no hay ningún equipo que genere calor o que produzca algún tipo de ruido y en el caso de la parte sísmica no se está construyendo ninguna base para el transformador o tableros que pueda generar esta actividad. De todas maneras, los cálculos mecánicos del poste donde va a ir ubicado el trasformador están presentes en el diseño.

CAMPO DE SOFTBALL **LOS CERROS**	DISEÑO ELECTRICO	Elaborado por: HIDROGESTION SAS
		Revisión: 1
		Fecha: OCTUBRE de 2024

PROYECTO: DISEÑO ELECTRICO DEL CAMPO DE SOFTBALL DE LOS CERROS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS – DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

Cálculos Eléctricos: Aislamiento, y protección contra Rayos, Riesgo eléctrico. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico (Norma IEC).

COORDINACION DE AISLAMIENTO		
Ki: (Factor de Seguridad para relacionar el NPR con el BIL)	1,25	
Km. (Factor de Seguridad para relacionar el NPM con el BS	1,15	
NPM: (Nivel de ProteccionTipo Maniobra)	15	kV
NPR: (Nivel de Proteccion Tipo Rayo)	35	kV
BIL: (Nivel Basico de Aislamiento a Impulso Tipo Rayo) BIL=NPR*Ki	43,8	kV
BIL: Normalizado	95	kV
K: (Factor de Aislamiento de Equipos)	0,83	Equipos sumergidos en aceite
	0,6	Equipos Secos
	0,75	
BSL (Nivel Basico de Aislamiento a Impulso Tipo Manioibr BSL=K*BIL	32,8	kV (Equipos sumergidos en aceite)
Relacion BSL/NPM	2,19	
KM<=BSL/NPM	SI	
BIL: (Definitivo)	95	kV

PARAMETROS ELECTRICOS DE LA SUBESTACION	DESCRIPCION
TENSION DE BARRA	13,2 KV
PUESTA A TIERRA	SOLIDA
CONFIGURACION	INTERRUPTOR Y MEDIO
FRECUENCIA	60 CICLOS
TIEMPO MAXIMO DE DESPEJE DE LA FALLA	18 CICLOS
CIRCUITOS DE LINEA	3 (13,2KV)
CARGA NOMINAL	225 KVA

Coordinación para 13,2 KV

Tensión máxima del sistema =	15,2	kV
Ki: (Factor de Seguridad para relacionar el NPR con el BIL)	1,25	
Km. (Factor de Seguridad para relacionar el NPM con el BS	1,15	
K: (Factor de Aislamiento de Equipos)	0,75	
Tensión nominal del descargador:	10,97	

Características del descargador escogido.
Escogiendo un modelo que cumpla con esta tensión se toma los valores de:

NPM: (Nivel de Protección Tipo Maniobra)	15	kV
NPR: (Nivel de Protección Tipo Rayo)	35	kV
BIL: (Nivel Básico de Aislamiento a Impulso Tipo Rayo)		
BIL=NPR*Ki	43,75	kV
BIL: Normalizado	95	kV
BSL (Nivel Básico de Aislamiento a Impulso Tipo Maniobra)		
BSL=K*BIL	32,8125	kV
Relación BSL/NPM	2,1875	
KM<=BSL/NPM	SI	

APANTALLAMIENTO

Para el diseño del apantallamiento del campo se utilizó la Norma NTC 4552 de ICONTEC.

Análisis de Riesgo

Consiste en determinar los riesgos que se puedan presentar en los siguientes casos:

RIESGO DE PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS

RIESGO DE PÉRDIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS RIESGON DE PÉRDIDAS DE PATRIMONIO CULTURAL

RIESGO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS

Cada una de estos riesgos tiene varios componentes, los cuales deben ser definidos acorde a las actividades a desarrollar en la edificación.

RIESGOS TOLERABLES

RIEGOS	RIESGOS TOLERABLES
R1 Riesgo de Pérdidas de vidas humanas	10e-5
R2 Riesgo de pérdidas de servicios Públicos	10E-3
R3 Riesgo de pérdidas de Patrimonio Cultural	10E-3
R4 Riesgo de Pérdidas Económicas	10E-3

Los riesgos calculados deben ser menores que los tolerables

Como se muestra en los anexos, para los niveles de protección III y IV, no se cumple la anterior condición.

Teniendo en cuenta el carácter aleatorio del fenómeno del rayo y la gran afluencia de personas en el campo de softball, se toma la decisión de hacer los estudios con el nivel de protección.

Sistema integral de protección contra rayos

El objetivo de un sistema de protección contra rayos es interceptar los impactos directos a la estructura y conducir la corriente del rayo desde ese punto hasta la tierra.

Se utilizará el método de la esfera rodante

Según esta norma el sistema de protección contra rayos consta de tres partes, que son:

- Sistema de Captación mediante varillas tipo Franklin.
- Sistema de bajantes cuya función es enviar las corrientes producidas por la descarga atmosférica al sistema de puesta a tierra.
- Sistema de puesta a tierra para drenar a tierra las corrientes de rayo.

Puntas Captadoras

Se encargan de interceptar los rayos que van a impactar la estructura

Todos los conductores a nivel de techo deben estar unidos entre sí para asegurar la correcta división de corrientes.

Para la ubicación de las puntas captadoras se utilizará el método de la esfera rodante.

Este método consiste en rodar una esfera, la cual no debe hacer contacto con ninguna parte de la estructura y siempre debe estar soportada por algún elemento de captación.

Radio de la Esfera para el método de la esfera Rodante

Sistemas de Bajantes

Para reducir la probabilidad de daño debido a las corrientes que circulan por el sistema de protección, los bajantes deben tener diferentes caminos y la longitud de los mismos debe ser mínima.

Para el sistema de protección el número de bajantes no debe ser inferior al estipulado en la Norma, con lo cual se garantiza una buena distribución de las corrientes a tierra. El número de bajantes dependerá del perímetro del edificio y teniendo una distribución lo más uniforme posible, manteniendo la cantidad estipulada en la norma.

La Norma es clara Ntc 4552-3 en la Pag. 14 dice: "Cada estructura debe poseer por lo menos dos bajantes y se debe instalar uno en cada esquina", se refiere esto a que en estructuras pequeñas no se puede colocar un solo bajantes, mínimo debes colocar dos bajantes por pequeña que sea la estructura a proteger.
RETIE dicen que de acuerdo al nivel de protección LPL deberán disponer los bajantes. Para el LPL I, cada 10 metros un bajante. Eso tiene que ver con los cálculos de distribución de corriente de rayo.

"Las bajantes deben distribuirse simétricamente alrededor de la estructura a proteger, ubicadas en la parte exterior de estas distanciadas entre sí de acuerdo con la Tabla 6 (esta Tabla se encuentra en la pag. 14 de la Ntc 45552-3) con el fin de reducir la posibilidad de daños debido a corrientes de rayo fluyendo por el sistema de protección externo. Es recomendable una separación igual entre los bajantes".

El cálculo arrojo que debemos instalar 18 bajantes.

El número de bajantes depende del nivel de protección y se muestra en la siguiente tabla

Tabla 6, Distancia de Separación para Conductores Bajantes

Tipo de Nivel de Protección	Distancia Típica Promedio (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

Nivel de Protección Seleccionado

Teniendo en cuenta la metodología expuesta por la norma NTC 4552-2, indicada por el RETIE como obligatoria y las condiciones donde se instalará el sistema como es el caso de una universidad donde se concentra un gran número de personas, se selecciona un Nivel de Protección I.

Como estipula la NTC 4552, el radio de la esfera correspondiente al NPR I es de 35 m.

Con base en esto, se colocarán las puntas captadoras, las cuales tendrán una altura de 0.6 m y distribuidas de tal forma que la esfera rodante no haga contacto con alguna parte de la estructura.

Los bajantes deben ser distribuidos de la forma más regular posible, pero debido a algunos inconvenientes, estas distancias pueden variar. Se colocarán partiendo de una de las esquinas del edificio, tratando de cumplir con la distancia de 10 m., teniendo en cuenta que deben conectarse a una punta captadora.

Debido a la alta circulación de personas y a la estructura en vidrio de la torre empresarial, se colocará cable aislado (HVI) desde la cubierta hasta el aterrizaje en la malla equipotencial.

El sistema de puesta a tierra consistirá de varillas de cobre de 2.4 mx 5/8” y serán conectadas a cada bajante.

Se hará una unión equipotencial (para evitar elevados potenciales de paso) entre las varillas con cable de cobre y esta se unirá a la malla de puesta a tierra de la subestación.

Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

COLOR	NIVEL DE RIESGO
	Muy Alto
	Alto
	Medio
	Bajo
	Muy Bajo

RIESGO ELECTRICO	PROBA-BILIDAD DE QUE OCURRA	FORMA DE MITIGACION	PARA EJECUTAR EL TRABAJO
Arco eléctrico		Para toda la instalación eléctrica se utilizarán materiales envolventes resistentes a los arcos, además de esto se señalizarán las áreas especiales donde se encuentran los tableros generales de distribución provisionales del Edificio, con esto se deja claro que solo un personal autorizado (Ingeniero electricista o Técnico Eléctrico) puede intervenir estas áreas. El transformador del edificio es tipo convencional de aceite y se encuentra a unos 5 metros fuera del edificio, ubicado en un poste.	Para ejecutar los mantenimientos o manipular gabinetes eléctricos o transformador, se utilizarán herramientas y dotación eléctrica acorde con el riesgo. También se tiene en cuenta las distancias de seguridad que se deben mantener al ingresar a estas áreas y realizar trabajos especiales.
Caídas		Para la subestación en poste, solo el personal capacitado podrá intervenir estas áreas, y no debe dejarse ningún elemento que pudiera dar acceso fácil a la subestación.	Para ejecutar cualquier trabajo en estas zonas, el personal dispondrá del equipo necesario para trabajo en altura.
Contacto indirecto de equipos que funcionen con energía eléctrica		Estos problemas se evitan en el proyecto ya que este cuenta con un sistema de tierra y cada punto eléctrico esta aterrizado.	Para ejecutar los mantenimientos o manipular gabinetes eléctricos o transformador, se utilizarán prenda acorde con el riesgo y gafas de protección. También se tiene en cuenta las distancias de seguridad que se deben mantener al ingresar a estas áreas y realizar trabajos Especiales.

Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1 del RETIE.

El proyecto no se encuentra cerca de una subestación y/o línea de alta tensión que puedan producir, campos electromagnéticos elevados, los cuales no generan daños a los seres humanos y por lo tanto no se aplican para este proyecto. El cálculo de estos campos electromagnéticos se realiza para líneas superiores o iguales a 57 KV.

Clasificación de áreas.

Esta es una instalación básica, en exterior clase1, zona 2

Ing. JORGE LUIS PEREZ MASNAVA
Diseñador