DISEÑO DEL PROYECTO

ESTADIO DE FÚTBOL "RENÉ URREA", MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

PROYECTISTA

Ing. CECILIO ESCALANTE RAMOS

FECHA: MAYO DE 2022

ÍNDICE

1. **Memoria**
   - **1.1. Memoria descriptiva**
     - 1.1.1. Preámbulo
     - 1.1.2. Peticionario y Objeto
     - 1.1.3. Emplazamiento
     - 1.1.4. Descripción de la instalación
       - 1.1.4.1. Instalación de MT
       - 1.1.4.2. Instalación de BT
       - 1.1.4.3. Instalación CT
       - 1.1.4.4. Equipos de medida
   - **1.2. Cálculos justificativos**
     - 1.2.1. Cálculos Eléctricos: Regulación y Capacidad
       - 1.2.1.1. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
       - 1.2.1.2. Análisis del nivel tensión requerido.
       - 1.2.1.3. Cálculos de regulación MT y BT.
       - 1.2.1.4. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga
       - 1.2.1.5. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
       - 1.2.1.6. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).
     - 1.2.2. Cálculos Eléctricos: Cortocircuito, Protecciones y PT
       - 1.2.2.1. Cálculo de puesta a tierra y estudio de resistividad.
2. **Planos**

1. Memoria

1.1. Memoria descriptiva

1.1.1. Preámbulo

El presente proyecto se ajusta a lo solicitado por el RETIE y a lo especificado en las normativas y proyectos tipo de **AIR-E S.A.S E.S.P.**, según aplique.

1.1.2. Peticionario y Objeto

Cliente/Dueño del proyecto:
Alcaldía del Municipio de Maicao (Departamento de La Guajira)

Promotor:
ALCALIA DE MAICAO
Diseñador:
Cecilio Escalante Ramos

1.1.3. Emplazamiento

En la siguiente tabla se incluye la localización geográfica del proyecto y su categorización según Proyectos Tipo.

Departamento(s)	LA GUAJIRA
Municipio(s)	MAICAO
Localidad(es)	CRA 8 CLL 23 ESQ., MAICAO
Zona	C
Área	URBANA
Contaminación	NORMAL

1.1.4. Descripción de la instalación

1.1.4.1. Instalación de MT:

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Tensión nominal de diseño (kV)	13,2 kV
Potencia máxima de transporte (MVA)	0,1125
Conductor(es)	1/0 ACSR (3F)
N° Circuitos	0
Origen	11°23'14.44" N 72°14'14.40" O
Final	11°23'14.44" N 72°14'14.40" O
Longitud red aérea (km)	-
Longitud red subterránea (km)	-

1.1.4.2. Instalación de BT:

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
Tensión nominal de diseño (V)	220/127
Conductores	3x(2x4/0) F + 1x(2x4/0) N + 1x(2) T. Cu
Configuración de la línea de B. T.	SUBTERRÁNEA
Número de clientes/Tipo	1
Longitud red aérea (km)	0
Longitud red subterránea (km)	0.025

1.1.4.3. Instalación CT:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Potencia	kVA	112,5
Aislante	-	
Tensiones	Vp	13200
	Vs	220/127
Tipo de transformador	Poste	
Grupo de conexión	Dyn5	
Temperatura de aceite	°C	60
Temperatura de devanados	°C	65
Bil	kV	95
Uz	%	3,0

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

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALOR
Medidor		
Tipo de Medida	Medidor electrónico directo, tipo 2, monofásico trifilar	$1.370.025
Tensión de servicio	kV	0,220 V
Corriente de servicio	A	5(10) A
Clase de precisión		
Transformadores de Medida		
Relación de transformación (TC´s)	A	3x400/5 A
Relación de transformación (TP´s)	V	N/A
Tipo		Exterior
Clase de precisión		

1.2. Cálculos justificativos

1.2.1. Cálculos Eléctricos: Regulación y Capacidad.

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

ALCALDIA DE MAICAO, en calidad de PROMOTOR, pretende proveer el servicio de energía eléctrica al Estadio René Urrea, en el Municipio de Maicao, Departamento de La Guajira.

La numeración de circuitos correspondiente a la distribución de cargas puede apreciarse en los planos de vista en planta de las instalaciones eléctricas.

1.2.1.2. Análisis del nivel tensión requerido.

Tensión primaria fase-fase	13200 V
Tensión secundaria fase-fase	220 V
Tensión secundaria fase-neutro	127 V
Relación de transformación	60

1.2.1.3. Cálculos de regulación MT y BT.

A continuación, se presentan los cálculos de regulación de tensión:

CÁLCULO DE REGULACIÓN DE TENSIÓN (Conforme art. 27.3 RETIE 2013 y NTC 2050)						
TABLERO	**L(m)**	**I TOTAL (A)**	**CALIBRE**	**Z (Ohm/km)**	**CAIDA TENSIÓN (V)**	**% REGULACIÓN**
TD 1	5	26,6	8 Cu	2,65	0,35	0,16
TD 2	46	21,7	6 Cu	1,67	1,67	0,76
TD 3	251	28,7	2 Cu	0,659	4,75	2,16
TD 4	216	14,9	6 Cu	1,67	5,37	2,44
BOMBA 1	113	35,2	6 Cu	1,67	6,64	3,02
BOMBA 2	132	35,2	2 Cu	0,659	3,06	1,39
TORRE 1 + POSTE 1	218	83,8	4/0 Cu	0,205	3,75	1,70
TORRE 2 + POSTE 2	168	83,8	2/0 Cu	0,331	4,66	2,12
TORRE 3 + POSTE 3	97	83,8	1/0 Cu	0,417	3,39	1,54
TORRE 4 + POSTE 4	60	83,8	2 Cu	0,659	3,31	1,51
TG	25	208,3	2 X 1/0 Cu	0,84	4,35	1,98

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

CÁLCULOS ELÉCTRICOS				
DEMANDA				
DESCRIPCIÓN	**CARGA**	**F.D**	**SUB TOTAL**	
TD 1	5852	1,00	5852	VA
TD 2	4774	1,00	4774	VA
TD 3	6314	1,00	6314	VA
TD4	3278	1,00	3278	VA
BOMBA 1	7744	1,00	7744	VA
BOMBA 2	7744	1,00	7744	VA
TORRE 1 + POSTE 1	18436	1,00	18436	VA
TORRE 2 + POSTE 2	18436	1,00	18436	VA
TORRE 3 + POSTE 3	18436	1,00	18436	VA
TORRE 4 + POSTE 4	18436	1,00	18436	VA
TOTAL			**109450**	**VA**
TRANSFORMADOR				
UTILIZAR TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE 112,5 kVA (TIPO POSTE)				
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN: 13200/220-127 V				
ACOMETIDA MT				
I= 4,92 A				
UTILIZAR FUSIBLE TIPO D(VS) 5				
ACOMETIDA BT				
I=295,2 A				
UTILIZAR ACOMETIDA 3 X (2 X 4/0) AWG Cu (F) + 1 X (2 X 4/0) AWG Cu (N) + 1 X 2 AWG Cu (T)				
(CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO - NTC 2050, TABLA 310-17) PPTT CT TIPO POSTE (CAP. 6)				
PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA 3X300 A				

Capacidad de corriente por fase (2x4/0 AWG, Cu, 90°C) = 2x260 A (Tabla 310-16 NTC 2050)
Capacidad de corriente por fase corregida por temperatura ambiente = 2x249,6 = 499,2 A
Capacidad de corriente por fase corregida por agrupamiento = 399,4 A

Corriente de falla
$I_{cc} = (I_n / Z) \times 100 = 7380$ A

Protección general
Utilizar interruptor termo magnético de 3x300 A, capacidad mínima de disparo de 15 kA

Factor de potencia
Se asumió un factor de potencia de 0.90, ya incluido en los cálculos del proyecto.

Armónicos
No se toman en cuenta por no ser de gran magnitud

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

La función de los conductores de potencia es transportar la energía eléctrica de forma energéticamente eficiente y lo más amigablemente posible a nivel ambiental, desde la fuente hasta el punto de utilización. Debido al fenómeno de resistencia eléctrica dichos conductores disipan una parte de la energía transportada en forma de calor (Efecto Joule) de modo que una eficiencia del 100% no es obtenida en este proceso, en consecuencia, esa pérdida requiere de la generación de energía adicional, lo cual a su vez contribuye al aumento en la emisión de gases con efecto invernadero en la atmósfera.

La energía disipada en este proceso de transporte debe ser pagada por alguien, convirtiéndose así en un aumento de los costos operativos de la instalación que está siendo alimentada. Este aumento financiero se extiende por toda la vida útil del proceso involucrado.

El precio de la energía tiene un peso cada vez más importante en los costos operativos de las instalaciones eléctricas, en este sentido, se deben hacer todos los esfuerzos posibles para no tener gastos innecesarios.

Los aspectos ambientales y conservacionistas relacionados con la energía desperdiciada también son factores importantes, cada vez más relevantes. Estudios revelan a lo largo del ciclo de vida de los conductores eléctricos las más significativas emisiones de CO_2, de esta manera, mantenidas todas las demás características de la instalación la forma más adecuada para disminuir las perdidas por Efecto Joule en los conductores eléctricos, y por consecuencia las emisiones de CO_2, es aumentando la sección nominal de los conductores eléctricos. Sin embargo, esto significa incrementar el costo inicial de conductores y sus accesorios, mano de obra de instalación, etc., por lo que se tiende a anular la economía conseguida con el avance de la eficiencia en la distribución, por lo cual es necesario encontrar un equilibrio entre estas dos variables (reducción de las pérdidas por aumento del costo inicial de la instalación).

Los criterios para el dimensionamiento económico y ambiental que se presentan a continuación son aplicables a todos los tipos de instalaciones eléctricas BT y MT, incluyendo las industriales y comerciales, así como también las redes públicas de distribución de energía eléctrica.

Cálculo de la selección mínima del conductor de BT del alimentador

$$I_{cc} = \frac{S}{\frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

t = 0,20 s tiempo de despeje de fallas
K = 115 constante del conductor con aislamiento PVC
Icc = 3,907 kA (valor máximo estimado)

Potencia del transformador MT/BT (en KVA)	≤630	800	1000	1250	1600	2000
Tension de cortocircuito Ucc (en %)	4	4,5	5	5,5	6	7

$S = (1000 \times I_{cc} \times \sqrt{t}) / k = (1000*7{,}380 *\sqrt{0, 20}) /115 = 28{,}7\ mm^2$
Sección conductora 2x4/0 AWG es $2x107{,}22\ mm^2 = 214{,}44\ mm^2$
El conductor 2x4/0 AWG es técnicamente viable para su instalación

1.2.1.6. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).

Porcentaje de la sección transversal en tubos Conduit y tuberías, para el llenado de conductores. Tabla 1. Capítulo 9. NTC 2050

Número de conductores	1	2	Mas de 2
Todos los tipos de conductores	53%	31%	40%

Dimensiones y porcentaje de la sección de los tubos y tuberías, Tabla 4. Capítulo 9. NTC 2050

Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos, Tabla 5. Capítulo 9. NTC 2050

Número máximo de conductores y alambres de aparatos en tubo Conduit rígido de PVC Tipo A, Tabla C11. (Según la Tabla 1, Capitulo 9) NTC 2050

Cálculo de tubería de baja tensión.

Letras de tipo	Sección del cable AWG/ Kcmils	Sección comercial en pulgadas									
		½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4
THHN, THWN, THWN-2	14	16	27	44	73	96	150	225	338	441	566
	12	11	19	32	53	70	109	164	246	321	412
	10	7	12	20	33	44	69	103	155	202	260
	8	4	7	12	19	25	40	59	89	117	150
	6	3	5	8	14	18	28	43	64	84	108
	4	1	3	5	8	11	17	26	39	52	66
	3	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
	2	1	1	3	6	8	12	19	28	37	47
	1	0	1	2	4	6	9	14	21	27	35
	1/0	0	1	2	4	5	8	11	17	23	29
	2/0	0	1	1	3	4	6	10	14	19	24
	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	250	0	1	1	1	2	3	5	8	10	14
	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	500	0	0	1	1	1	1	3	4	6	7
	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	800	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	14	15	26	43	70	93	146	218	327	427	549
	12	11	19	31	51	68	106	159	239	312	400
	10	8	13	22	37	48	76	114	171	224	287
	8	4	8	13	21	28	44	65	98	128	165
	6	3	5	9	15	20	31	46	70	91	117
	4	1	4	6	10	14	21	32	49	64	82
	3	1	3	5	8	11	18	27	40	53	68
	2	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
PFA, PFAH, TFE	1	1	1	3	5	6	10	15	23	30	39

Según el proyecto el cálculo de acometida arrojó 8 conductores 4/0 AWG + 1 conductor 2 AWG (tierra), se utilizará tubería PVC de 4''.

1.2.2. Cálculos eléctricos: cortocircuito, protecciones y PT.

1.2.2.1. Cálculo de puesta a tierra y estudio de resistividad.

De conformidad con el artículo 15.2 del RETIE (Diseño del Sistema de Puesta a Tierra), podrá aplicarse el diseño simplificado del sistema de puesta a tierra. De acuerdo con lo indicado en ítems anteriores, la línea de tierra de la acometida principal será en cable de cobre calibre 2 AWG, y deberá unirse a la malla de tierra del sistema de acuerdo con un método constructivo aceptable por el RETIE. El valor seleccionado cumple con lo establecido en la Tabla 250-95 de la NTC 2050. Debe instalarse malla de tierra en el CT, así como en el tablero general TG, ambas estarán interconectadas.

El TG y todos los TD´s estarán provistos de la conexión a tierra con el objeto de limitar las tensiones de defecto que se puedan originar en la propia instalación. Esta deberá asegurar la descarga al suelo de la intensidad de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas de paso y contacto, con las masas eventualmente puestas en tensión. También estarán conectados a tierra los

sub-tableros y todos los circuitos, así como las barras neutras, de acuerdo con el numeral 15.4 del RETIE; también se conectarán a tierra los mástiles que soportan la iluminación de la cancha de fútbol (ver planos).

El régimen de conexión a tierra (RCT), llamado también "régimen de neutro", será de conexión sólida según lo establecido en el artículo 27.2 del RETIE.

En todo caso, los valores de puesta a tierra garantizarán que las tensiones de paso y de contacto no superarán los valores indicados en la publicación IEEE "Guía para la seguridad en la puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna".

El diseño del sistema de puesta a tierra se ajusta a los lineamientos regidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas:

a. Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
b. Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas
c. Servir de referencia al sistema eléctrico.
d. Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.
e. Transmitir señales de RF en onda media

Tratamiento del terreno:

El diseño del sistema de PAT deberá ser óptimo desde el punto de vista técnico y económico, se deberá seleccionar la opción más viable para el proyecto, dependiendo de las características del terreno y las características técnicas del equipo a proteger.

Algunas alternativas son:

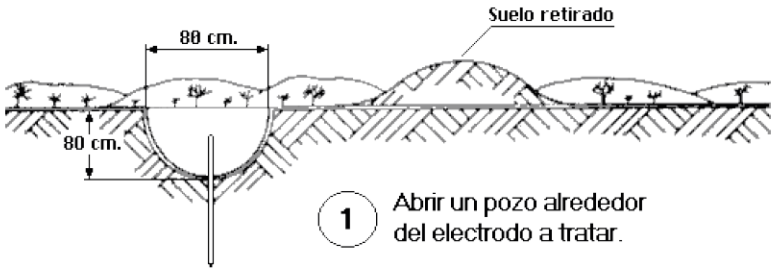
1. La resistividad del terreno se puede reducir aplicando un tratamiento químico, entre los cuales se cuenta el cloruro de sodio, bentonita sódica, sulfato de magnesio, sulfato de cobre o cloruro de calcio. Los productos químicos se deben aplicar en una zanja circular alrededor del electrodo de tal manera que se evite el contacto con el mismo.

2. La implementación de suelos artificiales cuyas características mínimas deben ser:

• Que no tenga riesgo para quienes lo manipulen, o para los animales
• Que sea fácil de aplicar
• Que retenga la mayor humedad posible, el mayor tiempo posible
• Que su humedad relativa no exceda el 10%
• Que no requiera hidratación previa con agitación
• Que permanezca inalterable con el tiempo, que sea muy estable
• Que no dañe los suelos naturales donde se aplique
• Que los procesos químicos originados durante la mezcla sean reversibles
• Que no presente migraciones con el tiempo
• Que tenga alta capacidad de intercambio catiónico
• Que sea insoluble en agua, tixotrópico, PH alcalino (>7), permitividad >1

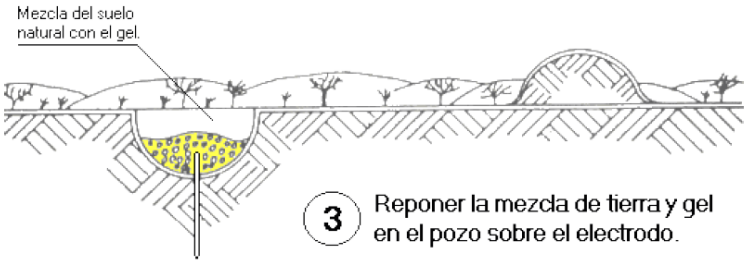
METODO PARA MEJORA LA RESISTIVIDAD APARENTE DEL TERRENO.

El método que se comenta a continuación tiene como ventajas su bajo costo, facilidad y su rapidez de instalación.
Puede ser aplicado en cualquier tipo de instalación eléctrica, principalmente donde se dispone de espacio físico reducido y valores elevados de resistividad del terreno.

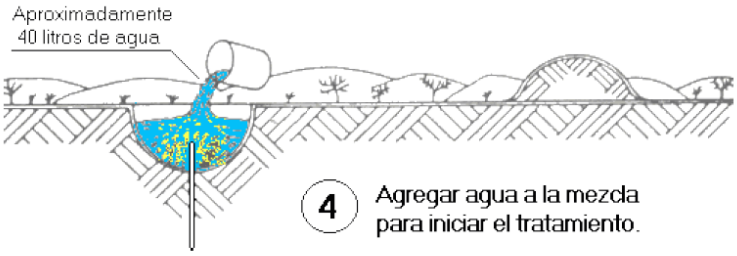


Abrir un pozo alrededor del electrodo de aproximadamente 80 cm. de diámetro, y como mínimo de 80 cm. de profundidad; aunque conviene que sea lo más profundo posible.

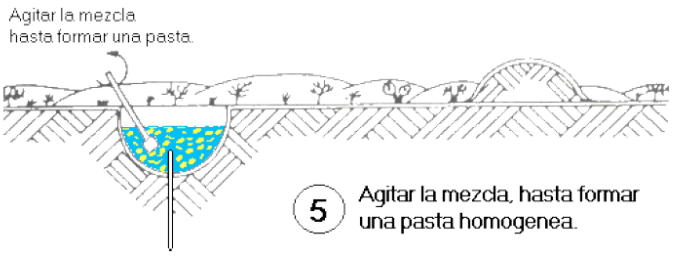
Quitar, de la tierra retirada del pozo, toda piedra que pudiera existir y tratar de desmenuzar cualquier terrón grande.
Mezclar en partes iguales el gel o la bentonita con la tierra recién tratada, procurando formar una mezcla lo más uniforme posible.



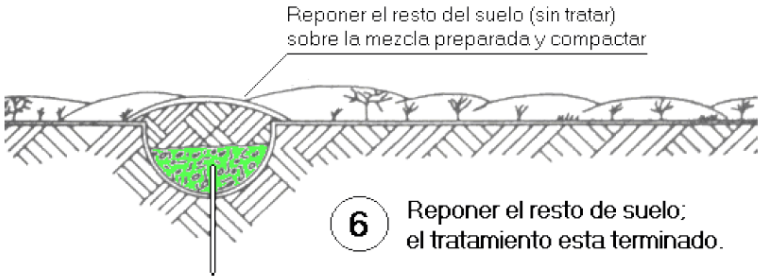
Colocar en el pozo la mezcla anteriormente descripta, hasta rellenar unas tres cuartas partes de este.



A continuación agregar agua; aproximadamente unos 40 litros; aunque esta cantidad puede variar de acuerdo al tipo de terreno y profundidad del pozo realizado.



Agitar la mezcla del pozo por medio de un elemento adecuado, teniendo la precaución de no golpear la jabalina.



Reponer el resto del suelo inicialmente retirado, y compactar ligeramente.

En este caso se procede a utilizar el producto HIDROSOLTA el cual presento sus propiedades físicas y químicas.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUIMICAS	
DENSIDAD APARENTE:	1,2 - 1.6 gr/cc
RANGO PH	7,5 - 13,5
CALOR ESPECIFICO	100w Sg/gr 70°C
COLOR	OCRE VERDOSO
ASPECTO	LODO

PROPIEDADES ELECTRICAS	
RESISTIVIDAD	12 - 40 Ohm-cm
PERMITIVIDAD RELATIVA	2.5 x 10E^{7}

La utilización de la Hidrosolta ® permite el cambio de técnicas en sistemas de puesta a tierra consistente en sustituir el enterramiento de varillas, que busca el control de sobretensiones, por el enterramiento de circuitos de baja resistencia y alta capacitancia acoplados en paralelo, donde se logra pasar del Control de Sobretensiones a Dominio de Energía.

Se realiza el cálculo del sistema puesta a tierra con los valores establecidos por la mezcla de arena con HIDROOLTA el cual no supera los 10 $(\Omega - m)$

También es posible, y de manera similar, recurrir al tratamiento mediante suelos artificiales con productos como Favigel ®, o con terreno orgánico húmedo.

Seguidamente, se muestran a manera comparativa las resistividades de algunas alternativas mencionadas:

Suelo artificial Hidrosolta ®	0,23 Ω-m
Suelo artificial Favigel ®	0,80 Ω-m
Suelo orgánico húmedo	10,00 Ω-m

Se puede apreciar, como se ha mostrado anteriormente, que una resistividad de 10,00 Ω-m puede ser obtenida mediante el tratamiento con suelo orgánico o a través de la combinación de este con suelo artificial.

Seguidamente se presentan los cálculos y diseño del SPT:

Corriente de falla a tierra del secundario: Para determinar el calibre del conductor de la malla, utilizamos la corriente de falla en el secundario del transformador, cuyo valor máximo se estimó en:

Icc = 3,907 kA (valor estimado máximo)

Conductor de tierra

En cumplimiento con la NTC 2050, en su tabla 250-95, la sección del conductor principal de tierra a utilizar será el No.2/0 AWG.

Electrodo de puesta a tierra

Profundidad de la malla = 0,50 m

Temperatura ambiente = 35°C

Tiempo duración de falla = 0,2 s

Numero de varillas = 4

Longitud de varillas = 2,4 m

Diámetro del conductor= 7,42 mm (2 AWG)

2. Planos