


	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

DISEÑOS ELECTRICOS JULIO CESAR GARCIA Y ASOCIADOS S.A.S.

**MEMORIA DE CÁLCULO
PROYECTO:**



EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN

NOMBRE:	ING. JULIO CÉSAR GARCÍA VÁSQUEZ
MA TRÍCULA PROFESIONAL:	205 - 12713
FIRMA:	
FECHA:	JULIO - 2021



	<p align="center">EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN</p>	
<p align="center">MEMORIA DE CALCULO</p>		<p align="center">DISEÑOS ELECTRICOS JCG</p>
		<p align="center">Calle 106ª # 20 - 10</p>
		<p align="center">214 84 13</p>
		<p align="center">Ingenieria3@diselectricosjcg.com</p>

Contenido

1. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO.....	5
1.1. Datos generales	5
1.2. Objeto del proyecto	5
2. ANALISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INLCUIDO ANALISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMONICOS	6
2.1. Cuadro de cargas de servicios comunes	6
3. CALCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS.....	8
4. CALCULO DE TRANSFORMADOR.....	8
5. ANÁLISIS DE RIESGO POR DESCARGASATMOSFÉRICAS.....	9
6. CALCULOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	2
6.1. Descripción general.....	2
6.2. Corrientes de falla	2
a) En el secundario del transformador (208/120V):	2
6.3. Geometría de la malla	2
6.4. Interpretación de las medidas del suelo.....	3
a) Modelo de suelo uniforme:	3
b) Modelo de suelo de dos capas:	3
c) Modelo de suelo multicapa:	3
6.5. Selección del tamaño del conductor	3
6.6. Análisis de las mediciones de resistividad	4
6.7. Resistividad de la capa superficial	4
6.8. Criterios de tensión de paso y de toque tolerables.....	5
6.9. Cálculos.....	5
6.10. Resumen	6
6.11. Mediciones realizadas.....	7
6.11.1 Primera medida:	7
6.11.2 Segunda medida:	7
6.11.3 Tercera medida:	7
6.12. Dimensiones de la malla	8
6.13. Conclusiones.....	8

	<p align="center">EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN</p>	
<p align="center">MEMORIA DE CALCULO</p>		<p align="center">DISEÑOS ELECTRICOS JCG</p>
		<p align="center">Calle 106ª # 20 - 10</p>
		<p align="center">214 84 13</p>
		<p align="center">Ingenieria3@diselectricosjcg.com</p>

7.	DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES A UTILIZAR EN M.T Y B.T	9
8.	SELECCIÓN DE PROTECCIONES	11
8.1.	Protecciones de media tensión	11
9.	CALCULOS DE CANALIZACIONES	11
9.1.	Cajas de paso	11
9.2.	Porcentaje de ocupación de ductos	11
9.3.	Red de media tensión	11
9.4.	Redes de baja tensión.....	12
10.	CALCULO DE BOMBA CONTRA INCENDIO	13
10.1.	Características del medidor	13
10.1.1	Bomba principal.....	13

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

1. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

1.1. Datos generales

NOMBRE DEL PROYECTO:	FISCALÍA DE POPAYÁN
CUIDAD/MUNICIPIO:	POPAYÁN - CAUCA
PROPIETARIO:	FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN
TIPO DE SERVICIO:	OFICIAL
ESTRATO:	N/A
OBJETO:	Subestación capsulada entrada
VOLTAJE PRIMARIO:	13200 V
VOLTAJE SECUNDARIO	208 – 120 V



1.2. Objeto del proyecto

Diseñar las redes eléctricas, de seguridad y comunicaciones del edificio de la FISCALÍA DE POPAYÁN, en el departamento del Cauca. El proyecto constará de:

- Un transformador de 630 kVA 13200/208/120 que energizará en su totalidad, las instalaciones del edificio, para lo cual se proyecta un sistema de medida en media tensión.
- Una planta eléctrica de 562 kVA
- Un sistema de 5 UPS trifásicas
- Red de alimentadores y circuitos ramales en cable libre de halógenos.

El método utilizado para obtener las cargas de cálculo del alimentador individual a la vivienda será siguiendo la metodología y tablas de la sección 220 de la NTC 2050.

Según el Libro Norma Técnica Colombiana 2050 (Código Eléctrico Colombiano) primera actualización del 25-11- 98 ha quedado establecido.



	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

2. ANALISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INLCUIDO ANALISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMONICOS



2.1. Cuadro de cargas de servicios comunes

a. Tablero de Servicios Comunes

TRANSFERENCIA GENERAL				
PARTE DE LA INSTALACION	CARGA DIVERSIFICADA kVA	CORRIENTE AMP.	CALIBRE ALIMENTADOR	AUTOMATICO AMP.
T-General Pisos	375,2	855,56	4(3x500+350+1/0T) AI	3 x 1200
T-Fuerza 1	275,8	766,11	3(3x500+350+1/0T) AI	3 x 630
TOTAL (kVA)	583,8			
Corriente (A)	2000			
Calibre Fase	7(3x500+350+1/0T)THHN/THWN AI			
Automático totalizador	3 x 2000 (A)			

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

TABLERO GENERAL PISOS					
PARTE DE LA INSTALACION	CARGA kVA	CARGA DIVERSIFICADA Kva	CORRIENTE AMP.	CALIBRE ALIMENTADOR	AUTOMATICO AMP.
T-PISO 1	89	62,3	173,06	2(3#350)	3x400
T-PISO 2	108	75,6	210,00	2(3#350)	3x400
T-PISO 3	135	94,5	262,50	2(3#350)	3x400
T-PISO 4	66	46,2	128,33	2(3#350)	3x400
T-PISOS 5 Y 6	127	88,9	246,94	2(3#350)	3x400
T-ARCHIVO CENTRAL	5	3,5	9,72	3#6	3x50
T-NORMAL SOTANO	3	2,1	5,83	3#6	3x50
SOTANO	3	2,1	5,83	3#6	3x50
TOTAL (kVA)	375,2				
Corriente (A)	1042				
Calibre Fase	4(3x500+350+1/0T)THHN/THWN AI				
Automático totalizador	3 x 1200 (A)				

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

TABLERO FUERZA 1					
PARTE DE LA INSTALACION	CARGA kVA	CARGA DIVERSIFICADA Kva	CORRIENTE AMP.	CALIBRE ALIMENTADOR	AUTOMATICO AMP.
T-ASCENSOR 1	12	8,40	23,33	3#6	3x50
T-ASCENSOR 2	12	8,40	23,33	3#6	3x50
T-ASCENSOR 3	12	8,40	23,33	3#6	3x50
T-ASCENSOR 4	12	8,40	23,33	3#6	3x50
T-GRAL BOMBAS	36	25,20	70,00	3#1/0	3x100
T-FUERZA 2	191,8	134,26	372,94	2(3#350)	3x600
TOTAL (kVA)	312,9				
Corriente (A)	869				
Calibre Fase	4(3x500+350+1/0T)THHN/THWN AI				
Automático totalizador	3 x 1200 (A)				



3. CALCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS.

No aplica para el presente proyecto ya que cerca al predio no existen redes de alta ni extra-alta tensión.

4. CALCULO DE TRANSFORMADOR.

El dimensionamiento del transformador se realizará con base en la carga total calculada para la transferencia general, es decir, 583 kVA. Para esto, el transformador que se ajusta tiene las siguientes características:

Potencia nominal para el transformador calculado al 100% (kVA)	630
Potencia del transformador calculado al 110% (kVA)	693
Corriente nominal (A.):	
Primaria (13,2 kV)	27,6
Secundaria (208 V)	1750
Tensión corto circuito (Uz)	0.060
Corriente en el primario máx. de corto circuito (Icc)	460 A
Corriente en el secundario máx. de corto circuito (Icc)	29,16 kA
Fusibles en el primario del transformador: (según tipo)	
HH... (A.)	50

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

5. ANÁLISIS DE RIESGO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

1. INTRODUCCIÓN

Con este estudio, se busca definir si para el proyecto es necesario tomar medidas que ayuden a mitigar el impacto por descargas atmosféricas, tomando como referencia las Normas Técnicas NTC 4552 y la IEC 62305, soportados en el programa de Análisis de Riesgo de la IEC, en su versión 3.0.3.

Si es necesaria la implementación de algún sistema para la protección de la edificación, se implementará el método electrogeométrico, según la Resolución Minminas 90708 de 2013. Se debe tener en cuenta que un sistema de protección contra rayos No previene la forma de estos.

Un sistema de protección contra descargas atmosféricas, no garantiza la absoluta protección de las estructuras, personas y objetos; sin embargo, la aplicación de estas normas e implementación de un sistema de protección atmosférica, en caso de ser necesario, lo que busca es reducir significativamente el riesgo de daño, causado por una descarga atmosférica en la estructura protegida por el sistema.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto FISCALIA POPAYAN, está ubicado en la en la ciudadde POPAYAN, y tiene una altura máxima hasta cubierta de 25 metros.

El proyecto contempla una subestación, y un equipo automático para la red contra incendio. La alimentación de Media Tensión se realizará subterránea.

Características del proyecto:

Largo(m)	77.0	Factor ambiental	Urbano
Ancho (m)	34.0	Estructura respecto a las demás	Similar en Altura
Altura al tejado (m)	25.0	Subestación	SI
Altura sobresaliente al tejado (m)	28.0	Protección contra Incendios	SI



NORMAS

- Resolución Minminas 90708 de 30 de agosto de 2013
- IEC 62305-2
- NTC 4552-1, 2 Y 3

DENSIDAD DE DESCARGAS A TIERRA – DDT

Este parámetro ha sido determinado principalmente por dos métodos:



- Mediante mediciones directas con equipos contadores de rayos, sistemas localizadores o, más recientemente con la ayuda de sistemas satelitales
- Mediante ecuaciones empíricas que relacionan la densidad de descargas a tierra con el nivel cerámico.

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

Para el caso de Colombia se tiene tabulada la densidad promedio de rayos para algunas ciudades del país:

Ciudad	Latitud	Longitud	Densidad Promedio
Barranquilla	10,9	-74,8	1
Cartagena	10,5	-75,5	2
Corozal	9,3	-75,3	3
El Banco	9,1	-74,0	10
Magangue	9,3	-74,8	5
Montería	8,8	-75,9	2
Quibdó	5,7	-76,6	9
Santa Marta	11,1	-74,2	2
Tumaco	1,8	-78,8	1
Turbo	8,1	-76,7	5
Valledupar	10,4	-73,3	2
Riohacha	11,5	-72,9	2
Armenia	4,5	-75,8	2
Barranca	7,0	-73,8	7
Bogotá	4,7	-74,2	1
Bucaramanga	7,1	-73,1	1
Cali	3,6	-76,4	1
Cúcuta	7,9	-72,5	1
Girardot	4,3	-74,8	5
Ibagué	4,4	-75,2	2
Ipiales	0,8	-77,6	1
Manizales	5,0	-75,5	2
Medellín	6,1	-75,4	1
Neiva	3,0	-75,3	1
Ocaña	8,3	-73,4	2
Pasto	1,4	-77,3	1
Pereira	4,8	-75,7	4
Popayán	2,4	-76,6	1
Remedios	7,0	-74,7	12
Villavicencio	4,2	-73,5	1
Bagre	7,8	-75,2	12
Samaná	5,4	-74,8	9

Rad.	Fecha de Emisión	Descripción	Diseñado por
001	20/06/2021	FISCALIA POPAYÁN	JC. GARCIA / D. MARTINEZ

	<p align="center">EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN</p>	
<p align="center">MEMORIA DE CALCULO</p>		<p align="center">DISEÑOS ELECTRICOS JCG</p> <p align="center">Calle 106ª # 20 - 10</p> <p align="center">214 84 13</p> <p align="center">Ingenieria3@diselectricosjcg.com</p>

EVALUACIÓN DE RIESGO.

Es necesario evaluar el riesgo al que está expuesta la estructura y su contenido, o el riesgo asociado a las acometidas de servicios y todo aquello que se encuentre conectado al servicio. El riesgo se define como el "promedio anual probable de pérdidas".

Se calcula el riesgo debido a descargas eléctricas atmosféricas en estructuras o en la acometida de servicio eléctrico, con el fin de diseñar siempre y cuando se requiera de un sistema de protección contra rayos dependiendo del nivel de protección que se requiera, cumpliendo con la norma Nacional. NTC 4552-2 (2007) Protección contra Rayos, los estudios estarán soportados en el programa IEC RiskAssessmentCalculatorVersion1.0.3.

RESULTADOS DEL PROGRAMA SIN PROTECCIÓN ATMOSFÉRICA.

IEC Risk Assessment Calculator Version 3.0.3
File Options Library Help

Structure's Dimensions: Length of structure (m): 77 Width of structure (m): 34 Height of roof plane (m): 25 Height of highest roof protrusion (m)*: 28 * Measured from the ground Equivalent area (m2): 36.949 m2	Conductive Service Lines: Power Line: Type of service to the structure: Buried cable Type of external cable: Unscreened Presence of MV / LV transformer: Transformer Other Overhead Services: Number of conductive services: 2 Type of external cable: Unscreened Other Underground Services: Number of conductive services: 2 Type of external cable: Unscreened	Loss Categories: Category 1 - Loss of Human Life: Special hazards to life: Low panic level Life loss due to fire: Other structures Life loss due to overvoltages: No safety critical systems Category 2 - Loss of Essential Services: Services lost due to fire: Power supply Services lost due to overvoltages: Telecommunications Category 3 - Loss of Cultural Heritage: Cultural heritage lost due to fire: No heritage value Category 4 - Economic Loss: Special economic hazards: No special hazards Economic loss due to fire: Office, school Economic loss due to overvoltage: Other structures Step - touch potential loss factor: Livestock inside Tolerable risk of economic loss: 1 in 1,000 yrs
Structure's Attributes: Risk of fire or physical damage: Ordinary Structure screening effectiveness: Average Internal wiring type: Unscreened	Protection Measures: LPS type: No protection Fire protection level: Automated systems Surge protection: Service entrances only	
Environmental Influences: Location relative to surroundings: Similar in height Location density (service line density): Urban Number thunderdays: 10 days/year Equivalent annual flash density: 1.0 flashes/km2 View isokeraunic map: View Map		



Calculated Risks:	Tolerable Risk (Rt)	Direct Strike Risk (Rd)	Indirect Strike Risk (Ri)	Calculated Risk (R)
Loss of Human Life:	1.00E-05 =>	7.57E-07	+ 0.00E+00	= 7.57E-07
Loss of Essential Services:	1.00E-03 =>	2.03E-05	+ 2.36E-04	= 2.56E-04
Loss of Cultural Heritage:	1.00E-03 =>	0.00E+00	+ 0.00E+00	= 0.00E+00
Economic Loss:	1.00E-03 =>	1.11E-05	+ 2.36E-05	= 3.47E-05

IEC

The IEC lightning risk assessment calculator is intended to assist in the analysis of various criteria to determine the risk of loss due to lightning. It is not possible to cover each special design element that may render a structure more or less susceptible to lightning damage. In special cases, personal and economic factors may be very important and should be considered in addition to the assessment obtained by use of this tool. It is intended that this tool be used in conjunction with the written standard IEC62305-2.

Calculations

Como se puede observar en la anterior imagen el riesgo calculado para las pérdidas de vidas humanas, servicios, valor cultural y pérdidas económicas (R1-R2-R3-R4) es menor al tolerable. Por lo tanto la estructura no requiere un diseño de apantallamiento. Esto conforme al numeral 6 de la NTC 4552-1 y el numeral 5 de la NTC 4552-2.

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG Calle 106ª # 20 - 10 214 84 13 Ingenieria3@diselectricosjcg.com

6. CALCULOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

6.1. Descripción general

Se trata de un proyecto oficial, ubicado en Popayán en la ciudad, el objeto de esta memoria de cálculo, es determinar las necesidades en cuanto al sistema de puesta a tierra, que se le deberá instalar a la subestación.

6.2. Corrientes de falla

El cálculo de corrientes de cortocircuito en los transformadores por el lado de media tensión (m.t.- 13200 v) y en el lado de baja tensión (b.t. – 208 v), indica la corriente que va a ser inyectada al terreno en caso de una falla a tierra, de esta forma se puede realizar el cálculo de las tensiones de paso y contacto que tendremos presentes, en el evento de una falla. Una vez determinados estos datos procedemos a calcular la malla a tierra de modo que las corrientes presentes en las subestaciones en el evento de una falla sean inferiores a las soportadas por el cuerpo humano.

a) En el secundario del transformador (208/120V):

El cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de 208 V se obtiene de las características constructivas del transformador, obteniendo la Máxima corriente de cortocircuito del transformador de 630 kVA, con una tensión de salida 208/120 V así:

$$\frac{630 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 208V} = 1750 \text{ A}$$

Con una impedancia del 5.0%, la corriente de cortocircuito es:



$$\frac{1750 \text{ A}}{0.05} = 29,16 \text{ kA}$$

6.3. Geometría de la malla

Es muy importante asegurar que el sistema de puesta a tierra, nos aporte una baja resistencia de puesta a tierra, menor a los 10Ω. Para garantizar esta resistencia, así como un control en las componentes de alta y baja frecuencia, el área de contacto del sistema de puesta a tierra con la tierra, debe ser lo más extensa posible, ejemplo el uso de láminas, flejes. Sin embargo, entendiendo las restricciones físicas y económicas de la misma, resulta poco práctico instalar una placa de cobre como sistema de puesta a tierra. De este modo el método más eficiente es utilizar mallas, electrodos y materiales higroscópicos, que ayuden a cubrir una gran superficie de contacto y de esta forma obtener una resistencia muy baja, siempre cumpliendo con las tensiones máximas permitidas de contacto y de paso.

Como características típicas de una malla de puesta a tierra encontraremos:

- Los espaciamientos típicos entre conductores (D) están en el rango:
15m > D > 1m
- Las profundidades típicas (h) están en el rango:
1.5m > h ≥ 0.5 m
- Los calibres típicos de conductores (ACM) están en el rango:
500 MCM > ACM ≥ 2/0 AWG
- El diámetro del conductor de la malla tiene un efecto despreciable sobre la tensión de malla.

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

• El área del sistema de puesta a tierra (A) es el factor más importante en la determinación de la resistencia de malla (Rg). Entre mayor sea A, menor será Rg y por lo tanto, es menor la elevación del potencial de tierra (GPR).

6.4. Interpretación de las medidas del suelo

El objetivo fundamental de las mediciones es encontrar un modelo de suelo que ofrezca una buena aproximación del suelo real. La resistividad varía lateralmente y con respecto a la profundidad, dependiendo de la estratificación del terreno. Las condiciones climáticas influyen en la resistividad medida, razón por la cual, dichas mediciones deben realizarse, en lo posible, en época de verano prolongado para obtener la resistividad más alta y desfavorable.

Los modelos más comúnmente usados para la resistividad del suelo son:

a) Modelo de suelo uniforme:

Usado sólo cuando existe una variación moderada de la resistividad aparente. En condiciones de suelo homogéneo, que raramente ocurren en la práctica, el modelo de suelo uniforme puede ser razonablemente exacto.

b) Modelo de suelo de dos capas:

Es una representación muy exacta de las condiciones reales del suelo, y consiste en una capa superior de profundidad finita y con resistividad diferente a la de la capa más baja de espesor infinito.

c) Modelo de suelo multicapa:

Usado cuando las condiciones del suelo son más complejas.

6.5. Selección del tamaño del conductor

La elevación de temperatura de corto tiempo en un conductor de tierra, o el tamaño requerido del conductor como una función de la corriente de falla que pasa por el conductor, se encuentra mediante la ecuación:

$$A_{MCM} = I_F \frac{197.4}{\sqrt{\left(\frac{TCAP}{t_c * \alpha_r * \rho_r}\right) * \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}}$$

Donde:

I_F = Corriente asimétrica de falla RMS en KA, se usa la más elevada encontrada. R = Resistencia medida en (Ω)

A_{MCM} = Área del conductor en MCM.

T_m = Máxima temperatura disponible o temperatura de fusión en °C.

T_a = Temperatura ambiente en °C.

T_r = Temperatura de referencia para las constantes del material en °C.

α_0 = Coeficiente térmico de resistividad a 0°C en 1/°C.

α_r = Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia T_r 1/°C.



ρ_r = Resistividad del conductor de tierra a la temperatura de referencia T_r $\mu\Omega$ -cm.

$K_0 = 1/\alpha_0$ o $[(1/\alpha_0) - T_r]$ en °C.

T_c = Duración de la corriente en seg.

$TCAP$ = Capacidad térmica por unidad de volumen en J / (cm³*°C).

La fórmula simplificada da una aproximación muy buena:

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

$$A_{MCM} = I_F * K_F * \sqrt{t_c}$$

Donde:

K_F = Constante para el material, usando una $T_a = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

El tamaño del conductor realmente seleccionado es usualmente más grande que el que se basa en la fusión, debido a factores como:

- El conductor debe resistir los esfuerzos mecánicos esperados y la corrosión durante la vida útil de la instalación.
 - El conductor debe tener alta conductancia para prevenir caídas de tensión peligrosas durante una falla.
 - La necesidad de limitar la temperatura del conductor.
 - Debe aplicarse un factor de seguridad a la instalación de puesta a tierra y a los demás componentes eléctricos.
- Se acostumbra entonces emplear como calibre mínimo el N° 2/0 AWG de cobre de 7 hilos, con el fin de mejorar la rigidez mecánica de la malla y soportar la corrosión.

6.6. Análisis de las mediciones de resistividad

El estudio de medición, realizado en campo, en diciembre de 2018, una vez analizados los resultados se llega a la conclusión de que los valores de resistividad expresados en Ωm están dentro de un rango aceptable, por lo tanto no afectara las dimensiones de la malla de puesta a tierra, no es necesario realizar un tratamiento al terreno, no obstante es recomendable realizar un tratamiento al terreno para prolongar la vida útil de los elementos que conforman el sistema de puesta a tierra.

6.7. Resistividad de la capa superficial

Una capa de alta resistividad sobre la superficie ayuda a limitar la corriente que pasaría por el cuerpo humano, ya que esta capa agrega una resistencia a la resistencia promedio del cuerpo. Una capa superficial con un espesor (h_s) entre $0.15m \geq h_s \geq 0.1m$ de un material de alta resistividad como la grava o la roca volcánica triturada, colocada sobre la superficie más arriba de la malla, incrementa la resistencia de contacto entre el suelo y los pies de las personas en la subestación y la corriente por el cuerpo bajará considerablemente. La reducción depende de los valores relativos de las resistividades del suelo en contacto con la malla, y del espesor y material de la capa superficial.

La capa superficial también es útil para retardar la evaporación de la humedad, y así limitar el secado de las capas superiores durante los períodos de verano. Esta capa tiene una resistividad del orden de $5000\text{ }\Omega\text{-m} > \rho_s > 2000\text{ }\Omega\text{-m}$. Una capa con un espesor entre $0.1m$ y $0.15m$, disminuye el factor de riesgo (relación entre la corriente del cuerpo y la corriente de cortocircuito) a una relación 10:1 comparado con la humedad natural de la tierra.

Se introduce aquí el factor de disminución de la capa superficial (CS), que puede ser considerado como un factor de corrección para calcular la resistencia efectiva del pie de una persona en presencia de un material superficial de espesor finito. La norma expone un procedimiento matemático y presenta unas gráficas para encontrar el valor de CS; sin embargo, también presenta una expresión empírica para el valor de CS, Este valor está dentro del 5% de los valores obtenidos con un método más analítico.

$$C_s = 1 - \frac{0.09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2h_s + 0.09}$$

Donde:

C_s = Factor de disminucion de la capa superficial



ρ = Resistividad del terreno (Ωm)

ρ_s = resistividad de la capa superficial (Ωm)

h_s = Espesor de la capa superficial

La norma también define el factor de reflexión entre las resistividades de materiales diferentes como:

$$K = \frac{\rho - \rho_s}{\rho + \rho_s}$$

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

6.8. Criterios de tensión de paso y de toque tolerables

La seguridad de una persona depende de la prevención de cantidades críticas de energía de choque absorbidas por el cuerpo humano, antes de que la falla sea despejada y el sistema desenergizado. Los niveles de tensión máximos tolerables por un cuerpo humano de 50 kg. de peso corporal, durante un circuito accidental no debe exceder los siguientes límites:

-Tensión de paso límite tolerable por un cuerpo de 50 kg. de peso corporal:

$$Ep_{50} = (1000 + 6C_s\rho_s) * \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

-Tensión de toque límite tolerable por un cuerpo de 50 kg. de peso corporal:

$$Et_{50} = (1000 + 1.5C_s\rho_s) * \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

Donde:

$R_B = 1000\Omega \rightarrow$ Resistencia promedio del cuerpo humano.

$I_B = \frac{0.116}{\sqrt{t_s}} =$ Corriente tolerable en función del tiempo por el cuerpo (A).

$T_s =$ Duración del choque en (S)

$6C_B\rho_s = 2R_f =$ Resistencia a tierra de los dos pies separados 1m en serie sobre la capa superficial

$1.5C_B\rho_s = \frac{R_f}{2} =$ Resistencia a tierra de los dos pies juntos en serie sobre la capa superficial

$R_B = \rho/4b$ Resistencia a tierra de un disco metálico de radio b (b=0.08m) sobre la superficie de una malla homogénea de resistividad ρ

$C_B =$ Factor de disminución de la capa superficial.

$\rho_s =$ Resistividad del material de la capa superficial (Ωm)

Las tensiones de paso y de toque reales deben ser menores que los respectivos límites máximos permisibles (o tolerables) para obtener seguridad.

NOTA: Si se desea ampliar la información que se resume en este informe para la elaboración de sistemas de puesta a tierra, se pueden dirigir al siguiente link:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/4770/3/eduardoantonioicanoplata.2010.pdf>

6.9. Cálculos

• VALORES DE INGRESO AL PROGRAMA.

RESISTIVIDAD PROMEDIO	9.00 Ωm
Capa superficial	3000 Ωm
Espesor de la capa superficial	0.25 m
Profundidad de enterramiento	0.80 m
Tiempo de despeje	150 ms
Corriente Cortocircuito	1485 A
Cantidad de varillas	4
Longitud de la varilla	2.4 m
Grosor de la varilla	5/8"
Ancho de la malla	6.0 m
Longitud de la Malla	6.0 m
Interdistancias	2.0 m

MEMORIA DE CALCULO

DISEÑOS ELECTRICOS JCG

Calle 106ª # 20 - 10

214 84 13

Ingenieria3@diselectricosjcg.com

DATOS DE SALIDA.

Maxima tension de paso permitida	4870.04 V
Maxima Tension de contacto permitida	1442.14 V
Cs	0,84777778
Tension de paso Calculada	52.24 V
Tension de Contacto calculada	91.90 V
Rg	0.51 Ω

6.10. Resumen

Tomas de registros de	
Interdistancia electrodos a(m)	ρ (Ω -m)
1,00	8,89
2,00	8,28
4,00	9,82
Promedio	9,00
Con tratamiento	6,30

# de tomas	4	Capa superficial		Calculos para un peso promedio de 50kg	
Long Varilla	2,44	Resistividad =	3000	Cs	factor de disminucion de la capa superficial
Diam Varilla	0,015875	Espesor=	0,25	0,847778	
# Varillas nr	4			K	Factor de reflexion
				-0,995811	
				Rf	
				7630	

TAMAÑO MALLA	
A =	5
B =	5

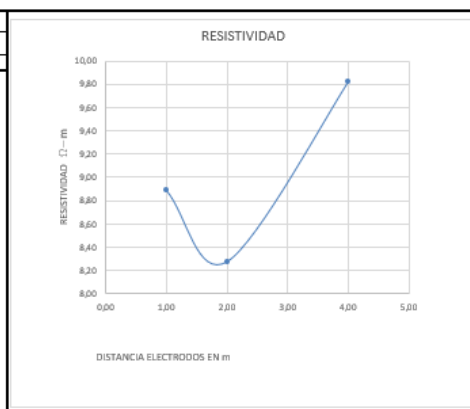
Tensiones permisibles				
E_t	E_p	\sqrt{t}	ρ	t
1442,14	4870,04	0,39	6,30	0,150

Tensiones Reales					PARAMETROS												
E_t	E_p	\sqrt{t}	ρ	t	CCC Maximo (I)	60% I	Lr (m)	LM (m)	LS(m)	ki	km	kz	n	m	d	D	h
91.90	52.24	0.39	6.30	0.150	1485.00	891.00	9.76	39.76	30.80	1.09	0.599	0.26	3	3	0.01588	2.5	0.8

Resistencia de tierra de la malla del SPT							
$\ln(2L/\text{Raiz}(dh))$	$\text{Raiz}(A)$	K1	K2	A(m2)	rtp	$\text{Raiz}(doh)$	$R_1(\Omega)$
6,28	5,00	1,15	4,78	25,00	2,004357	0,11	0,56

Resistencia de las varillas de tierra del SPT, Resistencia mutua y Resistencia general						
No de Varillas	ϕ Varilla	$\text{Raiz}(n)$	$(\sqrt{n} - 1)/2$	R_{100}	R_{-100}	R_{-100}
4	0,015875	2,00	1,00	0,64	0,42	0,51

DISTANCIA DE SEPRACION ENTRE ELECTRODOS DE PRUEBA "a" (m)	MEDICION # 1	MEDICION # 2	MEDICION # 3	PROMEDIO
1	8,9	8,9	8,9	8,9
2	8,3	8,3	8,2	8,3
4	9,8	9,9	9,8	9,8



MEMORIA DE CALCULO

DISEÑOS ELECTRICOS JCG

Calle 106ª # 20 - 10

214 84 13

Ingenieria3@diselectricosjcg.com

6.11. Mediciones realizadas

6.11.1 Primera medida:





6.11.2 Segunda medida:

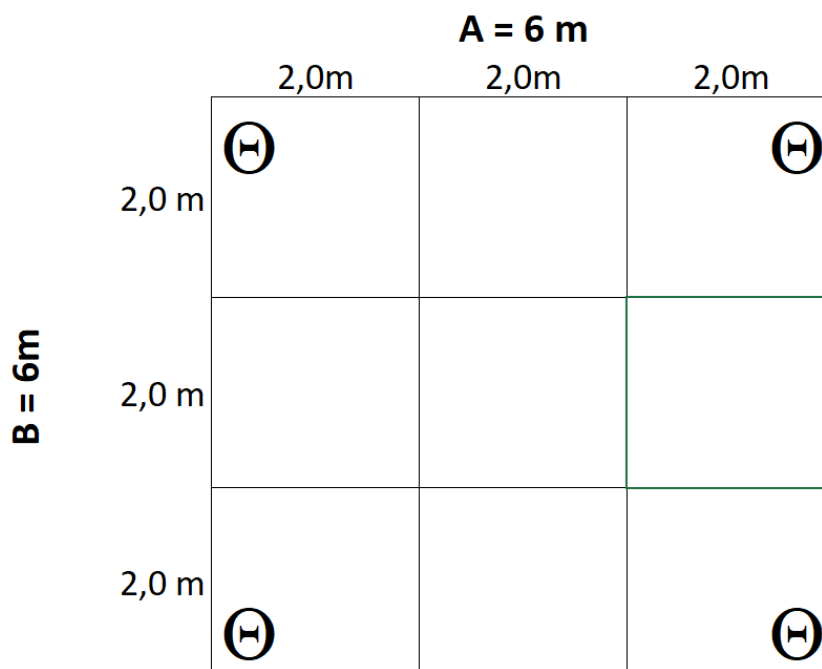


6.11.3 Tercera medida:





	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

6.12. Dimensiones de la malla



6.13. Conclusiones

- La resistencia de puesta a tierra diseñada CUMPLE con las características de seguridad requeridas.
- Se recomienda dejar colas o cables para interconectar y equipotencializar los sistemas de puesta a tierra de la subestación, medidor y toda estructura metálica de encerramiento, usando conexiones con soldadura exotérmica y conectores certificados.
- Se verificó que las tensiones de contacto y de paso, producidas durante fallas a tierra, pudieran ser controladas en el área de circulación de la malla de puesta a tierra sin poner en riesgo al personal operativo.
- Para la verificación de las tensiones de contacto y de paso se tuvo en cuenta un tiempo de despeje de falla de 150 ms conforme a la norma ANSI/IEEE Std. 80 "IEEE Guide for Safety in A.C. Substation Grounding"
- Se recomienda que las cajas de inspección sean en material aislante, para evitar la exposición a tensiones de paso y contacto peligrosos para la vida humana.
- Es recomendable hacer un mantenimiento de las conexiones del sistema de puesta a tierra en periodos de un año.
- Se recomienda hacer un tratamiento de resistividad al terreno con productos que mejoren esta condición, tales como electrigel, favigel, o similares.

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

7. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES A UTILIZAR EN M.T Y B.T

Dimensionamiento de conductores en Media Tensión

La corriente nominal del alimentador del transformador en el lado de media tensión es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{630kVA}{\sqrt{3} \times 11.4kV} = 27,6 A$$

Para esta corriente el alimentador seleccionado es de 2/0 mm² Al. XLPE Aisl. 15 KV

Dimensionamiento de conductores en Baja Tensión.

La siguiente tabla muestra los conductores utilizados para cada uno de los tramos de potencia dentro del proyecto, teniendo en cuenta las consideraciones de regulación y cargabilidad de cada circuito.

MEMORIA DE CALCULO



DISEÑOS ELECTRICOS JCG

Calle 106ª # 20 - 10

214 84 13

Ingenieria3@diselectricosjcg.com

Tramo		Distancia (m)	Carga (KVA)	Numero Fases	Tensión (V)	Corriente (A)	Momento eléctrico (KVA*m)	Material Conductor	Calibre fase Conductor	Constante Regulación (%/kVA*m)	Impedancia Z (Ω/km)	REGULACIÓN		PERDIDAS	
Origen	Destino											Parcial (%)	Total (%)	Parcial (%)	Total (%)
TRANSFORMADOR	TRANSF. GEN	16	630,00	3Φ	208	1748,705	10080,00	Al	7(500)	5,06E-05	0,01825	0,510	0,510	0,043	0,043
TRANSF. GEN	T-GENERAL PISOS	7	367,50	3Φ	208	1020,078	2572,50	Al	4(500)	8,86E-05	0,03194	0,228	0,738	0,019	0,063
TRANSF. GEN	T-FUERZA 1	7	275,80	3Φ	208	765,544	1930,60	Al	2(500)	1,77E-04	0,06388	0,342	0,852	0,029	0,072
T-GENERAL PISOS	T-ARCHIVO CENTRAL	8	5,00	3Φ	208	13,879	40,00	Al	6	5,18E-03	2,43349	0,207	0,945	0,023	0,086
T-GENERAL PISOS	T-NORMAL SOTANO	8	3,00	3Φ	208	8,327	24,00	Al	6	5,18E-03	2,43349	0,124	0,863	0,014	0,077
T-GENERAL PISOS	T-ILUM. SOTANO	8	3,00	3Φ	208	8,327	24,00	Al	6	5,18E-03	2,43349	0,124	0,863	0,014	0,077
T-FUERZA 1	ASCENSOR 1	22	12,00	3Φ	208	33,309	264,00	Al	6	5,18E-03	2,43349	1,367	2,219	0,152	0,224
T-FUERZA 1	ASCENSOR 2	22	12,00	3Φ	208	33,309	264,00	Al	6	5,18E-03	2,43349	1,367	2,219	0,152	0,224
T-FUERZA 1	ASCENSOR 3	36	12,00	3Φ	208	33,309	432,00	Al	6	5,18E-03	2,43349	2,237	3,089	0,248	0,320
T-FUERZA 1	ASCENSOR 4	36	12,00	3Φ	208	33,309	432,00	Al	6	5,18E-03	2,43349	2,237	3,089	0,248	0,320
T-FUERZA 1	T-GENERAL BOMBAS	6	36,00	3Φ	208	99,926	216,00	Al	1/0	1,36E-03	0,60527	0,294	1,146	0,031	0,103
T-FUERZA 1	TRAFO BT-BT	8	191,80	3Φ	208	532,384	1534,40	Al	2(500)	1,77E-04	0,06388	0,272	1,124	0,023	0,096
T-GENERAL BOMBAS	POTABLE	25	20,00	3Φ	208	55,514	500,00	Al	4	3,29E-03	1,53043	1,646	2,792	0,180	0,284
T-GENERAL BOMBAS	JOKEY	27	8,00	3Φ	208	22,206	216,00	Cu	10	7,74E-03	3,90000	1,673	2,819	0,199	0,302
T-GENERAL BOMBAS	EYECTOR RES 1	29	2,00	3Φ	208	5,551	58,00	Cu	10	7,74E-03	3,90000	0,449	1,595	0,053	0,157
T-GENERAL BOMBAS	EYECTOR RES 2	30	2,00	3Φ	208	5,551	60,00	Cu	10	7,74E-03	3,90000	0,465	1,611	0,055	0,159
T-GENERAL BOMBAS	EYECTOR LLUVIA 1	32	2,00	3Φ	208	5,551	64,00	Cu	10	7,74E-03	3,90000	0,496	1,642	0,059	0,162
T-GENERAL BOMBAS	EYECTOR LLUVIA 2	30	2,00	3Φ	208	5,551	60,00	Cu	10	7,74E-03	3,90000	0,465	1,611	0,055	0,159
TRAFO BT-BT	T-FUERZA 2	6	191,80	3Φ	460	240,730	1150,80	Al	400	8,64E-05	0,15971	0,099	1,224	0,009	0,104
T-FUERZA 2	TAE CUB 01	28	163,00	3Φ	460	204,583	4564,00	Al	350	9,63E-05	0,18252	0,440	1,663	0,040	0,145
T-FUERZA 2	TAE CUB 02	39	108,00	3Φ	460	135,552	4212,00	Al	4/0	1,48E-04	0,30190	0,622	1,845	0,061	0,166
T-FUERZA 2	TAE PRESURIZACIÓN	39	3,00	3Φ	460	3,765	117,00	Al	6	1,06E-03	2,43349	0,124	1,348	0,014	0,118
T-GENERAL PISOS	CAJA DERIVACION P1	88	536,00	3Φ	208	1487,787	47168,00	Al	EB - 1000Amp	4,62E-05	0,00800	2,181	2,919	0,089	0,152
T-GENERAL PISOS	CAJA DERIVACION P2	91	447,00	3Φ	208	1240,748	40677,00	Al	EB - 1000Amp	4,62E-05	0,00800	1,881	2,619	0,077	0,140
T-GENERAL PISOS	CAJA DERIVACION P3	94	428,00	3Φ	208	1188,009	40232,00	Al	EB - 1000Amp	4,62E-05	0,00800	1,860	2,599	0,076	0,139
T-GENERAL PISOS	CAJA DERIVACION P4	97	470,00	3Φ	208	1304,590	45590,00	Al	EB - 1000Amp	4,62E-05	0,00800	2,108	2,847	0,086	0,149
T-GENERAL PISOS	CAJA DERIVACION P6	105	127,00	3Φ	208	352,517	13335,00	Al	EB - 1000Amp	4,62E-05	0,00800	0,617	1,355	0,025	0,088
CAJA DERIVACION P1	T-PISO 1	4	89,00	3Φ	208	247,039	356,00	Al	2(350)	2,36E-04	0,09126	0,084	3,003	0,008	0,159
CAJA DERIVACION P2	T-PISO 2	4	108,00	3Φ	208	299,778	432,00	Al	2(350)	2,36E-04	0,09126	0,102	2,721	0,009	0,149
CAJA DERIVACION P3	T-PISO 3	4	135,00	3Φ	208	374,723	540,00	Al	2(350)	2,36E-04	0,09126	0,127	2,726	0,012	0,150
CAJA DERIVACION P4	T-PISO 4	4	66,00	3Φ	208	183,198	264,00	Al	2(350)	2,36E-04	0,09126	0,062	2,909	0,006	0,154
CAJA DERIVACION P6	T-PISOS 5 Y 6	4	127,00	3Φ	208	352,517	508,00	Al	2(350)	2,36E-04	0,09126	0,120	1,475	0,011	0,099
T-PISO 1	T-ILUMINACION P1	3	48,80	3Φ	208	135,455	146,40	Al	4	3,29E-03	1,53043	0,482	3,485	0,053	0,212
T-PISO 2	T-ILUMINACION P2	3	54,10	3Φ	208	150,167	162,30	Al	4	3,29E-03	1,53043	0,534	3,255	0,059	0,207
T-PISO 3	T-ILUMINACION P3	3	64,20	3Φ	208	178,201	192,60	Al	4	3,29E-03	1,53043	0,634	3,360	0,070	0,220
T-PISO 4	T-ILUMINACION P4	3	23,80	3Φ	208	66,062	71,40	Al	4	3,29E-03	1,53043	0,235	3,144	0,026	0,180
T-PISOS 5 Y 6	T-ILUMINACION P6	3	43,80	3Φ	208	121,577	131,40	Al	4	3,29E-03	1,53043	0,433	1,907	0,047	0,146
T-PISO 1	T-TOMAS NORMAL P1	4	21,80	3Φ	208	60,511	87,20	Al	2	2,11E-03	0,96250	0,184	3,187	0,020	0,179
T-PISO 2	T-TOMAS NORMAL P2	4	23,70	3Φ	208	65,785	94,80	Al	1/0	1,36E-03	0,60527	0,129	2,850	0,014	0,162
T-PISO 3	T-TOMAS NORMAL P3	4	26,60	3Φ	208	73,834	106,40	Al	2	2,11E-03	0,96250	0,224	2,950	0,024	0,174
T-PISO 4	T-TOMAS NORMAL P4	4	10,80	3Φ	208	29,978	43,20	Al	4	3,29E-03	1,53043	0,142	3,051	0,016	0,170
T-PISOS 5 Y 6	T-TOMAS NORMAL P6	4	33,30	3Φ	208	92,432	133,20	Al	1/0	1,36E-03	0,60527	0,181	1,656	0,019	0,118
T-PISO 1	T-TOMAS REG. P1	6	21,60	3Φ	208	59,956	129,60	Al	2	2,11E-03	0,96250	0,273	3,276	0,029	0,189
T-PISO 2	T-TOMAS REG. P2	6	27,40	3Φ	208	76,055	164,40	Al	2	2,11E-03	0,96250	0,346	3,067	0,037	0,186
T-PISO 3	T-TOMAS REG. P3	6	21,90	3Φ	208	60,788	131,40	Al	2	2,11E-03	0,96250	0,277	3,003	0,030	0,180
T-PISO 4	T-TOMAS REG. P4	6	8,80	3Φ	208	24,426	52,80	Al	4	3,29E-03	1,53043	0,174	3,083	0,019	0,174
T-PISOS 5 Y 6	T-TOMAS REG. P6	6	28,60	3Φ	208	79,386	171,60	Al	1/0	1,36E-03	0,60527	0,233	1,708	0,024	0,123
T-PISO 1	TAE-00	10	4,10	3Φ	208	11,380	41,00	Al	6	5,18E-03	2,43349	0,212	3,216	0,024	0,183
T-PISO 1	TAE-01	3	7,00	3Φ	208	19,430	21,00	Al	6	5,18E-03	2,43349	0,109	3,112	0,012	0,171
T-PISO 2	TAE-02	3	4,50	3Φ	208	12,491	13,50	Al	6	5,18E-03	2,43349	0,070	2,791	0,008	0,157
T-PISO 3	TAE-03	3	5,40	3Φ	208	14,989	16,20	Al	6	5,18E-03	2,43349	0,084	2,810	0,009	0,160
T-PISO 4	TAE-04	3	3,60	3Φ	208	9,993	10,80	Al	6	5,18E-03	2,43349	0,056	2,965	0,006	0,161
T-PISOS 5 Y 6	TAE-05	8	4,95	3Φ	208	13,740	39,60	Al	6	5,18E-03	2,43349	0,205	1,680	0,023	0,122
T-PISOS 5 Y 6	TAE-06	3	3,15	3Φ	208	8,744	9,45	Al	6	5,18E-03	2,43349	0,049	1,524	0,005	0,104

	<p>EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN</p>	
<p>MEMORIA DE CALCULO</p>		<p>DISEÑOS ELECTRICOS JCG</p>
		<p>Calle 106ª # 20 - 10</p>
		<p>214 84 13</p>
		<p>Ingenieria3@diselectricosjcg.com</p>

8. SELECCIÓN DE PROTECCIONES

8.1. Protecciones de media tensión

De acuerdo a revisión de diseño eléctrico por parte del operador de red.

9. CALCULOS DE CANALIZACIONES

9.1. Cajas de paso

Para el dimensionamiento de las cajas de paso se han seguido lo establecido en las normas codensa.

En el sistema subterráneo se utilizan cajas de inspección dobles (Norma CS 276), cajas de inspección sencillas (Norma CS 275) y cajas de inspección para acometidas de Baja Tensión

9.2. Porcentaje de ocupación de ductos



El cálculo de ocupación de la ductería está dado por la siguiente formula

$$\% \text{ de ocupación} = \frac{\text{Sumatoria área circuito}}{\text{Area interior del ducto}} * 100$$

El libro NTC 2050 y las prácticas de ingeniería permiten ocupar hasta el 40% del área interior del ducto.

9.3. Red de media tensión

Tensión	Calibre	Diametro conductor	Espesor primera pantalla semiconductora	Espesor aislamiento XLPE	Espesor segunda pantalla semiconductora	Diámetro hilos pantalla	Espesor cinta poliester	Espesor chaqueta PVC	Diametro exterior	Area de ocupación del conductor	Area de ocupación del circuito 3 circuitos
kV	mm2	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm2	mm2
15 Cu	35	7,00	0,51	4,50	1,00	1,027	0,06	1,60	24,394	467,3647	1402,0941
	70	9,90	0,51	4,50	1,20	1,027	0,06	1,70	27,894	611,0989	1833,2966
	120	13,10	0,51	4,50	1,20	1,027	0,06	1,90	31,494	779,0145	2337,0434
	150	14,30	0,51	4,50	1,20	1,027	0,06	1,90	32,694	839,5102	2518,5307
15 Al	70	10,20	0,40	4,50	0,80	1,000*	0,06	1,80	27,320	586,2074	1758,6221
	120	13,50	0,40	4,50	0,80	1,000*	0,06	1,90	30,820	746,0280	2238,0841
	185	16,80	0,40	4,50	0,80	1,000*	0,06	2,00	34,320	925,0910	2775,2729
	240	19,20	0,50	4,50	1,00	1,000*	0,06	2,10	37,520	1105,6446	3316,9337



	<p align="center">EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN</p>	
<p align="center">MEMORIA DE CALCULO</p>		<p align="center">DISEÑOS ELECTRICOS JCG</p>
		<p align="center">Calle 106ª # 20 - 10</p>
		<p align="center">214 84 13</p>
		<p align="center">Ingenieria3@diselectricosjcg.com</p>

Calibre	Area de ocupación del circuito 3 circuitos	Porcentaje de ocupación (%)					
		Ducto PVC doble pared			IMC		RMC
		ø3"	ø4"	ø6"	ø3"	ø4"	ø6"
mm2	mm2						
35 Cu	1402,0941	31,7369	17,8520	7,9342	27,9578	16,1755	7,4535
70 Cu	1833,2966		23,3423	10,3743	36,5559	21,1502	9,7457
120 Cu	2337,0434		29,7562	13,2250		26,9618	12,4236
150 Cu	2518,5307		32,0669	14,2520		29,0555	13,3884
70 Al	1758,6221	39,8071	22,3915	9,9518	35,0669	20,2887	9,3487
120 Al	2238,0841		28,4962	12,6650		25,8201	11,8975
185 Al	2775,2729		35,3359	15,7048		32,0175	14,7532
240 Al	3316,9337			18,7700		38,2665	17,6326

9.4. Redes de baja tensión

Aislamiento	Aplicación	Galga	Calibre	Diametro conductor	Espesor aislamiento	Espesor chaqueta nylon	Diametro exterior	Area de ocupación del conductor	
								Aislado	Desnudo
THWN	BT	AWG	6	4,67	0,76	0,13	6,45	32,64	17,10
			4	5,88	1,02	0,15	8,22	53,12	27,19
			2	7,42	1,02	0,15	9,76	74,81	43,24
			2/0	10,63	1,27	0,18	13,53	143,75	88,72
			4/0	13,40	1,27	0,18	16,30	208,74	141,08
		kcmil	250	14,62	1,52	0,2	18,06	256,03	167,76
			350	17,29	1,52	0,2	20,73	337,60	234,87
			400	18,49	1,52	0,2	21,93	377,61	268,42
THWN	BT	mm2	500	20,67	1,52	0,2	24,11	456,50	335,52
			35	7,50	1,02	0,15	9,84	76,05	44,18
			70	10,20	1,27	0,18	13,10	134,78	81,71
			120	13,50	1,52	0,2	16,94	225,38	143,14
			185	16,80	1,52	0,2	20,24	321,74	221,67
			240	19,20	1,52	0,2	22,64	402,57	289,53

Aislamiento	Aplicación	Galga de la fase	Circuito aluminio	Sumatoria área circuito	Porcentaje de ocupación conductor aislado(%)							
					Ducto PVC Tipo A				Ducto PVC doble pared		IMC	
					mm2	ø1"	ø1 1/4"	ø1 1/2"	ø2"	ø3"	ø4"	ø3"
THWN	BT	AWG	3X6+6+6T	147,65	20,40	12,62	1175,00	6,16	3,34	1,88	2,94	1,70
			3X4+6+6T	209,11	28,89	17,87	1664,02	8,72	4,73	2,66	4,17	2,41
			3X2+4+6T	294,67		25,18	2344,87	12,29	6,67	3,75	5,88	3,40
			3X2/0+2/0+4T	602,18			(39,25)	25,12	13,63	7,67	12,01	6,95
			3X4/0+2/0+2T	813,20				(33,92)	18,41	10,35	16,22	9,38
		kcmil	3X250+4/0+2T	1020,06					23,09	12,99	20,34	11,77
			3X350+4/0+2/0T	1310,27					29,66	16,68	26,13	15,12
			3X400+250+2/0T	1477,58					(33,45)	18,81	29,46	17,05
			3X500+350+2/0T	1795,83						22,87	(35,81)	20,72
THWN	BT	mm2	3x35+35+35T	348,37		29,77	2772,20	14,53	7,89	4,44	6,95	4,02
			3X70+70+35T	583,31			(38,02)	24,33	13,20	7,43	11,63	6,73
			3X120+70+35T	855,10				(35,67)	19,36	10,89	17,05	9,87
			3X185+120+35T	1234,79					27,95	15,72	24,62	14,25
			3X185+120+70T	1272,33					28,80	16,20	25,37	14,68
			3X240+185+70T	1611,17					(36,47)	20,51	(32,13)	18,59

	EDIFICIO FISCALIA DE POPAYÁN	
MEMORIA DE CALCULO		DISEÑOS ELECTRICOS JCG
		Calle 106ª # 20 - 10
		214 84 13
		Ingenieria3@diselectricosjcg.com

10. CALCULO DE BOMBA CONTRA INCENDIO

10.1. Características del medidor

El equipo contra incendio, está conformado por dos bombas así: (datos según diseño hidrosanitario)

BOMBA	hp
Principal	120
Jockey	7,5

$$kW = \frac{HP * 0.746}{EFICIENCIA}$$

$$kVA = \frac{kW}{FP}$$

$$I = \frac{kVA}{\sqrt{3} * 0.208kV}$$

10.1.1 Bomba principal

POTENCIA	120HP
TENSION	208V
EFICIENCIA	90.2
F.P.	0.90

Reemplazando los datos en las fórmulas tenemos.

$$kW = \frac{120 * 0.746}{0.902} = 99,24 \text{ kW}$$

$$kVA = \frac{41.36 \text{ kW}}{0.90} = 110,2 \text{ kVA}$$

$$I = \frac{110,2 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 0.208kV} = 306 \text{ A}$$

Cálculo de la protección magnética sin térmico.

Según el Artículo 28.3.11 C) de la Resolución 90708 de 2013, la fuente de energía debe ser confiable y tener la capacidad adecuada para transportar las corrientes de rotor bloqueado de la motobomba y de los equipos y accesorios. Según la tabla 430-151B de la NTC 2050 la corriente de rotor bloqueado para un motor de 120 HP es:

MEMORIA DE CALCULO

DISEÑOS ELECTRICOS JCG

Calle 106ª # 20 - 10

214 84 13

Ingenieria3@diselectricosjcg.com

Potencia Nominal		Corriente máxima del motor con rotor bloqueado (A) Motores bifásicos y trifásicos de Diseño B, C, D y E											
kW	HP	115 V		200 V		208 V		230 V		460 V		575 V	
		B,C,D	E	B,C,D	E	B,C,D	E	B,C,D	E	B,C,D	E	B,C,D	E
0,373	1/2	40	40	23	23	22,1	22,1	20	20	10	10	8	8
0,556	3/4	50	50	28,8	28,8	27,6	27,6	25	25	12,5	12,5	10	10
0,746	1	60	60	34,5	34,5	33	33	30	30	15	15	12	12
1,119	1 ½	80	80	46	46	44	44	40	40	20	20	16	16
1,492	2	100	100	57,5	57,5	55	55	50	50	25	25	20	20
2,238	3			73,6	84	71	81	64	73	32	36,5	25,6	29,2
3,730	5			105,8	140	102	135	92	122	46	61	36,8	48,8
5,595	7 ½			146	210	140	202	127	183	63,5	91,5	50,8	73,2
7,460	10			186,3	259	179	249	162	225	81	113	64,8	90
11,19	15			267	388	257	373	232	337	116	169	93	135
14,92	20			334	516	321	497	290	449	145	225	116	180
18,65	25			420	646	404	621	365	562	183	281	146	225
22,38	30			500	775	481	745	435	674	218	337	174	270
29,84	40			667	948	641	911	580	824	290	412	232	330
37,70	50			834	1185	802	1139	725	1030	363	515	290	412
44,76	60			1001	1421	962	1367	870	1236	435	618	348	494
55,95	75			1248	1777	1200	1708	1085	1545	543	773	434	618
74,60	100			1668	2154	1603	2071	1450	1873	725	937	580	749
93,25	125			2087	2692	2007	2589	1815	2341	908	1171	726	936
111,9	150			2496	3230	2400	3106	2170	2809	1085	1405	868	1124
149,2	200			3335	4307	3207	4141	2900	3745	1450	1873	1160	1498
186,5	250									1825	2344	1460	1875
223,8	300									2200	2809	1760	2247
261,1	350									2550	3277	2040	2622
298,4	400									2900	3745	2320	2996
335,7	450									3250	4214	2600	3371

Las protecciones de la transferencia de la bomba contra incendio deberán ser de tipo magnético SIN térmico y tendrán una corriente nominal de 320 A con magnético ajustable por encima de 2007 A (se ajusta a capacidad de corrientes de protección comerciales).