

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058.
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

**MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS
POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL
GUAVIARE.**

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058.
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

+

Contenido

1.	presentación del proyecto	7
1.1.	INFORMACIÓN DEL PROYECTO	7
1.2.	OBJETIVO.....	8
1.3.	RESUMEN DEL PROYECTO.....	8
1.4.	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	8
2.	análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo el análisis de factor de potencia y armónicos	9
3.	análisis de coordinación de aislamiento eléctrico	11
3.1.	SOBRETENSIONES TEMPORALES	12
3.2.	CALCULO SOBRETENSIONES DE MANIOBRA.....	12
3.3.	CALCULO SOBRETENSIONES ATMOSFERICAS.....	12
3.4.	CALCULO DE TENSIÓN NOMINAL NORMALIZADA	12
4.	análisis de nivel de riesgo por rayos y medida de protección contra rayos	14
4.1.	CALCULO DEL ANÁLISIS DE RIESGO	14
4.1.1.	RIESGO TOLERABLE	14
4.1.2.	EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN.....	14
4.2.	CONCLUSIÓN DEL NIVEL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.....	17
5.	análisis de riesgo de origen eléctrico y medidas para mitigarlo	18
5.1.	AUSENCIA DE ELECTRICIDAD	19
5.2.	ARCO ELÉCTRICO.....	19
5.3.	CONTACTO DIRECTO	20
5.4.	CONTACTO INDIRECTO	20
5.5.	CORTOCIRCUITO	21
5.6.	ELÉCTRICIDAD ESTÁTICA.....	21
5.7.	EQUIPO DEFECTUOSO.....	22
5.8.	RAYOS.....	22
5.9.	SOBRECARGA	23
5.10.	TENSIÓN DE CONTACTO	23

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058.
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

5.11.	TENSIÓN DE PASO	24
6.	análisis del nivel de tensión requerido	25
7.	cÁlculo de campos electromagnéticos.....	26
8.	cálculo de transformadores	27
8.1.	CALCULO DE DEMANDA.....	27
8.2.	SELECCIÓN DE TRANSFORMADOR.....	27
9.	cÁlculo del sistema de puesta a tierra	32
9.1.	CALCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	32
9.2.	CALCULO DEL SPT.....	33
10.	dimensionamiento de conductores a utilizar en media y baja tensión.....	64
10.1.	CALCULO POR CAIDA DE TENSIÓN.....	64
10.1.1.	BORNES DE TRANSFORMADOR AL MEDIDOR.....	64
10.2.	CORRIENTE NOMINAL DE LOS CIRCUITOS:	64
10.3.	CAPACIDAD DE CORRIENTE	64
10.4.	SECCIÓN POR CORTOCIRCUITO.....	64
10.5.	DIMENSIONAMIENTO CONDUCTORES.....	67
11.	selección de protecciones media tensión y baja tensión.....	69
11.1.	PROTECCION EN MEDIA TENSIÓN	69
11.1.1.	TRANSFORMADOR 5kVA.....	70
11.1.2.	TRANSFORMADOR 10kVA.....	71
12.	cÁlculo económico de los conductores	73
12.1.	INTRODUCCIÓN	73
12.2.	PERDIDA DE ENERGÍA EN LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	73
12.3.	PERDIDAS JOULE EN PRESENCIA DE LAS CORRIENTES ARMÓNICAS.....	74
12.4.	DIMENSIONAMIENTO ECONÓMICO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	74
12.5.	ASPECTOS ECONÓMICOS.....	76
12.6.	RESULTADO DE LOS CALCULOS	77
13.	cálculo de canalizaciones	79
14.	cálculo de perdidas de energía.....	80
15.	cÁlculo de regulación.....	83

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058.
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

16. cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.....99

17. COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN DE FASE Y TIERRA BAJO LOS PARAMETROS DE LA NORMA IEC 60909 DE 2001 102

18. CÁLCULO Y ESPECIFICACIÓN TECNICA DE LOS EQUIPOS DE MEDIDAS 109

19. DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD 110

19.1. DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIÓN..... 111

19.2. DISTANCIAS MINIMAS PARA TRABAJOS EN O CERCA DE PARTES ENERGIZADAS 113

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058.
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Ilustración 1. . Rangos de Amplitud y Duración de los Tipos de Sobretensión.....	12
Ilustración 2. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas.....	18
Ilustración 3.Soporte Térmico y de Sobrecarga Transformadores Categoría 1.....	69
Ilustración 5.Selección Fusible Transformador 15KVA.....	72
Ilustración 3.Costo Inicial y Costos operativo de los conductores en función de Sección.	77
Ilustración 7. Configuración con grapa o pinzas.	99
Tabla 1. Resumen Proyecto.....	8
Tabla 2. Clasificación de iluminación de vías vehiculares	9
Tabla 3.Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada.....	9
Tabla 4. Requisitos mínimos de iluminación para vías con ciclo rutas y andenes adyacentes.	10
Tabla 6. Características técnicas de la luminaria 66W	10
Tabla 8. Valores típicos de riesgo tolerable. Tomado NTC 4552-2.....	14
Tabla 9. Información Base Calculo SIPRA	15
Tabla 10. Resultado Análisis.....	16
Tabla 11. Ubicación transformadores de alumbrado público.	25
Tabla 12. Categoría de transformadores.....	27
Tabla 13. Curva de sobrecarga del transformador categoría1.....	27
Tabla 14.Características Sub Estación Poste T1.....	28
Tabla 15. Características Sub Estación Poste T2.....	29
Tabla 16.Características Sub Estación Poste T3	29
Tabla 20. Corriente de cortocircuito punto de conexión.....	33

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058.
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Tabla 21. Calculo SPT T1.....	39
Tabla 22. SPT T2.....	44
Tabla 23. SPT T3.....	49
Tabla 27. Calculo de Sección por Cortocircuito.....	67
Tabla 28.Criterio Selección de Conductores	68
Tabla 29. Conductor económico T03- 90	78
Tabla 30. Perdidas de potencia T03.....	82
Tabla 31. Características eléctricas de los conductores.....	84
Tabla 32. Regulación de tensión T01.....	86
Tabla 33. Regulación de tensión T02.....	87
Tabla 34. Regulación de tensión T03.....	90
Tabla 38. Características generales de los cables de acero galvanizados.	101
Tabla 39. Características generales de las varillas de anclaje.	101
Tabla 40. Características generales de aisladores tensores.	101
Tabla 41. Características generales de platina de sujeción.....	101
Tabla 43. Protección contra cortocircuito transformadores 15kVA	106

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

PROMOTOR O CLIENTE

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE
NIT: 800.103.180-2

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO:	PRIMERA ETAPA DE MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE TIPO DE PROYECTO.
UBICACIÓN:	SECTOR RURAL VEREDAS: PUERTO ARTURO, LA CARPA, EL CAPRICHIO, BOQUERON, MORRO, RESBALON, GUACAMAYAS
ESTRATO SOCIO ECONOMICO:	1 – SECTOR RURAL
NIVEL DE TENSIÓN DE CONEXIÓN:	13.2 KV
NIVEL DE TENSION DE OPERACIÓN:	0.480 KV
CARGA PROYECTADA:	7X5KVA + 1X10 KVA

1.2. OBJETIVO:

La presentación del proyecto **PRIMERA ETAPA DE MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.**, tiene como finalidad dar cumplimiento a los requerimientos del operador de red ENERGUAVIARE S.A. E.S.P, en cuanto al proyecto tipo **sub estación en poste** y alumbrado público, considerando RETIE, la norma técnica Colombiana NTC 2050, las resoluciones de la CREG y las normas del OR, destacando que la carga es estacionaria, por ser alumbrado público, sin variaciones de flujo de carga, ni maquinas eléctricas de ningún tipo, que generen distorsión al sistema de distribución.

1.3. RESUMEN DEL PROYECTO:

El proyecto, pretende permitir la conexión a la red de MT, si necesidad de construir apoyos en media tensión, es decir conectar en la red de ENERGUAVIARE, de los transformadores de uso dedicado para alimentar las cargas del proyecto, esto en siete (7) unidades monofásicas trifilares de cinco (5) KVA, y uno (1) de 10 KVA.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

1.4. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

La instalación se encuentra ubicada en un nivel de contaminación baja y lejos de soluciones salinas producto del ambiente que produzca ataque galvánico por contacto entre cobre y aluminio, y de ácidos hidrocórico que produzca acciones corrosivas rápidas.

Por encontrarse en una zona de contaminación baja corresponde al nivel II de acuerdo a la IEC608015, con una distancia de fuga de 20m.

2. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO EL ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS

Las cargas asociadas al alumbrado público están dadas en función de las características de las vías a iluminar. Entre las características principales se encuentran la velocidad de circulación y el número de vehículos.

Para el proyecto de modernización del alumbrado público de Centros poblados se consideraron los tipos de vías M4 y M5 que corresponden a V2 y V3 según POT de Centros poblados. Los criterios considerados para dicha clasificación corresponden a los de la tabla.

Clase de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h/carril)	
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	V>=80	Muy importante	T>1000
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Alta	45<=V<80	Importante	1000>T>700
M3	Vías principales y ejes viales.	Media	40<=V<45	Media	700>T>500
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	30<=V<40	Reducida	500>T>300
M5	Vías secundarias en barrios	Muy reducida	20<=V<30	Muy reducida	300>T>150
M6	Vías dentro de conjuntos residenciales cerrados y condominios.	Muy reducido	V<20	Muy reducido	T<150

Tabla 2. Clasificación de iluminación de vías vehiculares

Los requisitos de iluminación para las vías corresponden a los exigidos en la tabla de requisitos fotométricos y los niveles exigidos de luminancia e iluminancia son los de la tabla requisitos mínimos de iluminación para vías.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Clase de iluminación	Superficie de la carretera					Ciclorrutas adyacentes				En andenes adyacentes			
	Estado seco					Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilíndrica mínima (Esc.min, lux)	Emed (lux)	Punto min. Emin (lux)	Ilumin. Vertical mínima (Evmin, lux)	Ilumin. Semi cilíndrica mínima (Esc.min, lux)
	Luminancia promedio Lprom (cd/m²)	Uo (min/med)	UL (min/max)	fTI	Relación de entorno mínimo EIR								
M1	2.0	0,4	0.7	10	0,35	15 - 22,5	3	5	3	15 - 22,5	2	3	2
M2	1,5	0,4	0.7	10	0,35	15 - 22,5	3	5	3	15 - 22,5	2	3	2
M3	1,0	0,4	0.6	15	0,30	10 - 15	2	3	2	10 - 15	2	3	2
M4	0,75	0,4	0.6	15	0,30	5 - 7,5	1	1,5	1	5 - 7,5	1	1,5	1
M5	0,50	0,35	0.4	15	0,30	5 - 7,5	1	1,5	1	5 - 7,5	1	1,5	1
M6	0.30	0.35	0.4	20	0,30	3 - 4,5	1	1	0,6	3 - 4,5	1	1	0,6

Tabla 3. Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada

De acuerdo a dichos criterios para la selección de la luminaria esta corresponde a las luminarias relacionadas en las tablas con las siguientes características:



LED Street Light

LED STREET LIGHT ZD216 40W NW V2

P27383



Luminaria LED para iluminación vial y exterior, con diseño moderno y robusto, driver de corriente constante integrado en la luminaria. Montaje en brazo horizontal. Proyección uniforme de la luz , reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno con fuente LED SMD y lentes en policarbonato
Chasis robusto en aluminio inyectado, liviano con disipador de calor integrado
Driver de alta precisión con salida de corriente constante y protección de sobrecalentamiento
Certificación RETILAP

APLICACIONES

Alumbrado público en vías
Iluminación general en exteriores
Parques y plazoletas







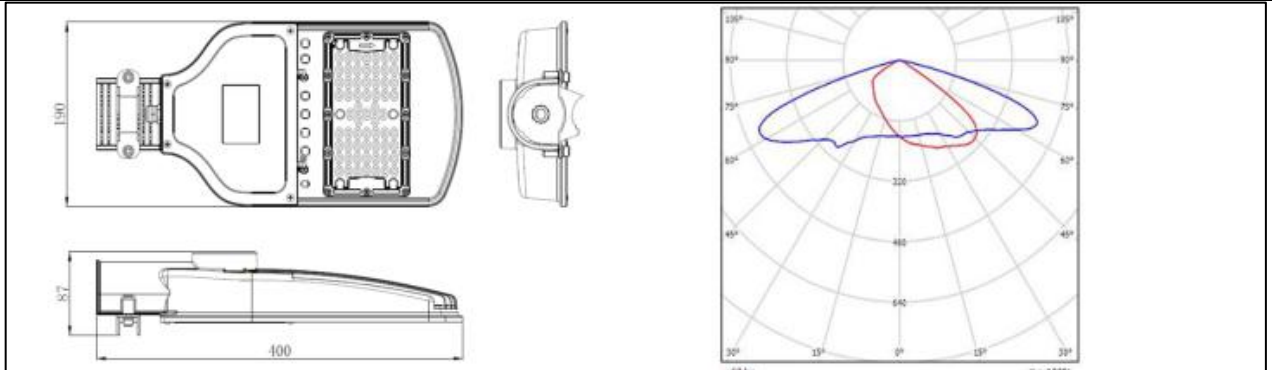
PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	4000K (NW)	Acabado	Pintura gris	Potencia de entrada	40 W
Flujo luminoso	5400 lm	Grado de protección IP IK	IP65 / IK08	Tensión de operación	100-240V 50/60Hz
Tipo de distribución	Tipo II S	Dimensiones (WxLxH)	400x190x86 mm	Corriente de entrada	0.18 A @ 220 V
Reproducción de color (IRC)	≥70	Tipo de montaje	Brazo horizontal	Factor de potencia	0.95
Vida útil	100000 h *	Chasis	Aluminio inyectado	Distorsión armónica (THD)	<20%
Eficacia	135 lm/W	Material óptica	Lente PMMA	Tipo de driver	Independiente CC
Chip LED	SMD (CREE 3030)	Temperatura de operación Ta	-25°C ~ +40°C	Protección Transitorios	DPS 10KV
Numero de Chips LED	42pcs	Diámetro soporte	60 mm	Atenuable	No - (Opcional S/P)
				Base Fotocelda	Nema 3 Pin
*Vida util LED L70 LM80 TM21					

DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	4000K (NW)	Acabado	Pintura gris	Potencia de entrada	50 W
Flujo luminoso	6750 lm	Grado de protección IP IK	IP65 / IK08	Tensión de operación	100-240V 50/60Hz
Tipo de distribución	Tipo II S	Dimensiones (WxLxH)	400x190x86 mm	Corriente de entrada	0.23 A @ 220 V
Reproducción de color (IRC)	≥70	Tipo de montaje	Brazo horizontal	Factor de potencia	0.95
Vida útil	100000 h *	Chasis	Aluminio inyectado	Distorsión armónica (THD)	<20%
Eficacia	135 lm/W	Material óptica	Lente PMMA	Tipo de driver	Independiente CC
Chip LED	SMD (CREE 3030)	Temperatura de operación Ta	-25°C ~ +40°C	Protección Transitorios	DPS 10KV
Numero de Chips LED	63pcs	Diámetro soporte	60 mm	Atenuable	No - (Opcional S/P)
				Base Fotocelda	Nema 3 Pin
*Vida util LED L70 LM80 TM21					

DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	4000K (NW)	Acabado	Pintura gris	Potencia de entrada	66 W
Flujo luminoso	8910 lm	Grado de protección IP IK	IP65 / IK08	Tensión de operación	100-240V 50/60Hz
Tipo de distribución	Tipo II S	Dimensiones (WxLxH)	400x190x86 mm	Corriente de entrada	0.3 A @ 220 V
Reproducción de color (IRC)	≥70	Tipo de montaje	Brazo horizontal	Factor de potencia	0.95
Vida útil	100000 h *	Chasis	Aluminio inyectado	Distorsión armónica (THD)	<20%
Eficacia	135 lm/W	Material óptica	Lente PMMA	Tipo de driver	Independiente CC
Chip LED	SMD (CREE 3030)	Temperatura de operación Ta	-25°C ~ +40°C	Protección Transitorios	DPS 10KV
Numero de Chips LED	63pcs	Diámetro soporte	60 mm	Atenuable	No - (Opcional S/P)
				Base Fotocelda	Nema 3 Pin
*Vida util LED L70 LM80 TM21					

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		



3. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO

La coordinación de aislamiento se hace a nivel I_1 , es decir en la red de alimentación de 13.2kV aérea, para la selección del dispositivo de protección contra sobretensiones (DPS).

Consideraciones básicas generales:

- Tensión nominal de operación entre fases: 13.2 KV
- Tensión máxima de operación entre fases: 18.4 KV
- Tensión base: $18.4KV \times \sqrt{2}/\sqrt{3}$: 15 KV
- Tensión de flameo corregido para 15 KV: 95 KV
- Pararrayos o DPS de óxido de zinc (ZnO)
- Sistema sólidamente aterrizado
- Altura sobre el nivel de mar planta H: 175m
- Características pararrayos:
- Tensión máxima de residual para impulso atmosférico 8/20us: 49.41 KV

Para redes de distribución de media tensión el BIL para los equipos a instalar sobre las líneas aéreas será de 95 KV, por lo tanto, para corroborar este valor tenemos el siguiente análisis y soporte teórico:

Teniendo en cuenta que las sobretensiones son eventos transitorios de mayor tensión a las máximas tensiones de operación del sistema, estos eventos pueden ser clasificados de acuerdo a su origen como temporales, de maniobra y atmosféricos. Las sobretensiones temporales y de maniobra se consideran de origen interno del sistema como resultado de fenómenos transitorios, mientras que las atmosféricas son de origen externo.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

TENSIÓN SOPORTADA AL IMPULSO TIPO MANIOBRA (BSL o SIWL): Es el valor pico de tensión soportada al impulso tipo maniobra, el cuál caracteriza al aislamiento del equipo en cuanto a pruebas. Estas tensiones se especifican para condiciones de seco y/o lluvia, ya estrés del aislamiento de los equipos de maniobra bajo el efecto de la humedad y/o la lluvia. Para impulsos de polaridad negativo las pruebas son realizadas en seco, mientras que los impulsos de polaridad positiva se realizan para condiciones de lluvia.

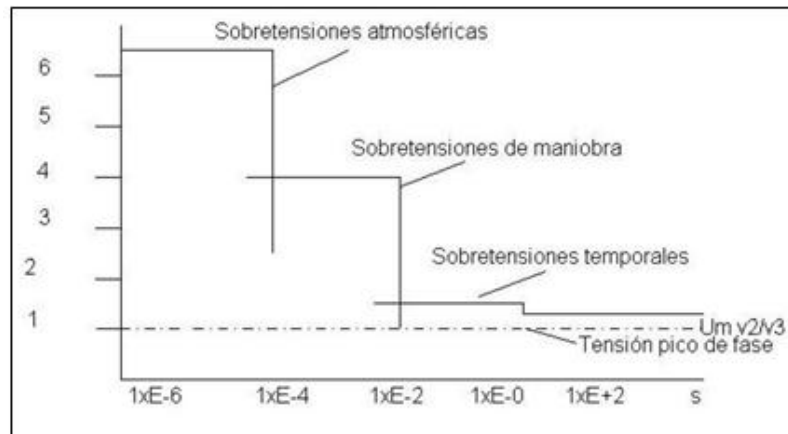


Ilustración 1. . Rangos de Amplitud y Duración de los Tipos de Sobretensión.

3.1. SOBRETENSIONES TEMPORALES

Estas sobretensiones tienen como principal característica una frecuencia muy cercana a la industrial y por no ser amortiguada. Se encuentran asociadas a pérdidas de carga, fallas a tierra y resonancias de diferentes tipos. Normalmente en los sistemas de distribución eléctrica, las amplitudes de las sobretensiones temporales no deben exceder de 1.5 p.u. ($S_p u$), y se espera que su duración no sea menor a 1segundo.

$$S_T \quad T \in 1.5 = (1.5)(13.2) = 19.8 \quad k \quad k$$

3.2. CALCULO SOBRETENSIONES DE MANIOBRA

Estas sobretensiones se encuentran asociadas a todas las operaciones de maniobra y fallas del sistema, las amplitudes se encuentran en un rango de 2 p.u y 4 p.u. ($P U$), el valor dependerá de los valores de diseño del sistema y de los medios para su limitación.

De esta manera se espera sobretensiones por maniobra del orden de (26.4 – 52.8)k

3.3. CALCULO SOBRETENSIONES ATMOSFERICAS

Estas causan efecto sobre las sub estaciones en poste debido a descargas atmosféricas sobre una línea o como flameos inversos en postes. Por esto se debe proteger contra descargas directas mediante un apantallamiento eficiente. En tensiones de 13.2 k su valor está entre 4 y 6

$$S \quad U \quad k$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

p.u (P), por lo tanto se espera valores de (52.8 – 79.2) y se tomará un BIL de 80 .

3.4. CALCULO DE TENSIÓN NOMINAL NORMALIZADA

La tensión de los DPS de Óxido de Zinc (Z), es el resultado de los siguientes parámetros.

Para los DPS conectados Fase-Tierra:

$$C = \frac{U_m(T \frac{ón B}{\sqrt{3}})}{\sqrt{3}} = \frac{1 \text{ k}}{\sqrt{3}} = 8.66k$$

Sobretensión temporal (T):

$$T = K_e C, \text{ Donde:}$$

K_e : Factor de puesta a tierra (1.4, p psi sc). $a \text{ ti}$

$$T = (1.4)(8.66k) = 12.12k$$

Tensión Nominal del Pararrayo (R):

Corresponde al mayor valor entre R_0 y R_e

$$R = M [R_0; R_e], \text{ Donde:}$$

$$R_0 = \frac{C}{K_c} = \frac{8.6 \text{ k}}{0.8} = 10.83k$$

$$R_e = \frac{T}{K_t} = \frac{12.1 \text{ k}}{1.1} = 10.52k$$

K_0 : Factor de diseño del DPS, especificado por el fabricante (0.8).

K_t : Factor de capacidad del pararrayo contra sobretensiones temporales, este depende del tiempo de duración del despeje de la falla de sobretensión (1.5), para 1 segundo, cuando el sistema está sólidamente puesto a tierra.

$$R = M [R_0; R_e] = M [10.83; 10.52] = 10.83 \text{ k}$$

Por lo tanto el voltaje nominal normalizado del pararrayo (V_n) será de 12 y la corriente mínima de choque de descarga que soporta, de acuerdo al nivel cerámico será de 10k

DPS 13.2k 15 / 10 . k

4. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

El análisis aplicado al proyecto, se basa en las series de normas NTC4542, siendo estas el fundamento para las consideraciones pertinentes en la protección contra rayos. Este análisis permite tomar las medidas para la mitigación de los riesgos y de esta manera permitir la protección para los ocupantes y contenidos dentro de la estructura protegida, de la misma manera evaluar los riesgos de la acometida de servicio.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

4.1. CALCULO DEL ANÁLISIS DE RIESGO

La protección de la estructura y acometidas de servicio contra rayos para este proyecto son realizadas en concordancia con el compendio de Normas NTC 4552. El manejo del riesgo corresponde al indicado en la NTC 4552-2 en el capítulo 5.

4.1.1. RIESGO TOLERABLE

Los riesgos tolerables corresponden a los indicados en la Tabla 7 de la NTC4552-2.

Tabla 7. Valores Típicos de riesgo tolerable

Tipo de pérdida	$R_T (y^{-1})$
Pérdida de vidas o lesiones permanentes	10^{-4}
Pérdida de servicio público	10^{-3}
Pérdida de patrimonio Cultural	10^{-3}

Tabla 8. Valores típicos de riesgo tolerable. Tomado NTC 4552-2.

4.1.2. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN

Para evaluar la necesidad de protección se debe considerar los siguientes riesgos:

- Riesgos R_1 , R_2 y R_3 para una estructura.
- Riesgos R'_1 y R'_2 para un servicio.

En donde:

R_1 = Riesgo de la pérdida de vida humana.
 R_2 = Riesgo de pérdida del servicio público.
 R_3 = Riesgo de pérdida de patrimonio cultural.
 R'_1 = Riesgo de pérdida de vida humana.
 R'_2 = Riesgo de pérdida del servicio público.

Se consideraron las siguientes estructuras para la evaluación del riesgo:

- La estructura misma
- La instalación dentro de la estructura
- El contenido de la estructura
- Las personas dentro de la estructura o que permanecen en zonas aledañas hasta tres metros fuera de la estructura

La acometida a considerar en la evaluación del riesgo es:

- La sub estación de distribución principal y la edificación de los usuarios.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Para el cálculo de cada componente de riesgo tanto en la estructura como en la acometida se realizó basado en la siguiente información de base.

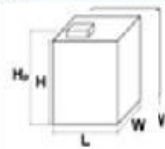
PROYECTO:		MODERNIZACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE PUERTO CONCORDIA META	
DIMENSIONES: Longitud (L) 3 m Ancho (W) 3 m Altura Sobre Terreno (H) 8 m Área efectiva para descarga directa (A _{ef}) 2104 m²			
TIPOS DE SUELOS Y PISOS Tipo de Suelo Concreto Tipo de Piso Concreto ρ _s 0.01 ρ _a 0.01		INTENSIDADES AMBIENTALES Localización Relativa Objeto moleado de objetos o árboles más altos Ciudad PUERTO CONCORDIA META Factor Ambiental Urbano * (10m ≤ d ≤ 20m) Días de Tormenta 60 Días año DUT 1 rayos/km ² /año	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA Ubicación Personas Todos los tipos-personas fuera de la estructura Modulos de Protección Contra incendios Sin medida de prevención Riesgo de fuego en la estructura Ninguno Clase especial de Riesgo Sin riesgo especial Tipo de Estructura Edificios civiles		MEDIDAS DE PROTECCIÓN EXISTENTES Medidas de Protección Sin medida de protección Medidas de Protección Sin medida de protección Medidas de Protección Sin medida de protección Tipo de Protección de Estructura No protegida NTN Sin Sistema de Coordinación de Protecciones	
CARACTERÍSTICAS SISTEMA INTERNO Caract Cable Cable Sin pantalla - Lazo de conductores formado por diferentes rutas o lo largo de edificaciones (lazo de orden de 50m²) Tipo de Cable Cable No Apantallado Resistencia No Ω/km Tensión U ₀ 6 kV		CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO Tipo de acometida Aerea Altura sobre la tierra de los conductores del servicio 10.2 m Longitud de sección de la acometida de servicio 932 m Altura de la estructura de donde proviene la acometida de servicio 10.2 m Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida 5.8 m Resistividad del terreno donde la acometida es enterrada 30 Ω.m Puesta a tierra Puesta a tierra sencilla Tipo Transformador Transformador con devanador primario y secundario desacoplado Electricamente Tipo de Cable Cable No Apantallado Resistencia 5xR ₀ ≤ 20 [Ω/km] Ω/km Tensión soportable al impulso tipo rayo U ₀ 2.5 kV Características del Servicio Con la pantalla sin contacto con el suelo Medidas de Protección Sin medidas de protección Tipo de Aparato Aparato eléctrico para usuario (11-21 kV) Tensión nominal Cable Potencia Tensión 15	
Servicio Tipo Acometidas TV, T1 C, Suministro de potencia Tipo Acometidas TV, T1 C, Suministro de potencia			

Tabla 9. Información Base Calculo SIPRA.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

EVALUACIÓN DE COMPONENTES PARA CADA TIPO DE PERDIDA EN UNA ESTRUCTURA			
ND = Número de eventos peligrosos debido a impactos directos a la estructura			5.31E-04
NM = Número de eventos peligrosos debido a descargas cercana a la estructura			1.95E-02
NL = Número de eventos peligrosos debido a descargas sobre el servicio			2.73E-03
NDA = Número de eventos peligrosos debido a impactos sobre estructura adyacente "a" de donde proviene la acometida			4.25E-04
Ni = Número de eventos peligrosos por descargas cercanas al servicio			1.88E-02
PA = Probabilidad de lesiones a seres vivos a causa de tensión de paso y contacto por descargas directas a la estructura			1.00E+00
PB = Probabilidad de daño a la estructura por descargas directas a la estructura			1.00E+00
PC = Probabilidad de daño de sistemas internos por impacto directo a la estructura			1.00E+00
PM = Probabilidad de daño de sistemas internos por impactos cercanos a la estructura			0.00E+00
PU = Probabilidad de lesiones a seres vivos a causa de tensiones de toque por descarga sobre las acometidas de servicio			0.00E+00
PV = Probabilidad de daños físicos causa de descargas directas en las acometidas de servicio			0.00E+00
PW = Probabilidad de daños de sistemas internos a causa de descargas directas en las acometidas de servicio			0.00E+00
PZ = Probabilidad de daño de sistemas internos a causa de descargas cercanas a las acometidas de servicios.			1.00E+00
LA = Pérdida relacionada a lesiones a seres vivos por tensión de paso y contacto fuera de la estructura			1.00E-04
LB = Pérdidas en la estructura por fuego o explosión por arco (sparkling) (impacto en la estructura)			0.00E+00
LC = Pérdida de vidas humanas por falla de sistemas internos por IER a causa de descargas en la estructura			0.00E+00
LM = Pérdida relacionada a falla de sistemas internos			0.00E+00
LU = Pérdida de vida por tensiones de contacto dentro de la estructura (Impactos al servicio)			1.00E-04
LV = Pérdida en la estructura relacionada a daños físicos por descargas en acometida de servicio			0.00E+00
LW = Pérdidas relacionada a fallas de sistemas internos por descarga en el servicio			0.00E+00
LZ = Pérdidas relacionada con falla en sistemas internos			0.00E+00
RA = Componente relacionada con las lesiones a seres vivos causados por tensiones de paso y contacto en las zonas con un radio de cobertura de 3m fuera de la estructura			5.31E-08
RB = Componente relacionada con los daños físicos causados por chispas peligrosas dentro de la estructura Causando fuego o explosión			0.00E+00
RC = Componente relacionada con la falla de sistemas internos causado por IER			0.00E+00
RM = Componente relacionada con la falla de sistemas internos causado por IER			0.00E+00
RU = Componente de riesgo (lesiones a seres vivos por tensiones de paso y contacto - impacto en el servicio)			0.00E+00
RV = Componente de riesgo (daño físicos- Impacto en el servicio)			0.00E+00
RW = Componente de riesgo (Fallas de sistemas internos causado por IER - Impacto en el servicio)			0.00E+00
RZ = Componente de riesgo (Falla de sistemas internos causada por IER- Impacto en el servicio)			0.00E+00
R1 = Riesgo de pérdida de vida humana			5.31E-08
R2 = Riesgo de pérdida del servicio público			0.00E+00
R3 = Riesgo de pérdida de patrimonio cultural			0.00E+00
R4 = Riesgo de pérdida de valores Economicos			0.00E+00

Tabla 7. Valores Típicos de Riesgos Tolerables		Calculado	
Tipo de pérdida	Rt (y ⁻¹)	Riesgo	Evaluación
Pérdidas de Vida o Lesiones Permanentes	1.0E-05	5.31E-08	Cumple
Pérdida de servicio público	1.0E-03	0.00E+00	Cumple
Pérdida de patrimonio cultural	1.0E-03	0.00E+00	Cumple

Pérdida Económicas (IEC 62305-2)	0.01	0.00E+00	Cumple
----------------------------------	------	----------	--------

COMPONENTE DE RIESGO PARA CADA TIPO DE PERDIDA EN ACOMETIDA DE SERVICIOS			
Nd = Número de eventos peligrosos debido a impactos directos a la estructura			4.12E-02
NL = Número de eventos peligrosos debido a descargas sobre el servicio			0.00E+00
Ni = Número de eventos peligrosos por descargas cercanas al servicio			0.00E+00
PA = Probabilidad de daños físicos al servicio, por impacto en la estructura.			1.00E+00
PC = Probabilidad de daños físicos a equipos del servicio por impactos a la estructura.			1.00E+00
PV = Probabilidad de daños físicos al servicio por impactos al servicio			1.00E+00
PW = Probabilidad de daños físicos a equipos del servicio por impactos al servicio			1.00E+00
PZ = Probabilidad de falla en los equipos del servicio, por impactos cerca de la acometida			1.00E+00
LB = Pérdida por daños físicos por circulación de corrientes parciales de rayo en la acometida de servicio.			2.00E-02
LC = Pérdida relacionada a fallas en equipos del servicio			2.00E-03
LV = Pérdida del servicio por daños físicos, por descarga en acometidas del servicio.			2.00E-02
LW = Pérdida relacionadas a falla de equipos del servicio por impactos en el servicio			2.00E-03
LZ = Pérdida relacionada a la falla de equipos del servicio por descargas cercanas a la acometida de servicio.			2.00E-03
RA = Probabilidad de daños físicos al servicio, por impactos en la estructura			8.24E-04
RC = Componente de riesgo (Falla de sistemas internos causados por IER- Impacto en la estructura)			8.24E-06
RM = Componente de riesgo (falla de equipos del servicio causado por IER - Impacto en el servicio)			0.00E+00
RW = Componente de riesgo (falla de equipos del servicio causado por IER - Impactos en el servicio)			0.00E+00
RZ = Componente de riesgo (falla de equipos del servicio causado por IER - Impactos próximos al servicio)			0.00E+00
R1(*) = Riesgo de pérdida de vida humana, (*) solo para ductos metálicos sin continuidad eléctrica, que transporte fluidos explosivos			0.00E+00
R2 = Riesgo de pérdida del servicio público.			9.07E-04
R4 = Riesgo de pérdida del valor económico.			9.07E-04

Tabla 7. Valores Típicos de Riesgos Tolerables		Calculado	
Tipo de pérdida	Rt (y ⁻¹)	Riesgo	Evaluación
Pérdidas de Vida o Lesiones Permanentes	1.E-05	0.00E+00	Cumple
Pérdida de servicio público	1.E-03	9.07E-04	Cumple

Pérdida Económicas (IEC 62305-2)	1.E-02	9.07E-04	Cumple
----------------------------------	--------	----------	--------

Tabla 10. Resultado Análisis.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

4.2. CONCLUSIÓN DEL NIVEL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

Debido a que no se supera los valores no se requiere medida de protección alguna para la estructura y acometidas de servicios.

5. ANÁLISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLO

Según Art.9“ANÁLISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELÉCTRICO” del RETIE, se debe tener en cuenta los criterios establecidos en las normas sobre la capacidad de los seres humanos a soportar descargas eléctricas, tomados de la gráfica de la norma NTC4120, con referente a la IEC60479-2, que detalla las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15a100Hz.

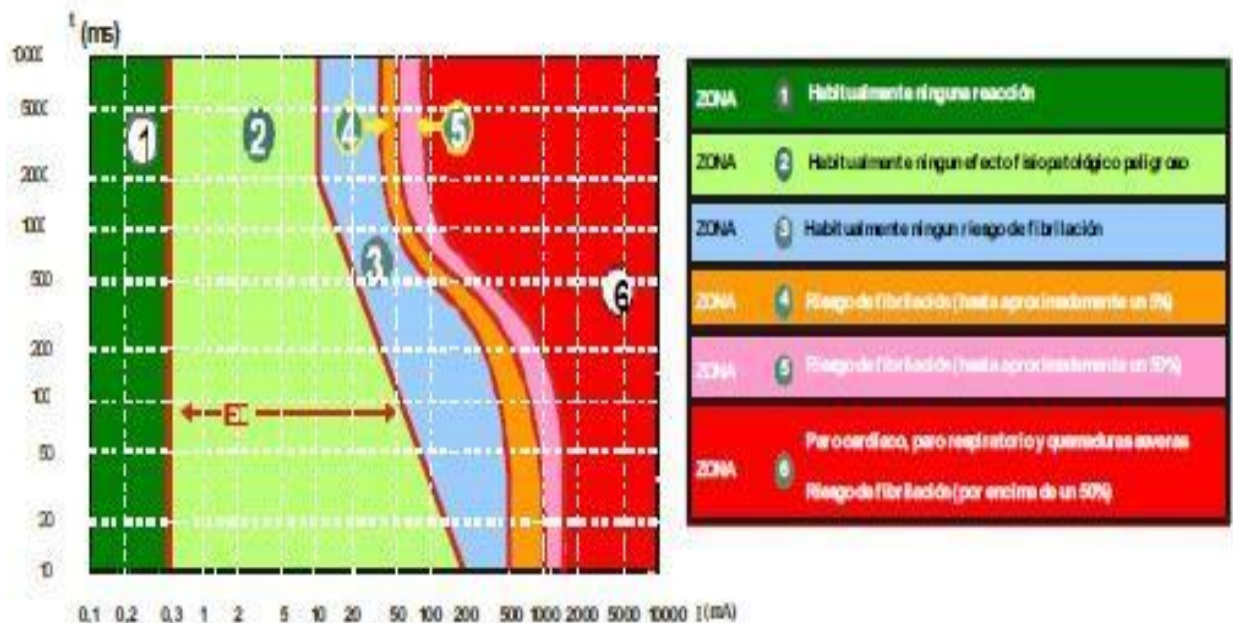


Figura 1. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz.

Ilustración 2. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas.

Se encuentra que los equipos de protección y aislamiento a utilizar, y de acuerdo al nivel de tensión asignado en la factibilidad de servicio, se encuentran operando en la Zona6 (paro cardíaco, paro respiratorio, quemaduras severas, riesgo de fibrilación por encima del 50%).Con esta información se plantea la matriz de niveles de riesgo de la norma NTC4552, teniendo en cuenta los parámetros de la frecuencia y la gravedad.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

5.1. AUSENCIA DE ELECTRICIDAD.

Riesgo a evaluar	Pérdidas Económicas Evento o efecto	PV	Ausencia de Electricidad (el) o (er) Factor de riesgo (causa)	Operador de Red Fuente						
Potencial	Roa				FRECUENCIA					
SINDRÓMICO	En personas	Económicas	Ambientales	En la Imagen de la empresa		E No ha	D Ha ocurrido	C Ha ocurrido	B Sucede	A Sucede
	Otra o más muertes	Daño grave en infraestructura	Contaminación irreparable	Internacional	5	MUY ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación. Daños severos	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:	ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA			VP:	VP. RS205 2008		Fecha:	JULIO DE 2017		
NIVEL III (B) (ALC): Medida de protección. Este factor no afecta significativamente el desarrollo de actividades de la urbanización por tratarse de un conjunto residencial, por lo tanto no es necesario implementar sistema de emergencia.										

5.2. ARCO ELÉCTRICO

Riesgo a evaluar:	Quemadura Electricidad	por	Arco Eléctrico	(n) o (nn)	Panel Energizados										
	Evento o efecto		Factor de riesgo (causa)		Fuente										
Potencial	Real				FRECUENCIA										
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la Imagen de la empresa	<table><tr><td>E</td><td>D</td><td>C</td><td>B</td><td>A</td></tr><tr><td>No ha ocurrido en</td><td>Ha ocurrido en el sector</td><td>Ha ocurrido en la</td><td>Sucede varias veces</td><td>Sucede varias veces</td></tr></table>	E	D	C	B	A	No ha ocurrido en	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la	Sucede varias veces	Sucede varias veces
	E	D	C	B	A										
	No ha ocurrido en	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la	Sucede varias veces	Sucede varias veces										
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	6 MEDIO ALTO ALTO ALTO MUY ALTO										
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4 MEDIO MEDIO MEDIO ALTO ALTO										
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños menores. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3 BAJO MEDIO MEDIO MEDIO ALTO										
Lesión menor (sin discapacidad)	Daños muy leves. Interrupción leve	Efecto menor	Local	2 BAJO BAJO MEDIO MEDIO MEDIO											
Volestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, sin interrupción	Sin efecto	Interna	1 MUY BAJO BAJO BAJO BAJO MEDIO											

Evaluador: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA MP MP: RS205-2050 Fecha: JULIO DE 2017

NIVEL DE RIESGO BAJO: Medida de protección: La uniones de cableado con otros equipos como, tableros eléctricos y salidas eléctricas deben estar sujetos firmemente por medio de bridas del mismo material del cable, arandelas y tornillos que impida malos contactos, los cuales hasta el cierre del interruptor principal puedan generar arcos eléctricos.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

5.6. ELÉCTRICIDAD ESTÁTICA

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Riesgo a evaluar	Incendio Lesión o Pérdidas Económicas Evento o efecto	Por	Equipos Defectuosos Factor de riesgo (causa)	(si) o (no)	Equipos Faltantes Fuerle				
Potencial		Rea			FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	C No ha ocurrido an	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la	D Sucede varias veces	A Sucede varias veces
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de sustitución	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (>4 día)	Daños menores. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrumpen	Sin efecto	Infraestructura	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluado por:	ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA		VP:	VD. RS205-2058		Fecha:	JULIO DE 2017		
NIVEL DE RIESGO BAJO. 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.									

Riesgo a evaluar	Incendio-Quemaduras	pu	Rayos	(al) o (er)	Descargas Atmosféricas					
	Evento o efecto		Factor de riesgo (causa)		Fuente					
Potencial		Roa								
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		FRECUENCIA				
						E No ha ocurrido en	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la	B Sucede varias veces	A Sucede varias veces
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	~~Incapacidad permanente~~	~~Daños mayores, salida de subestación.~~	~~Contaminación mayor~~	~~Nacional~~	~~4~~	~~MEDIO~~	~~MEDIO~~	~~MEDIO~~	~~ALTO~~	~~ALTO~~
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños menores. Interrupción temporal	~~Contaminación localizada~~	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	~~Daños importantes. Interrupción breve.~~	Efecto menor	~~Local~~	~~2~~	~~BAJO~~	~~BAJO~~	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:	INC. MARIA CONSUELO ESPINOSA		VP:	VP: RS2015-2018		Fecha:	JULIO DE 2017			
NIVEL DE RIESGO BAJO: Medida de protección: Sistema de puesta a tierra, Protección en al líneas de distribución										

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Riesgo a evaluar	Incendios-Guadamurra	pu	Sobrecarga	(si) o (er)	Interrupciones	Fuente
	Fuente o efecto		Factor de riesgo (causa)			
Potencial		Rea				FRECUENCIA
	Ln personas	Lcónicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E D C B A No ha ocurrido en Ha ocurrido en el sector Ha ocurrido en la Sucede varias veces Sucede varias veces
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO ALTO ALTO ALTO MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MLDIO MLDIO MLDIO ALTO ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños menores. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO MEDIO MEDIO MEDIO ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO BAJO MEDIO MEDIO MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO BAJO BAJO BAJO MLDIO
Evaluador:	ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA	VP:	VP. R3205-2019	Fecha:	JULIO DE 2017	
NIVEL DE RIESGO: Medidas de protección: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra. Interruptores diferenciales, monomínimo preventivo y correctivo.						

Riesgo a evaluar:	Ejecución Lesiones por Quemaduras 1 viento o efecto	por	Tensión de Contacto 1 factor de riesgo (causa)	(cl) o (cr)	Interrupción fuerte					
Potencial		Real			FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la Imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha	Ha ocurrido	Ha ocurrido	Sucede	Sucede
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 c/a)	Daños menores. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (efecto rendimiento laboral)	Daños leves, no interrumpen	Sin efecto	Infra	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:	ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA		VP:	VP. RS205-2050	Fecha:	JULIO DE 2017				
NIVEL DE RIESGO BAJO. Medida 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.										

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

5.11. TENSION DE PASO

Riesgo a evaluar:		Lesiones		por		Tensión de Paso		(al) o (en)		Tableros Eléctricos Tomas e Interruptoras	
Evento o efecto						Factor de riesgo (causa)				Fuerte	
Potencial		Rea								FRECUENCIA	
CONSECUENCIAS	En personas	En personas	En personas	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha	Ha ocurrido	Ha ocurrido	Sucede	Sucede	
	Una o más muertos	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	
Evaluador:		ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA		VP:		VP. RS205-2058		Fecha:		JULIO DE 2017	
NIVEL DE RIESGO BAJO: Medida 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.											

6. ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSION REQUERIDO

Teniendo en cuenta las condiciones técnicas necesarias para la alimentación de las luminarias LED, estas son consideradas como una carga sensitiva, motivo por el cual se debe garantizar una variación de frecuencia máxima de ± 0.5 con una tasa de cambio inferior a 1.0 % de distorsión armónica por debajo del 5% y desbalance de tensión de sistema trifásico menor al 3%.

Debido a que estas condiciones son difíciles garantizarlas desde la red general de baja tensión se debe optar por la instalación de un transformador exclusivo de alumbrado público que garantice estas condiciones. Por esto la conexión a la red de ENERGUAVIARE, se hace desde la red de nivel II a 13.2kv

7. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

De acuerdo con el artículo No 14 literal 14.4 "CÁLCULO Y MEDICION DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS" RETIE actualización 2013.

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

Para este proyecto por ser de redes de 13.2 kV, no aplica el cálculo ni la medición de dicho parámetro.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

8. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES

8.1. CALCULO DE DEMANDA

La demanda, corresponde a la calculada en el capítulo 2 del presente proyecto.

8.2. SELECCIÓN DE TRANSFORMADOR

La selección de la potencia de los transformadores, se realiza tratando de obtener un régimen de trabajo económicamente útil, pero sin causar el acortamiento de la vida útil del transformador en condiciones nominales por calentamiento.

Debido a esto se debe tener en cuenta la curva de sobrecarga del transformador, según la clasificación dada por la NTC 2797, los transformadores utilizados en el proyecto corresponden a la categoría 1, tabla 5.

Categoría	Monofásicos (kVA)			Trifásicos (kVA)		
	5	a	500	15	a	500
I	501	a	1667	501	a	5000
II	1668	a	10000	5001	a	30000
III	más de		10000	más de		30000
IV						

Tabla 12. Categoría de transformadores.

Para esta categoría la curva de sobrecarga de un transformador corresponde a:

CURVA DE SOBRECARGA DE UN TRANSFORMADOR		
TIEMPO (h)	Corriente (A)	
1	1.9508	In
2	1.6902	In
4	1.4596	In
8	1.3295	In
24	1.1584	In

Tabla 13. Curva de sobrecarga del transformador categoría1.

Para los transformadores de alumbrado público se debe considerar la sobrecarga máxima a 12h de funcionamiento, pero como este valor no se encuentra en la tabla este debe ser calculado mediante regresión lineal.

$$Y_1 = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_2 - X_1)} (Y_2 - Y_1) + Y_1 = 1.2867 I_n$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Por lo tanto la sobrecarga máxima que puede soportar el transformador durante el funcionamiento normal de 12h corresponde a $1.2867 I_n$, con el fin de no sacrificar la vida útil del transformador se tomara como sobrecarga máxima $1.2400 I_n$ la cuál puede ser soportada durante 16h.

9. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el cálculo del sistema de puesta a tierra se utiliza la corriente de cortocircuito monofásica, por lo tanto se requiere determinarla y esta se toma a un valor del 60%, tal y como lo indica la IEEE 80.

9.1. CALCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Aguas arriba del transformador se tiene la impedancia del transformador de la sub estación San José el cual presenta una relación de transformación de 115/34.5/13.2 , y una capacidad nominal de 8 M para el devanado de 13.2 . k

Este transformador pertenece a la categoría III, según clasificación de la NTC 532 en la tabla 1, por tener una potencia trifásica mayor a $5001k$ y menor o igual a 30000.

En esta misma norma, se establece el cálculo para corrientes de cortocircuito simétrica, para lo cual se requiere especificar las siguientes características del sistema:

$$Z = Z_T + Z_S$$

El valor en p.u (sistema por unidad) de la corriente de cortocircuito está dado por:

$$I_{S1} = \frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_T + Z_S}$$

El nivel de cortocircuito en el punto de conexión del transformador. En ausencia de datos actuales se debe asumir un valor típico representativo.

Relación de impedancias de secuencia cero y positiva (X_0/X_1) si no se dispone del valor actual se puede asumir un valor de 2.0.

$$Z_S = \frac{k}{k}$$

k : Del transformador, con enfriamiento natural (0).

k : k De cortocircuito aportados por el sistema.

$$I_{S1} = \frac{1}{Z} = \frac{1}{84.3 \times 10^{-3}} = 11.8624 \text{ p.u}$$

El valor eficaz en amperios de la corriente simétrica está dada por la expresión:

$$I_s = I_{S1} \times I_r$$

I_r : Valor eficaz en amperios de la corriente nominal del devanado para la correspondiente posición de ensayo del conmutador de derivaciones.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

$$I_r = \frac{s}{\sqrt{3}U} = \frac{8}{\sqrt{3} \cdot 11.8624} \frac{k}{\sqrt{3} \cdot 11.8624} = 349.91 A$$

$$I_s = (11.8624)(349.91) = 4151 [A]$$

Corriente asimétrica de cortocircuito

$$I_s (p \rightarrow a) = k I_s$$

$$K = \sqrt{2} \left[1 + \left(e^{-(\phi + \pi/2)R/X} \right) \sin \phi \right]$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{X}{R} \right)$$

$\frac{X}{R}$: Es la relación de la reactancia c.a. a la resistencia, ambas en ohmios, en la impedancia total Z, que limita la corriente de falla.

Al considerar el interruptor con un tiempo total de separación de contactos de dos ciclos, uno debido al relevador y otro debido a la operación del mecanismo del interruptor y teniendo en cuenta los valores $\frac{X}{R}$ para diferentes tiempos de separación de disyuntor de la norma ANSI C 37.5, se tiene una relación $\frac{X}{R} = 17$.

$$\frac{I_a}{I_s} = \sqrt{2e^{-\frac{2R}{L}t} + 1}$$

$$t = \frac{2C}{60 H} = 0.033s$$

$$\frac{X}{R} = \frac{W}{R} = 17 \rightarrow \frac{R}{L} = \frac{W}{1} = \frac{2\pi(60)}{1} = 22.18$$

$$\frac{I_a}{I_s} = \sqrt{2e^{-2(22.18)(0.033)} + 1} = 1.21$$

$$I_a = 1.21 I_s = (1.21)(4151) = 5020 [A]$$

Las corrientes simétricas y asimétricas son:

CORRIENTES SIMETRICAS			CORRIENTES ASIMETRICAS		
Corriente trifásica	4151	A	Corriente trifásica	5020	A
Corriente bifásica	3595	A	Corriente bifásica	4347	A
Corriente monofásica	1921	A	Corriente monofásica	2682	A

Tabla 20. Corriente de cortocircuito punto de conexión.

9.2. CALCULO DEL SPT

El cálculo del sistema de puesta a tierra se hace con referencia a lo establecido por las normas RETIE y NTC 2050. Con respecto al RETIE, el artículo 15 pone a disposición los requisitos generales que deben tener los sistemas de puesta a tierra, así como el método para medir la resistividad del terreno y el cálculo del conductor del electrodo de puesta a tierra. Con la tabla 250-94 de la NTC 2050 se escoge el calibre del conductor y se determina un calibre de 1/0, esta escogencia del calibre se debe también a lo recomendado por la norma IEEE 80.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Otra variable que se evalúa es la resistencia de malla de puesta a tierra (este valor tiene que ser menor o igual a 10Ω).

Las tensiones de paso y contacto en caso de falla para este caso en específico fueron:

$$V_{ma} < V$$

$$V < V$$

CÁLCULO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA (150mSeg)			
PROYECTO:	MODERNIZACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE PUERTO CONCORDIA I	TRANSFORMADOR	T1
METODOLOGIA IEEE80			
Se utilizan para los cálculos las ecuaciones de la estándar IEEE80, enunciadas en la parte derecha de la hoja.			
PARAMETROS			
ρ	22.5 Resistividad aparente del terreno Ohm/m.		
ρ_s	3000 Resistividad superficial del terreno Ohm/m		
n_s	0.25 Espesor de capa superficial (m)		
I_o	1609 Corriente de falla monofasica a tierra en el primario (A) al 60% Calculada		
t_g	0.15 Tiempo de despeje de la falla (s)		
SELECCIÓN DEL CONDUCTOR			
De acuerdo al RETIE y la tabla 250-94 de la norma NTC-2050			
$A_{mm^2} = \frac{IK_f \sqrt{t_g}}{1,9737}$			
En donde:			
A_{mm^2} es la sección del conductor en mm^2 .			
I es la corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).			
K_f es la constante de la Tabla 25, para diferentes materiales y varios valores de T_m			
T_m es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor y una temperatura ambiente de 40 °C.			
t_g es el tiempo de despeje de la falla a tierra.			
Kf=11,78	A= 3.72	mm2	
Se escoge Fleje Acero Inoxidable	1/0	AWG	
Ac=	53.49 mm2	Seccion transversal del conductor	
d=	0.00946 m	Diámetro conductor	

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MAXIMAS TOLERABLES

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

Cs=
0.849

Factor de Relación (adimensional)

Peso de la persona Kg
50

0.116

Tensión de paso

$$E_{step50} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

$$E_{step70} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}}$$

(30)

Tensión de contacto

$$E_{step50} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

$$E_{step70} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}}$$

(33)

Cs =
1

Para terrenos sin grava

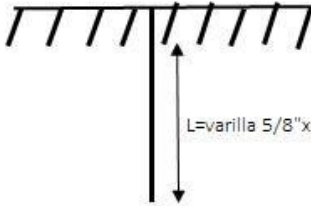
Vpaso =
4874.48 V

Tolerables

Vcontacto =
1443.25 V

Tolerables

DETERMINACION CONFIGURACION INICIAL



L=varilla 5/8"x2.44m

pe=
22.48

Resistividad equivalente del terreno (Ω-m)

L=
2.44

Longitud del electrodo tipo varilla (m)

a=
0.008

Radio de la varilla

t=
0.6

Profundidad de enterramiento

$$R = \frac{\rho e}{2\pi L} \ln \left(\frac{L}{a} \sqrt{\frac{3L + 4t}{L + 4t}} \right)$$

R=
8.91 Ohm

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

CALCULO MAXIMO POTENCIAL DE TIERRA (GPR)

$$I_G = 1.9 * I_0 \quad (A)$$

$$I_G = 3058 \quad A$$

$$GPR = I_G * R_G \quad (V)$$

$$GPR = 27246.03 \quad V$$

$$V_{\text{contacto}} = 1443.25 \quad V \quad \text{Tolerable}$$

CALCULO DE TENSION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

$$h = 0.6 \quad \text{Profundidad de enterramiento de los conductores (m)}$$

$$D = 0.016 \quad l(m)$$

$$L_1 = 0.016 \quad \text{Largo (m)}$$

$$L_2 = 0.016 \quad \text{Ancho (m)}$$

Conductor calibre 1/0 AWG

$$A_c = 53.49 \quad \text{mm}^2 \quad \text{Sección transversal del conductor}$$

$$d = 0.00946 \quad \text{m} \quad \text{Diámetro conductor}$$

$$K_{ii} = 1 \quad \text{Para mallas con electrodos de varilla a lo largo del perímetro, en las esquinas o dentro de la malla}$$

$$L_p = (L_1 + L_2) * 2 \quad (m) \quad \text{Para mallas cuadradas o rectangulares}$$

$$L_p = 0.064 \quad m$$

n Factor de geometría

$$n = n_a * n_b * n_c * n_d \quad (84)$$

$$n_a = \frac{2 * L_c}{L_p} \quad n_a = 2.000 \quad (85)$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 * \sqrt{A}}} \quad n_b = 1.064 \quad (86)$$

$$n_c = \left(\frac{L_1 * L_2}{A} \right)^{\left(\frac{0.7 * A}{L_1 * L_2} \right)} \quad n_c = 1.0 \quad (87)$$

$$n_c = n_d = 1 \quad \text{Para mallas rectangular o cuadrada; entonces:}$$

$$n = 2.127$$

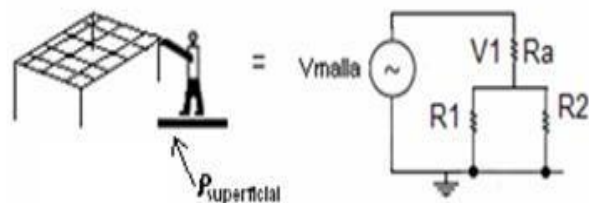
PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Vemos que una vez efectuados los cálculos para la configuración para un electrodo cumple ésta **CUMPLE**, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

L1=	2.44	Largo del electrodo (m)
a=	0.008	radio del electrodo (5/8")
h=	0.6	profundidad de enterramiento de los conductores(m)
N=	1	Numero de electrodos tipo varilla

CALCULO DE LA TENSIÓN DE CONTACTO APLICADA A UN SER HUMANO EN CASO DE FALLA

Para este cálculo se toma como punto de contacto del ser humano cualquier parte del SPT o malla, la cual tendrá un voltaje de malla en el momento de una falla, en cualquier punto; teniendo en cuenta que la persona estará fuera de la malla y sobre una superficie con una resistividad superficial específica, y tomando el caso mas critico que sería con las piernas separadas.



V1= Máxima tensión de contacto resultante

R1= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 1

$$= 3\rho_s$$

R2= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 2

$$= 3\rho_s$$

Ra= Resistencia del cuerpo de el individuo

$$= 1000 \text{ Ohm}$$

Rb= Resistencia superficial de el piso debajo de el individuo

Vmalla= Voltaje de la malla

$$\rho_s = 3000$$

$$Rb = \left(\frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} \right) \quad V_1 = V_{malla} \left(\frac{Ra}{Ra + Rb} \right)$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Rb=	4500 Ohm	Vmalla =	1326.25	V
V1=	241 V			

Según RETIE tabla 22 máxima tensión de contacto para un ser humano es:

Para Ts= 0.15

$$\text{Máxima tensión de contacto} = \frac{116}{\sqrt{t}} [V, c.a.] = 299.51 \text{ V}$$

Entonces: V1 < Máxima tensión de contacto permisible

La tensión de contacto CUMPLE para Ts= 0.15

ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA

MP. RS205-2058

Tabla 21. Calculo SPT T1.

CÁLCULO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA (150mSeg)			
PROYECTO:	MODERNIZACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE PUERTO CONCORDIA I	TRANSFORMADOR	T2
METODOLOGIA IEEE80			
Se utilizan para los cálculos las ecuaciones de la estándar IEEE80, enunciadas en la parte derecha de la hoja.			
PARAMETROS			
ρ	19.7 Resistividad aparente del terreno Ohm/m.		
ρ_s	3000 Resistividad superficial del terreno Ohm/m		
t_s	0.25 Espesor de capa superficial (m)		
I_o	1609 Corriente de falla monofasica a tierra en el primario (A) al 60% Calculada		
t_s	0.15 Tiempo de despeje de la falla (s)		
SELECCIÓN DEL CONDUCTOR			
De acuerdo al RETIE y la tabla 250-94 de la norma NTC-2050			
$A_{min} = \frac{IK_f \sqrt{t_c}}{1,9737}$			
En donde:			
A_{min} es la sección del conductor en mm ² .			
I es la corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).			
K_f es la constante de la Tabla 25, para diferentes materiales y varios valores de T_m .			
T_m es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor y una temperatura ambiente de 40 °C.			
t_c es el tiempo de despeje de la falla a tierra.			
Kf=11,78	A= 3.72	mm2	
Se escoge Fleje Acero Inoxidable		1/0	AWG
Ac=	53.49 mm2	Seccion transversal del conductor	
d=	0.00946 m	Diámetro conductor	

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MAXIMAS TOLERABLES

$$C_s = 1 - \frac{0.09 * \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 * h_s + 0.09} \quad (27)$$

Cs= 0.848

Factor de Relación (adimensional)

Peso de la persona Kg

50

0.116

Tensión de paso

$$E_{step50} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \quad E_{step70} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \quad (30)$$

Tensión de contacto

$$E_{step50} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \quad E_{step70} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \quad (33)$$

Cs = 1 Para terrenos sin grava

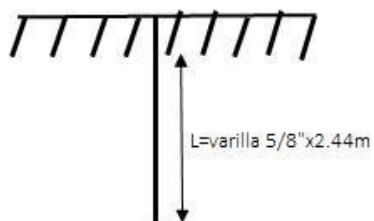
Vpaso = 4873.72 V

Tolerables

Vcontacto = 1443.06 V

Tolerables

DETERMINACION CONFIGURACION INICIAL



pe= 19.71 Resistividad equivalente del terreno (Ω-m)

L= 2.44 Longitud del electrodo tipo varilla (m)

a= 0.008 Radio de la varilla

t= 0.6 Profundidad de enterramiento

$$R = \frac{\rho_e}{2\pi L} \ln \left(\frac{L}{a} \sqrt{\frac{3L + 4t}{L + 4t}} \right)$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

R=		7.81 Ohm	
CALCULO MAXIMO POTENCIAL DE TIERRA (GPR)			
$I_G = 1.9 * I_0$		(A)	
$I_G =$		3058 A	
GPR= $I_G * R_G$ (V)			
GPR=		23888.72 V	
Vcontacto=		1443.06 V	
		Tolerable	
CALCULO DE TENSION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA			
h=	0.6	Profundidad de enterramiento de los conductores (m)	
D=	0.016	l(m)	
L ₁ =	0.016	Largo (m)	
L ₂ =	0.016	Ancho (m)	
Conductor calibre 1/0 AWG			
Ac=	53.49 mm2	Sección transversal del conductor	
d=	0.00946 m	Diámetro conductor	
Kii =	1	Para mallas con electrodos de varilla a lo largo del perímetro, en las esquinas o dentro de la malla	
$L_p = (L_1 + L_2) * 2$ (m)		Para mallas cuadradas o rectangulares	
$L_p =$		0.064 m	
n Factor de geometría			
$n = n_a * n_b * n_c * n_d$		(84)	
$n_a = \frac{2 * L_c}{L_p}$		$n_a =$ 2.000 (85)	
$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 * \sqrt{A}}}$		$n_b =$ 1.064 (86)	
$n_c = \left(\frac{L_1 * L_2}{A} \right)^{\left(\frac{0.7 * A}{L_1 * L_2} \right)}$		$n_c =$ 1.0 (87)	
$n_c =$		$n_d =$ 1	
Para mallas rectangular o cuadrada; entonces:			

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

$$n = 2.127$$

$$K_i = 0.644 + 0.148 * n \quad \text{Factor de corrección} \quad (89)$$

$$K_i = 0.959$$

$$K_h = \sqrt{1 + h} \quad (83)$$

$$K_h = 1.265$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} * \left[\ln \left[\frac{D^2}{16 * h * d} + \frac{(D + 2 * h)^2}{8 * D * d} - \frac{h}{4 * d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} * \ln \left[\frac{8}{\pi * (2 * n - 1)} \right] \right] \quad (81)$$

$$K_m = 1.0982 \quad \text{Factor Geométrico}$$

$$V_{\text{malla}} = \frac{\rho * I_G * K_M * K_i}{Lc + \left[1.55 + 1.22 * \left(\frac{Lv}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}} \right) \right] * N * Lv}$$

$$V_{\text{malla}} = 1162.83 \text{ V}$$

$$V_{\text{contacto tolerable}} = 1443.06 \text{ V} \quad \text{Tolerable}$$

$$V_{\text{tierra}} < V_{\text{contactoTolerable}} \quad \text{CUMPLE}$$

CALCULO DE LA TENSION DE PASO EN FALLA

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 * h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} * (1 - 0.5^{(n-2)}) \right]$$

$$K_s = 2.462$$

$$V_{\text{paso}} = \frac{\rho * I_G * K_s * K_i}{0.75 * Lc + 0.85 * N * Lv}$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

V_{PASO}=

3426.58 V

V_{paso tolerable}=

4873.72 V

V_{paso} < V_{pasotolerable}

CUMPLE

Vemos que una vez efectuados los cálculos para la configuración para un electrodo cumple ésta **CUMPLE**, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

L1=	2.44	Largo del electrodo (m)
a=	0.008	radio del electrodo (5/8")
h=	0.6	profundidad de enterramiento de los conductores(m)
N=	1	Numero de electrodos tipo varilla

CALCULO DE LA TENSION DE CONTACTO APLICADA A UN SER HUMANO EN CASO DE FALLA

Para este cálculo se toma como punto de contacto del ser humano cualquier parte del SPT o malla, la cual tendrá un voltaje de malla en el momento de una falla, en cualquier punto; teniendo en cuenta que la persona estará fuera de la malla y sobre una superficie con una resistividad superficial específica, y tomando el caso mas crítico que sería con las piernas separadas.

V1= Máxima tensión de contacto resultante

R1= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 1

R2= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 2

Ra= Resistencia del cuerpo de el individuo

Rb= Resistencia superficial de el piso debajo de el individuo

Vmalla= Voltaje de la malla

= 3ρ_s

= 3ρ_s

,=1000 Ohm

ρ_s=

3000

$$Rb = \left(\frac{R1 * R2}{R1 + R2} \right)$$

$$V_1 = Vmalla \left(\frac{Ra}{Ra + Rb} \right)$$

Rb=

4500 Ohm

Vmalla =

1162.83

V

V1=

211 V

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Según RETIE tabla 22 máxima tensión de contacto para un ser humano es:

Para Ts= 0.15

$$\text{Máxima tensión de contacto} = \frac{116}{\sqrt{t}} [V, c.a.] = 299.51 \quad V$$

Entonces: $V1 < \text{Máxima tensión de contacto permisible}$

La tensión de contacto CUMPLE para Ts= 0.15

ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA

MP. RS205-2058

Tabla 22. SPT T2.

CÁLCULO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA (150mSeg)			
PROYECTO:	MODERNIZACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE PUERTO CONCORDIA I	TRANSFORMADOR	T3
METODOLOGIA IEEE80			
Se utilizan para los cálculos las ecuaciones de la estándar IEEE80, enunciadas en la parte derecha de la hoja.			
PARAMETROS			
ρ	14.3 Resistividad aparente del terreno Ohm/m		
ρ_s	3000 Resistividad superficial del terreno Ohm/m		
t_s	0.25 Espesor de capa superficial (m)		
I_o	1609 Corriente de falla monofásica a tierra en el primario (A) al 60% Calculada		
t_s	0.15 Tiempo de despeje de la falla (s)		
SELECCIÓN DEL CONDUCTOR			
De acuerdo al RETIE y la tabla 250-94 de la norma NTC-2050			
$A_{mm^2} = \frac{IK_f \sqrt{t_o}}{1,9737}$			
En donde:			
A_{mm^2} es la sección del conductor en mm ² .			
I es la corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).			
K_f es la constante de la Tabla 25, para diferentes materiales y varios valores de T_m .			
T_m es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor y una temperatura ambiente de 40 °C.			
t_o es el tiempo de despeje de la falla a tierra.			
$K_f=11,78$	$A= 3.72$	mm2	
Se escoge Heje Acero Inoxidable		1/0	AWG
Ac=	53.49 mm2	Sección transversal del conductor	
d=	0.00946 m	Diámetro conductor	

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MAXIMAS TOLERABLES

$$C_s = 1 - \frac{0.09 * \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 * h_s + 0.09} \quad (27)$$

Cs= 0.848

Factor de Relación (adimensional)

Peso de la persona Kg

50

0.116

Tensión de paso

$$E_{step50} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \quad E_{step70} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \quad (30)$$

Tensión de contacto

$$E_{step50} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \quad E_{step70} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \quad (33)$$

Cs = 1 Para terrenos sin grava

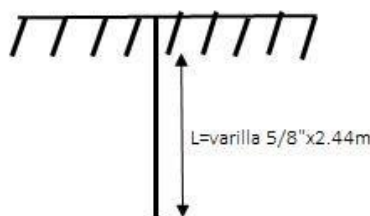
Vpaso = 4872.25 V

Tolerables

Vcontacto = 1442.70 V

Tolerables

DETERMINACION CONFIGURACION INICIAL



pe= 14.35 Resistividad equivalente del terreno (Ω-m)
L= 2.44 Longitud del electrodo tipo varilla (m)
a= 0.008 Radio de la varilla
t= 0.6 Profundidad de enterramiento

$$R = \frac{\rho_e}{2\pi L} \ln \left(\frac{L}{a} \sqrt{\frac{3L + 4t}{L + 4t}} \right)$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

R=		5.69 Ohm	
CALCULO MAXIMO POTENCIAL DE TIERRA (GPR)			
$I_G = 1.9 * I_0$		(A)	
$I_G =$		3058	A
$GPR = I_G * R_G$ (V)			
GPR=		17391.79	V
Vcontacto=		1442.70	V Tolerable
CALCULO DE TENSION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA			
h=	0.6	Profundidad de enterramiento de los conductores (m)	
D=	0.016	l(m)	
L ₁ =	0.016	Largo (m)	
L ₂ =	0.016	Ancho (m)	
Conductor calibre 1/0 AWG			
Ac=	53.49	mm2	Sección transversal del conductor
d=	0.00946	m	Diámetro conductor
Kii =	1	Para mallas con electrodos de varilla a lo largo del perímetro, en las esquinas o dentro de la malla	
$L_p = (L_1 + L_2) * 2$ (m)		Para mallas cuadradas o rectangulares	
$L_p =$		0.064	m
n		Factor de geometría	
$n = n_a * n_b * n_c * n_d$			(84)
$n_a = \frac{2 * L_c}{L_p}$		$n_a =$	2.000 (85)
$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 * \sqrt{A}}}$		$n_b =$	1.064 (86)
$n_c = \left(\frac{L_1 * L_2}{A} \right)^{\left(\frac{0.7 * A}{L_1 * L_2} \right)}$		$n_c =$	1.0 (87)

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

$n_c = 1$
 $n_d = 1$

Para mallas rectangular o cuadrada; entonces:

$n = 2.127$

$K_i = 0.644 + 0.148 * n$

Factor de corrección

(89)

$K_i = 0.959$

$K_h = \sqrt{1 + h}$

(83)

$K_h = 1.265$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} * \left[\ln \left[\frac{D^2}{16 * h * d} + \frac{(D + 2 * h)^2}{8 * D * d} - \frac{h}{4 * d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} * \ln \left[\frac{8}{\pi * (2 * n - 1)} \right] \right]$$

(81)

$K_m = 1.0982$

Factor Geométrico

$$V_{malla} = \frac{\rho * I_G * K_M * K_i}{Lc + \left[1.55 + 1.22 * \left(\frac{Lv}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}} \right) \right] * N * Lv}$$

$V_{malla} = 846.58 \text{ V}$

$V_{contacto \text{ tolerable}} = 1442.70 \text{ V}$

Tolerable

$V_{tierra} < V_{contacto \text{ Tolerable}}$

CUMPLE

CALCULO DE LA TENSION DE PASO EN FALLA

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 * h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} * (1 - 0.5^{(n-2)}) \right]$$

$K_s = 2.462$

$$V_{paso} = \frac{\rho * I_G * K_s * K_i}{0.75 * Lc + 0.85 * N * Lv}$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

VPASO=

2494.66 V

Vpaso tolerable=

4872.25 V

Vpaso < Vpasotolerable

CUMPLE

Vemos que una vez efectuados los cálculos para la configuración para un electrodo cumple ésta **CUMPLE**, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

L1=

2.44

Largo del electrodo (m)

a=

0.008

radio del electrodo (5/8")

h=

0.6

profundidad de enterramiento de los conductores(m)

N=

1

Numero de electrodos tipo varilla

CALCULO DE LA TENSION DE CONTACTO APLICADA A UN SER HUMANO EN CASO DE FALLA

Para este cálculo se toma como punto de contacto del ser humano cualquier parte del SPT o malla, la cual tendrá un voltaje de malla en el momento de una falla, en cualquier punto; teniendo en cuenta que la persona estará fuera de la malla y sobre una superficie con una resistividad superficial específica, y tomando el caso mas crítico que sería con las piernas separadas.

V1= Máxima tensión de contacto resultante

= 3ρ_s

R1= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 1

= 3ρ_s

R2= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 2

= 3ρ_s

Ra= Resistencia del cuerpo de el individuo

=1000 Ohm

Rb= Resistencia superficial de el piso debajo de el individuo

Vmalla= Voltaje de la malla

ρ_s=

3000

$$Rb = \left(\frac{R1 * R2}{R1 + R2} \right)$$

$$V_1 = Vmalla \left(\frac{Ra}{Ra + Rb} \right)$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Rb=	4500 Ohm	Vmalla =	846.58	V
V1=	154 V			
Según RETIE tabla 22 máxima tensión de contacto para un ser humano es:				
Para Ts=	0.15			
Máxima tensión de contacto		$= \frac{116}{\sqrt{t}} [V.c.a.]$	= 299.51	V
Entonces	V1 < Máxima tensión de contacto permisible			
La tensión de contacto CUMPLE para Ts= 0.15				

Tabla 23. SPT T3.

10. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES A UTILIZAR EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

Para el dimensionamiento de conductores a utilizar, se debe tener en cuenta el cálculo de la sección por caída de tensión, la corriente nominal del circuito que se alimentara mediante el conductor, así como la intensidad máxima que este transporta y una vez cumplido esto se debe verificar la sección del conductor elegido contra la sección por cortocircuito.

10.1. CALCULO POR CAIDA DE TENSIÓN

Las caídas porcentuales de tensión se fijaron de acuerdo a lo permitido para cada nivel de tensión. Basado en este concepto la máxima caída de tensión en los conductores eléctricos, desde el punto físico de conexión hasta el medidor no debe pasar el 6%, para este proyecto esta se distribuyó de la siguiente manera.

10.1.1. BORNES DE TRANSFORMADOR AL MEDIDOR

Circuito secundario (480 – 240V): $V_P = 1\%$; $V_T = 1\%$

10.2. CORRIENTE NOMINAL DE LOS CIRCUITOS:

La corriente nominal que se transporta por cada circuito se determinó mediante las siguientes expresiones y dependiendo del nivel de tensión al que se encuentra referida la carga.

$$I_{N2\phi} = \frac{S}{2 \cdot V\sqrt{2}} (A)$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

10.3. CAPACIDAD DE CORRIENTE

La capacidad de corriente se da de acuerdo a las tablas de conductores de la norma tabla 310-16 de la NTC 2050.

10.4. SECCIÓN POR CORTOCIRCUITO

La sección por cortocircuito se determina mediante la expresión:

$$A = \frac{I_c}{k \sqrt{\frac{1}{t} \left(\frac{T_2 + T}{T_1 + T} \right)}}$$

, Donde:

A : Área del conductor [m^2].

I_c : Corriente de cortocircuito [A]

t : Tiempo de duración de la falla [s].

K : Constante del conductor.

T_2 : Temperatura máxima del cortocircuito [$^{\circ}C$].

T_1 : Temperatura máxima de operación [$^{\circ}C$].

T : Temperatura teórica del conductor [$^{\circ}C$].

Esta sección debe ser menor que la del conductor seleccionado.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se realiza mediante los siguientes pasos:

- **Impedancia aguas arriba del transformador:** Aguas arriba del transformador se tiene la impedancia del transformador de la sub estación San José, las corrientes de falla para esta se calcularon en la sección 9, para determinar la corriente asimétrica de falla.
- Para la corriente de cortocircuito del conductor de media tensión se toma la corriente asimétrica trifásica calculada.

Para los conductores de baja tensión se calcula la potencia de cortocircuito aguas arriba del transformador referidas al secundario, mediante la siguiente expresión:

$$S_c = U\sqrt{3}I_c, \text{ Donde:}$$

S_c : Es la potencia de cortocircuito del sistema [V].

U : Tensión Fase-Fase.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

I_{C1} : Corriente de cortocircuito asimétrica del sistema.

$$Z_0 = X_0 = \frac{V^2}{S_C} 10^3, \text{Donde}$$

Z_0 : Impedancia agua arriba del transformador [$m\Omega$]

V : Tensión Fase-Fase secundario [V].

- **Impedancia aguas arriba del transformador:** Para la corriente de cortocircuito del conductor de media tensión se toma la corriente asimétrica trifásica calculada.

Para los conductores de baja tensión se calcula la potencia de cortocircuito aguas arriba del transformador referidas al secundario, mediante la siguiente expresión:

$$S_C = U\sqrt{3}I_{C1}, \text{ Donde:}$$

S_C : Es la potencia de cortocircuito del sistema [V].

U : Tensión Fase-Fase.

I_{C1} : Corriente de cortocircuito asimétrica del sistema.

$$Z_0 = X_0 = \frac{V^2}{S_C} 10^3, \text{Donde}$$

Z_0 : Impedancia agua arriba del transformador [$m\Omega$]

V : Tensión Fase-Fase secundario [V].

- **Intensidad nominal del transformador:**

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3}V}$$

- **Resistencia del transformador:**

$$R_C = \frac{P_C}{2I_N^2}, \text{ Donde}$$

P_C : Perdidas en el cobre [W], Valores dados en la NTC 819.

- **Impedancia de cortocircuito del transformador referida al secundario:**

$$Z_C = \frac{U_{z\%} V^2}{I_N^2}, \text{ Donde:}$$

$U_{z\%}$: Tensión de cortocircuito, Valores dados en la NTC 819, Tabla 1.

- **Reactancia del transformador.**

$$X_C = \sqrt{Z_C^2 - R_C^2}$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

- **Impedancia en bornes del transformador:**

$$Z_A = \sqrt{R_C^2 + (X_O + X_C)^2}$$

- **Intensidad de Cortocircuito en bornes del transformador**

$$I_C = \frac{V}{\sqrt{3}Z_A}$$

- **Impedancia Aguas Arriba MEDIDOR**

$$Z_M = \sqrt{(R_C + R_M)^2 + (X_O + X_C + X_M)^2}, \text{ Donde:}$$

R_M : Resistencia del conductor del centro de transformación al MEDIDOR.

X_M : Reactancia inductiva del conductor del centro de transformación al MEDIDOR.

- **Intensidad de cortocircuito a puntos**

$$I_C = \frac{V}{\sqrt{3}Z_F}$$

Para cortocircuito bifásico y monofásico están dados por:

$$I_{C2} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_C$$

$$I_{C1} = \frac{V/\sqrt{3}}{|Z_F + Z_N|}$$

10.5. DIMENSIONAMIENTO CONDUCTORES

Teniendo en cuenta que la máxima corriente de cortocircuito se presenta en los puntos más cercanos a los centros de distribución y que el mayor aporte a cortocircuito se da para el transformador de alumbrado público de 5 KVA, Y 10 KVA, se toma este para el cálculo de dimensionamiento del conductor, y permite establecer un conductor de 35 (2X2+2) mm de diámetro, en red aérea, y un conductor TRIPLEX 4X4+4 AWG ACSR XLPE trenzado a 600v.

11. SELECCIÓN DE PROTECCIONES MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

De acuerdo con la SECCIÓN 240. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE DE LA NTC 2050 240-3. NTC 2050 Protección de los conductores.

Los conductores que no sean cordones flexibles y cables de artefactos eléctricos, se deben proteger contra sobre corriente según su capacidad de corriente tal como se especifica en el Artículo 310-15, excepto los casos permitidos o exigidos por los siguientes apartados:

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

11.1. PROTECCION EN MEDIA TENSIÓN

En los transformadores los principales parámetros que determinan los valores de un fusible para un punto específico del sistema son:

- Corriente de carga.
- Tensión del sistema.
- Relación X/R y máxima corriente de falla posible en el punto de aplicación.

El valor nominal de la capacidad de interrupción simétrica debe ser mayor o igual a la máxima corriente de falla sobre el lado de carga del fusible. Para transformadores de categoría 1 se debe tener en cuenta la capacidad de soporte térmico en caso de cortocircuito del transformador, tal y como se señala en la NTC 2050, y como se indica en la imagen.

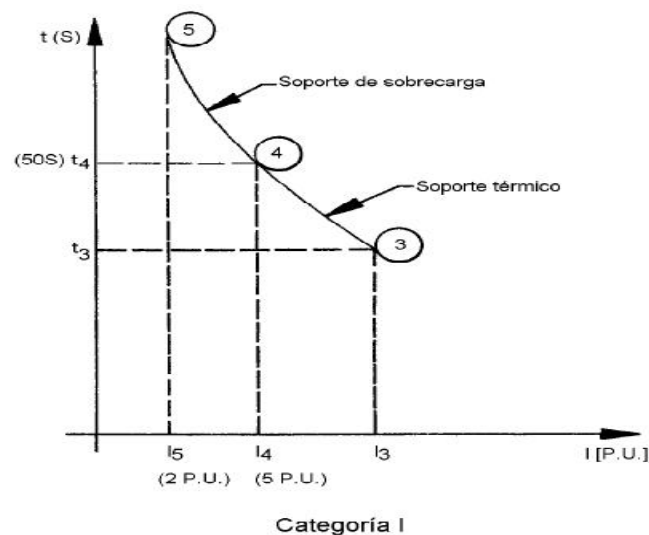


Ilustración 3. Soporte Térmico y de Sobrecarga Transformadores Categoría 1.

La característica de la capacidad térmica limita la temperatura de los devanados del transformador bajo el supuesto que todo calor almacenado está limitado a 200°C para conductores de aluminio y 250°C para conductores de cobre. Esta condición satisface la ecuación $I^2 t = 1250$.

Para la selección del fusible del transformador consideramos los siguientes criterios:

- Se debe seleccionar aquel fusible cuya curva de máximo tiempo de fusión quede al lado izquierdo de capacidad térmica del transformador.
- La curva característica de corriente tiempo de fusión mínima del fusible debe estar localizada al lado derecho de la curva de corriente de conexión (Inrush) del transformador y debe

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

asegurarse que la curva característica corriente tiempo del fusible no corte la curva de conexión del transformador en la región por debajo de 0.1 .

Para este proyecto se consideran los fusibles tipo H.

11.1.1. TRANSFORMADOR 10 kVA

$$I_n > 10 \text{ K} / (13.2 \text{ K} * 1.4142) = 0.54.$$

El fusible seleccionado debe tener una corriente nominal mayor a 0.88A, esto considerando sobrecarga y corriente transitorias.

11.1.2. TRANSFORMADOR 5 kVA

$$I_n > 5 \text{ K} / (13.2 \text{ K} * 1.4142) = 0.27.$$

El fusible seleccionado debe tener una corriente nominal mayor a 0.88A, esto considerando sobrecarga y corriente transitorias.

Para ambos transformadores, se tiene:

- De la curva tiempo corriente, se observa que el fusible 1H. En cuanto a la comparación de corriente de conexión, no se corta con la del fusible, por lo que no existe riesgo de que se queme el fusible en el momento en que se energice el transformador.
- El fusible corta la curva de capacidad térmica para un $t = 120$, por lo que el transformador no quedara protegido para sobre Corrientes menores o iguales a 3.8 , con tiempo de duración mayores a 120s, esto hace que se tenga un buen rango de operación, para efectos de protección.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

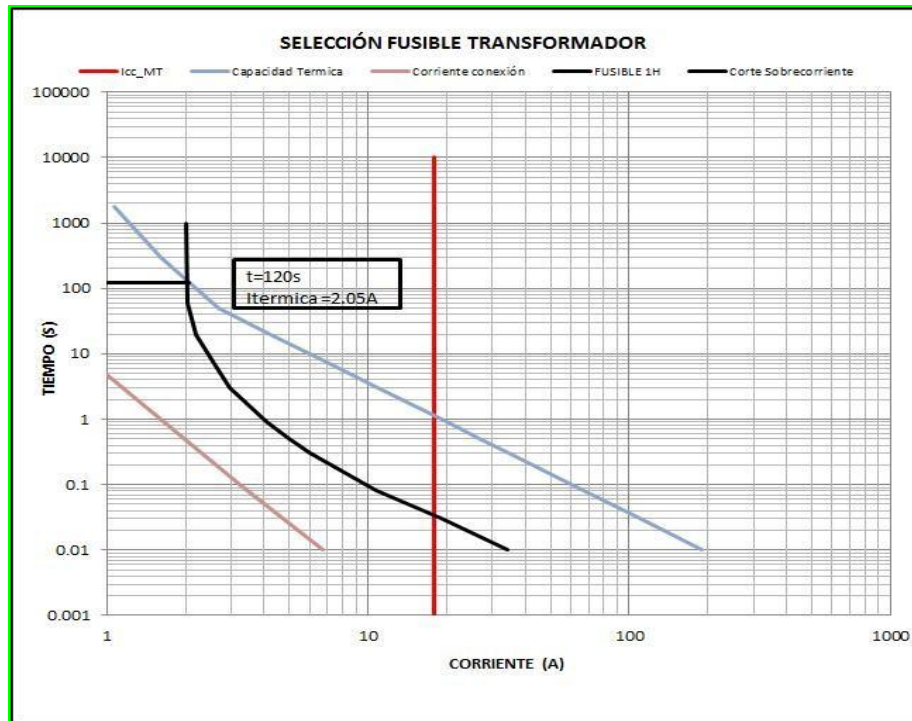


Ilustración. Selección Fusible Transformador

12. CÁLCULO ECONÓMICO DE LOS CONDUCTORES

12.1. INTRODUCCIÓN

El cálculo económico de los conductores busca conducir la energía eléctrica de forma más eficiente y ambientalmente lo más amigable posible desde la fuente hasta el punto de utilización. Por lo tanto debe considerarse la energía disipada producto del efecto joule propio de su resistencia eléctrica, que hace que no se logre el 100% de su eficiencia en este proceso.

El costo financiero debido a la disipación de la energía ocurre durante toda la vida útil del proceso, por tal razón se debe hacer todo lo posible por encontrar una forma eficiente y técnicamente viable que permita la reducción de dichos costos. Para esto se debe encontrar una sección del conductor que reduzca el costo de energía desperdiciada, sin incurrir en costos iniciales excesivos de compra e instalación de cable.

12.2. PERDIDA DE ENERGÍA EN LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

La pérdida de energía por efecto Joule en los conductores es calculada a partir de la resistencia eléctrica, de la corriente máxima prevista en la carga proyectada y del tiempo que dicha corriente circulara por el conductor.

$$E = R I_m^2 \Delta t$$

E : Energía disipada por el conductor, [Wh]

R : Resistencia eléctrica del conductor [Ω]

I_m : La corriente del proyecto máxima prevista en el circuito [A].

Δt : Intervalo de tiempo de circulación de I_m [h].

Como

$$R = \rho \frac{l}{S}, \text{ Donde:}$$

ρ : Resistividad eléctrica del material del conductor [Ωm]

l : Longitud del circuito [m]

S : Sección transversal del circuito [m^2].

Al sustituir R en la ecuación de energía se tiene:

$$E = \rho \frac{l}{S} I_m^2 \Delta t$$

Para que la resistencia eléctrica pueda ser calculada directamente de la sección nominal del conductor, en lugar de las áreas efectivas de la sección transversal se escogen la resistividades a $20^\circ C$ de cobre y de aluminio respectivamente de $(18.35 \times 10^{-9} \text{ y } 30.3 \times 10^{-9}) [\Omega \cdot m]$

Al considerar un conductor de cobre de sección S y un conductor de aluminio de sección $1.4S$, con los mismos parámetros l , I_m y Δt , se tiene:

$$E_C = \rho \frac{l}{S} I_m^2 \Delta t = 18.35 \times 10^{-9} \frac{l}{S} I_m^2 \Delta t$$

$$E_A = \rho \frac{l}{1.4S} I_m^2 \Delta t = 30.3 \times 10^{-9} \frac{l}{1.4S} I_m^2 \Delta t = 21.64 \times 10^{-9} \frac{l}{S} I_m^2 \Delta t$$

12.3. PERDIDAS JOULE EN PRESENCIA DE LAS CORRIENTES ARMÓNICAS

Debido a que las corrientes armónicas producen mayores corrientes en los conductores causan perdidas por efecto Joule, impactando en los costos de operación de los circuitos.

$$I_R = \sqrt{\sum_{n=1}^N I_n^2} [A], \text{ donde:}$$

I_n : Corriente en el n -ésimo armónico.

$$E = \rho \frac{l}{S} I_R^2 \Delta t$$

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

12.4. DIMENSIONAMIENTO ECONÓMICO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

La sección económica de un conductor (S_e) de un conductor eléctrico se calcula mediante la

$$\left[\frac{I_m^2 \cdot F \cdot \rho_2 \cdot B [1 + \alpha_2 (\theta - 20)]}{A} \right]^{0.5}$$

siguiente expresión:

$$S_e = 100$$

$$F = N_p \cdot N_c (T \cdot P + D) \frac{Q}{(1+i/1)}$$

$$B = (1 + Y_p + Y_s) \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2)$$

$$Q = \sum_{n=1}^N (r^{n-1}) = \frac{1-r^N}{1-r}$$

$$r = \frac{(1+a/1)^2 \cdot (1+b/1)}{(1+i/1)}$$

Donde:

S_e : Sección económica (tamaño económico) del conductor (m^2).

I_m : Carga máxima prevista para el cortocircuito en el primer año, el valor medio máximo en 1h [A].

F : Magnitud auxiliar.

ρ_2 : Resistividad eléctrica del material conductor a 20°C [$\Omega \cdot m$].

B : Magnitud auxiliar.

α_2 : Coeficiente de temperatura de la resistencia del conductor a 20°C ($k-1$).

θ_m : Temperatura medio de operación del conductor (°C).

A : Componente variable del costo por unidad de longitud en relación a la sección (tamaño) del conductor ($\$/m \cdot m^2$).

N_p : Número de conductores por fase por circuito.

N_c : Número de circuitos que soportan el mismo tipo y valor de carga.

T : Tiempo de operación con máxima pérdida Joule ($h/año$).

P : Costos de un watt-hora a nivel de la tensión pertinente [$\%/W \cdot h$].

D : Cargo debido a la demanda cada año [$\$/W \cdot año$].

Q : Magnitud auxiliar.

i : Tasa de descuento usada para calcular valores presentes (%).

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Y_P : Factor de efecto de proximidad, conforme IEC 60287-1-1.

Y_S : Factor de efecto superficial, conforme IEC 60287-1-1.

λ_1 : Factor de pérdida de cubierta, conforme IEC 60287-1-1.

λ_2 : Factor de pérdida de armadura, conforme IEC 60287-1-1.

r : magnitud auxiliar.

N : Periodo cubierto por los cálculos financieros, conocido tambien como vida económica (año).

a : Aumento anual en I_m (%).

b : Aumento anual en p , no cubierto por la inflación (%).

Para efectos de determinación de la sección económica del conductor, se desprecian Y_P , Y_S , λ_1 , λ_2 en conductores ($\leq 1k$) y conductores de media tensión ($\leq 36.2k$). Debido a que la sección calculada es diferente a la secciones estandarizadas de los conductores, el costo se debera calcular para secciones menores y mayores a las adyacentes y elegida la más económica.

En la aplicación de la ecuación para determiar S_e , es necesario conocer el valor de P_0 . Por lo tanto se debe considerar el costo total de la instalación de un conductor que incluye el costo del cable, de los elementos de canalización eléctrica y de la mano de obra del ensamble.

$$A = \frac{C_1 - C_2}{S_{C1} - S_{C2}}, \text{ Donde}$$

C_1 : Costos del cable más la instalación del conductor seleccionado.

C_2 : Costos del cable más la instalación del conductor de sección estándar anterior al seleccionado.

S_{C1} : Sección del conductor seleccionado.

S_{C2} : Sección del conductor estándar anterior al seleccionado.

12.5. ASPECTOS ECONÓMICOS

Cuanto menor sea la sección nominal de un conductor eléctrico, menor es su costo inicial de adquisición e instalación y mayor su costo operativo durante su vida útil.

Al multiplicar el valor obtenido por perdidas de energía por efecto Joule (J), por el precio h cobrado por la distribución de energía, se obtiene el costo de perdida de energía del conductor eléctrico. De esta manera el costo para instalar y operar un cable durante su vida económica, expresado en valores presentes es calculado según la siguiente información.

$$C_T = C + C', \text{ Donde}$$

C : Es el costo inicial de la instalación del cable en su longitud total [\$].

C' : Es el costo operativo equivalente en la fecha en que la instalación fue comprada, es decir, el valor presente de las perdidas Joule durante la vida económica de N años [\$].

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

En la gráfica, se observa que los costos operativos disminuyen al aumentar la sección del conductor, esto como resultado de menores perdidas debido al efecto Joule, pero la curva de costos iniciales aumenta debido a que se incurre en un mayor costo inicial al aumentar la sección del conductor.

Al sumar punto a punto las curvas de costo inicial y costo operativo, se obtiene el costo total para cada conductor. Se observa que este tiene un valor mínimo (\$) para una sección (η).²

De acuerdo a lo descrito en el párrafo anterior es posible expresar el costo total en función de los costos por perdida Joule.

$$C = C + I_m^2 \cdot R \cdot l \cdot F \quad [\$]$$

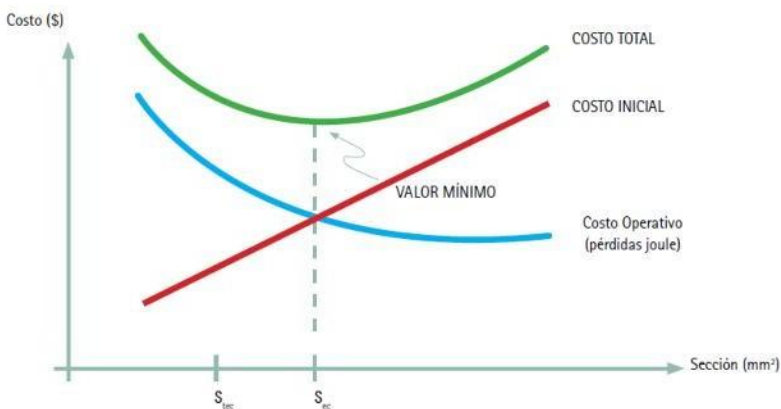


Ilustración 6. Costo Inicial y Costos operativo de los conductores en función de Sección.

El valor de R en función de la sección normalizada S del conductor debe ser considerado en la temperatura promedio de operación del conductor (θ_m) y calculado por la siguiente expresión.

$$R(S) = \frac{\rho_2 \cdot [1 + \alpha_2 (\theta_m - 2)]}{S} \cdot 10^6$$

12.6. RESULTADO DE LOS CALCULOS

En las tablas siguientes se muestra la selección del conductor con base a la metodología descrita.

13. CÁLCULO DE CANALIZACIONES

No aplica el cálculo de canalizaciones, debido a que las redes son aéreas.

14. CÁLCULO DE PERDIDAS DE ENERGÍA

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Las pérdidas de potencia en una línea serán las debidas al efecto Joule por la resistencia de la misma. Para una línea **trifásica** vendrá dada por la siguiente expresión:

$$P_p = 3. R I_L^2$$

Para líneas bifásicas y monofásicas está dada por:

$$P_p = 2. R I_L^2$$

Debido a que las corrientes armónicas producen mayores corrientes en los conductores causan perdidas por efecto Joule, impactando en los costos de operación de los circuitos.

$$I = I_E = \sqrt{\sum_1^n I_n^2} [A], \text{ donde:}$$

I_n : Corriente en el enésimo armónico.

La resistencia de los conductores obedece a la resistencia a 45°C, dadas en las tablas para conductores de la norma NTC 2050 Tabla 310-16. Se selecciona el transformador con mayores pérdidas técnicas incluyendo perdidas en núcleo del transformador, los demás se encuentran relacionados en la memoria.

En las tablas de cálculos se presentan las pérdidas de potencia, y a la regulación.

15. CÁLCULO DE REGULACIÓN

La caída de tensión en los transformadores del proyecto se reflejan en la tabla de pérdidas de potencia, y esta se expresa como la tabla en una línea bifásica con primario a 13.2 kv, y secundario a 480 v, con base a la técnica del momento eléctrico.

Las características eléctricas de los conductores utilizado es:

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

CÓDIGO	Conductor De Fase				Conductor Mensajero desnudo				Peso (kg / km)	Capacidad De Corriente (A)	
	Calibre (AWG)	Sección Transversal (mm²)	No. Hilos	Espesor de Aislamiento (mm)	Calibre (AWG)	Sección Transversal (mm²)	No. Hilos	Carga de Rotura (kgf)		XLPE	PE

MENSAJERO: NEUTRO AAC

Collie	6	13,3	7	1,14	6	13,3	7	255	95,50	85	70
Spaniel	4	21,15	7	1,14	4	21,15	7	399	144,29	115	90
Doberman	2	33,62	7	1,14	2	33,62	7	612	220,61	150	120
Basset	1/0	53,49	7	1,52	1/0	53,49	7	902	354,00	205	160
Malemute	1/0	53,49	19	1,52	1/0	53,49	7	902	355,18	205	160

MENSAJERO: NEUTRO ACSR

Shepherd	6	13,3	7	1,14	6	13,3	6/1	540	112,23	85	70
Terrier	4	21,15	7	1,14	4	21,15	6/1	843	170,93	115	90
Chow	2	33,62	7	1,14	2	33,62	6/1	1292	262,87	150	120
Bloodhound	1/0	53,49	7	1,52	1/0	53,49	6/1	1986	421,32	205	160
Bull	1/0	53,49	19	1,52	1/0	53,49	6/1	1986	416,71	205	160

MENSAJERO: NEUTRO AAAC

Vizsla	6	13,3	7	1,14	6	15,5	7	503	101,53	85	70
Whippet	4	21,15	7	1,14	4	24,67	7	798	153,95	115	90
Schnauzer	2	33,62	7	1,14	2	39,25	7	1270	236,06	150	120
Heeler	1/0	53,49	19	1,52	1/0	62,48	7	1936	379,85	205	160

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

Resultados generales:

ALUMBRADO PUBLICO																
CALCULOS DE REGULACION Y PERDIDAS RED DE ALUMBRADO PUBLICO DE LA INSPECCION DE LA CARPA																
DEPARTAMENTO DE GUAVIARE																
MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE - VEREDA LA CARPA																
TRANSFORMADOR N°:										T1		POTENCIA - KVA:		10,0 KVA		
TOTAL USUARIOS MONOFÁSICOS :										TASA DE CRECIMIENTO POR AÑO: 1,0%						
USUARIOS MONOFÁSICOS CONSTRUIDOS :																
CIRCUITO N° : 1										USUARIOS MONOFÁSICOS POR CONSTRUIR :						
										USUARIOS BIFASICOS :						
LOCALIZACIÓN: SAN JOSE DEL GUAVIARE										USUARIOS TRIFÁSICOS :						
										USUARIOS ESPECIALES :						
										TOTAL USUARIOS :						
USUARIOS UBICADOS EN CADA NODO																
NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD VANO	TOTAL USUARIOS	USUARIOS MONOF.	LOTES VACIOS	USUARIOS BIFASICOS	USUARIOS TRIFASICOS	USUARIOS COMERCIAL	CARGAS LUMINARIAS	Potencia del Nodo	Momento Kva.-Mts	CONDUCTOR FASES	REGULACIÓN		CORRIENTE EN Amp.	PERDIDAS DE LA RED EN W
													Tramo	Acumulada		
0	25	3,0 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	2,0	2 # 2	0,0011 %	0,00106 %	.11 Amp	0,00000009 Kw
25	24	24,6 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	1,64	2 # 2	0,0087 %	0,00872 %	.11 Amp	0,00000077 Kw
24	23	37,3 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	2,49	2 # 2	0,0132 %	0,01322 %	.11 Amp	0,00000116 Kw
23	22	22,2 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	1,48	2 # 2	0,0079 %	0,00787 %	.11 Amp	0,00000069 Kw
22	8	88,4 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	5,89	2 # 2	0,0313 %	0,03133 %	.11 Amp	0,00000275 Kw
8	7	39,1 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	2,61	2 # 2	0,0139 %	0,01386 %	.11 Amp	0,00000122 Kw
7	5	34,7 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	2,31	2 # 2	0,0123 %	0,01230 %	.11 Amp	0,00000108 Kw
5	6	47,5 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,17	2 # 2	0,0168 %	0,01683 %	.11 Amp	0,00000148 Kw
5	4	43,7 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	2,91	2 # 4	0,0234 %	0,02339 %	.11 Amp	0,00000103 Kw
4	3	28,9 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	1,93	2 # 4	0,0155 %	0,01547 %	.11 Amp	0,00000068 Kw
3	2	36,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,61	2 # 4	0,0130 %	0,01295 %	.07 Amp	0,00000038 Kw
2	1	30,6 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,36	2 # 4	0,0109 %	0,01092 %	.07 Amp	0,00000032 Kw
8	11	30,2 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,34	2 # 4	0,0108 %	0,01078 %	.07 Amp	0,00000032 Kw
11	10	25,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,11	2 # 4	0,0089 %	0,00892 %	.07 Amp	0,00000026 Kw
10	9	24,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,07	2 # 4	0,0086 %	0,00856 %	.07 Amp	0,00000025 Kw
11	12	30,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,35	2 # 4	0,0108 %	0,01081 %	.07 Amp	0,00000032 Kw
12	13	22,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,01	2 # 4	0,0081 %	0,00810 %	.07 Amp	0,00000024 Kw
13	75	28,8 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,28	2 # 4	0,0103 %	0,01028 %	.07 Amp	0,00000030 Kw
13	14	37,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,64	2 # 4	0,0132 %	0,01320 %	.07 Amp	0,00000039 Kw
14	15	31,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,41	2 # 4	0,0113 %	0,01131 %	.07 Amp	0,00000033 Kw
13	19	40,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,81	2 # 4	0,0145 %	0,01452 %	.07 Amp	0,00000043 Kw
19	20	22,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	,98	2 # 4	0,0078 %	0,00785 %	.07 Amp	0,00000023 Kw
20	21	31,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,41	2 # 4	0,0113 %	0,01131 %	.07 Amp	0,00000033 Kw
19	18	28,2 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,25	2 # 4	0,0101 %	0,01006 %	.07 Amp	0,00000030 Kw
18	17	27,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,21	2 # 4	0,0097 %	0,00974 %	.07 Amp	0,00000029 Kw
17	16	26,1 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,16	2 # 4	0,0093 %	0,00931 %	.07 Amp	0,00000027 Kw
24	41	29,6 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,32	2 # 4	0,0106 %	0,01056 %	.07 Amp	0,00000031 Kw
41	42	26,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,19	2 # 4	0,0095 %	0,00953 %	.07 Amp	0,00000028 Kw
42	43	29,1 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,29	2 # 4	0,0104 %	0,01038 %	.07 Amp	0,00000031 Kw
43	44	35,2 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,56	2 # 4	0,0126 %	0,01256 %	.07 Amp	0,00000037 Kw
44	45	27,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,21	2 # 4	0,0097 %	0,00974 %	.07 Amp	0,00000029 Kw
45	46	29,8 Mts							0,2400 KW	0,2667 KVA	7,95	2 # 4	0,0638 %	0,06380 %	.44 Amp	0,00001127 Kw
46	47	34,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,54	2 # 4	0,0124 %	0,01238 %	.07 Amp	0,00000036 Kw
47	48	29,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,29	2 # 4	0,0103 %	0,01035 %	.07 Amp	0,00000030 Kw
48	49	27,8 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,24	2 # 4	0,0099 %	0,00992 %	.07 Amp	0,00000029 Kw
49	50	16,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	,73	2 # 4	0,0059 %	0,00589 %	.07 Amp	0,00000017 Kw
50	51	26,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,17	2 # 4	0,0094 %	0,00942 %	.07 Amp	0,00000028 Kw

El calculo de regulación se realiza teniendo en cuenta el total de usuarios que dependen de dicho nodo, de acuerdo a lo indicado en el diagrama unifilar adjunto y la matriz de nodos (Observar criterios de diseño).

Carga trafo al año 8 :		4,1 KVA	Carga total red a 15 años		5,8 KVA	CARGABILIDAD CREG 018 DE 2018	
Potencia del transformador seleccionado:		10,0 KVA	Luminarias 40 W Sodio		81 Unds	CONDICIÓN TECNICA Y ECONOMICA:	
Imaxima BT Amperios:		23,14814815	Luminarias 60 W Sodio		14 Unds	MAYOR O IGUAL A >=:	
Perdidas de Potencia en la red :		0,0001162 KW	factor de potencia		,90	CARGA TRAF0 KVA =	
Porcentaje de Perdidas en la red :		0,48%	Postes con Luminaria		95 Post	POTENCIA TRAF0 KVA =	
tensión fase - fase nominal BT - Voltios:		480	Kva. Luminarias		4,080 Kw	CARGABILIDAD % =	
Tensión fase - fase nominal AT voltios:		13200	Kva. instalados inicial / usuario		4,0801162 KVA	41 =>	
						40	

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

ALUMBRADO PUBLICO																
CALCULOS DE REGULACION Y PERDIDAS RED DE ALUMBRADO PUBLICO DE LA INSPECCION DE LA CARPA																
DEPARTAMENTO DE GUAVIARE																
MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE - VEREDA LA CARPA																
TRANSFORMADOR N°:			T1			POTENCIA - KVA:			10,0 KVA							
TOTAL USUARIOS MONOFÁSICOS :										TASA DE CRECIMIENTO POR AÑO: 1,0%						
USUARIOS MONOFÁSICOS CONSTRUIDOS :										AÑOS PROYECTADOS DE RED DE BAJA: 15 Años						
USUARIOS MONOFÁSICOS POR CONSTRUIR :										AÑOS PROYECTADOS TRAFIO: 12 Años						
USUARIOS BIFASICOS :										CANTIDAD DE RED DE BAJA TENSION: 1.917 Mts						
USUARIOS TRIFÁSICOS :																
USUARIOS ESPECIALES :																
TOTAL USUARIOS :																
USUARIOS UBICADOS EN CADA NODO																
NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD VANO	TOTAL USUARIOS	USUARIO S MONOF.	LOTES VACIOS	USUARIOS BIFASICOS	USUARIOS TRIFASICO S	USUARIOS COMERCIA L	CARGAS LUMINARIA S	Potencia del Nodo	Momento Kva.-Mts	CONDUCTOR FASES	REGULACIÓN		CORRIENTE EN Amp.	PERDIDAS DE LA RED EN W
													Tramo	Acumulada		
50	51	26,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,17	2 # 4	0,0094 %	0,00942 %	07 Amp	0,00000028 Kw
51	52	25,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,12	2 # 4	0,0090 %	0,00903 %	07 Amp	0,00000027 Kw
52	30	25,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,12	2 # 4	0,0090 %	0,00903 %	07 Amp	0,00000027 Kw
25	26	29,8 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,32	2 # 2	0,0070 %	0,00704 %	07 Amp	0,00000041 Kw
26	27	31,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,41	2 # 2	0,0075 %	0,00749 %	07 Amp	0,00000044 Kw
27	54	23,0 Mts							0,2400 KW	0,2667 KVA	6,13	2 # 4	0,0492 %	0,04924 %	44 Amp	0,00000870 Kw
54	53	31,8 Mts							0,2400 KW	0,2667 KVA	8,48	2 # 4	0,0681 %	0,06808 %	44 Amp	0,00001202 Kw
53	46	28,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,26	2 # 4	0,0101 %	0,01010 %	07 Amp	0,00000030 Kw
27	28	31,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,40	2 # 2	0,0074 %	0,00742 %	07 Amp	0,00000043 Kw
28	29	30,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,36	2 # 2	0,0072 %	0,00721 %	07 Amp	0,00000042 Kw
29	30	28,2 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,25	2 # 2	0,0067 %	0,00666 %	07 Amp	0,00000039 Kw
30	75	33,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,47	2 # 4	0,0118 %	0,01177 %	07 Amp	0,00000035 Kw
75	76	26,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,17	2 # 4	0,0094 %	0,00942 %	07 Amp	0,00000028 Kw
76	77	25,9 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,15	2 # 4	0,0092 %	0,00924 %	07 Amp	0,00000027 Kw
77	36	26,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,18	2 # 4	0,0095 %	0,00946 %	07 Amp	0,00000028 Kw
27	55	35,1 Mts							0,2400 KW	0,2667 KVA	9,36	2 # 4	0,0751 %	0,07514 %	44 Amp	0,00001327 Kw
55	56	34,2 Mts							0,2400 KW	0,2667 KVA	9,12	2 # 4	0,0732 %	0,07322 %	44 Amp	0,00001293 Kw
56	57	27,9 Mts							0,2400 KW	0,2667 KVA	7,44	2 # 4	0,0597 %	0,05973 %	44 Amp	0,00001055 Kw
57	37	19,1 Mts							0,2400 KW	0,2667 KVA	5,09	2 # 4	0,0409 %	0,04089 %	44 Amp	0,00000722 Kw
37	38	38,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,71	2 # 4	0,0137 %	0,01370 %	07 Amp	0,00000040 Kw
38	39	43,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,92	2 # 4	0,0154 %	0,01545 %	07 Amp	0,00000045 Kw
39	40	49,1 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,18	2 # 4	0,0175 %	0,01752 %	07 Amp	0,00000052 Kw
37	58	47,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,10	2 # 4	0,0169 %	0,01688 %	07 Amp	0,00000050 Kw
58	59	53,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,38	2 # 4	0,0191 %	0,01909 %	07 Amp	0,00000056 Kw
59	60	39,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,75	2 # 4	0,0141 %	0,01406 %	07 Amp	0,00000041 Kw
60	61	45,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,02	2 # 4	0,0162 %	0,01623 %	07 Amp	0,00000048 Kw
61	62	63,1 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,80	2 # 4	0,0225 %	0,02251 %	07 Amp	0,00000066 Kw
37	78	20,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	,91	2 # 4	0,0073 %	0,00731 %	07 Amp	0,00000022 Kw
78	36	22,6 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,00	2 # 4	0,0081 %	0,00806 %	07 Amp	0,00000024 Kw
36	35	38,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,71	2 # 4	0,0137 %	0,01374 %	07 Amp	0,00000040 Kw
35	34	50,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,25	2 # 4	0,0181 %	0,01809 %	07 Amp	0,00000053 Kw
34	70	62,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,77	2 # 4	0,0223 %	0,02226 %	07 Amp	0,00000066 Kw
70	71	28,9 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,28	2 # 4	0,0103 %	0,01031 %	07 Amp	0,00000030 Kw
71	72	50,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,22	2 # 4	0,0178 %	0,01784 %	07 Amp	0,00000053 Kw
72	73	50,1 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,23	2 # 4	0,0179 %	0,01788 %	07 Amp	0,00000053 Kw
73	74	42,1 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,87	2 # 4	0,0150 %	0,01502 %	07 Amp	0,00000044 Kw
74	75	31,9 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,42	2 # 4	0,0114 %	0,01138 %	07 Amp	0,00000034 Kw
37	58	47,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,10	2 # 4	0,0169 %	0,01688 %	07 Amp	0,00000050 Kw
58	59	53,5 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,57	2 # 4	0,0286 %	0,02863 %	11 Amp	0,00000126 Kw
59	60	39,4 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	2,63	2 # 4	0,0211 %	0,02109 %	11 Amp	0,00000093 Kw
60	61	45,5 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,03	2 # 4	0,0244 %	0,02435 %	11 Amp	0,00000108 Kw
61	62	63,1 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	4,21	2 # 4	0,0338 %	0,03377 %	11 Amp	0,00000149 Kw
34	67	29,8 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,32	2 # 4	0,0106 %	0,01063 %	07 Amp	0,00000031 Kw
67	68	50,6 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,25	2 # 4	0,0181 %	0,01805 %	07 Amp	0,00000053 Kw
68	69	41,1 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,83	2 # 4	0,0147 %	0,01466 %	07 Amp	0,00000043 Kw
30	31	30,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,36	2 # 2	0,0072 %	0,00721 %	07 Amp	0,00000042 Kw
31	32	26,9 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,20	2 # 2	0,0064 %	0,00636 %	07 Amp	0,00000037 Kw
32	33	35,8 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,59	2 # 4	0,0128 %	0,01277 %	07 Amp	0,00000038 Kw
33	63	29,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,30	2 # 4	0,0105 %	0,01045 %	07 Amp	0,00000031 Kw
63	64	33,2 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,48	2 # 4	0,0118 %	0,01185 %	07 Amp	0,00000035 Kw
64	65	35,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,59	2 # 4	0,0127 %	0,01274 %	07 Amp	0,00000037 Kw
65	66	37,8 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,68	2 # 4	0,0135 %	0,01349 %	07 Amp	0,00000040 Kw
El calculo de regulación se realiza teniendo en cuenta el total de usuarios que dependen de dicho nodo, de acuerdo a lo indicado en el diagrama unifilar adjunto y la matriz de nodos (Observar criterios de diseño).																
Carga trafio al año 8 :			4,1 KVA			Carga total red a 15 años			5,8 KVA			CARGABILIDAD CREG 018 DE 2018				
Potencia del transformador seleccionado:			10,0 KVA			Luminarias 40 W Sodio			81 Unds			CONDICIÓN TECNICA Y ECONOMICA:				
Imaxima BT Amperios:			23,14814815			Luminarias 60 W Sodio			14 Unds			MAYOR O IGUAL A = >:		40		
Perdidas de Potencia en la red :			0,0001162 KW			factor de potencia			,90			CARGA TRAFIO KVA =		4		
Porcentaje de Perdidas en la red :			0,48%			Postes con Luminaria			95 Post			POTENCIA TRAFIO KVA =		10,0		
tensión fase - fase nominal BT - Voltios:			480			Kva. Luminarias			4,080 Kw			CARGABILIDAD % =		41		
Tensión fase - fase nominal AT voltios:			13200			Kva. instalados inicial / usuario			4,0801162 KVA			41		=> 40		

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

ALUMBRADO PUBLICO
CALCULOS DE REGULACION Y PERDIDAS RED DE ALUMBRADO PUBLICO DE LA INSPECCION DEL CAPRICHIO
DEPARTAMENTO DE GUAVIARE
MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE - VEREDA EL CAPRICHIO

TRANSFORMADOR N°:	T2	POTENCIA - KVA:	5,0 KVA
--------------------------	-----------	------------------------	----------------

CIRCUITO N° : 1

LOCALIZACIÓN: SAN JOSE DEL GUAVIARE

TOTAL USUARIOS MONOFÁSICOS :
USUARIOS MONOFÁSICOS CONSTRUIDOS :
USUARIOS MONOFÁSICOS POR CONSTRUIR :
USUARIOS BIFÁSICOS :
USUARIOS TRIFÁSICOS :
USUARIOS ESPECIALES :
TOTAL USUARIOS :

TASA DE CRECIMIENTO POR AÑO: 1,0%

AÑOS PROYECTADOS DE RED DE BAJA : 15 Años
AÑOS PROYECTADOS TRAFIO : 12 Años
CANTIDAD DE RED DE BAJA TENSION: 1.152 Mts

			USUARIOS UBICADOS EN CADA NODO													
NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD VANO	TOTAL USUARIOS	USUARIOS MONOF.	LOTES VACIOS	USUARIOS BIFASICOS	USUARIOS TRIFASICOS	USUARIOS COMERCIAL	CARGAS LUMINARIAS	Potencia del Nodo	Momento Kva.-Mts	CONDUCTOR FASES	REGULACIÓN		CORRIENTE EN Amp.	PERDIDAS DE LA RED EN W
													Tramo	Acumulada		
0.	37	3,0 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	,40	2 # 2	0,0021 %	0,00213 %	,22 Amp	0,00000037 Kw
37	38	27,9 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,72	2 # 2	0,0198 %	0,01978 %	,22 Amp	0,00000347 Kw
38	39	25,8 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,44	2 # 2	0,0183 %	0,01829 %	,22 Amp	0,00000321 Kw
39	40	36,4 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	4,85	2 # 2	0,0258 %	0,02580 %	,22 Amp	0,00000453 Kw
40	41	37,1 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	4,95	2 # 2	0,0263 %	0,02630 %	,22 Amp	0,00000462 Kw
41	42	41,9 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	5,59	2 # 2	0,0297 %	0,02970 %	,22 Amp	0,00000522 Kw
42	43	44,3 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	5,91	2 # 2	0,0314 %	0,03140 %	,22 Amp	0,00000551 Kw
43	44	32,6 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	4,35	2 # 2	0,0231 %	0,02311 %	,22 Amp	0,00000406 Kw
44	45	27,8 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,71	2 # 2	0,0197 %	0,01971 %	,22 Amp	0,00000346 Kw
45	46	40,2 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	5,36	2 # 2	0,0285 %	0,02849 %	,22 Amp	0,00000500 Kw
46	47	34,1 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	4,55	2 # 2	0,0242 %	0,02417 %	,22 Amp	0,00000424 Kw
47	48	38,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,71	2 # 4	0,0137 %	0,01374 %	,07 Amp	0,00000040 Kw
48	49	30,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,33	2 # 4	0,0107 %	0,01070 %	,07 Amp	0,00000032 Kw
49	50	29,6 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,32	2 # 4	0,0106 %	0,01056 %	,07 Amp	0,00000031 Kw
50	51	29,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,31	2 # 4	0,0105 %	0,01049 %	,07 Amp	0,00000031 Kw
51	52	30,2 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	4,03	2 # 2	0,0214 %	0,02141 %	,22 Amp	0,00000376 Kw
52	53	26,6 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,55	2 # 2	0,0189 %	0,01885 %	,22 Amp	0,00000331 Kw
53	54	28,3 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,77	2 # 2	0,0201 %	0,02006 %	,22 Amp	0,00000352 Kw
54	55	27,4 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,65	2 # 2	0,0194 %	0,01942 %	,22 Amp	0,00000341 Kw
55	56	27,3 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,64	2 # 2	0,0194 %	0,01935 %	,22 Amp	0,00000340 Kw
56	57	35,8 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,59	2 # 4	0,0128 %	0,01277 %	,07 Amp	0,00000038 Kw
57	58	34,6 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,54	2 # 4	0,0123 %	0,01235 %	,07 Amp	0,00000036 Kw
58	59	36,2 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,61	2 # 4	0,0129 %	0,01292 %	,07 Amp	0,00000038 Kw
59	60	29,8 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,32	2 # 4	0,0106 %	0,01063 %	,07 Amp	0,00000031 Kw
60	61	40,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,80	2 # 4	0,0144 %	0,01441 %	,07 Amp	0,00000042 Kw
61	62	30,2 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,34	2 # 4	0,0108 %	0,01078 %	,07 Amp	0,00000042 Kw
62	63	27,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,22	2 # 4	0,0098 %	0,00981 %	,07 Amp	0,00000032 Kw
63	64	31,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,38	2 # 4	0,0111 %	0,01106 %	,07 Amp	0,00000029 Kw
64	65	39,9 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,77	2 # 4	0,0142 %	0,01424 %	,07 Amp	0,00000033 Kw
65	66	40,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,79	2 # 4	0,0144 %	0,01438 %	,07 Amp	0,00000042 Kw
66	67	39,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,75	2 # 4	0,0140 %	0,01402 %	,07 Amp	0,00000042 Kw
67	68	40,2 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,79	2 # 4	0,0143 %	0,01434 %	,07 Amp	0,00000041 Kw
68	69	41,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,82	2 # 4	0,0146 %	0,01463 %	,07 Amp	0,00000042 Kw
69	70	33,9 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,51	2 # 4	0,0121 %	0,01210 %	,07 Amp	0,00000043 Kw
70	71	33,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,48	2 # 4	0,0119 %	0,01192 %	,07 Amp	0,00000036 Kw

El calculo de regulación se realiza teniendo en cuenta el total de usuarios que dependen de dicho nodo, de acuerdo a lo indicado en el diagrama unifilar adjunto y la matriz de nodos (Observar criterios de diseño).

Carga trafo al año 8 :	2,7 KVA	Carga total red a 15 años	2,9 KVA	CARGABILIDAD CREG 018 DE 2018	
Potencia del transformador seleccionado:	5,0 KVA	Luminarias 40 W Sodio	20 Unds	CONDICIÓN TECNICA Y ECONOMICA:	
Imaxima BT Amperios:	11,57407407	Luminarias 60 W Sodio	32 Unds	MAYOR O IGUAL A = > :	40
Perdidas de Potencia en la red :	0,0000685 KW	factor de potencia	,90	CARGA TRAFIO KVA =	2,72
Porcentaje de Perdidas en la red :	0,48%	Postes con Luminaria	52 Post	POTENCIA TRAFIO KVA =	5,0
tensión fase - fase nonimal BT - Voltios:	480	Kva. Luminarias	2,720 Kw	CARGABILIDAD %=	54
Tensión fase - fase nonimal AT voltios:	13200	Kva. instalados inicial / usuario	2,7200685 KVA	54 = >	40

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

ALUMBRADO PUBLICO																	
CALCULOS DE REGULACION Y PERDIDAS RED DE ALUMBRADO PUBLICO DE LA INSPECCION DEL CAPRICO																	
DEPARTAMENTO DE GUAVIARE																	
MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE - VEREDA LA CARPA																	
TRANSFORMADOR N°:				T3				POTENCIA - KVA:				5,0 KVA					
CIRCUITO N° : 1				TOTAL USUARIOS MONOFÁSICOS :				TASA DE CRECIMIENTO POR AÑO: 1,0%									
LOCALIZACIÓN: SAN JOSE DEL GUAVIARE				USUARIOS MONOFÁSICOS CONSTRUIDOS :				AÑOS PROYECTADOS DE RED DE BAJA: . 15 Años									
				USUARIOS MONOFÁSICOS POR CONSTRUIR :				AÑOS PROYECTADOS TRAFIO: . 12 Años									
				USUARIOS BIFÁSICOS :				CANTIDAD DE RED DE BAJA TENSION: . 1.003 Mts									
				USUARIOS TRIFÁSICOS :													
				USUARIOS ESPECIALES :													
				TOTAL USUARIOS :													
USUARIOS UBICADOS EN CADA NODO																	
NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD VANO	TOTAL USUARIOS	USUARIOS MONOF.	LOTES VACIOS	USUARIOS BIFASICOS	USUARIOS TRIFASICOS	USUARIOS COMERCIA L	CARGAS LUMINARIA S	Potencia del Nodo	Momento Kva.-Mts	CONDUCTOR FASES	REGULACIÓN		CORRIENTE EN Amp.	PERDIDAS DE LA RED EN W	
														Tramo	Acumulada		
0.	1	3,0 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	,40	2 # 2	0,0021 %	0,00213 %	,22 Amp	0,00000037 Kw	
1	2	29,0 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,87	2 # 2	0,0206 %	0,02056 %	,22 Amp	0,00000361 Kw	
2	3	29,8 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,97	2 # 2	0,0211 %	0,02112 %	,22 Amp	0,00000371 Kw	
3	4	28,7 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,83	2 # 2	0,0203 %	0,02034 %	,22 Amp	0,00000357 Kw	
4	5	30,7 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	4,09	2 # 2	0,0218 %	0,02176 %	,22 Amp	0,00000382 Kw	
5	6	31,0 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	4,13	2 # 2	0,0220 %	0,02197 %	,22 Amp	0,00000386 Kw	
6	7	32,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,44	2 # 2	0,0077 %	0,00768 %	,07 Amp	0,00000045 Kw	
7	8	32,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,44	2 # 4	0,0116 %	0,01160 %	,07 Amp	0,00000034 Kw	
8	9	31,0 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	4,13	2 # 4	0,0332 %	0,03318 %	,22 Amp	0,00000293 Kw	
9	10	36,3 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	4,84	2 # 4	0,0389 %	0,03886 %	,22 Amp	0,00000343 Kw	
10	11	9,9 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	,44	2 # 4	0,0035 %	0,00353 %	,07 Amp	0,00000010 Kw	
11	12	19,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	,87	2 # 4	0,0070 %	0,00696 %	,07 Amp	0,00000020 Kw	
12	13	17,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	,78	2 # 4	0,0062 %	0,00624 %	,07 Amp	0,00000018 Kw	
13	14	22,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,00	2 # 4	0,0080 %	0,00803 %	,07 Amp	0,00000024 Kw	
14	15	28,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,26	2 # 4	0,0101 %	0,01013 %	,07 Amp	0,00000030 Kw	
15	16	34,9 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,55	2 # 4	0,0125 %	0,01245 %	,07 Amp	0,00000037 Kw	
16	17	34,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,51	2 # 4	0,0121 %	0,01213 %	,07 Amp	0,00000036 Kw	
17	18	41,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,85	2 # 4	0,0149 %	0,01488 %	,07 Amp	0,00000044 Kw	
18	19	40,2 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,79	2 # 4	0,0143 %	0,01434 %	,07 Amp	0,00000042 Kw	
19	20	37,6 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,67	2 # 4	0,0134 %	0,01342 %	,07 Amp	0,00000039 Kw	
20	21	33,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,47	2 # 4	0,0118 %	0,01177 %	,07 Amp	0,00000035 Kw	
21	22	29,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,30	2 # 4	0,0105 %	0,01045 %	,07 Amp	0,00000031 Kw	
22	23	36,4 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,62	2 # 4	0,0130 %	0,01299 %	,07 Amp	0,00000038 Kw	
23	24	30,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,35	2 # 4	0,0108 %	0,01081 %	,07 Amp	0,00000032 Kw	
24	25	31,6 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,40	2 # 4	0,0113 %	0,01128 %	,07 Amp	0,00000033 Kw	
25	26	25,6 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,14	2 # 4	0,0091 %	0,00913 %	,07 Amp	0,00000027 Kw	
26	27	27,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,22	2 # 4	0,0098 %	0,00981 %	,07 Amp	0,00000029 Kw	
27	28	25,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,11	2 # 4	0,0089 %	0,00892 %	,07 Amp	0,00000026 Kw	
28	29	18,6 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	,83	2 # 4	0,0066 %	0,00664 %	,07 Amp	0,00000020 Kw	
29	30	39,7 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,76	2 # 4	0,0142 %	0,01417 %	,07 Amp	0,00000042 Kw	
30	31	23,8 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,06	2 # 4	0,0085 %	0,00849 %	,07 Amp	0,00000025 Kw	
31	32	38,8 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,72	2 # 4	0,0138 %	0,01384 %	,07 Amp	0,00000041 Kw	
32	68	29,7 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	3,96	2 # 2	0,0211 %	0,02105 %	,22 Amp	0,00000370 Kw	
68	69	42,6 Mts							0,1200 KW	0,1333 KVA	5,68	2 # 2	0,0302 %	0,03020 %	,22 Amp	0,00000530 Kw	
El calculo de regulación se realiza teniendo en cuenta el total de usuarios que dependen de dicho nodo, de acuerdo a lo indicado en el diagrama unifilar adjunto y la matriz de nodos (Observar criterios de diseño).																	
Carga trafio al año 8 :			2,2 KVA			Carga total red a 15 años			2,4 KVA			CARGABILIDAD CREG 018 DE 2018					
Potencia del transformador seleccionado:			5,0 KVA			Luminarias 40 W Sodio			24 Unds			CONDICIÓN TECNICA Y ECONOMICA:					
Imaxima BT Amperios:			11,57407407			Luminarias 60 W Sodio			20 Unds			MAYOR O IGUAL A = >:					
Perdidas de Potencia en la red :			0,0000419 KW			factor de potencia			0,90			CARGA TRAFIO KVA =					
Porcentaje de Perdidas en la red :			0,48%			Postes con Luminaria			44 Post			POTENCIA TRAFIO KVA =					
tensión fase - fase nominal BT - Voltios:			480			Kva. Luminarias			2,160 Kw			CARGABILIDAD % =					
Tensión fase - fase nominal AT voltios:			13200			Kva. instalados inicial / usuario			2,1600419 KVA			43 = >					
40																	

ALUMBRADO PUBLICO
CALCULOS DE REGULACION Y PERDIDAS RED DE ALUMBRADO PUBLICO DE BOQUERON
DEPARTAMENTO DE GUAVIARE
MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE - VEREDA DE BOQUERON

[illegible]

El cálculo de regulación se realiza teniendo en cuenta el total de usuarios que dependen de dicho nodo, de acuerdo a lo indicado en el diagrama unifilar adjunto y la matriz de nodos (Observar criterios de diseño).

Carga trafo al año 8 :	2,0 KVA	Carga total red a 15 años	1,8 KVA	CARGABILIDAD CREG 018 DE 2018	
Potencia del transformador seleccionado:	5,0 KVA	Luminarias 40 W Sodio	4 Unds	CONDICIÓN TECNICA Y ECONOMICA:	
Imaxíma BT Amperios:	11,57407407	Luminarias 60 W Sodio	30 Unds	MAYOR O IGUAL A = >:	40
Perdidas de Potencia en la red :	0,0000413 KW	factor de potencia	0,90	CARGA TRAF0 KVA =	2
Porcentaje de Perdidas en la red :	0,48%	Postes con Luminaria	34 Post	POTENCIA TRAF0 KVA =	5,0
tensión fase - fase nonimal BT - Voltios:	480	Kva. Luminarias	1,960 Kw	CARGABILIDAD % =	39
Tensión fase - fase nonimal AT voltios:	13200	Kva. instalados inicial / usuario	1,9600413 KVA	39 = >	40

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

CALCULOS DE REGULACION Y PERDIDAS RED DE ALUMBRADO PUBLICO DE GUACAMAYAS																
DEPARTAMENTO DE GUAVIARE																
MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE - VEREDA GUACAMAYAS																
TRANSFORMADOR N°:				T7				POTENCIA - KVA:				5,0 KVA				
CIRCUITO N° : 1				TOTAL USUARIOS MONOFÁSICOS :				TASA DE CRECIMIENTO POR AÑO:				1,0%				
LOCALIZACIÓN: SAN JOSE DEL GUAVIARE				USUARIOS MONOFÁSICOS CONSTRUIDOS :				AÑOS PROYECTADOS DE RED DE BAJA:				15 Años				
				USUARIOS MONOFÁSICOS POR CONSTRUIR :				AÑOS PROYECTADOS TRAF:				12 Años				
				USUARIOS BIFÁSICOS :				CANTIDAD DE RED DE BAJA TENSION:				1.020 Mts				
				USUARIOS TRIFÁSICOS :												
				USUARIOS ESPECIALES :												
				TOTAL USUARIOS :												
USUARIOS UBICADOS EN CADA NODO																
NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD VANO	TOTAL USUARIOS	USUARIOS MONOF.	LOTES VACIOS	USUARIOS BIFASICOS	USUARIOS TRIFASICOS	USUARIOS COMERCIAL	CARGAS LUMINARIAS	Potencia del Nodo	Momento Kva.-Mts	CONDUCTOR FASES	REGULACIÓN		CORRIENTE EN Amp.	PERDIDAS DE LA RED EN W
													Tramo	Acumulada		
0	1	3,0 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	20	2 # 2	0,0011 %	0,00106 %	11 Amp	0,00000009 Kw
1	2	49,0 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,27	2 # 2	0,0174 %	0,01737 %	11 Amp	0,00000152 Kw
2	3	49,0 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,27	2 # 2	0,0174 %	0,01737 %	11 Amp	0,00000152 Kw
3	4	56,2 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,75	2 # 2	0,0199 %	0,01992 %	11 Amp	0,00000175 Kw
4	5	56,2 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,75	2 # 2	0,0199 %	0,01992 %	11 Amp	0,00000175 Kw
5	6	44,0 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,96	2 # 4	0,0157 %	0,01570 %	07 Amp	0,00000046 Kw
6	7	40,9 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,82	2 # 4	0,0146 %	0,01459 %	07 Amp	0,00000043 Kw
7	8	52,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,33	2 # 4	0,0187 %	0,01873 %	07 Amp	0,00000055 Kw
8	9	52,5 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,33	2 # 4	0,0187 %	0,01873 %	07 Amp	0,00000055 Kw
9	10	37,2 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,65	2 # 4	0,0133 %	0,01327 %	07 Amp	0,00000039 Kw
10	11	28,1 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	1,25	2 # 4	0,0100 %	0,01003 %	07 Amp	0,00000030 Kw
11	12	56,3 Mts							0,0400 KW	0,0444 KVA	2,50	2 # 4	0,0201 %	0,02009 %	07 Amp	0,00000059 Kw
12	13	35,5 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	2,37	2 # 2	0,0126 %	0,01258 %	11 Amp	0,00000110 Kw
13	14	50,0 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,33	2 # 2	0,0177 %	0,01772 %	11 Amp	0,00000156 Kw
14	15	23,9 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	1,59	2 # 2	0,0085 %	0,00847 %	11 Amp	0,00000074 Kw
15	16	26,3 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	1,75	2 # 2	0,0093 %	0,00932 %	11 Amp	0,00000082 Kw
16	17	32,0 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	2,13	2 # 2	0,0113 %	0,01134 %	11 Amp	0,00000100 Kw
17	18	32,1 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	2,14	2 # 2	0,0114 %	0,01138 %	11 Amp	0,00000100 Kw
18	19	47,1 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,14	2 # 2	0,0167 %	0,01669 %	11 Amp	0,00000147 Kw
19	20	48,4 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,23	2 # 2	0,0172 %	0,01715 %	11 Amp	0,00000151 Kw
20	21	53,0 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,53	2 # 2	0,0188 %	0,01878 %	11 Amp	0,00000165 Kw
21	22	53,0 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,53	2 # 2	0,0188 %	0,01878 %	11 Amp	0,00000165 Kw
22	23	46,7 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,11	2 # 2	0,0166 %	0,01655 %	11 Amp	0,00000145 Kw
23	24	46,7 Mts							0,0600 KW	0,0667 KVA	3,11	2 # 2	0,0166 %	0,01655 %	11 Amp	0,00000145 Kw
El calculo de regulación se realiza teniendo en cuenta el total de usuarios que dependen de dicho nodo, de acuerdo a lo indicado en el diagrama unifilar adjunto y la matriz de nodos (Observar criterios de diseño).																
Carga trafo al año 8 :				1,3 KVA				Carga total red a 15 años				1,4 KVA				
Potencia del transformador seleccionado:				5,0 KVA				Luminarias 40 W Sodio				7 Unds				
Imaxima BT Amperios:				11,57407407				Luminarias 60 W Sodio				17 Unds				
Perdidas de Potencia en la red :				0,0000253 KW				factor de potencia				0,90				
Porcentaje de Perdidas en la red :				0,48%				Postes con Luminaria				24 Post				
tensión fase - fase nominal BT - Voltios:				480				Kva. Luminarias				1,300 Kw				
Tensión fase - fase nominal AT voltios:				13200				Kva. instalados inicial / usuario				1,3000253 KVA				
CARGABILIDAD CREG 018 DE 2018																
CONDICIÓN TECNICA Y ECONOMICA:																
MAYOR O IGUAL A = >:																
CARGA TRAF KVA = 1																
POTENCIA TRAF KVA = 5,0																
CARGABILIDAD % = 26																
26 = > 40																

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS.		

16. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECCIÓN DE EQUIPOS

Las estructuras utilizadas son el conjunto de herrajes, accesorios (soportes, flejes, etc), cuya función es transferir los esfuerzos de los conductores a los postes.

Por otro lado, se define, la ubicación en el espacio de los conductores como la configuración de la estructura.

Para las redes de alumbrado público se tomara con grapas y pinzas, los conductores se instalaran directamente sobre el poste. Para sujetar el conductor al poste se utilizaran pinzas de amarre o grapas de suspensión de acuerdo a la fusión de apoyo. Se utilizaran abrazaderas o bridas de sujeción antes y después de cada grapa o pinzas con el objetivo de asegurar la unión del haz de conductores duplex

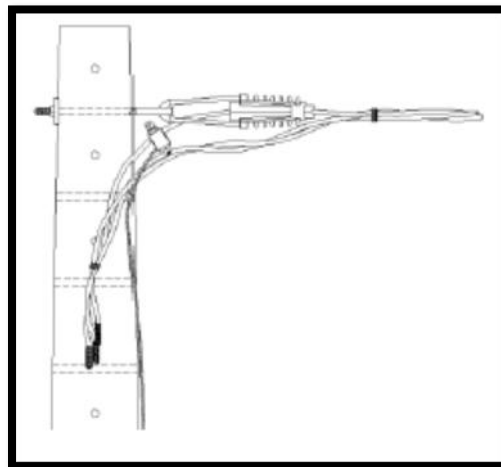


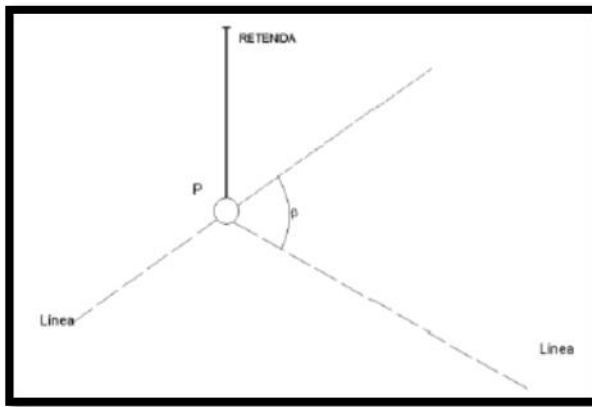
Ilustración 7. Configuración con grapa o pinzas.

Los conductores de derivación por perforación, se utilizarán para derivación de conductores de línea y acometidas, permitiendo con facilidad, el montaje y desmontaje independiente del conductor de línea y del conductor o conductores derivados.

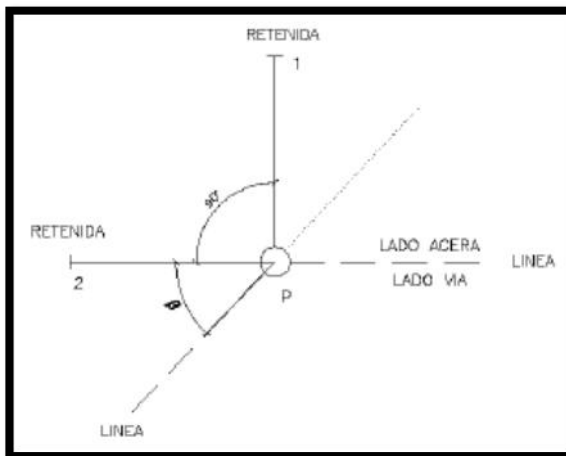
RETENIDAS: Es el conjunto de elementos estructurales que tienen por objeto absorber el exceso de esfuerzos que superan la capacidad mecánica del poste y transmitirlo directamente al suelo. Para este proyecto se utilizarán:

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

a) Bisectora



b) Conjunto a 90°



A continuación se presentan las características de los cables galvanizados, varillas de anclaje, aisladores tensores y platinas de sujeción de retenidas.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

Denominación		3/8"
Sección Transversal	Total (mm²)	51,1
	Nº Alambres	7
Composición	Diámetro nominal del alambre (mm)	3,05
	Diámetro Nominal del Cable (mm)	9,52
Peso (daN/m)		0,399
Carga de Rotura (daN)		≥ 6 840
Modulo de Elasticidad (daN/mm²)		18 130
Coeficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)		11,5*10 ⁻⁶

Tabla 38. Características generales de los cables de acero galvanizados.

Denominación	3 / 4"
Diámetro (mm)	19,05
Longitud (mm)	2 440
Carga de rotura mínima (daN)	10 000

Tabla 39. Características generales de las varillas de anclaje.

Denominación	Clase 54-2
Longitud (mm)	108
Carga de rotura mínima (daN)	≥ 5 300

Tabla 40. Características generales de aisladores tensores.

Denominación	Pletina
Espesor (mm)	17,5
Diámetro taladro (mm)	17,5
Carga de rotura mínima (daN)	8 900

Tabla 41. Características generales de platina de sujeción.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

17. COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN DE FASE Y TIERRA BAJO LOS PARAMETROS DE LA NORMA IEC 60909 DE 2001

La coordinación debe hacerse entre la corriente de cortocircuito presentada para el transformador y el dispositivo de interrupción en la sub estación san José, en donde se aprecia que las corrientes de cortocircuito son mayores a las presentadas en el punto y en donde se presenta un punto de corte entre el fusible y la corriente de cortocircuito del transformador, para los diferentes transformadores seleccionados presentando selectividad.

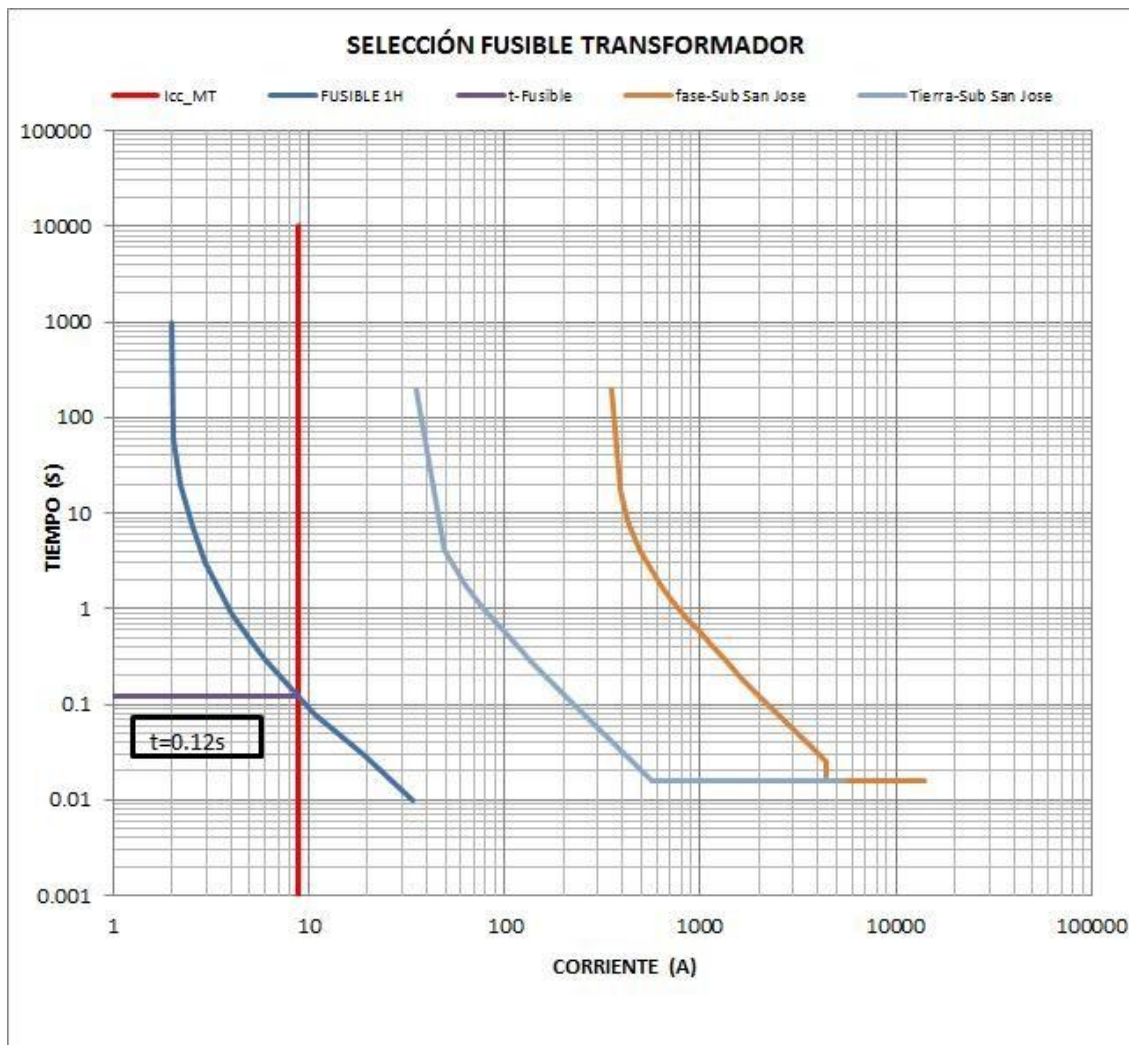


Tabla 42. Protección contra cortocircuito transformadores 15kVA.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

CORRIENTES SIMETRICAS MT		
Corriente trifásica	4151	A
Corriente bifásica	3595	A
Corriente monofásica	1921	A

CORRIENTES ASIMETRICAS MT		
Corriente trifásica	5020	A
Corriente bifásica	4347	A
Corriente monofásica	2323	A

Icc MT	
EJE Y	EJE X
10000	17.9
1000	17.9
100	17.9
10	17.9
1	17.9
0.1	17.9
0.001	17.9

TRANSFORMADOR	
10kVA	
TIPO H1A	
CORRIENTE	TIEMPO
34	0.01
19	0.03
11	0.08
6	0.3
5	0.5
4	0.9
3	3
3	7
2	20
2	60
2	1000

CURVA SOBRECARGA	
Tiempo (s)	Corriente (A)
50	3.48
300	1.61
1800	1.07
1800	1.07
3600	0.96
7200	0.88
14400	0.79
28800	0.71
86400	0.62

CURVA CORRIENTE DE CONEXIÓN	
0.01	13.4
0.1	6.4
1	3.2
10	1.6

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

18. CÁLCULO Y ESPECIFICACIÓN TECNICA DE LOS EQUIPOS DE MEDIDAS

MODERNIZACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO DE PUERTO CONCORDIA

La selección del grupo de medida se realiza con base en la clasificación realizada por la resolución CREG 014 de 2014 y depende de la transferencia de energía por la frontera o por la capacidad instalada en el punto de conexión.

Tabla 1. Clasificación de puntos de medición

<i>Tipos de Puntos de medición</i>	<i>Consumo o transferencia de energía, C, [MWh-mes]</i>	<i>Capacidad Instalada, CI, [MVA]</i>
1	$C \geq 15.000$	$CI \geq 30$
2	$15000 > C \geq 500$	$30 > CI \geq 1$
3	$5000 > C \geq 50$	$1 > CI \geq 0.1$
4	$50 > C \geq 5$	$0.1 > CI \geq 0.01$
5	$C < 5$	$CI < 0.01$

De acuerdo a la clasificación de la tabla el tipo de punto de medición es 5, por tener una capacidad instalada menor de 0.010MVA. El punto de medición por ser tipo 5 debe presentar una frecuencia de mantenimiento del sistema de medición cada 10 años.

Tabla 2. Requisitos de exactitud para medidores y transformadores de medida

<i>Tipo de punto de medición</i>	<i>Indice de clase para medidores</i>	<i>Indice de clase para medidores</i>	<i>Clase de exactitud para</i>	<i>Clase de exactitud para</i>
1	0.2S	2	0.2S	0.2
2 Y 3	0.5S	2	0.5S	0.5
4	1	2	0.5	0.5
5	1 ó 2	2 ó 3		

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

TOMO 7 GENERALIDADES 7.4.3.1						
Medidor		Monofásico Bifilar	Bifásico Trifilar	Trifásico Tetrafilar		
Tensión	V	120	2x120/208	3x120/208	3x120/208	3x277/480
Corriente básica	A	10 o 15	10 o 15	10 o 15	50-40	10 o 15
Corriente máxima	A	100	100	100	150-160	100-120
Clase		1	1	1	1	1
Límite de carga	kW	12	20.8	36	54	57.6
Esquema de Conexión		AE 411	AE 413-1	AE 414	AE 414	AE 415
		AE 412				

19. DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD

En el artículo No 13 del RETIE en su actualización de 2013 se tienen las DISTANCIAS DE SEGURIDAD que deben ser de estricto cumplimiento para el diseño y la construcción de las redes eléctricas.

Los constructores y en general quienes presenten proyectos a las curadurías, oficinas de planeación del orden territorial y demás entidades responsables de expedir las licencias o permisos de construcción, deben manifestar por escrito que los proyectos que solicitan dicho trámite cumplen a cabalidad con las distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE.

Es responsabilidad del diseñador de la instalación eléctrica verificar que en la etapa preconstructiva este requisito se cumpla. No se podrá dar la conformidad con el RETIE a instalaciones que violen estas distancias. El profesional competente responsable de la construcción de la instalación o el inspector que viole esta disposición, sin perjuicio de las acciones penales o civiles, debe ser denunciado e investigado disciplinariamente por el consejo profesional respectivo.

A menos que se indique lo contrario, todas las distancias de seguridad deben ser medidas de superficie a superficie. Para la medición de distancias de seguridad, los accesorios metálicos normalmente energizados serán considerados como parte de los conductores de línea y las bases metálicas de los terminales del cable o los dispositivos similares, deben ser tomados como parte de la estructura de soporte. La precisión en los elementos de medida no podrá tener un error de más o menos 0,5%.

Nota 1: Las distancias de seguridad establecidas en las siguientes tablas, aplican a conductores desnudos.

Nota 2: En el caso de tensiones mayores a 57,5 kV entre fases, las distancias de aislamiento eléctrico especificadas en las tablas se incrementarán en un 3% por cada 300 m que sobrepasen los 1000 metros sobre el nivel del mar.

Nota 3: Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al lugar de posible contacto.

Nota 4: La distancia horizontal “b” se toma desde la parte energizada más cercana al sitio de posible contacto, es decir, trazando un círculo desde la parte energizada, teniendo en cuenta la posibilidad real de expansión vertical que tenga la edificación y que en ningún momento la red quede encima de la construcción.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

Nota 5: Si se tiene una instalación con una tensión diferente a las contempladas en el presente reglamento, debe cumplirse el requisito exigido para la tensión inmediatamente superior.

Nota 6: Cuando los edificios, chimeneas, antenas o tanques u otras instalaciones elevadas no requieran algún tipo de mantenimiento, como pintura, limpieza, cambio de partes o trabajo de personas cerca de los conductores; la distancia horizontal “b”, se podrá reducir en 0,6 m.

Nota 7: Un techo, balcón o área es considerado fácilmente accesible para los peatones si éste puede ser alcanzado de manera casual a través de una puerta, rampa, ventana, escalera o una escalera a mano permanentemente utilizada por una persona, a pie, alguien que no despliega ningún esfuerzo físico extraordinario ni emplea ningún instrumento o dispositivo especial para tener acceso a éstos. No se considera un medio de acceso a una escalera permanentemente utilizada si es que su peldaño más bajo mide 2,45 m o más desde el nivel del piso u otra superficie accesible fija.

Nota 8: Si se tiene un tendido aéreo con cable aislado y con pantalla no se aplican estas distancias; tampoco se aplica para conductores aislados para baja tensión.

Nota 9: En techos metálicos cercanos o en casos de redes de conducción que van paralelas o que cruzan las líneas de media, alta y extra alta tensión, se debe verificar que las tensiones inducidas no generen peligro o no afecten el funcionamiento de otras redes. Nota 10: Donde el espacio disponible no permita cumplir las distancias horizontales de la Tabla 13.1 para redes de media tensión, tales como edificaciones con fachadas o terrazas cercanas, la separación se puede reducir hasta en un 30%, siempre y cuando, los conductores, empalmes y herrajes tengan una cubierta que proporcione suficiente rigidez dieléctrica para limitar la probabilidad de falla a tierra, tal como la de los cables cubiertos con tres capas para red compacta. Adicionalmente, deben tener espaciadores y una señalización que indique que es cable no aislado. En zonas arborizadas urbanas se recomienda usar esta tecnología para disminuir las podas.

Nota 11: En general los conductores de la línea de mayor tensión deben estar a mayor altura que los de la de menor tensión.

19.1. DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIÓN

Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto de las construcciones, son las establecidas en la Tabla 13.1, para su interpretación se debe tener en cuenta la Figura 13.1. Del RETIE Actualización 2013.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	<1	1,7
	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	<1	3,5
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 13.1 distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Igualmente, en instalaciones construidas bajo criterio de la norma IEC 60364, para tensiones mayores de 1 kV, se deben tener en cuenta y aplicar las distancias de la IEC 61936 -1.

Únicamente se permite el paso de conductores por encima de construcciones (distancia vertical "a") cuando el tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control, tanto de la instalación eléctrica como de las modificaciones de la edificación o estructura de la planta. Entendido esto como la administración, operación y mantenimiento, tanto de la edificación como de la instalación eléctrica.

En ningún caso se permitirá el paso de conductores de redes o líneas del servicio público, por encima de edificaciones donde se tenga presencia de personas.

Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

Las distancias verticales mínimas en cruces o recorridos paralelos de distintas líneas, no podrán ser menores a las establecidas en la Tabla 13.3

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE										
Las distancias verticales mínimas en cruces o recorridos paralelos de distintas líneas, no podrán ser menores a las establecidas en la Tabla 13.3.										
Tensión nominal (kV) entre fases de la línea superior	DISTANCIAS EN METROS									
	500	4,8	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,6	5,3	7,1
	230/220	3,0	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,9	3,6	
	115/110	2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2		
	66	2,0	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5			
	57,5	1,9	1,3	1,3	1,3	1,4				
	44/34,5/33	1,8	1,2	1,2	1,3					
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8	1,2	0,6						
	<1	1,2	0,6							
	Comunicaciones	0,6								
		Comunicación	<1	13,8/ 13,2/ 11,4/ 7,6	44/ 34,5/ 33	57,5	66	115/ 110	230/ 220	500
Tensión nominal (kV) entre fases de la línea inferior										
Tabla 13.3. Distancias verticales mínimas en vanos con líneas de diferentes tensiones										

19.2. DISTANCIAS MINIMAS PARA TRABAJOS EN O CERCA DE PARTES ENERGIZADAS

Las partes energizadas a las que el trabajador pueda estar expuesto, se deben poner en condición de trabajo eléctricamente seguro antes de trabajar en o cerca de ellas, a menos que se demuestre que des energizar introduzca riesgos adicionales.

Para actividades tales como cambio de interruptores o partes de él, intervenciones sobre transformadores de corriente, mantenimiento de barrajes, instalación y retiro de medidores, apertura de condensadores, macro mediciones, medición de tensión y corriente, entre otras;

Deben cumplirse procedimientos seguros como los establecidos en la **NFPA 70 E** o **IEC 60364**. En todo caso se deben cumplir los siguientes requisitos:

a. Realizar un análisis de riesgos donde se tenga en cuenta la tensión, la potencia de cortocircuito y el tiempo de despeje de la falla, para definir la categoría del riesgo que determina el elemento de protección a utilizar. El análisis de arco debe revisarse en periodos no mayores a cinco años o cuando se realicen modificaciones mayores.

b. Fijar etiquetas donde se indique el nivel de riesgo y el equipo requerido.

c. Realizar una correcta señalización del área de trabajo y de las zonas aledañas a ésta. d. Tener un entrenamiento apropiado para trabajar en tensión, si es el caso.

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

e. Tener un plano actualizado y aprobado por un profesional competente. f. Tener una orden de trabajo firmada por la persona que lo autoriza.

g. Usar equipos de protección personal certificados para el nivel de tensión y energía incidente involucrados, los cuales no deben tener nivel de protección menor al establecido en la Tabla 13.6

CATEGORÍA	NIVEL MÍNIMO DE PROTECCIÓN Cal/cm ²
0	Prenda normal de algodón
1	4
2	8
3	25
4	40

Tabla 13.6 Nivel mínimo de protección térmica según NFPA 70E

h. Las personas no calificadas, no deben sobrepasar el límite de aproximación seguro. Los OR atenderán las solicitudes de cubrimiento o aislamiento temporal para redes de media tensión y baja tensión que haga el usuario cuando requiera intervenir sus fachadas, el costo estará a cargo del usuario.

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

j. Cumplir las distancias mínimas de aproximación a equipos energizados de las Tablas 13.7 o 13.8 y la Figura 13.4 según corresponda, las cuales son adaptadas de la **NFPA 70** e **IEEE 1584**. Estas distancias son barreras que buscan prevenir lesiones al trabajador y son básicas para la seguridad eléctrica.

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV – 72,6 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV – 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV – 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV – 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV – 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Tabla 13.7. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna

PROPIETARIO: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO DE CENTROS POBLADOS RURALES PRIMERA ETAPA EN EL MUNICIPIO DESAN JOSE DEL GUAVIARE.	DISEÑADOR: ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA. MP: RS205-2058
MEMORIAS ELÉCTRICAS Y FOTOMETRICAS		

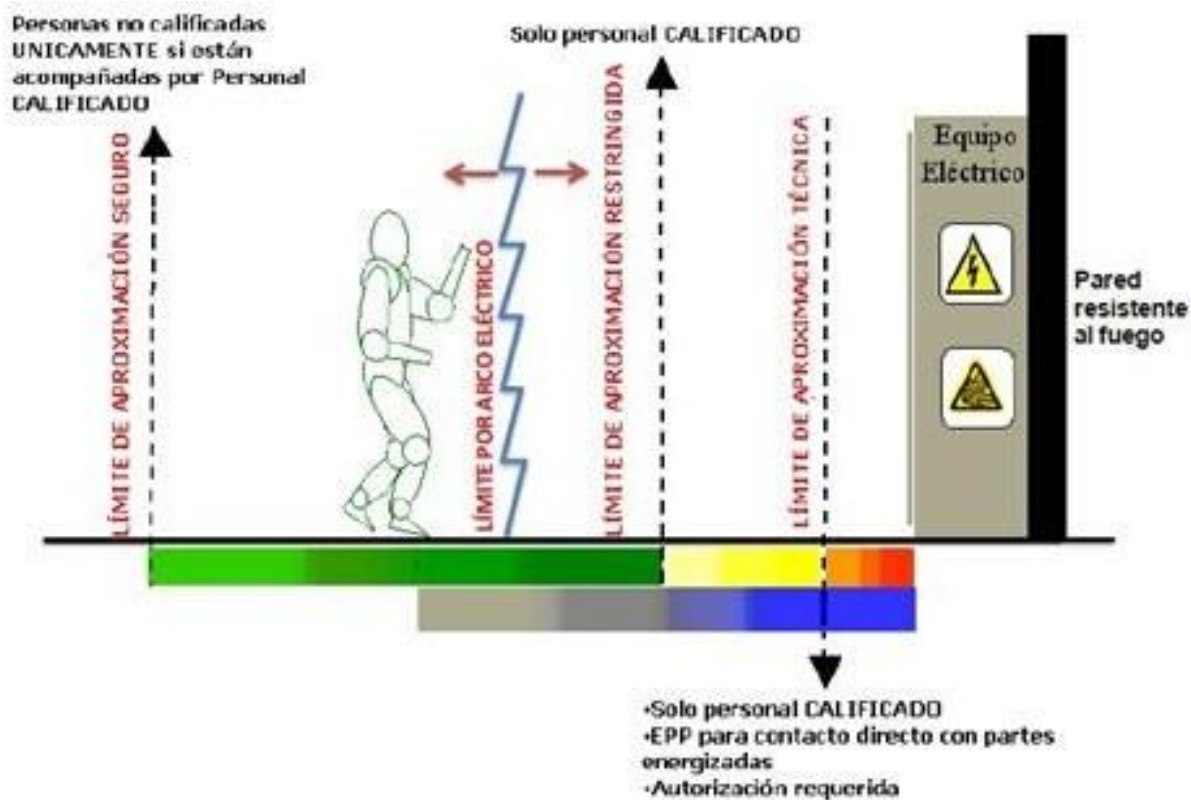


Figura 13.4. Límites de aproximación

Maria Consuelo Espinosa

ING. MARIA CONSUELO ESPINOSA

MAT. RS205-2058