

MUNICIPIO DE GARAGOA BOYACÁ

PROYECTO

**AMPLIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL
ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE GARAGOA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

PROPIETARIO

ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE GARAGOA

INGENIERO DISEÑADOR

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Erwin Méndez Bermúdez', is positioned above the printed name.

ERWIN MÉNDEZ BERMÚDEZ

**INGENIERO ELECTRICISTA
CN250-31223**

GARAGOA – BOYACÁ
FEBRERO DE 2026

TABLA DE CONTENIDO

1. Objetivo del proyecto.....	5
2. Normativa.....	5
3. Resumen general del proyecto.....	5
4. Ubicación geográfica del proyecto.	5
5. Descripción del proyecto eléctrico.....	6
6. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuros, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	6
7. Análisis de coordinación de aislamientos eléctricos.....	9
8. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	9
9. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	10
10. Análisis de riesgo de origen eléctrico y medidas para mitigarlas.	13
11. Análisis del nivel de tensión requerido.	14
12. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos.....	14
13. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factores de potencia en la carga.....	14
14. Cálculo de sistema de puesta a tierra.....	15
15. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de energía.	16
16. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEE 242. Capítulo 9 o equivalente.	17
17. Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos.....	18
18. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorriente.	18
19. Cálculo de canalizaciones (Tubo, ductos, canaletas y electroductos y volumen de encerramientos (Cajas, tableros, candeleros, etc.).....	18
20. Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.....	18
21. Cálculos de regulación.	26
22. Clasificación de áreas.....	34
23. Elaboración del diagrama unifilar.....	34
24. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para la construcción.....	34
25. Especificación de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico y equipos y materiales y sus condiciones particulares.	35
26. Establecer las distancias de seguridad requeridas.....	35
27. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre cuando comprometa la seguridad de las personas o de las instalaciones.....	36
28. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.....	37

TABLA DE TABLAS

Tabla 1: Resumen general del proyecto.....	5
Tabla 2: Cuadro de cargas Transformador Sin Nodo 5KVA	6
Tabla 3: Cuadro de cargas 247142	7
Tabla 4: Cuadro de cargas Sin Nodo Circuito 1.....	7
Tabla 5: Cuadro de cargas Sin Nodo Circuito 2.....	7
Tabla 6: Cuadro de cargas Sin Nodo.....	7
Tabla 7: Cuadro de cargas 311158	8
Tabla 8: Cuadro de cargas Transformador Proyectado Circuito 1	8
Tabla 9: Cuadro de cargas Transformador Proyectado Circuito 2	8
Tabla 10: Cuadro de cargas 15068-8023	9
Tabla 11: Cuadro de cargas Transformador Proyectado	9
Tabla 12: Análisis de corriente de cortocircuito	10
Tabla 13: Transformadores existentes	15
Tabla 14: Resumen calculo económico	16
Tabla 15: Desglose cálculo económico	17
Tabla 16: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Sin Nodo.....	19
Tabla 17: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador nodo 247142.....	20
Tabla 18: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Sin Nodo C1	20
Tabla 19: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Sin Nodo C2	21
Tabla 20: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Sin Nodo.....	22
Tabla 21: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador nodo 311158.....	23
Tabla 22: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Proyectado C1.....	24
Tabla 23: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Proyectado C2.....	24
Tabla 24: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador nodo15068-8023	25
Tabla 25: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Proyectado	26
Tabla 26: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR SIN NODO 5KVA	27
Tabla 27: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR NODO 247142	28
Tabla 28: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR SIN NODO CIRCUITO 1	28
Tabla 29: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR SIN NODO CIRCUITO 2	29
Tabla 30: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR SIN NODO	30
Tabla 31: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR NODO 3111158	31
Tabla 32: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR PROYECTADO CIRCUITO 1	31
Tabla 33: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR PROYECTADO CIRCUITO 2	32
Tabla 34: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR NODO 15068-8023	33
Tabla 35: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR PROYECTADO	34
Tabla 36: Resumen Cálculo de regulación	34

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación geográfica	5
Ilustración 2: Valores de corriente máximos permisibles	10
Ilustración 3: Metodología para evaluar el nivel de riesgo	11
Ilustración 4: Curva de probabilidad acumulada de corriente de retorno negativa	11
Ilustración 5: Tabla 1 NTC 4552: Indicador de parámetros de rayos	11
Ilustración 6: Tabla 3 NTC 4552: Subindicador relacionado con el uso de estructuras	12
Ilustración 7: Tabla 4 NTC 4552: Subindicador relacionado con el tipo de estructura.....	12
Ilustración 8: Tabla 5 NTC 4552: Subindicador relacionado con la altura y el área de la estructura	12
Ilustración 9: Tabla 2 NTC 4552: Indicadores de gravedad	12
Ilustración 10: Tabla 6 NTC 4552: Matriz de niveles de riesgo	13
Ilustración 11: Tabla 7 NTC 4552: Acciones recomendadas según el nivel de riesgo	13
Ilustración 12: Análisis de los factores de riesgo	14
Ilustración 13: Tensión nominal	14
Ilustración 14: Detalle de la puesta a tierra.....	15
Ilustración 15: Detalles constructivos de la red trenzada y herrajería a utilizar	18
Ilustración 16: Distancias de seguridad en zonas de construcción	35
Ilustración 17: Distancias verticales mínimas en vanos con diferentes tensiones.	36
Ilustración 18: Clasificación de los elementos de protección según la R2400-97.....	36

1. Objetivo del proyecto.

Este proyecto tiene como objetivo la AMPLIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE GARAGOA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ. Determinando así sus características constructivas y materiales a utilizar y cumpliendo con la normativa aplicada.

2. Normativa.

- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE, vigente a la fecha del diseño.
- Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público – RETILAP, vigente a la fecha del diseño.
- Norma técnica colombiana – NTC2050.
- Norma técnica colombiana – NTC4552.
- Norma para el cálculo y diseño de sistemas de distribución- EBSA.
- IEE STD 80-200 IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- IEC 62305-2 Protección contra descargas atmosféricas.

3. Resumen general del proyecto.

TIPO DE SERVICIO	ALUMBRADO PÚBLICO
RED TRENZADA	2x2+2
DISTANCIA DE ACOMETIDA	CAMBIA SEGÚN EL NODO Y/O GUÍA DE TRANSFORMADOR A UTILIZAR
TEMPERATURA AMBIENTE	15°

Tabla 1: Resumen general del proyecto.

4. Ubicación geográfica del proyecto.

El proyecto se ejecutará en el Municipio de Garagoa - Boyacá.



Ilustración 1: Ubicación geográfica

Fuente: Corpoboyacá

5. Descripción del proyecto eléctrico.

Realizar el diseño de las redes de distribución en BT para el alumbrado público de los diferentes accesos viales al municipio de Garagoa, Boyacá correspondientes al proyecto 'AMPLIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL ÁREA RURAL DEL MUNICIPIO DE GARAGOA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ'; este proyecto se encuentra diseñado bajo normativas RETIE, RETILAP, normas NTC 2050, Normar EBSA, LA, ICEL y demás que apliquen a este diseño.

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

El objetivo del proyecto es abastecer la red de alumbrado público mediante el uso de diferentes nodos y/o guía del transformador. El municipio se encargara de realizar las solicitudes de disponibilidad energética existente a la EBSA y de la instalación de nuevas subestaciones para este proyecto.

Se anexa cuadros de carga de los diferentes transformadores a utilizar.

TRANSFORMADOR SIN NODO 5KVA- CUADRO DE CARGAS							
Municipio	Garagoa Boyacá		Iluminación	18		FP	0,91
Tranfo No.	SIN NODO		Potencia (KVA)	5		% Reg Max BT	5,00%
Usuarios	0		Tension de linea	220		Imáx (A)	22,7272727
Tramo	Luminarias	Demand a KVA	Corriente (A)	I*15%	No.Fases	Calibre	TIPO
BARRAJE	18	5	22,7272727	26,13636364	2	2	Cu
L1-L18	18	0,79	3,11	3,5765000	2	2	TRENZADO XLPE

Tabla 2: Cuadro de cargas Transformador Sin Nodo 5KVA

TRANSFORMADOR NODO 247142- CUADRO DE CARGAS							
Municipio	Garagoa Boyacá		Iluminación	33		FP	0,91
Tranfo No.	NODO 247142		Potencia (KVA)	37,5		% Reg Max BT	5,00%
Usuarios	0		Tension de linea	220		Imáx (A)	170,4545455
Tramo	Luminarias	Demand a KVA	Corriente (A)	I*15%	No.Fases	Calibre	TIPO
BARRAJE	33	37,5	170,4545455	196,02272727	2	2	Cu
L19-L51	33	1,45	5,71	6,5665000	2	2	TRENZADO XLPE

Tabla 3: Cuadro de cargas 247142

TRANSFORMADOR SIN NODO CIRCUITO 1- CUADRO DE CARGAS							
Municipio	Garagoa Boyacá		Iluminación	17		FP	0,91
Tranfo No.	SIN NODO		Potencia (KVA)	30		% Reg Max BT	5,00%
Usuarios	0		Tension de linea	220		Imáx (A)	136,3636364
Tramo	Luminarias	Demand a KVA	Corriente (A)	I*15%	No.Fases	Calibre	TIPO
BARRAJE	17	30	136,3636364	156,81818182	2	2	Cu
L52-L68	17	0,75	2,94	3,3810000	2	2	TRENZADO XLPE

Tabla 4: Cuadro de cargas Sin Nodo Circuito 1

TRANSFORMADOR SIN NODO CIRCUITO 2- CUADRO DE CARGAS							
Municipio	Garagoa Boyacá		Iluminación	39		FP	0,91
Tranfo No.	SIN NODO		Potencia (KVA)	30		% Reg Max BT	5,00%
Usuarios	0		Tension de linea	220		Imáx (A)	136,3636364
Tramo	Luminarias	Demand a KVA	Corriente (A)	I*15%	No.Fases	Calibre	TIPO
BARRAJE	39	30	136,3636364	156,81818182	2	2	Cu
L69-L107	39	1,71	6,75	7,7625000	2	2	TRENZADO XLPE

Tabla 5: Cuadro de cargas Sin Nodo Circuito 2

TRANSFORMADOR SIN NODO- CUADRO DE CARGAS							
Municipio	Garagoa Boyacá		Iluminación	39		FP	0,91
Tranfo No.	SIN NODO		Potencia (KVA)	30		% Reg Max BT	5,00%
Usuarios	0		Tension de linea	220		Imáx (A)	136,3636364
Tramo	Luminarias	Demand a KVA	Corriente (A)	I*15%	No.Fases	Calibre	TIPO
BARRAJE	39	30	136,3636364	156,81818182	2	2	Cu
L108-L146	39	1,71	6,75	7,7625000	2	2	TRENZADO XLPE

Tabla 6: Cuadro de cargas Sin Nodo

TRANSFORMADOR NODO 311158 - CUADRO DE CARGAS							
Municipio	Garagoa Boyacá		Iluminación	39		FP	0,91
Tranfo No.	NODO 311158		Potencia (KVA)	45		% Reg Max BT	5,00%
Usuarios	0		Tension de linea	220		Imáx (A)	204,5454545
Tramo	Luminarias	Demanda KVA	Corriente (A)	I*15%	No.Fases	Calibre	TIPO
BARRAJE	39	45	204,5454545	235,22727273	2	2	Cu
L147-L185	39	1,71	6,75	7,7625000	2	2	TRENZADO XLPE

Tabla 7: Cuadro de cargas 311158

TRANSFORMADOR PROYECTADO CIRCUITO 1- CUADRO DE CARGAS							
Municipio	Garagoa Boyacá		Iluminación	29		FP	0,91
Tranfo No.	SIN NODO		Potencia (KVA)	5		% Reg Max BT	5,00%
Usuarios	0		Tension de linea	220		Imáx (A)	22,7272727
Tramo	Luminarias	Demanda KVA	Corriente (A)	I*15%	No.Fases	Calibre	TIPO
BARRAJE	29	5	22,7272727	26,13636364	2	2	Cu
L186-L214	29	1,27	5,02	5,7730000	2	2	TRENZADO XLPE

Tabla 8: Cuadro de cargas Transformador Proyectado Circuito 1

TRANSFORMADOR PROYECTADO CIRCUITO 2- CUADRO DE CARGAS							
Municipio	Garagoa Boyacá		Iluminación	28		FP	0,91
Tranfo No.	SIN NODO		Potencia (KVA)	5		% Reg Max BT	5,00%
Usuarios	0		Tension de linea	220		Imáx (A)	22,7272727
Tramo	Luminarias	Demanda KVA	Corriente (A)	I*15%	No.Fases	Calibre	TIPO
BARRAJE	28	5	22,7272727	26,13636364	2	2	Cu
L215-L242	28	1,23	4,84	5,5660000	2	2	TRENZADO XLPE

Tabla 9: Cuadro de cargas Transformador Proyectado Circuito 2

TRANSFORMADOR NODO 15068-8023- CUADRO DE CARGAS							
Municipio	Garagoa Boyacá		Iluminación	34		FP	0,91
Tranfo No.	NODO 15068-8023		Potencia (KVA)	112		% Reg Max BT	5,00%
Usuarios	0		Tension de linea	220			
						Imáx (A)	509,0909091
Tramo	Luminarias	Demanda KVA	Corriente (A)	I*15%	No.Fases	Calibre	TIPO
BARRAJE	34	112	509,0909091	585,45454545	2	2	Cu
L243-L276	34	1,49	5,88	6,7620000	2	2	TRENZADO XLPE

Tabla 10: Cuadro de cargas 15068-8023

TRANSFORMADOR PROYECTADO- CUADRO DE CARGAS							
Municipio	Garagoa Boyacá		Iluminación	47		FP	0,91
Tranfo No.	SIN NODO		Potencia (KVA)	5		% Reg Max BT	5,00%
Usuarios	0		Tension de linea	220			
						Imáx (A)	22,7272727
Tramo	Luminarias	Demanda KVA	Corriente (A)	I*15%	No.Fases	Calibre	TIPO
BARRAJE	47	5	22,7272727	26,13636364	2	2	Cu
L277-L323	47	2,07	8,13	9,3495000	2	2	TRENZADO XLPE

Tabla 11: Cuadro de cargas Transformador Proyectado

7. Análisis de coordinación de aislamientos eléctricos.

Para una correcta coordinación de aislamientos eléctricos de la subestación, del ramal de media tensión y las redes de baja tensión (con sus equipos asociados), se seleccionan equipos de protección contra sobretensión, se establece el nivel básico de aislamiento (BIL) ante sobretensiones externas (Tipo rayo), estas sobretensiones son más importantes que las sobretensiones internas (Tipo maniobra).

El presente proyecto no aplica el análisis de coordinación de aislamiento por B.T.

8. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

La determinación de la corriente de cortocircuito y la energía calorífica incidente por arco eléctrico son estipulados en según el RETIE como factores de riesgos comunes en una instalación eléctrica, por lo tanto, en el presente documento se realizará una estimación de estos con el fin de procurar en todo momento resguardar la vida humana.

A nivel operativo el presente documento facilitara la selección y compatibilidad de equipos, al igual que producción de procedimientos seguros de operación en la zona de influencia del proyecto.

Ilustración 2: Valores de corriente máximos permisibles

Valores máximos declarados permisibles de corrientes sin carga (Io), Pérdidas sin carga (Po), pérdidas con carga (Pc) y tensión de cortocircuito a 85 °C (Uz)				
Potencia kVA.	Io % de In	Po W	Pc W	Uz %
15	4.4	80	310	3.0
30	3.6	135	515	3.0
45	3.5	180	710	3.0
75	3.0	265	1 090	3.5
112.5	2.6	365	1 540	3.5
150	2.4	450	1 960	4.0
225	2.1	615	2 890	4.0
300	2.0	765	3 575	4.5
400	1.9	930	4 730	4.5
500	1.7	1 090	5 780	5.0
630	1.6	1 285	7 140	5.0
750	1.6	1 450	8 380	5.0
800	1.6	1 520	8 900	5.0
1 000	1.6	1 780	11 100	5.0
1 250	1.5	2 090	13 500	6.0
1 600	1.5	2 520	16 700	6.0
2 000	1.5	3 010	20 400	6.0
2 500	1.5	3 620	25 000	6.0
3 000	1.5	4 230	29 700	6.0
3 750	1.5	5 160	36 600	6.0

Uz= Tensión de cortocircuito en Transformador:

Icc= Corriente de cortocircuito Transformador $I_{cc} = (S_n / \sqrt{V_L} \cdot U_z)$

TRANSFORMADOR NODO	P [KVA]	VL [V]	UZ [%]	ICC [A]
SIN NODO	5	220	3	757,575758
247142	37,5	220	3	5681,81818
SIN NODO	30	220	3	4545,45455
15068-8023	112	220	3	16969,697

Tabla 12: Análisis de corriente de cortocircuito

9. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.

El análisis de riesgo por descarga atmosféricas es un estudio que se realiza con el fin de definir el nivel de protección en el sistema de protección contra rayos SIPRA, que requerirá la edificación.

Para el sistema de protección contra descargas atmosféricas SIPRA, los parámetros de diseño que se deben tener en cuenta de acuerdo con el número 5.3 de la NTC4552 son los que se enuncian de manera subsecuente:

- Nivel de riesgo existente
- Nivel de protección requerido
- Tipo de puntas captadoras
- Cantidad de puntas captadoras
- Numero de bajantes
- Cable de guarda
- Calibre y tipo de conductor de descarga

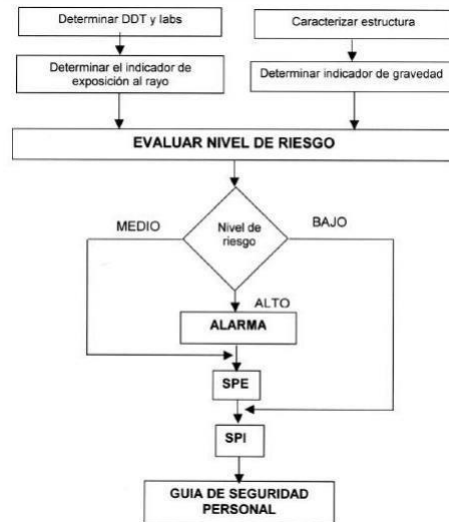


Ilustración 3: Metodología para evaluar el nivel de riesgo

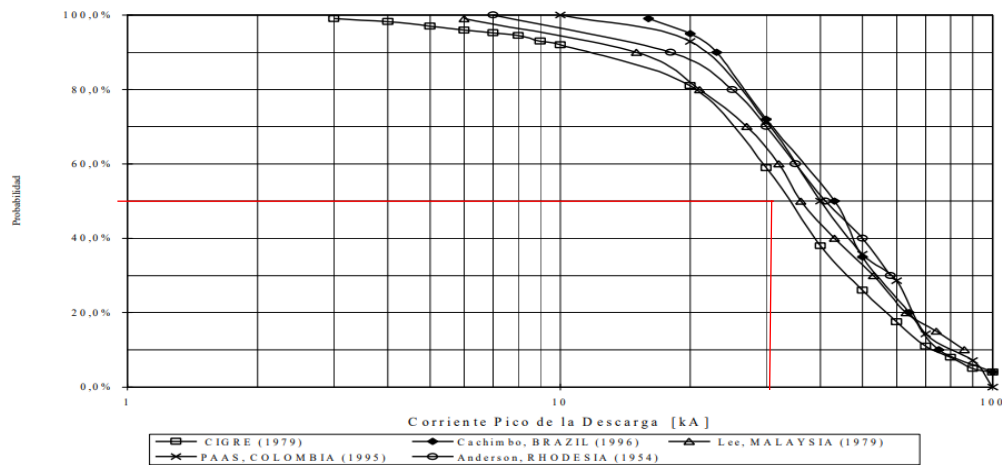


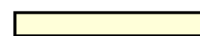
Ilustración 4: Curva de probabilidad acumulada de corriente de retorno negativa

Con los valores de DDT y la I_{abs} podemos aplicar la metodología dada en la NTC 4552 tabla 1 y determinar el indicador de exposición al rayo:

Densidad de descargas a tierra [Descargas/km ² - año]	Corriente pico absoluta promedio [kA]		
	$40 \leq I_{abs}$	$20 \leq I_{abs} < 40$	$I_{abs} < 20$
$30 \leq DDT$			
$15 \leq DDT < 30$			
$5 \leq DDT < 15$			
$DDT < 5$			



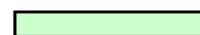
Severos



Altos



Medios



Bajos

Ilustración 5: Tabla 1 NTC 4552: Indicador de parámetros de rayos

Clasificación de estructuras	Ejemplos de estructura	Indicador
A	Teatros, centros educativos, iglesias, supermercados, centros comerciales, áreas deportivas al aire libre, parques de diversión, aeropuertos, hospitales, prisiones	40
B	Edificios de oficinas, hoteles, viviendas, grandes industrias, áreas deportivas cubiertas.	30
C	Pequeñas y medianas industrias, museos, bibliotecas, sitios históricos y arqueológicos	20
D	Estructuras no habitadas	0

Ilustración 6: Tabla 3 NTC 4552: Subindicador relacionado con el uso de estructuras

Tipo de estructura	Indicador
No metálica	40
Mixta	20
Metálica	0

Ilustración 7: Tabla 4 NTC 4552: Subindicador relacionado con el tipo de estructura

Altura y área de la estructura	Indicador
Área menor a 900 m ²	
Altura menor a 25 m	5
Altura mayor o igual a 25 m	20
Área mayor o igual a 900 m ²	
Altura menor a 25 m	10
Altura mayor o igual a 25 m	20

Ilustración 8: Tabla 5 NTC 4552: Subindicador relacionado con la altura y el área de la estructura

$$I_g = I_{uso} + I_t + I_{AA}$$

En donde

I_{uso} = Subindicador relacionado con el uso de la estructura

I_t = Subindicador relacionado con el tipo de estructura

I_{AA} = Subindicador relacionado con la altura y el área de la estructura

Según la clasificación de la estructura y utilizado la ecuación e indicadores de gravedad obtenidos el siguiente resultado:

$$I_g = 45$$

Resultado de la suma de subindicadores de estructura	Indicador de Gravedad
0 a 35	Leve
36 a 50	Baja
51 a 65	Media
66 a 80	Alta
81 a 100	Severa

Ilustración 9: Tabla 2 NTC 4552: Indicadores de gravedad

La estructura analizada se encuentra en un rango de gravedad **“BAJA”** y el parámetro de exposición al rayo **“BAJO”**. Utilizando la matriz de niveles de riesgo NTC 4552 Tabla 6 podemos determinar el nivel latente de riesgo al que se encuentra expuesto la estructura.

Gravedad \ Parámetros	Severa	Alta	Media	Baja	Leve
Severos					
Altos					
Moderados					
Bajos					

Nivel de Riesgo de la estructura ■ Alto ■ Medio ■ Bajo

Ilustración 10: Tabla 6 NTC 4552: Matriz de niveles de riesgo

En base a este resultado la estructura se encuentra en un nivel **“BAJO”** de riesgo y las medidas mínimas que se deban optar en el diseño del sistema de protección contra descargas atmosféricas son las siguientes:

Nivel de riesgo	Acciones recomendadas
NIVEL DE RIESGO BAJO	SPI para acometidas aéreas Cableados y PT según NTC 2050 – IEEE 1100
NIVEL DE RIESGO MEDIO	SPI Cableados y PT según NTC 2050 – IEEE 1100 SPE
NIVEL DE RIESGO ALTO	SPI Cableados y PT según NTC 2050 – IEEE 1100 SPE Plan de prevención y contingencia

Ilustración 11: Tabla 7 NTC 4552: Acciones recomendadas según el nivel de riesgo

10. Análisis de riesgo de origen eléctrico y medidas para mitigarlas.

Para el riesgo de origen eléctrico en base al Artículo 9 del RETIE para las siguientes fuentes:

- Tableros de distribución, acometidas principales, contacto indirecto

FACTOR DE RIESGO	POSIBLES CAUSAS	MEDIDAS DE PROTECCIÓN	RIESGO A EVALUAR
ARCOS ELECTRICOS	En el desarrollo de la conexión eléctrica para el alumbrado público en B.T es poco probable que se presenten quemaduras eléctricas por mal contacto y cortocircuito; En cercanía de líneas de M.T se pueden presentar posibles arcos eléctricos debido a las condiciones climáticas del área de trabajo.	Utilizar avisos de precaución y EPPS adecuados para la ejecución de las actividades a realizar.	BAJO

AUSENCIA DE ELECTRICIDAD	En el desarrollo de la instalación de la red de baja tensión se pueden presentar electrocución por negligencia de técnicos y por violación de las distancias mínimas de seguridad	Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal "EPP", Instalar puesta a tierra sólida.	BAJO
TENSIÓN DE CONTACTO	En el desarrollo de las instalaciones eléctricas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamientos en conductores, fallas de tierra y conectores dentados en mal estado.	Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.	BAJO
TENSIÓN DE PASO	En el desarrollo de la instalación eléctrica externa de baja tensión, se pueden presentar electrocución por fallas de aislamientos en conductores y fallas a tierra.	Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.	BAJO

*Ilustración 12: Análisis de los factores de riesgo***11. Análisis del nivel de tensión requerido.**

Se hará un abastecimiento eléctrico mediante el uso de transformadores existentes con su debida disponibilidad, donde la clasificación de nivel es 1 con una tensión nominal de 127/220V según norma de diseño EBSA.

NIVELES DE TENSIÓN (V)		TIPO DE SUBESTACIÓN
MEDIA	BAJA	
13 200	208/120	Urbana sector residencial
13 200	214/123	Urbana sector residencial
13 200	240-120 ⁽¹⁾	Monofásica o para el sector rural
13 200	220/127	Urbana sectores residencial e industrial
13 200	440/254	Sector industrial

Ilustración 13: Tensión nominal

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

Este cálculo debe realizar para líneas y redes con tensiones mayores o iguales a 57,5 KV, según RETIE (Artículo 3.11.2):" Durante el proceso de certificación de la conformidad de las instalaciones eléctricas, se deben medir los valores de campo eléctrico y densidad de flujo magnético en los lugares donde haya presencia de personas..."

De acuerdo con lo anterior no es necesario llevar a cabo el cálculo de campos electromagnéticos ya que el nivel de tensión es de 220/127 en baja tensión y 13,2 Kv en MT.

13. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factores de potencia en la carga.

Se realizó una solicitud de disponibilidad por baja tensión para el proyecto de

modernización y expansión de alumbrado público de Aquitania, donde se energizará de los siguientes nodos y/o guía de transformador existente:

CUADRO RESUMEN GARAGOA			
TRANSFORMADOR-NODO	CAPACIDAD TRAF0 [kVA]	CANTIDAD DE LUMINARIAS	POTENCIA TOTAL DEL CIRCUITO [kW]
SIN NODO	5	18	0,72
247142	37,5	33	1,32
SIN NODO	30	17	0,68
		39	1,56
SIN NODO	30	39	1,56
311158	45	39	1,56
TRAF0 PROYECTADO	5	29	1,16
		28	1,12
15068-8023	112	34	1,36
TRAF0 PROYECTADO	5	47	1,88

Tabla 13. Transformadores existentes

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, no es necesario realizar el cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factores de potencia en la carga.

14. Cálculo de sistema de puesta a tierra.

El cálculo de sistemas de puesta a tierra no aplica para proyectos de alumbrado público, siempre y cuando se utilicen estructuras de concreto.

El sistema de puesta a tierra a utilizar se compone de los siguientes elementos:

- Cinta Bandit
- Abrazaderas galvanizadas
- Electrodo de puesta a tierra
- Conector de puesta a tierra al neutro
- Conector de puesta a tierra al electrodo

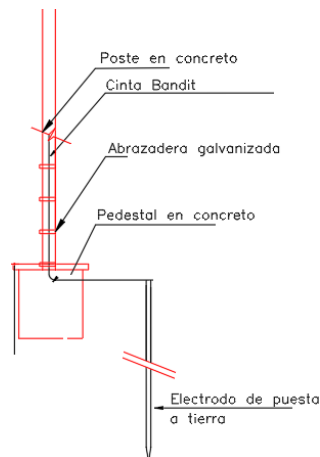


Ilustración 14: Detalle de la puesta a tierra

15. Calculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de perdidas, las cargas resultantes y los costos de energía.

El cálculo económico de conductores es un estudio que se realiza con el fin de establecer en términos de dinero las pérdidas de energía debidas a la resistencia propia de cada conductor.

PROYECTO:	MODERNIZACIÓN Y EXPANSIÓN ALUMBRADO PUBLICO GARAGOA
-----------	--

RESUMEN

Item	Descripción	Luminaria 40 W
1	Revisión de memorias de cálculo	Cumple
	Revisión de planos de diseño fotométrico	Cumple
	Revisión de características técnicas minimas exigidas de los equipos	Cumple
2	Costos Iniciales	\$ 953.087.435
	Costo inicial anualizado (Cia =CI*FRC)	\$ 69.240.765
	Costo de mantenimiento anual (CMa)	\$ 21.124.000
	Costo de Enegia anual (CEa) Valor de KW/H Tarifa Alumbrado Público EBSA mes Mayo 2024	\$ 74.088.496
	CAUE	\$ 164.453.261

Tabla 14: Resumen calculo económico

CÁLCULO DE CAUE

Costos Iniciales (CI)

Item	Descripción	Cant (1)	V/unit equipo incluido IVA (2)	V/unit Instalación (3)	V/unit equipo+ instalación (4)	V/total = 1*4
1	Luminaria 40 [W].	323	\$ 1.258.372,83	\$ 19.414,12	\$ 1.277.786,95	\$ 412.725.184,85
2	Postes CONCRETO 8 METROS 510 KGF	207	\$ 807.123,61	\$ 194.840,00	\$ 1.001.963,61	\$ 207.406.467,27
3	Postes CONCRETO 8 METROS 1050 KGF	116	\$ 1.091.190,61	\$ 194.840,00	\$ 1.286.030,61	\$ 149.179.550,76
4	Red eléctrica por poste	8,60	\$ 20.234.485,74	\$ 1.134.843,56	\$ 21.369.329,30	\$ 183.776.231,98
Costos Iniciales (CI)						\$ 953.087.434,86

Costo de mantenimiento anual (CMa)

ITEM	Descripción	Cant (1)	V/unit de mantenimiento incluido instalación (2)	Factor de mantenimiento anual (3)	Valor mantenimiento anual (1x2x3)
1	Luminaria 40 [W].	323	\$ 300.000,00	0,1	\$ 9.690.000,00
2	Postes CONCRETO 8 METROS 510 KGF	207	\$ 350.000,00	0,1	\$ 7.245.000,00
3	Postes CONCRETO 8 METROS 1050 KGF	116	\$ 350.000,00	0,1	\$ 4.060.000,00
4	Red eléctrica por poste	8,60	\$ 150.000,00	0,1	\$ 129.000,00
Costo de mantenimiento anual (CMA)					\$ 21.124.000,00

Costo de Enegia anual (CEa)						
ITEM	Descripción	Cant (1)	W/UND (2)	\$/KW (3)	Ciclo encendido diario (Hr) (4)	Valor energia anual (1x(2/1000)x3x4*365)
1	Luminaria 40 [W].	323	60	\$ 872,8164	12	\$ 74.088.496,42
Costo de Enegia anual (CEa) Valor de KW/H Tarifa Alumbrado Público EBSA mes Mayo del 2024						\$ 74.088.496,42

COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE (CAUE)	
---	--

item	Descripción	Valor
1	Tasa de descuento anual i (%)	6%
	Horizonte de evaluación n (años)	30
	Factor de recuperación de capital (FRC)	0,0726
$FRC = \frac{i * (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$		
2	Costos Iniciales (CI)	\$ 953.087.434,86
3	Costo inicial anualizado (Cia =CI*FRC)	\$ 69.240.764,70
4	Costo de mantenimiento anual (CMA)	\$ 21.124.000,00
5	Costo de Enegia anual (CEa) Valor de KW/H Tarifa Alumbrado Público EBSA mes Mayo del 2024	\$ 74.088.496,42
CAUE= Cia + CMA + CEa		\$ 164.453.261,12

Tabla 15: Desglose cálculo económico

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

La verificación de los conductores es una sección de las memorias de cálculo en las que se resumirá el calibre y tipo de conductor seleccionado para cada tramo del proyecto en B.T

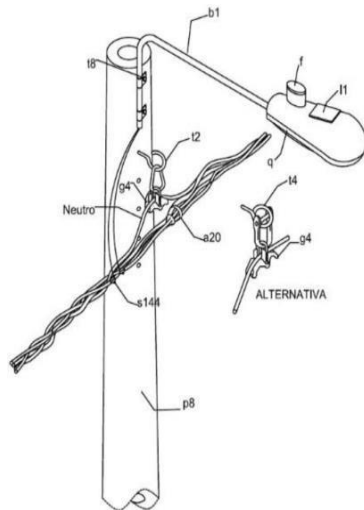
y donde se comparan los valores de corriente máxima soportada por el conductor seleccionado para cada tramo, y corriente máxima que se podría presentar a través de este.

De acuerdo con lo mencionado y a la solicitud de disponibilidad del servicio de la red eléctrica, omitimos la verificación del ítem.

17. Calculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos.

Se realiza instalación y expansión de estructuras de 8 m utilizando la red de B.T para la alimentación del alumbrado público.

A continuación, se presenta una imagen de referencia, cuyo listado de materiales varía según las especificaciones técnicas del proyecto y el tramo a intervenir.



CÓDIGO	CANTIDAD	CÓD. SAP	NOMBRE
z32	2		Abrazadera galvanizada para brazo de luminaria de 3/4"
b1	1	1480000033	Brazo para luminaria en tubo de Fe galvanizado de 3/4" x 1,5 m
f	1	1490000057	Fotocelda para alumbrado público
l1	1	1490000042	Luminaria 70 W-220 V vapor de sodio horizontal abierto HA
a50	3		Metros de cable de cobre aislado con neutro concéntrico 600V 2x14 AWG
q	1	1490000021	Bombilla vapor de sodio 70 W-220 V
g4	1	1480000150	Grapa de suspensión para cable trenzado de BT
p8	1	1460000001	Poste de ferroconcreto de 8 m , 510 kgf (1)
s144	2		Conector de tornillo con chaqueta aislante DP9 para AP
t2	1	1480000195	Perno de ojo abierto de 5/8" x 12" (2)
t8	2	1480000190	Perno de máquina de 5/8" x 8"
a5	2	1480000014	Arandela cuadrada de 5/8"

Ilustración 15: Detalles constructivos de la red trenzada y herrajería a utilizar

Tomado de: Norma de diseño de redes de distribución EBSA

18. Calculo y coordinación de protecciones contra sobre corriente.

Para el proyecto de modernización y extensión de red eléctrica para alumbrado público no es necesario el cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes.

19. Cálculo de canalizaciones (Tubo, ductos, canaletas y electroductos y volumen de encerramientos (Cajas, tableros, candeletas, etc.).

Para este proyecto no se realizan cálculos de canalización, la red utilizada es área y trenzada.

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

Se presentan a continuación los resultados del cálculo de pérdidas de energía para cada nodo y/o transformador a utilizar con $fp=0.91$.

[illegible]

CALCULO DE PERDIDAS

[illegible]

Tabla 17: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador nodo 247142

Tabla 18: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Sin Nodo C1

[illegible]

Tabla 19: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Sin Nodo C2

[illegible]

Tabla 20: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Sin Nudo

[illegible]

Tabla 21: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador nodo 311158

[illegible]

L193	L192	0,854	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,62
L192	L191	0,854	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,48
L191	L190	0,854	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,35
L190	L189	0,854	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,20
L189	L188	0,854	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,11
L188	L187	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
L187	L186	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
PERDIDAS (W-H)			10,71	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71	10,71	128,54
CONSUMO (W-H)			1160,0	1160,0	1160,0	1160,0	1160,0	1160,0	1160,0	1160,0	1160,0	1160,0	1160,0	1160,0	13920,00
%PERDIDAS (W)			0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%
Perdidas de potencia			0,9%												
Perdidas de energia			0,9%												

Tabla 22: Calculo de pérdidas de potencia y energia transformador Proyectado C1

CALCULO DE PERDIDAS

DE	A	Res	1	2	3	4	5	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL
		Ω/KM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	W
TRF	L215	0,854	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	30,26
L215	L216	0,854	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	9,09
L216	L217	0,854	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	7,38
L217	L218	0,854	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	6,59
L218	L219	0,854	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	6,42
L219	L220	0,854	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	6,86
L220	L221	0,854	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	6,33
L221	L222	0,854	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	6,15
L222	L223	0,854	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	5,40
L223	L224	0,854	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,87
L224	L225	0,854	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	3,00
L225	L226	0,854	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	2,77
L226	L227	0,854	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	2,97
L227	L228	0,854	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	2,82
L228	L229	0,854	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	2,54
L229	L230	0,854	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	2,25
L230	L231	0,854	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	1,87
L231	L232	0,854	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,60
L232	L233	0,854	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	1,32
L233	L234	0,854	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	1,05
L234	L235	0,854	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,83
L235	L236	0,854	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,62
L236	L237	0,854	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,48
L237	L238	0,854	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,34
L238	L239	0,854	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,21
L239	L240	0,854	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12
L240	L241	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
L241	L242	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
PERDIDAS (W-H)			9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	113,17
CONSUMO (W-H)			1120,0	1120,0	1120,0	1120,0	1120,0	1120,0	1120,0	1120,0	1120,0	1120,0	1120,0	1120,0	13440,00
%PERDIDAS (W)			0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%	0,84%
Perdidas de potencia			0,8%												
Perdidas de energia			0,8%												

Tabla 23: Calculo de pérdidas de potencia y energia transformador Proyectado C2

DE	A	Res	1	2	3	4	5	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL
		Ω/KM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRF	L243	0,854	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	6,35	76,15
L243	L244	0,854	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	14,43
L244	L245	0,854	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	12,79
L245	L246	0,854	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	11,51
L246	L247	0,854	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	10,94
L247	L248	0,854	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	10,56
L248	L249	0,854	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	9,68
L249	L250	0,854	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	8,63
L250	L251	0,854	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	7,68
L251	L252	0,854	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	7,73
L252	L253	0,854	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	7,04
L253	L254	0,854	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	6,66
L254	L255	0,854	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	6,09
L255	L256	0,854	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	5,42
L256	L257	0,854	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	5,04
L257	L258	0,854	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	4,43
L258	L259	0,854	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3,94
L259	L260	0,854	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	3,53
L260	L261	0,854	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	3,16
L261	L262	0,854	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	2,83
L262	L263	0,854	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	2,43
L263	L264	0,854	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	2,09
L264	L265	0,854	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	1,77
L265	L266	0,854	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,52
L266	L267	0,854	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,25
L267	L268	0,854	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	1,00
L268	L269	0,854	0,06	0,06	0,06	0									

Tabla 24: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador nodo15068-8023

[illegible]

L282	L283	0,854	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	20,13
L283	L284	0,854	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	20,25
L284	L285	0,854	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	17,74
L285	L286	0,854	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	16,35
L286	L287	0,854	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	15,85
L287	L288	0,854	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	16,73
L288	L289	0,854	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	15,28
L289	L290	0,854	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	14,37
L290	L291	0,854	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	13,85
L291	L292	0,854	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	12,85
L292	L293	0,854	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	11,74
L293	L294	0,854	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	11,34
L294	L295	0,854	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	10,11
L295	L296	0,854	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	7,94
L296	L297	0,854	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	9,49
L297	L298	0,854	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	8,68
L298	L299	0,854	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	8,14
L299	L300	0,854	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	7,17
L300	L301	0,854	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	6,73
L301	L302	0,854	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	6,31
L302	L303	0,854	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	5,82
L303	L304	0,854	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	5,00
L304	L305	0,854	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	4,62
L305	L306	0,854	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,83
L306	L307	0,854	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	3,48
L307	L308	0,854	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	3,07
L308	L309	0,854	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	2,73
L309	L310	0,854	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	1,96
L310	L311	0,854	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,56
L311	L312	0,854	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	1,89
L312	L313	0,854	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	1,50
L313	L314	0,854	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	1,27
L314	L315	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L315	L316	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L316	L317	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L317	L318	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L318	L319	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L319	L320	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L320	L321	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L321	L322	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L322	L323	0,854	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
PERDIDAS (W-H)			40,75	40,75	40,75	40,75	40,75	40,75	40,75	40,75	40,75	40,75	40,75	40,75	488,96
CONSUMO (W-H)			1880,0	1880,0	1880,0	1880,0	1880,0	1880,0	1880,0	1880,0	1880,0	1880,0	1880,0	1880,0	22560,00
%PERDIDAS (W)			2,17%	2,17%	2,17%	2,17%	2,17%	2,17%	2,17%	2,17%	2,17%	2,17%	2,17%	2,17%	2,17%
Perdidas de potencia			2,2%												
Perdidas de energía			2,2%												

Tabla 25: Calculo de pérdidas de potencia y energía transformador Proyectado

21. Cálculos de regulación.

Se presentan a continuación los resultados del cálculo de regulación para cada nodo y/o número de transformador utilizado.

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR SIN NODO 5KVA

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR SIN NODO 5KVA																
DE	A	LONG	VIA [W]	TOTAL	Tension Línea	F.P.	KVAT	MOM	FASES	IF	COND /FASE	I/FSE	COND	K	PARC	TOTAL
		M/W	40	KW	V		KVA	KVA-M								
TRF	L1	433	18	0,72	220	0,91	0,79	342,74	2	3,11	1	3,11	AAL2	0,003115	1,07	1,07
L1	L2	30	17	0,68	220	0,91	0,75	22,78	2	2,94	1	2,94	AAL2	0,003115	0,07	1,14
L2	L3	25	16	0,64	220	0,91	0,70	17,34	2	2,77	1	2,77	AAL2	0,003115	0,05	1,19
L3	L4	25	15	0,60	220	0,91	0,66	16,71	2	2,60	1	2,60	AAL2	0,003115	0,05	1,24
L4	L5	28	14	0,56	220	0,91	0,62	17,20	2	2,42	1	2,42	AAL2	0,003115	0,05	1,30
L5	L6	26	13	0,52	220	0,91	0,57	15,02	2	2,25	1	2,25	AAL2	0,003115	0,05	1,34
L6	L7	34	12	0,48	220	0,91	0,53	17,84	2	2,08	1	2,08	AAL2	0,003115	0,06	1,40
L7	L8	29	11	0,44	220	0,91	0,48	14,13	2	1,90	1	1,90	AAL2	0,003115	0,04	1,44
L8	L9	31	10	0,40	220	0,91	0,44	13,63	2	1,73	1	1,73	AAL2	0,003115	0,04	1,49
L9	L10	29	9	0,36	220	0,91	0,40	11,61	2	1,56	1	1,56	AAL2	0,003115	0,04	1,52
L10	L11	27	8	0,32	220	0,91	0,35	9,54	2	1,38	1	1,38	AAL2	0,003115	0,03	1,55
L11	L12	31	7	0,28	220	0,91	0,31	9,60	2	1,21	1	1,21	AAL2	0,003115	0,03	1,58
L12	L13	31	6	0,24	220	0,91	0,26	8,17	2	1,04	1	1,04	AAL2	0,003115	0,03	1,61
L13	L14	26	5	0,20	220	0,91	0,22	5,66	2	0,87	1	0,87	AAL2	0,003115	0,02	1,63
L14	L15	25	4	0,16	220	0,91	0,18	4,41	2	0,69	1	0,69	AAL2	0,003115	0,01	1,64
L15	L16	29	3	0,12	220	0,91	0,13	3,86	2	0,52	1	0,52	AAL2	0,003115	0,01	1,65
L16	L17	29	2	0,08	220	0,91	0,09	2,59	2	0,35	1	0,35	AAL2	0,003115	0,01	1,66
L17	L18	28	1	0,04	220	0,91	0,04	1,25	2	0,17	1	0,17	AAL2	0,003115	0,00	1,66

REGULACION MÁXIMA

1,66

Tabla 26: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR SIN NODO 5KVA

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR NODO 247142

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR NODO 247142																
DE	A	LONG	VIA [W]	TOTAL	Tension Línea	F.P.	KVAT	MOM	FASES	IF	COND /FASE	I/FSE	COND	K	PARC	TOTAL
		M/W	40	KW	V		KVA	KVA-M								
TRF	L51	250	33	1,32	220	0,91	1,45	362,64	2	5,71	1	5,71	AAL2	0,003115	1,13	1,13
L51	L50	27	32	1,28	220	0,91	1,41	38,12	2	5,54	1	5,54	AAL2	0,003115	0,12	1,25
L50	L49	26	31	1,24	220	0,91	1,36	35,06	2	5,36	1	5,36	AAL2	0,003115	0,11	1,36
L49	L48	31	30	1,20	220	0,91	1,32	41,08	2	5,19	1	5,19	AAL2	0,003115	0,13	1,49
L48	L47	29	29	1,16	220	0,91	1,27	36,39	2	5,02	1	5,02	AAL2	0,003115	0,11	1,60
L47	L46	27	28	1,12	220	0,91	1,23	33,34	2	4,84	1	4,84	AAL2	0,003115	0,10	1,70
L46	L45	27	27	1,08	220	0,91	1,19	31,87	2	4,67	1	4,67	AAL2	0,003115	0,10	1,80
L45	L44	27	26	1,04	220	0,91	1,14	30,71	2	4,50	1	4,50	AAL2	0,003115	0,10	1,90
L44	L43	26	25	1,00	220	0,91	1,10	28,04	2	4,33	1	4,33	AAL2	0,003115	0,09	1,99
L43	L42	25	24	0,96	220	0,91	1,05	26,88	2	4,15	1	4,15	AAL2	0,003115	0,08	2,07
L42	L41	24	23	0,92	220	0,91	1,01	23,77	2	3,98	1	3,98	AAL2	0,003115	0,07	2,14
L41	L40	25	22	0,88	220	0,91	0,97	24,59	2	3,81	1	3,81	AAL2	0,003115	0,08	2,22
L40	L39	24	21	0,84	220	0,91	0,92	22,15	2	3,63	1	3,63	AAL2	0,003115	0,07	2,29
L39	L38	24	20	0,80	220	0,91	0,88	20,69	2	3,46	1	3,46	AAL2	0,003115	0,06	2,35
L38	L37	32	19	0,76	220	0,91	0,84	26,44	2	3,29	1	3,29	AAL2	0,003115	0,08	2,44
L37	L36	23	18	0,72	220	0,91	0,79	18,36	2	3,11	1	3,11	AAL2	0,003115	0,06	2,49
L36	L35	25	17	0,68	220	0,91	0,75	18,83	2	2,94	1	2,94	AAL2	0,003115	0,06	2,55
L35	L34	26	16	0,64	220	0,91	0,70	18,60	2	2,77	1	2,77	AAL2	0,003115	0,06	2,61
L34	L33	26	15	0,60	220	0,91	0,66	17,28	2	2,60	1	2,60	AAL2	0,003115	0,05	2,66
L33	L32	28	14	0,56	220	0,91	0,62	16,94	2	2,42	1	2,42	AAL2	0,003115	0,05	2,72
L32	L31	25	13	0,52	220	0,91	0,57	14,43	2	2,25	1	2,25	AAL2	0,003115	0,04	2,76
L31	L30	26	12	0,48	220	0,91	0,53	13,48	2	2,08	1	2,08	AAL2	0,003115	0,04	2,80
L30	L29	26	11	0,44	220	0,91	0,48	12,68	2	1,90	1	1,90	AAL2	0,003115	0,04	2,84
L29	L28	28	10	0,40	220	0,91	0,44	12,50	2	1,73	1	1,73	AAL2	0,003115	0,04	2,88
L28	L27	27	9	0,36	220	0,91	0,40	10,63	2	1,56	1	1,56	AAL2	0,003115	0,03	2,91

L27	L26	24	8	0,32	220	0,91	0,35	8,51	2	1,38	1	1,38	AAL2	0,003115	0,03	2,94
L26	L25	31	7	0,28	220	0,91	0,31	9,57	2	1,21	1	1,21	AAL2	0,003115	0,03	2,97
L25	L24	29	6	0,24	220	0,91	0,26	7,61	2	1,04	1	1,04	AAL2	0,003115	0,02	2,99
L24	L23	27	5	0,20	220	0,91	0,22	5,93	2	0,87	1	0,87	AAL2	0,003115	0,02	3,01
L23	L22	22	4	0,16	220	0,91	0,18	3,78	2	0,69	1	0,69	AAL2	0,003115	0,01	3,02
L22	L21	38	3	0,12	220	0,91	0,13	4,96	2	0,52	1	0,52	AAL2	0,003115	0,02	3,04
L21	L20	29	2	0,08	220	0,91	0,09	2,59	2	0,35	1	0,35	AAL2	0,003115	0,01	3,05
L20	L19	28	1	0,04	220	0,91	0,04	1,24	2	0,17	1	0,17	AAL2	0,003115	0,00	3,05

REGULACION MÁXIMA

3,05

Tabla 27: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR NODO 247142

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR SIN NODO CIRCUITO 1																
CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR NODO SIN NODO CIRCUITO 1																
DE	A	LONG	VIA [W]	TOTAL	Tension Línea	F.P.	KVAT	MOM	FASES	IF	COND /FASE	I/FSE	COND	K	PARC	TOTAL
		M/W	40	KW	V		KVA	KVA-M							%	%
TRF	L68	32	17	0,68	220	0,91	0,75	23,91	2	2,94	1	2,94	AAL2	0,003115	0,07	0,07
L68	L67	24	16	0,64	220	0,91	0,70	17,15	2	2,77	1	2,77	AAL2	0,003115	0,05	0,13
L67	L66	26	15	0,60	220	0,91	0,66	16,90	2	2,60	1	2,60	AAL2	0,003115	0,05	0,18
L66	L65	25	14	0,56	220	0,91	0,62	15,69	2	2,42	1	2,42	AAL2	0,003115	0,05	0,23
L65	L64	27	13	0,52	220	0,91	0,57	15,29	2	2,25	1	2,25	AAL2	0,003115	0,05	0,28
L64	L63	35	12	0,48	220	0,91	0,53	18,38	2	2,08	1	2,08	AAL2	0,003115	0,06	0,33
L63	L62	27	11	0,44	220	0,91	0,48	13,08	2	1,90	1	1,90	AAL2	0,003115	0,04	0,38
L62	L61	23	10	0,40	220	0,91	0,44	10,05	2	1,73	1	1,73	AAL2	0,003115	0,03	0,41
L61	L60	24	9	0,36	220	0,91	0,40	9,40	2	1,56	1	1,56	AAL2	0,003115	0,03	0,44
L60	L59	24	8	0,32	220	0,91	0,35	8,45	2	1,38	1	1,38	AAL2	0,003115	0,03	0,46
L59	L58	24	7	0,28	220	0,91	0,31	7,42	2	1,21	1	1,21	AAL2	0,003115	0,02	0,49
L58	L57	25	6	0,24	220	0,91	0,26	6,58	2	1,04	1	1,04	AAL2	0,003115	0,02	0,51
L57	L56	25	5	0,20	220	0,91	0,22	5,41	2	0,87	1	0,87	AAL2	0,003115	0,02	0,52
L56	L55	25	4	0,16	220	0,91	0,18	4,38	2	0,69	1	0,69	AAL2	0,003115	0,01	0,54
L55	L54	26	3	0,12	220	0,91	0,13	3,37	2	0,52	1	0,52	AAL2	0,003115	0,01	0,55
L54	L53	27	2	0,08	220	0,91	0,09	2,41	2	0,35	1	0,35	AAL2	0,003115	0,01	0,55
L53	L52	27	1	0,04	220	0,91	0,04	1,18	2	0,17	1	0,17	AAL2	0,003115	0,00	0,56

REGULACION MÁXIMA

0,56

Tabla 28: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR SIN NODO CIRCUITO 1

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR SIN NODO CIRCUITO 2																
CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR SIN NODO CIRCUITO 2																
DE	A	LONG	VIA [W]	TOTAL	Tension Línea	F.P.	KVAT	MOM	FASES	IF	COND /FASE	I/FSE	COND	K	PARC	TOTAL
		M/W	40	KW	V		KVA	KVA-M							%	%
TRF	L69	28	39	1,56	220	0,91	1,71	48,00	2	6,75	1	6,75	AAL2	0,003115	0,15	0,15
L69	L70	25	38	1,52	220	0,91	1,67	41,86	2	6,58	1	6,58	AAL2	0,003115	0,13	0,28
L70	L71	25	37	1,48	220	0,91	1,63	40,89	2	6,40	1	6,40	AAL2	0,003115	0,13	0,41
L71	L72	27	36	1,44	220	0,91	1,58	42,98	2	6,23	1	6,23	AAL2	0,003115	0,13	0,54
L72	L73	24	35	1,40	220	0,91	1,54	37,26	2	6,06	1	6,06	AAL2	0,003115	0,12	0,66
L73	L74	24	34	1,36	220	0,91	1,49	35,60	2	5,88	1	5,88	AAL2	0,003115	0,11	0,77
L74	L75	22	33	1,32	220	0,91	1,45	32,56	2	5,71	1	5,71	AAL2	0,003115	0,10	0,87
L75	L76	23	32	1,28	220	0,91	1,41	31,82	2	5,54	1	5,54	AAL2	0,003115	0,10	0,97
L76	L77	24	31	1,24	220	0,91	1,36	32,20	2	5,36	1	5,36	AAL2	0,003115	0,10	1,07
L77	L78	26	30	1,20	220	0,91	1,32	33,97	2	5,19	1	5,19	AAL2	0,003115	0,11	1,17
L78	L79	29	29	1,16	220	0,91	1,27	36,57	2	5,02	1	5,02	AAL2	0,003115	0,11	1,29
L79	L80	17	28	1,12	220	0,91	1,23	21,46	2	4,84	1	4,84	AAL2	0,003115	0,07	1,36
L80	L81	21	27	1,08	220	0,91	1,19	25,20	2	4,67	1	4,67	AAL2	0,003115	0,08	1,43

L81	L82	25	26	1,04	220	0,91	1,14	28,09	2	4,50	1	4,50	AAL2	0,003115	0,09	1,52
L82	L83	24	25	1,00	220	0,91	1,10	26,30	2	4,33	1	4,33	AAL2	0,003115	0,08	1,60
L83	L84	24	24	0,96	220	0,91	1,05	25,75	2	4,15	1	4,15	AAL2	0,003115	0,08	1,68
L84	L85	24	23	0,92	220	0,91	1,01	24,01	2	3,98	1	3,98	AAL2	0,003115	0,07	1,76
L85	L86	25	22	0,88	220	0,91	0,97	23,90	2	3,81	1	3,81	AAL2	0,003115	0,07	1,83
L86	L87	24	21	0,84	220	0,91	0,92	22,16	2	3,63	1	3,63	AAL2	0,003115	0,07	1,90
L87	L88	25	20	0,80	220	0,91	0,88	22,03	2	3,46	1	3,46	AAL2	0,003115	0,07	1,97
L88	L89	23	19	0,76	220	0,91	0,84	19,14	2	3,29	1	3,29	AAL2	0,003115	0,06	2,03
L89	L90	22	18	0,72	220	0,91	0,79	17,64	2	3,11	1	3,11	AAL2	0,003115	0,05	2,09
L90	L91	23	17	0,68	220	0,91	0,75	17,25	2	2,94	1	2,94	AAL2	0,003115	0,05	2,14
L91	L92	25	16	0,64	220	0,91	0,70	17,84	2	2,77	1	2,77	AAL2	0,003115	0,06	2,19
L92	L93	24	15	0,60	220	0,91	0,66	15,52	2	2,60	1	2,60	AAL2	0,003115	0,05	2,24
L93	L94	25	14	0,56	220	0,91	0,62	15,64	2	2,42	1	2,42	AAL2	0,003115	0,05	2,29
L94	L95	27	13	0,52	220	0,91	0,57	15,44	2	2,25	1	2,25	AAL2	0,003115	0,05	2,34
L95	L96	26	12	0,48	220	0,91	0,53	13,83	2	2,08	1	2,08	AAL2	0,003115	0,04	2,38
L96	L97	25	11	0,44	220	0,91	0,48	11,99	2	1,90	1	1,90	AAL2	0,003115	0,04	2,42
L97	L98	25	10	0,40	220	0,91	0,44	11,14	2	1,73	1	1,73	AAL2	0,003115	0,03	2,45
L98	L99	26	9	0,36	220	0,91	0,40	10,35	2	1,56	1	1,56	AAL2	0,003115	0,03	2,49
L99	L100	25	8	0,32	220	0,91	0,35	8,92	2	1,38	1	1,38	AAL2	0,003115	0,03	2,51
L100	L101	23	7	0,28	220	0,91	0,31	7,07	2	1,21	1	1,21	AAL2	0,003115	0,02	2,54
L101	L102	25	6	0,24	220	0,91	0,26	6,57	2	1,04	1	1,04	AAL2	0,003115	0,02	2,56
L102	L103	28	5	0,20	220	0,91	0,22	6,06	2	0,87	1	0,87	AAL2	0,003115	0,02	2,58
L103	L104	28	4	0,16	220	0,91	0,18	4,92	2	0,69	1	0,69	AAL2	0,003115	0,02	2,59
L104	L105	25	3	0,12	220	0,91	0,13	3,35	2	0,52	1	0,52	AAL2	0,003115	0,01	2,60
L105	L106	21	2	0,08	220	0,91	0,09	1,89	2	0,35	1	0,35	AAL2	0,003115	0,01	2,61
L106	L107	24	1	0,04	220	0,91	0,04	1,05	2	0,17	1	0,17	AAL2	0,003115	0,00	2,61

REGULACION MÁXIMA	2,61
-------------------	------

Tabla 29: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR SIN NODO CIRCUITO 2

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR SIN NODO																
CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR SIN NODO																
DE	A	LONG	VIA [W]	TOTAL	Tension Línea	F.P.	KVAT	MOM	FASES	IF	COND /FASE	I/FSE	COND	K	PARC	TOTAL
		M/W	40	KW	V		KVA	KVA-M				(A)			(A)	%
TRF	L146	20	39	1,56	220	0,91	1,71	34,58	2	6,75	1	6,75	AAL2	0,003115	0,11	0,11
L146	L145	19	38	1,52	220	0,91	1,67	32,04	2	6,58	1	6,58	AAL2	0,003115	0,10	0,21
L145	L144	19	37	1,48	220	0,91	1,63	30,27	2	6,40	1	6,40	AAL2	0,003115	0,09	0,30
L144	L143	18	36	1,44	220	0,91	1,58	28,17	2	6,23	1	6,23	AAL2	0,003115	0,09	0,39
L143	L142	20	35	1,40	220	0,91	1,54	30,46	2	6,06	1	6,06	AAL2	0,003115	0,09	0,48
L142	L141	20	34	1,36	220	0,91	1,49	30,08	2	5,88	1	5,88	AAL2	0,003115	0,09	0,58
L141	L140	21	33	1,32	220	0,91	1,45	29,90	2	5,71	1	5,71	AAL2	0,003115	0,09	0,67
L140	L139	20	32	1,28	220	0,91	1,41	28,74	2	5,54	1	5,54	AAL2	0,003115	0,09	0,76
L139	L138	21	31	1,24	220	0,91	1,36	28,83	2	5,36	1	5,36	AAL2	0,003115	0,09	0,85
L138	L137	21	30	1,20	220	0,91	1,32	27,84	2	5,19	1	5,19	AAL2	0,003115	0,09	0,94
L137	L136	21	29	1,16	220	0,91	1,27	26,30	2	5,02	1	5,02	AAL2	0,003115	0,08	1,02
L136	L135	20	28	1,12	220	0,91	1,23	25,11	2	4,84	1	4,84	AAL2	0,003115	0,08	1,10
L135	L134	20	27	1,08	220	0,91	1,19	23,93	2	4,67	1	4,67	AAL2	0,003115	0,07	1,17
L134	L133	20	26	1,04	220	0,91	1,14	23,10	2	4,50	1	4,50	AAL2	0,003115	0,07	1,24
L133	L132	20	25	1,00	220	0,91	1,10	21,80	2	4,33	1	4,33	AAL2	0,003115	0,07	1,31
L132	L131	21	24	0,96	220	0,91	1,05	21,85	2	4,15	1	4,15	AAL2	0,003115	0,07	1,38
L131	L130	21	23	0,92	220	0,91	1,01	21,21	2	3,98	1	3,98	AAL2	0,003115	0,07	1,45
L130	L129	21	22	0,88	220	0,91	0,97	20,19	2	3,81	1	3,81	AAL2	0,003115	0,06	1,51
L129	L128	21	21	0,84	220	0,91	0,92	19,41	2	3,63	1	3,63	AAL2	0,003115	0,06	1,57
L128	L127	21	20	0,80	220	0,91	0,88	18,52	2	3,46	1	3,46	AAL2	0,003115	0,06	1,63
L127	L126	21	19	0,76	220	0,91	0,84	17,40	2	3,29	1	3,29	AAL2	0,003115	0,05	1,68
L126	L125	20	18	0,72	220	0,91	0,79	16,09	2	3,11	1	3,11	AAL2	0,003115	0,05	1,73

L125	L124	20	17	0,68	220	0,91	0,75	15,15	2	2,94	1	2,94	AAL2	0,003115	0,05	1,78
L124	L123	20	16	0,64	220	0,91	0,70	14,25	2	2,77	1	2,77	AAL2	0,003115	0,04	1,82
L123	L122	21	15	0,60	220	0,91	0,66	13,66	2	2,60	1	2,60	AAL2	0,003115	0,04	1,87
L122	L121	20	14	0,56	220	0,91	0,62	12,21	2	2,42	1	2,42	AAL2	0,003115	0,04	1,90
L121	L120	21	13	0,52	220	0,91	0,57	11,87	2	2,25	1	2,25	AAL2	0,003115	0,04	1,94
L120	L119	21	12	0,48	220	0,91	0,53	10,93	2	2,08	1	2,08	AAL2	0,003115	0,03	1,97
L119	L118	20	11	0,44	220	0,91	0,48	9,71	2	1,90	1	1,90	AAL2	0,003115	0,03	2,00
L118	L117	22	10	0,40	220	0,91	0,44	9,46	2	1,73	1	1,73	AAL2	0,003115	0,03	2,03
L117	L116	21	9	0,36	220	0,91	0,40	8,47	2	1,56	1	1,56	AAL2	0,003115	0,03	2,06
L116	L115	21	8	0,32	220	0,91	0,35	7,55	2	1,38	1	1,38	AAL2	0,003115	0,02	2,08
L115	L114	24	7	0,28	220	0,91	0,31	7,43	2	1,21	1	1,21	AAL2	0,003115	0,02	2,11
L114	L113	22	6	0,24	220	0,91	0,26	5,73	2	1,04	1	1,04	AAL2	0,003115	0,02	2,13
L113	L112	21	5	0,20	220	0,91	0,22	4,55	2	0,87	1	0,87	AAL2	0,003115	0,01	2,14
L112	L111	20	4	0,16	220	0,91	0,18	3,44	2	0,69	1	0,69	AAL2	0,003115	0,01	2,15
L111	L110	20	3	0,12	220	0,91	0,13	2,60	2	0,52	1	0,52	AAL2	0,003115	0,01	2,16
L110	L109	14	2	0,08	220	0,91	0,09	1,23	2	0,35	1	0,35	AAL2	0,003115	0,00	2,16
L109	L108	17	1	0,04	220	0,91	0,04	0,75	2	0,17	1	0,17	AAL2	0,003115	0,00	2,16

REGULACION MÁXIMA

2,16

Tabla 30: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR SIN NODO

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR NODO 311158																
CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR NODO 311158																
DE	A	LONG	VIA [W]	TOTAL	Tension Línea	F.P.	KVAT	MOM	FASES	IF (A)	COND /FASE	I/FSE (A)	COND	K	PARC	TOTAL
		M/W	40	KW	V		KVA	KVA-M							%	%
TRF	L147	319	39	1,56	220	0,91	1,71	546,48	2	6,75	1	6,75	AAL2	0,003115	1,70	1,70
L147	L148	16	38	1,52	220	0,91	1,67	26,68	2	6,58	1	6,58	AAL2	0,003115	0,08	1,79
L148	L149	16	37	1,48	220	0,91	1,63	26,62	2	6,40	1	6,40	AAL2	0,003115	0,08	1,87
L149	L150	24	36	1,44	220	0,91	1,58	37,87	2	6,23	1	6,23	AAL2	0,003115	0,12	1,99
L150	L151	22	35	1,40	220	0,91	1,54	33,26	2	6,06	1	6,06	AAL2	0,003115	0,10	2,09
L151	L152	22	34	1,36	220	0,91	1,49	32,19	2	5,88	1	5,88	AAL2	0,003115	0,10	2,19
L152	L153	21	33	1,32	220	0,91	1,45	30,21	2	5,71	1	5,71	AAL2	0,003115	0,09	2,28
L153	L154	20	32	1,28	220	0,91	1,41	28,64	2	5,54	1	5,54	AAL2	0,003115	0,09	2,37
L154	L155	20	31	1,24	220	0,91	1,36	27,91	2	5,36	1	5,36	AAL2	0,003115	0,09	2,46
L155	L156	20	30	1,20	220	0,91	1,32	26,08	2	5,19	1	5,19	AAL2	0,003115	0,08	2,54
L156	L157	21	29	1,16	220	0,91	1,27	26,14	2	5,02	1	5,02	AAL2	0,003115	0,08	2,62
L157	L158	20	28	1,12	220	0,91	1,23	25,02	2	4,84	1	4,84	AAL2	0,003115	0,08	2,70
L158	L159	21	27	1,08	220	0,91	1,19	24,45	2	4,67	1	4,67	AAL2	0,003115	0,08	2,78
L159	L160	22	26	1,04	220	0,91	1,14	24,67	2	4,50	1	4,50	AAL2	0,003115	0,08	2,85
L160	L161	21	25	1,00	220	0,91	1,10	22,71	2	4,33	1	4,33	AAL2	0,003115	0,07	2,92
L161	L162	21	24	0,96	220	0,91	1,05	22,17	2	4,15	1	4,15	AAL2	0,003115	0,07	2,99
L162	L163	21	23	0,92	220	0,91	1,01	21,49	2	3,98	1	3,98	AAL2	0,003115	0,07	3,06
L163	L164	21	22	0,88	220	0,91	0,97	20,60	2	3,81	1	3,81	AAL2	0,003115	0,06	3,13
L164	L165	20	21	0,84	220	0,91	0,92	18,44	2	3,63	1	3,63	AAL2	0,003115	0,06	3,18
L165	L166	20	20	0,80	220	0,91	0,88	17,82	2	3,46	1	3,46	AAL2	0,003115	0,06	3,24
L166	L167	16	19	0,76	220	0,91	0,84	13,65	2	3,29	1	3,29	AAL2	0,003115	0,04	3,28
L167	L168	18	18	0,72	220	0,91	0,79	14,33	2	3,11	1	3,11	AAL2	0,003115	0,04	3,33
L168	L169	21	17	0,68	220	0,91	0,75	15,49	2	2,94	1	2,94	AAL2	0,003115	0,05	3,37
L169	L170	20	16	0,64	220	0,91	0,70	13,78	2	2,77	1	2,77	AAL2	0,003115	0,04	3,42
L170	L171	21	15	0,60	220	0,91	0,66	13,85	2	2,60	1	2,60	AAL2	0,003115	0,04	3,46
L171	L172	21	14	0,56	220	0,91	0,62	13,22	2	2,42	1	2,42	AAL2	0,003115	0,04	3,50
L172	L173	19	13	0,52	220	0,91	0,57	10,69	2	2,25	1	2,25	AAL2	0,003115	0,03	3,53
L173	L174	20	12	0,48	220	0,91	0,53	10,29	2	2,08	1	2,08	AAL2	0,003115	0,03	3,57
L174	L175	19	11	0,44	220	0,91	0,48	9,37	2	1,90	1	1,90	AAL2	0,003115	0,03	3,60
L175	L176	20	10	0,40	220	0,91	0,44	8,65	2	1,73	1	1,73	AAL2	0,003115	0,03	3,62
L176	L177	20	9	0,36	220	0,91	0,40	8,08	2	1,56	1	1,56	AAL2	0,003115	0,03	3,65

L177	L178	21	8	0,32	220	0,91	0,35	7,24	2	1,38	1	1,38	AAL2	0,003115	0,02	3,67
L178	L179	21	7	0,28	220	0,91	0,31	6,49	2	1,21	1	1,21	AAL2	0,003115	0,02	3,69
L179	L180	20	6	0,24	220	0,91	0,26	5,25	2	1,04	1	1,04	AAL2	0,003115	0,02	3,71
L180	L181	17	5	0,20	220	0,91	0,22	3,69	2	0,87	1	0,87	AAL2	0,003115	0,01	3,72
L181	L182	16	4	0,16	220	0,91	0,18	2,89	2	0,69	1	0,69	AAL2	0,003115	0,01	3,73
L182	L183	17	3	0,12	220	0,91	0,13	2,24	2	0,52	1	0,52	AAL2	0,003115	0,01	3,73
L183	L184	20	2	0,08	220	0,91	0,09	1,80	2	0,35	1	0,35	AAL2	0,003115	0,01	3,74
L184	L185	22	1	0,04	220	0,91	0,04	0,95	2	0,17	1	0,17	AAL2	0,003115	0,00	3,74

REGULACION MÁXIMA

3,74

Tabla 31: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR NODO 3111158

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR PROYECTADO CIRCUITO 1																
CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR PROYECTADO CIRCUITO 1																
DE	A	LONG	VIA [W]	TOTAL	Tension Línea	F.P.	KVAT	MOM	FASES	IF	COND /FASE	I/FSE	COND	K	PARC	TOTAL
		M/W	40	KW	V		KVA	KVA-M							%	%
TRF	L214	64	29	1,16	220	0,91	1,27	81,09	2	5,02	1	5,02	AAL2	0,003115	0,25	0,25
L214	L213	22	28	1,12	220	0,91	1,23	26,63	2	4,84	1	4,84	AAL2	0,003115	0,08	0,34
L213	L212	20	27	1,08	220	0,91	1,19	23,89	2	4,67	1	4,67	AAL2	0,003115	0,07	0,41
L212	L211	21	26	1,04	220	0,91	1,14	24,24	2	4,50	1	4,50	AAL2	0,003115	0,08	0,49
L211	L210	20	25	1,00	220	0,91	1,10	21,58	2	4,33	1	4,33	AAL2	0,003115	0,07	0,55
L210	L209	21	24	0,96	220	0,91	1,05	21,71	2	4,15	1	4,15	AAL2	0,003115	0,07	0,62
L209	L208	17	23	0,92	220	0,91	1,01	17,63	2	3,98	1	3,98	AAL2	0,003115	0,05	0,68
L208	L207	17	22	0,88	220	0,91	0,97	16,82	2	3,81	1	3,81	AAL2	0,003115	0,05	0,73
L207	L206	20	21	0,84	220	0,91	0,92	18,23	2	3,63	1	3,63	AAL2	0,003115	0,06	0,78
L206	L205	20	20	0,80	220	0,91	0,88	17,86	2	3,46	1	3,46	AAL2	0,003115	0,06	0,84
L205	L204	22	19	0,76	220	0,91	0,84	18,29	2	3,29	1	3,29	AAL2	0,003115	0,06	0,90
L204	L203	22	18	0,72	220	0,91	0,79	17,37	2	3,11	1	3,11	AAL2	0,003115	0,05	0,95
L203	L202	22	17	0,68	220	0,91	0,75	16,25	2	2,94	1	2,94	AAL2	0,003115	0,05	1,00
L202	L201	21	16	0,64	220	0,91	0,70	14,76	2	2,77	1	2,77	AAL2	0,003115	0,05	1,05
L201	L200	21	15	0,60	220	0,91	0,66	13,57	2	2,60	1	2,60	AAL2	0,003115	0,04	1,09
L200	L199	21	14	0,56	220	0,91	0,62	13,11	2	2,42	1	2,42	AAL2	0,003115	0,04	1,13
L199	L198	19	13	0,52	220	0,91	0,57	10,69	2	2,25	1	2,25	AAL2	0,003115	0,03	1,16
L198	L197	18	12	0,48	220	0,91	0,53	9,58	2	2,08	1	2,08	AAL2	0,003115	0,03	1,19
L197	L196	19	11	0,44	220	0,91	0,48	9,14	2	1,90	1	1,90	AAL2	0,003115	0,03	1,22
L196	L195	19	10	0,40	220	0,91	0,44	8,46	2	1,73	1	1,73	AAL2	0,003115	0,03	1,25
L195	L194	20	9	0,36	220	0,91	0,40	8,00	2	1,56	1	1,56	AAL2	0,003115	0,02	1,27
L194	L193	20	8	0,32	220	0,91	0,35	7,17	2	1,38	1	1,38	AAL2	0,003115	0,02	1,30
L193	L192	21	7	0,28	220	0,91	0,31	6,36	2	1,21	1	1,21	AAL2	0,003115	0,02	1,32
L192	L191	22	6	0,24	220	0,91	0,26	5,71	2	1,04	1	1,04	AAL2	0,003115	0,02	1,33
L191	L190	23	5	0,20	220	0,91	0,22	5,06	2	0,87	1	0,87	AAL2	0,003115	0,02	1,35
L190	L189	20	4	0,16	220	0,91	0,18	3,56	2	0,69	1	0,69	AAL2	0,003115	0,01	1,36
L189	L188	20	3	0,12	220	0,91	0,13	2,63	2	0,52	1	0,52	AAL2	0,003115	0,01	1,37
L188	L187	20	2	0,08	220	0,91	0,09	1,79	2	0,35	1	0,35	AAL2	0,003115	0,01	1,37
L187	L186	21	1	0,04	220	0,91	0,04	0,91	2	0,17	1	0,17	AAL2	0,003115	0,00	1,38

REGULACION MÁXIMA

1,38

Tabla 32: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR PROYECTADO CIRCUITO 1

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR PROYECTADO CIRCUITO 2																
CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR PROYECTADO CIRCUITO 2																
DE	A	LONG	VIA [W]	TOTAL	Tension Línea	F.P.	KVAT	MOM	FASES	IF	COND /FASE	I/FSE	COND	K	PARC	TOTAL
		M/W	40	KW	V		KVA	KVA-M							%	%
TRF	L215	63	28	1,12	220	0,91	1,23	77,42	2	4,84	1	4,84	AAL2	0,003115	0,24	0,24

L215	L216	20	27	1,08	220	0,91	1,19	24,10	2	4,67	1	4,67	AAL2	0,003115	0,08	0,32
L216	L217	18	26	1,04	220	0,91	1,14	20,32	2	4,50	1	4,50	AAL2	0,003115	0,06	0,38
L217	L218	17	25	1,00	220	0,91	1,10	18,87	2	4,33	1	4,33	AAL2	0,003115	0,06	0,44
L218	L219	18	24	0,96	220	0,91	1,05	19,15	2	4,15	1	4,15	AAL2	0,003115	0,06	0,50
L219	L220	21	23	0,92	220	0,91	1,01	21,36	2	3,98	1	3,98	AAL2	0,003115	0,07	0,56
L220	L221	21	22	0,88	220	0,91	0,97	20,62	2	3,81	1	3,81	AAL2	0,003115	0,06	0,63
L221	L222	23	21	0,84	220	0,91	0,92	20,96	2	3,63	1	3,63	AAL2	0,003115	0,07	0,69
L222	L223	22	20	0,80	220	0,91	0,88	19,35	2	3,46	1	3,46	AAL2	0,003115	0,06	0,75
L223	L224	17	19	0,76	220	0,91	0,84	14,60	2	3,29	1	3,29	AAL2	0,003115	0,05	0,80
L224	L225	15	18	0,72	220	0,91	0,79	11,95	2	3,11	1	3,11	AAL2	0,003115	0,04	0,84
L225	L226	16	17	0,68	220	0,91	0,75	11,66	2	2,94	1	2,94	AAL2	0,003115	0,04	0,87
L226	L227	19	16	0,64	220	0,91	0,70	13,28	2	2,77	1	2,77	AAL2	0,003115	0,04	0,91
L227	L228	20	15	0,60	220	0,91	0,66	13,48	2	2,60	1	2,60	AAL2	0,003115	0,04	0,96
L228	L229	21	14	0,56	220	0,91	0,62	13,00	2	2,42	1	2,42	AAL2	0,003115	0,04	1,00
L229	L230	22	13	0,52	220	0,91	0,57	12,39	2	2,25	1	2,25	AAL2	0,003115	0,04	1,04
L230	L231	21	12	0,48	220	0,91	0,53	11,15	2	2,08	1	2,08	AAL2	0,003115	0,03	1,07
L231	L232	22	11	0,44	220	0,91	0,48	10,40	2	1,90	1	1,90	AAL2	0,003115	0,03	1,10
L232	L233	21	10	0,40	220	0,91	0,44	9,44	2	1,73	1	1,73	AAL2	0,003115	0,03	1,13
L233	L234	21	9	0,36	220	0,91	0,40	8,36	2	1,56	1	1,56	AAL2	0,003115	0,03	1,16
L234	L235	21	8	0,32	220	0,91	0,35	7,41	2	1,38	1	1,38	AAL2	0,003115	0,02	1,18
L235	L236	21	7	0,28	220	0,91	0,31	6,36	2	1,21	1	1,21	AAL2	0,003115	0,02	1,20
L236	L237	22	6	0,24	220	0,91	0,26	5,68	2	1,04	1	1,04	AAL2	0,003115	0,02	1,22
L237	L238	22	5	0,20	220	0,91	0,22	4,85	2	0,87	1	0,87	AAL2	0,003115	0,02	1,23
L238	L239	21	4	0,16	220	0,91	0,18	3,70	2	0,69	1	0,69	AAL2	0,003115	0,01	1,25
L239	L240	22	3	0,12	220	0,91	0,13	2,85	2	0,52	1	0,52	AAL2	0,003115	0,01	1,25
L240	L241	23	2	0,08	220	0,91	0,09	1,98	2	0,35	1	0,35	AAL2	0,003115	0,01	1,26
L241	L242	22	1	0,04	220	0,91	0,04	0,99	2	0,17	1	0,17	AAL2	0,003115	0,00	1,26

REGULACION MÁXIMA	1,26
-------------------	------

Tabla 33: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR PROYECTADO CIRCUITO 2

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR NODO 15068-8023																	
CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR NODO 15068-8023																	
DE	A	LONG	VIA [W]	TOTAL	Tension Línea	F.P.	KVAT	MOM	FASES	IF	COND /FASE	I/FSE	COND	K	PARC	TOTAL	
		M/W	40	KW	V		KVA	KVA-M							%	%	
TRF	L243	107	34	1,36	220	0,91	1,49	160,44	2	5,88	1	5,88	AAL2	0,003115	0,50	0,50	
L243	L244	22	33	1,32	220	0,91	1,45	31,32	2	5,71	1	5,71	AAL2	0,003115	0,10	0,60	
L244	L245	20	32	1,28	220	0,91	1,41	28,64	2	5,54	1	5,54	AAL2	0,003115	0,09	0,69	
L245	L246	20	31	1,24	220	0,91	1,36	26,60	2	5,36	1	5,36	AAL2	0,003115	0,08	0,77	
L246	L247	20	30	1,20	220	0,91	1,32	26,12	2	5,19	1	5,19	AAL2	0,003115	0,08	0,85	
L247	L248	20	29	1,16	220	0,91	1,27	26,08	2	5,02	1	5,02	AAL2	0,003115	0,08	0,93	
L248	L249	20	28	1,12	220	0,91	1,23	24,76	2	4,84	1	4,84	AAL2	0,003115	0,08	1,01	
L249	L250	19	27	1,08	220	0,91	1,19	22,89	2	4,67	1	4,67	AAL2	0,003115	0,07	1,08	
L250	L251	19	26	1,04	220	0,91	1,14	21,17	2	4,50	1	4,50	AAL2	0,003115	0,07	1,15	
L251	L252	20	25	1,00	220	0,91	1,10	22,15	2	4,33	1	4,33	AAL2	0,003115	0,07	1,22	
L252	L253	20	24	0,96	220	0,91	1,05	21,03	2	4,15	1	4,15	AAL2	0,003115	0,07	1,28	
L253	L254	21	23	0,92	220	0,91	1,01	20,75	2	3,98	1	3,98	AAL2	0,003115	0,06	1,35	
L254	L255	21	22	0,88	220	0,91	0,97	19,84	2	3,81	1	3,81	AAL2	0,003115	0,06	1,41	
L255	L256	20	21	0,84	220	0,91	0,92	18,47	2	3,63	1	3,63	AAL2	0,003115	0,06	1,46	
L256	L257	21	20	0,80	220	0,91	0,88	18,06	2	3,46	1	3,46	AAL2	0,003115	0,06	1,52	
L257	L258	20	19	0,76	220	0,91	0,84	16,69	2	3,29	1	3,29	AAL2	0,003115	0,05	1,57	
L258	L259	20	18	0,72	220	0,91	0,79	15,70	2	3,11	1	3,11	AAL2	0,003115	0,05	1,62	
L259	L260	20	17	0,68	220	0,91	0,75	14,89	2	2,94	1	2,94	AAL2	0,003115	0,05	1,67	
L260	L261	20	16	0,64	220	0,91	0,70	14,15	2	2,77	1	2,77	AAL2	0,003115	0,04	1,71	
L261	L262	21	15	0,60	220	0,91	0,66	13,54	2	2,60	1	2,60	AAL2	0,003115	0,04	1,75	
L262	L263	20	14	0,56	220	0,91	0,62	12,46	2	2,42	1	2,42	AAL2	0,003115	0,04	1,79	

L263	L264	20	13	0,52	220	0,91	0,57	11,51	2	2,25	1	2,25	AAL2	0,003115	0,04	1,83
L264	L265	20	12	0,48	220	0,91	0,53	10,57	2	2,08	1	2,08	AAL2	0,003115	0,03	1,86
L265	L266	21	11	0,44	220	0,91	0,48	9,93	2	1,90	1	1,90	AAL2	0,003115	0,03	1,89
L266	L267	20	10	0,40	220	0,91	0,44	8,95	2	1,73	1	1,73	AAL2	0,003115	0,03	1,92
L267	L268	20	9	0,36	220	0,91	0,40	7,94	2	1,56	1	1,56	AAL2	0,003115	0,02	1,95
L268	L269	19	8	0,32	220	0,91	0,35	6,55	2	1,38	1	1,38	AAL2	0,003115	0,02	1,97
L269	L270	21	7	0,28	220	0,91	0,31	6,48	2	1,21	1	1,21	AAL2	0,003115	0,02	1,99
L270	L271	21	6	0,24	220	0,91	0,26	5,43	2	1,04	1	1,04	AAL2	0,003115	0,02	2,00
L271	L272	20	5	0,20	220	0,91	0,22	4,41	2	0,87	1	0,87	AAL2	0,003115	0,01	2,02
L272	L273	20	4	0,16	220	0,91	0,18	3,57	2	0,69	1	0,69	AAL2	0,003115	0,01	2,03
L273	L274	21	3	0,12	220	0,91	0,13	2,71	2	0,52	1	0,52	AAL2	0,003115	0,01	2,04
L274	L275	20	2	0,08	220	0,91	0,09	1,78	2	0,35	1	0,35	AAL2	0,003115	0,01	2,04
L275	L276	21	1	0,04	220	0,91	0,04	0,90	2	0,17	1	0,17	AAL2	0,003115	0,00	2,04

REGULACION MÁXIMA

2,04

Tabla 34: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR NODO 15068-8023

CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR PROYECTADO																
CUADRO DE REGULACIÓN TRANSFORMADOR PROYECTADO																
DE	A	LONG	VIA [W]	TOTAL	Tension Línea	F.P.	KVAT	MOM	FASES	IF	COND /FASE	I/FSE	COND	K	PARC	TOTAL
		M/W	40	KW	V		KVA	KVA-M		(A)		(A)			%	%
TRF	L277	53	47	1,88	220	0,91	2,07	109,72	2	8,13	1	8,13	AAL2	0,003115	0,34	0,34
L277	L278	21	46	1,84	220	0,91	2,02	42,32	2	7,96	1	7,96	AAL2	0,003115	0,13	0,47
L278	L279	22	45	1,80	220	0,91	1,98	43,34	2	7,79	1	7,79	AAL2	0,003115	0,13	0,61
L279	L280	22	44	1,76	220	0,91	1,93	42,63	2	7,61	1	7,61	AAL2	0,003115	0,13	0,74
L280	L281	24	43	1,72	220	0,91	1,89	44,87	2	7,44	1	7,44	AAL2	0,003115	0,14	0,88
L281	L282	20	42	1,68	220	0,91	1,85	36,90	2	7,27	1	7,27	AAL2	0,003115	0,11	1,00
L282	L283	20	41	1,64	220	0,91	1,80	35,16	2	7,09	1	7,09	AAL2	0,003115	0,11	1,11
L283	L284	21	40	1,60	220	0,91	1,76	36,25	2	6,92	1	6,92	AAL2	0,003115	0,11	1,22
L284	L285	19	39	1,56	220	0,91	1,71	32,59	2	6,75	1	6,75	AAL2	0,003115	0,10	1,32
L285	L286	18	38	1,52	220	0,91	1,67	30,82	2	6,58	1	6,58	AAL2	0,003115	0,10	1,42
L286	L287	19	37	1,48	220	0,91	1,63	30,69	2	6,40	1	6,40	AAL2	0,003115	0,10	1,51
L287	L288	21	36	1,44	220	0,91	1,58	33,28	2	6,23	1	6,23	AAL2	0,003115	0,10	1,62
L288	L289	20	35	1,40	220	0,91	1,54	31,28	2	6,06	1	6,06	AAL2	0,003115	0,10	1,71
L289	L290	20	34	1,36	220	0,91	1,49	30,28	2	5,88	1	5,88	AAL2	0,003115	0,09	1,81
L290	L291	21	33	1,32	220	0,91	1,45	30,07	2	5,71	1	5,71	AAL2	0,003115	0,09	1,90
L291	L292	20	32	1,28	220	0,91	1,41	28,76	2	5,54	1	5,54	AAL2	0,003115	0,09	1,99
L292	L293	20	31	1,24	220	0,91	1,36	27,12	2	5,36	1	5,36	AAL2	0,003115	0,08	2,07
L293	L294	21	30	1,20	220	0,91	1,32	27,09	2	5,19	1	5,19	AAL2	0,003115	0,08	2,16
L294	L295	20	29	1,16	220	0,91	1,27	24,97	2	5,02	1	5,02	AAL2	0,003115	0,08	2,24
L295	L296	17	28	1,12	220	0,91	1,23	20,32	2	4,84	1	4,84	AAL2	0,003115	0,06	2,30
L296	L297	21	27	1,08	220	0,91	1,19	25,18	2	4,67	1	4,67	AAL2	0,003115	0,08	2,38
L297	L298	21	26	1,04	220	0,91	1,14	23,92	2	4,50	1	4,50	AAL2	0,003115	0,07	2,45
L298	L299	21	25	1,00	220	0,91	1,10	23,32	2	4,33	1	4,33	AAL2	0,003115	0,07	2,53
L299	L300	20	24	0,96	220	0,91	1,05	21,40	2	4,15	1	4,15	AAL2	0,003115	0,07	2,59
L300	L301	21	23	0,92	220	0,91	1,01	20,97	2	3,98	1	3,98	AAL2	0,003115	0,07	2,66
L301	L302	21	22	0,88	220	0,91	0,97	20,54	2	3,81	1	3,81	AAL2	0,003115	0,06	2,72
L302	L303	21	21	0,84	220	0,91	0,92	19,84	2	3,63	1	3,63	AAL2	0,003115	0,06	2,78
L303	L304	20	20	0,80	220	0,91	0,88	17,91	2	3,46	1	3,46	AAL2	0,003115	0,06	2,84
L304	L305	21	19	0,76	220	0,91	0,84	17,42	2	3,29	1	3,29	AAL2	0,003115	0,05	2,89
L305	L306	19	18	0,72	220	0,91	0,79	15,23	2	3,11	1	3,11	AAL2	0,003115	0,05	2,94
L306	L307	20	17	0,68	220	0,91	0,75	14,66	2	2,94	1	2,94	AAL2	0,003115	0,05	2,99
L307	L308	20	16	0,64	220	0,91	0,70	13,73	2	2,77	1	2,77	AAL2	0,003115	0,04	3,03
L308	L309	20	15	0,60	220	0,91	0,66	13,05	2	2,60	1	2,60	AAL2	0,003115	0,04	3,07
L309	L310	16	14	0,56	220	0,91	0,62	10,04	2	2,42	1	2,42	AAL2	0,003115	0,03	3,10
L310	L311	15	13	0,52	220	0,91	0,57	8,59	2	2,25	1	2,25	AAL2	0,003115	0,03	3,13

L311	L312	21	12	0,48	220	0,91	0,53	11,29	2	2,08	1	2,08	AAL2	0,003115	0,04	3,16
L312	L313	20	11	0,44	220	0,91	0,48	9,78	2	1,90	1	1,90	AAL2	0,003115	0,03	3,19
L313	L314	21	10	0,40	220	0,91	0,44	9,10	2	1,73	1	1,73	AAL2	0,003115	0,03	3,22
L314	L315	20	9	0,36	220	0,91	0,40	7,83	2	1,56	1	1,56	AAL2	0,003115	0,02	3,25
L315	L316	17	8	0,32	220	0,91	0,35	6,14	2	1,38	1	1,38	AAL2	0,003115	0,02	3,27
L316	L317	18	7	0,28	220	0,91	0,31	5,50	2	1,21	1	1,21	AAL2	0,003115	0,02	3,28
L317	L318	19	6	0,24	220	0,91	0,26	5,01	2	1,04	1	1,04	AAL2	0,003115	0,02	3,30
L318	L319	20	5	0,20	220	0,91	0,22	4,46	2	0,87	1	0,87	AAL2	0,003115	0,01	3,31
L319	L320	21	4	0,16	220	0,91	0,18	3,61	2	0,69	1	0,69	AAL2	0,003115	0,01	3,32
L320	L321	21	3	0,12	220	0,91	0,13	2,79	2	0,52	1	0,52	AAL2	0,003115	0,01	3,33
L321	L322	21	2	0,08	220	0,91	0,09	1,88	2	0,35	1	0,35	AAL2	0,003115	0,01	3,34
L322	L323	21	1	0,04	220	0,91	0,04	0,91	2	0,17	1	0,17	AAL2	0,003115	0,00	3,34

REGULACION MÁXIMA

3,34

Tabla 35: Cálculo de regulación TRANSFORMADOR PROYECTADO

CUADRO RESUMEN GARAGOA				
TRANSFORMADOR-NODO	CAPACIDAD TRAF0 [kVA]	CANTIDAD DE LUMINARIAS	POTENCIA TOTAL DEL CIRCUITO [kW]	REGULACIÓN
TRAFO PROYECTADO	5	18	0,72	1,66
247142	37,5	33	1,32	3,05
SIN NODO	30	17	0,68	0,56
		39	1,56	2,61
SIN NODO	30	39	1,56	2,16
311158	45	39	1,56	3,74
TRAFO PROYECTADO	5	29	1,16	1,38
		28	1,12	1,26
15068-8023	112	34	1,36	2,04
TRAFO PROYECTADO	5	47	1,88	3,34

Tabla 36: Resumen Cálculo de regulación

22. Clasificación de áreas.

Instalaciones especiales, según RETIE, Art. 3.28.3:

Son aquellas instalaciones que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos, o por alimentar equipos o sistemas complejos, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica, y, por tanto, requieren de medidas especiales para mitigar o eliminar tales riesgos. Está proyectó no aplica como área de atmósferas peligrosas o áreas clasificadas.

23. Elaboración del diagrama unifilar.

Debido a la amplitud del diagrama unifilar, este se anexa en los planos eléctricos del proyecto.

24. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para la construcción.

Se anexan planos que contienen información acerca de la localización del proyecto, nodos a utilizar, diagrama unifilar, selección del sistema de puesta a tierra si se requiere, entre otros datos importantes para la ejecución del proyecto.

25. Especificación de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico y equipos y materiales y sus condiciones particulares.

Todos los materiales utilizados en la ejecución de la obra deberán contar con certificado de conformidad con el RETIE, expedido por un organismo de certificación de productos acreditado ante el ONAC. Además, todo el producto será instalado en total acuerdo con las instrucciones del fabricante y en las memorias de cantidades podrán encontrar explícitamente los materiales de obra utilizados en el proyecto.

A continuación, se listarán algunos de los materiales empleados en la ejecución de la obra eléctrica:

- Luminaria de 40 W.
- Estructura de concreto de 8 m.
- Conectores dentados.
- Grapas de retención y suspensión.
- Red trenzada #2.
- Conector de varilla a puesta a tierra
- Varilla puesta a tierra.

26. Establecer las distancias de seguridad requeridas.

Con base en lo establecido por la RETIE en su Libro 3 Titulo 4 “espacios para el montaje, operación y mantenimiento de equipos” y el Artículo 3.10. “Distancias de seguridad” junto con las recomendaciones consignadas en la NFPA-70e “seguridad eléctrica en lugares de trabajo”, se deberán contar con los suficientes espacios de trabajo de tal modo que el montaje, operación y mantenimiento de los equipos, sean posibles de forma segura.

Con relación a las distancias de trabajo y acercamiento seguros, se deberá tener en cuenta lo establecido en el Art. 3.10.1 del RETIE “Distancias mínimas para trabajos en zonas con construcciones” y 3.10.3 “Distancias verticales mínimas en cruces de distintas líneas” el cual establecen los límites a continuación:

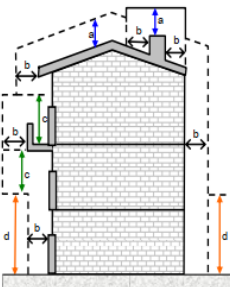
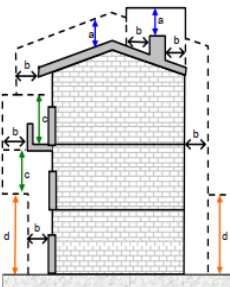
DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES			
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)	
Distancia vertical “a” sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 3.10.1. a.).	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 3.10.1. a.)	66/57,5	2,5	
	44/34,5/33	2,3	
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3	
	<1	1,7	
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 3.10.1. a.)	44/34,5/33	4,1	
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1	
	<1	3,5	
Distancia vertical “d” a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 3.10.1. a.) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	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	

Figura 3.10.1. a. Distancias de seguridad en zonas con construcciones.

		DISTANCIAS EN METROS								
Tensión nominal (kV) entre fases de la línea superior	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								

Ilustración 17: Distancias verticales mínimas en vanos con diferentes tensiones.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones técnicas y de seguridad en el trabajo:

- Deben utilizar protección personal específica y herramientas adecuadas.
- Mantener el centro de transformación siempre con llave, de lo contrario especificar con señalización clara del porqué de lo contrario.
- No manipular en alta tensión, salvo personal especializado.
- Garantizar el aislamiento eléctrico de todos los cables activos.
- No utilizar cables defectuosos, clavijas de enchufé rotas, ni aparatos cuya carcasa presente desperfectos.
- Establecer un plan de trabajo con señalización de las zonas peligrosas.

Clasificación de los elementos de protección según su actividad a realizar según el R2400-97.



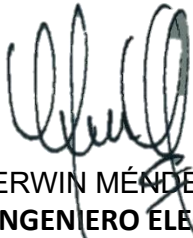
Ilustración 18: Clasificación de los elementos de protección según la R2400-97

27. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando comprometa la seguridad de las personas o de las instalaciones.

En este proyecto no se aplicaron desviaciones a la norma NTC 2050.

28. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

Según el plan de ordenamiento departamental para la zona, no aplica estudio de condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o terminas para la ejecución de la obra.



ERWIN MÉNDEZ BERMÚDEZ
INGENIERO ELECTRICISTA
CN250-31223