

ESTUDIO ELÉCTRICO

PROYECTO

CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA DE LA UNIDAD DE ATENCIÓN PRIMARIA Y CONSULTA EXTERNA DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E, MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

Julio de 2025

Profesionales Responsables:

ING. CRISTIAN ANDRES SANCHEZ VARGAS

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. OBJETIVO Y ALCANCE 7
   2.1. OBJETIVO 7
   2.2. ALCANCE 7
3. RESUMEN DEL PROYECTO 10
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 11
   4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA 11
   4.2. REDES DE MEDIA TENSIÓN 11
   4.3. MEDIDORES DE ENERGÍA 11
   4.4. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 12
   4.5. REDES DE BAJA TENSIÓN 12
5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 14
6. DISEÑO ELÉCTRICO 16
   6.1. CUADROS DE CARGAS 16
   6.2. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO 17
      6.2.1. SELECCIÓN DE CONDUCTORES BAJA TENSIÓN 19
   6.3. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA 19
      6.3.1. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL TRANSFORMADOR 20
      6.3.2. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL TRANSFORMADOR 20
   6.4. ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS. 21
   6.5. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS 23
   6.6. ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO 24
   6.7. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS 25
   6.8. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES 26
   6.9. CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 26

6.10. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS 26
6.11. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES EN MT 26
6.12. VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES 27
6.13. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES 27
6.13.1. PROTECCIÓN EN MEDIA TENSIÓN 27
6.13.2. SELECCIÓN ADECUADA DE FUSIBLE 29
6.14. CALCULO DE CANALIZACIONES 30
6.15. CALCULO DE PERDIDA DE ENERGÍA 30
6.16. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS 30
6.17. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS 32
6.17.1. ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LA CONSTRUCCIÓN 35
6.17.2. HERRAMIENTAS 36
6.18. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS. 36
6.19. ESPACIO ALREDEDOR DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS (PARA 600 V NOMINALES O MENOS) 38
6.20. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC 2050 CUANDO SEA PERMITIDO, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN. NO APLICA DESVIACIONES A LA NORMA. 39
6.21. LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN, TALES COMO CONDICIONES SÍSMICAS, ACÚSTICAS, MECÁNICAS O TÉRMICAS. 39
6.22. SELECCIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO 39
7. DISEÑO DE ILUMINACIÓN 40
7.1. CRITERIO DE DISEÑO. 40
7.2. SELECCIÓN DE LUMINARIAS 41
7.3. NIVELES DE ILUMINACIÓN 45

7.3.1. NIVELES DE ILUMINACIÓN O ILUMINANCIAS Y DISTRIBUCIÓN DE LUMINANCIAS. 45
7.3.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN OBTENIDOS 47
7.4. CÁLCULO FACTOR DE MANTENIMIENTO - ILUMINACIÓN INTERIOR 47
7.5. VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN (VEEI) 48
7.6. ANÁLISIS DE RIESGOS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN 49
7.7. REQUISITOS DE ILUMINACIÓN PARA ÁREAS CRÍTICAS 50
7.8. DISEÑO GEOMÉTRICO 50
7.9. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL 51
7.10. ANÁLISIS ECONÓMICO Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO 52
7.11. ESQUEMA Y PROGRAMA DE MANTENIMIENTO 52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos RETIE 2024 9
Tabla 2. Resumen general del proyecto 10
Tabla 3 Calculo niveles de riesgo atmosférico 21
Tabla 4 Matriz nivel de riesgo. 22
Tabla 5 Nivel de protección. 22
Tabla 6 Niveles de tensión normalizados 25
Tabla 11. Tabla de protecciones. 30
Tabla 12. Distancias mínimas de seguridad. 37
Tabla 13 Tabla 15 Distancias mínimas de seguridad. 37

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Distribución por bloques 13
ilustración 2 localización del proyecto 14
Ilustración 3 Ubicación geográfica del proyecto NORTE: 1260097.65 ESTE: 910307.68 15
Ilustración 4 Apantallamiento Sección Transversal. 22
Ilustración 5 Apantallamiento Sección Longitudinal. 23
Ilustración 6 Factores de riesgo eléctrico 24
Ilustración 7 Curva típica de un fusible. 29

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se consigan las memorias con los cálculos respectivas según la normatividad vigente RETIE de 2 de julio 2025 en el Titulo 3 del libro 3, RETILAP, NTC 2050 y los reglamentos que le apliquen para el operador de red ENELAR E.S.P. para el diseño de instalación eléctrica, necesarios para carga e instalación de la nueva edificación sobre la calle 30 con carrera 23, de modo tal que permita la cabal comprensión del trabajo a realizar y la debida valoración del mismo por parte de un Profesional Calificado.

2. OBJETIVO Y ALCANCE

2.1. OBJETIVO

Efectuar los estudios y diseños de la e instalación eléctrica en Media y Baja Tensión, y de uso final para la construcción de la nueva infraestructura física del Centro de rehabilitación integral del hospital Sarare ESE del municipio de Saravena, Departamento de Arauca, departamento de Arauca de acuerdo con toda la normatividad vigente, así como:

- Presentar las memorias de cálculos necesarios como lo exige el artículo 210.2.3 del RETILAP.

- Realizar los diseños y cálculos eléctricos para la red de media y baja tensión como lo exige el artículo 10 del RETIE de agosto de 2013.

2.2. ALCANCE

El alcance de la consultoría en el área eléctrica para el proyecto consiste en el diseño de las redes eléctricas necesarias para la implementación de la nueva infraestructura eléctrica de la construcción de la nueva infraestructura física del Centro de rehabilitación integral del hospital Sarare ESE del municipio de Saravena, Departamento de Arauca. El RETIE en su cuerpo normativo, establece lo siguiente aspecto para la elaboración del diseño:

CAPITULO II (RETIE), REQUISITOS TÉCNICOS ESENCIALES

Los requisitos contenidos en este capítulo son de aplicación obligatoria en todos los niveles de tensión y en todos los procesos y deben ser cumplidos según la situación particular en las instalaciones eléctricas objeto del presente reglamento. Se define así la ruta de las respectivas memorias de cálculo.

ARTÍCULO 10º. REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Toda instalación eléctrica objeto del presente reglamento debe cumplir los siguientes requerimientos generales Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación.

El diseño detallado debe ser ejecutado por profesionales de la ingeniería cuya especialidad esté relacionada con el tipo de obra a desarrollar y la competencia otorgada por su matrícula profesional, conforme a las Leyes 51 de 1986 y 842 de 2003. Las partes involucradas con el diseño deben atender y respetar los derechos de autor y propiedad intelectual de los diseños. La profundidad con que se traten los temas dependerá de la complejidad y el nivel de riesgo asociado al tipo de instalación y debe contemplar los ítems que le apliquen de la siguiente lista.

REQUERIMIENTO QUE APLICAN AL DISEÑO		
A	Cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos	SI
B	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico	SI
C	Análisis de cortocircuito y falla a tierra	SI
D	Análisis del nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	SI
E	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos	SI
F	Análisis del nivel de tensión requerido	SI
G	Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la tabla 14.1.	SI
H	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga	SI
I	Cálculo del sistema de puesta a tierra	SI
J	Calculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de perdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	SI
K	Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capitulo 9 o equivalente.	SI
L	Calculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos	SI
M	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A	SI
N	Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas, etc.) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, canaletas, etc.).	SI
O	Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de los armónicos y factor de potencia.	SI

P	Cálculos de regulación	SI
Q	Clasificación de áreas	NO
R	Elaboración de diagramas unifilares	SI
S	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción	SI
T	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	SI
U	Establecer las distancias de seguridad requeridas.	SI
V	Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.	NO
W	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.	NO
X	Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energíaconvencionales y no convencionales.	SI

Tabla 1. Requerimientos RETIE 2024

Nota. La profundidad con que se traten los ítems dependerá del tipo de instalación, para lo cual debe aplicarse el juicio profesional del responsable del diseño.

Nota 2. El diseñador deberá hacer mención expresa de aquellos ítems que a su juicio no apliquen.

3. RESUMEN DEL PROYECTO

RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO	
PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA DE LA UNIDAD DE ATENCIÓN PRIMARIA Y CONSULTA EXTERNA DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E, MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.
UBICACIÓN	Departamento: Arauca Municipio: Saravena Dirección: Calle 30 N° 23-47
PROPIETARIO	Hospital del Sarare E.S.E
TIPO DE SERVICIO	Oficial
TIPO DE PROYECTO	Urbano
CAPACIDAD TOTAL	Instalada: 300 KVA
CIRCUITO	N/A
SUBESTACIONES	Transformador Existente
CARGA INSTALADA	300 KVA CARGA PROYECTADA
PUNTO DE CONEXIÓN	TABLERO GENERAL
CIRCUITO ALIMENTADOR	N/A
CALIBRE DEL ALIMENTADOR	N/A
POSTE	N/A
RED DE BAJA TENSIÓN	NO HAY BAJA TENSIÓN

Tabla 2. Resumen general del proyecto

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto pretende suministrar el servicio de energía eléctrica en baja tensión, para abastecer la demanda requerida para los circuitos de la construcción de la construcción de la unidad de atención primaria y consulta externa del hospital de Sarare ESE en el municipio de Saravena, Departamento de Arauca.

El proyecto UNAP busca generar nuevos servicios de salud para las personas en condiciones vulnerables y que requieran una atención específica; en este planteamiento se propone la construcción de la unidad de atención primaria y consulta externa. Este proyecto consta del bloque A según localización general, cuenta con un área total construida de 3.689,03 en el cual se desarrolla el programa arquitectónico concertado según acta de capacidad Instalada, en primer piso se desarrolla Área de acceso principal, módulos de odontología, Consulta Medicina General (Consulta Externa y PyP), Actividades Protección Específica Y Detección Temprana, Consultorio servicios apoyo (nutrición, psicología, optometría), Servicio De Vacunación, Consultorios de Rehabilitación de Piso Pélvico, Rehabilitación Cardiopulmonar, Consultorios de Terapia, Ocupacional

Los diseños están basados en las normas aplicables del RETIE y NTC2050, además de las disposiciones normativas del operador de red se aclara que este proyecto no contempla circuitos critico o ramales vitales por consiguiente se evaluara como un sistema básico de atención de rehabilitación.

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA

La capacidad instalada en el presente diseño corresponde a 600 KVA de acuerdo a un transformador previamente instalado, se contempla una carga instalada de 300 KVA teniendo en cuenta la carga de los equipos son de uso general, red regulada, UPS, iluminación y Sistema de ventilación.

4.2. REDES DE MEDIA TENSIÓN

No se contempla la instalación de redes de media tensión

4.3. MEDIDORES DE ENERGÍA

La medición será de acuerdo al equipo de medida indirecta previamente instalado en la fase 1.

4.4. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

La carga será alimentada a través de un transformador de 500 kVA previamente instalado.

4.5. REDES DE BAJA TENSIÓN

S pretende alimentar desde el tablero Distribución General (TDG) el cual se encuentra ubicado en el cuarto técnico y de este se derivan las acometidas principales del bloque A.

Actualmente se piensa alimentar 2 pisos contemplados en la fase 2 en la que se suministrara energía a los circuitos de tomacorrientes normales, GFCI, tomas para red regulada de equipos especiales, Tomas para UPS, sistema de Ventilación y la respectiva iluminación; cada uno de estos item, esto conlleva su respectiva evaluación para determinar los calibres de los circuitos alimentadores y los respectivos circuitos ramales del proyecto.

Con el fin de realizar un desarrollo sostenible para el medio ambiente, se implementará iluminación LED de alta eficiencia, esto permitirá la reducción de calor, consumo de energía y la disminución de elementos tóxicos. Se debe tener en cuenta que cada luminaria debe contar con sus respectivos certificados de conformidad RETIE y RETILAP, expedido por un organismo de certificación de productores acreditado.

El diseño de iluminación será a través del Software DIALUX, teniendo presentes cada uno de los lineamientos estipulados en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público –RETILAP.

Al ser una edificación nueva debe realizarse una inspección al terminar la obra con el fin de verificar el cumplimiento a conformidad con el RETIE, esta certificación debe ser generada a través de un organismo de inspección avalado; se recomienda que se tome en cuenta al iniciar la obra para concertar y estipular las visitas necesarias, además de la respectiva metodología para la revisión de las instalaciones para entrega final.

Con el fin de avanzar con los temas de certificación, es necesario actualizar los planos récord de acuerdo a las instalaciones eléctricas finales, dado que es un requisito indispensable para la certificación.

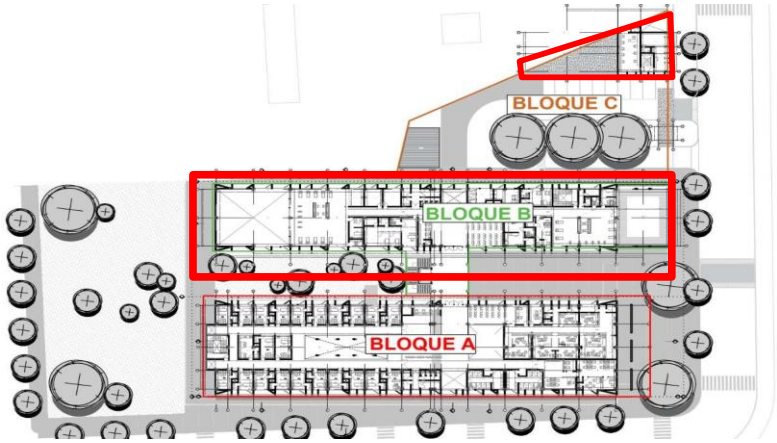


Ilustración 1. Distribución por bloques

5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto arquitectónico se encuentra ubicado en el municipio de Saravena, el tercer municipio más poblado del departamento de Arauca, el municipio hace parte de la Orinoquia Colombiana al noroccidente del departamento.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud: 6.95° N. - Longitud: 71.84 West - Altitud: 223 M.

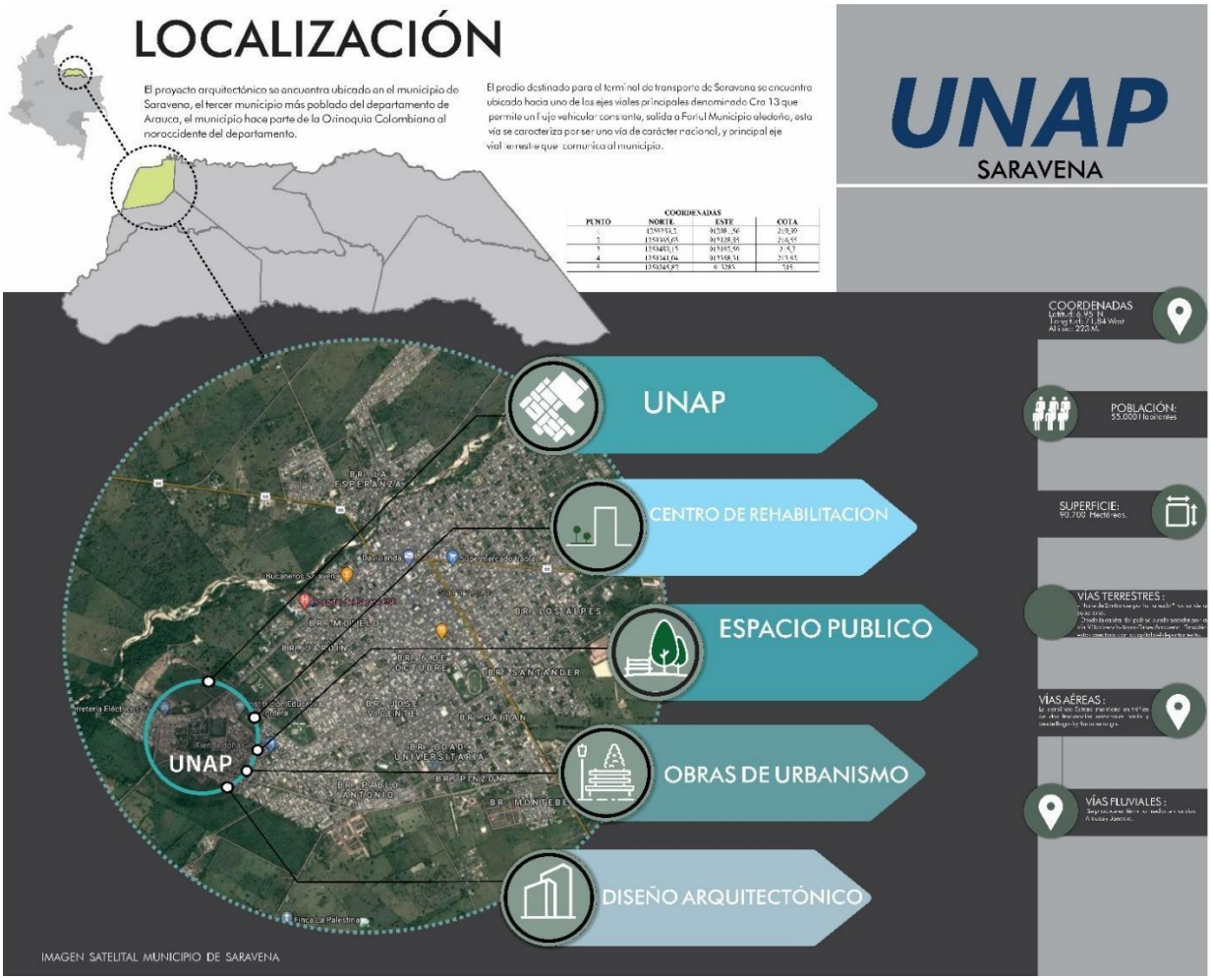


ilustración 2 localización del proyecto

Los límites se describen a continuación:

N**orte**: República de Venezuela desde la desembocadura del río Bojabá en el río Arauca, hasta la inspección de Puerto Lleras.
Sur: Municipio de Fortul.
Este: Municipios de Arauquita y Fortul.
Oeste: Departamento de Boyacá, sobre la cuenca del río Bojabá.

El predio destinado para La nueva Sede de la Unidad de Atención Primaria UNAP del Hospital de Sarare está ubicado en la zona Sur occidental municipio ubicado en el Sector (Antiguo lNCORA) con matrícula inmobiliaria N° 410-57409, ficha catastral N° 01- 02-0152-0001 000, el predio cuenta con las siguientes colindancias: Norte con predios del municipio de Saravena en 67,00 metros del punto 1 al punto 2, en 14,00 metros del punto 2 al punto 3, en 78,33 metros del punto 3 al punto 4; ESTE con predios del municipio de Saravena en 67,00 metros del punto 4 al punto 5; SUR con predios del municipio de Saravena en 131,42 metros del punto 5 al punto 6; OESTE con predios del municipio de Saravena en 60,00 metros del punto 6 al punto 1 y encierra en su totalidad. Cedido por la administración



Municipal a título gratuito destinado a la prestación de servicios de salud de la ESE HOSPITAL DEL SARARE.

Ilustración 3 Ubicación geográfica del proyecto NORTE: 1260097.65 ESTE: 910307.68

6. DISEÑO ELÉCTRICO

6.1. CUADROS DE CARGAS

Ver Anexo: Cuadros De Carga, Acometidas Y Cálculos De Regulación en los planos anexos.

Tabla 1. Cuadro de cargas del Banco de Medidores (TGBT)

Acometida:					TRIFASICA TETRAFILAR																		Tipo de red:	TRIFASICA
NOMBRE DEL TABLERO	FASE DE ALIMENTACIÓN	DISTANCIA (MTS)	TENSIÓN (V)	TIPO DE CIRCUITO MON - BIF - TRIF	Potencia por Fase VA			Pot. (Watts)	F.P.	S (VA)	S(VA) Factor de Uso 60% para tomacorrientes	Corr. (Amps)	Conductor (AWG)	T° Conductor	Numero de conductores por fase	Impedancia					Proteccion		Observación
					A	B	C									Resistencia	Impedancia	Material Conductor	Material Ducto	REGUL. (%)	Polos	Amperaje	
TGD	ABC	15	208	Trif.	114.210	112.255	110.553	540.000,0	0,90	600.000,00	298.701,15	829,725	1.250	90	3	0,0346	0,117	CU	PVC	0,37	3	1.600	ACOMETIDA GENERAL TGD
TGD1	ABC	132	208	Trif.	24.982	24.221	23.257	65.214,1	0,90	72.460,09	49.484,56	137,457	2/0	75	3	0,328	0,141	CU	PVC	2,32	3	120	ACOMETIDA GENERAL TGD1
TGD2	ABC	140	208	Trif.	20.662	19.901	18.937	58.081,5	0,90	64.534,95	44.158,95	122,664	2/0	75	3	0,328	0,141	CU	PVC	2,22	3	100	ACOMETIDA GENERAL TGD2
TVM2	ABC	83	208	Trif.	68.565	68.132	68.360	174.299,0	0,85	205.057,65	205.057,65	569,605	300	75	3	0,144	0,135	CU	PVC	2,62	3	700	ACOMETIDA GENERAL TVM2

se contempla una carga de 284.644 KVA aplicando un factor de utilización de 60% para los tomacorrientes.

En general, entre las cargas a instalar en el proyecto no se contemplan equipos de gran consumo, se contemplan salidas de tomacorrientes normales, regulados, tomas UPS, El sistema de ventilación es la que presenta un gran consumo para el proyecto en general.

ANÁLISIS DEL FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS

Las cargas de iluminación estarán funcionando por un periodo de no más de 8 horas, el resto de cargas no lineales como computadores, y equipos eléctricos no se consideran su aporte armónico. Entonces de acuerdo a lo anterior se tendrá un factor armónico de 1.75 para el cálculo de los circuitos ramales de las cargas continuas para evitar el sobrecalentamiento.

Se considera entonces para el proyecto un fp=0.9 ya que los equipos rotativos no estarán funcionando en periodos largos.

Como sugerencia se recomienda realizar un estudio para descartar posibles armónicos y afectaciones en el factor de potencia por los elementos descritos en los cuadros de carga, puede que a tiempo afecten el suministro de energía a las diferentes áreas de la edificación.

De todas maneras, siempre se recomienda no descartar, luego de la puesta en funcionamiento de los equipos y elementos descritos, realizar un estudio de armónicos y factor de potencia

el diseñar un banco de condensadores adecuado para su corrección. Puede no ser este el caso, dado que los equipos de mayor cargabilidad no estarán funcionando a tiempo completo

Los Cuadros de carga de todos los tableros se encuentran en los planos anexos (Ver plano anexo)

La carga está conformada por puntos eléctricos correspondientes a la instalación. Para cada circuito se hace el estudio correspondiente para definir la incidencia de las cargas e iluminarias determinando su factor de potencia y posteriormente la selección de los conductores para las fases y tierra. Para el análisis del cuadro de carga se toma como referencia la carga del estudio fotométrico y los posibles equipos a instalar como lo sus cargas especiales para los aires acondicionados, por consecuencia de la confiabilidad del sistema, el diseño se realiza contemplando la carga definitiva de la edificación.

Además, se plantean la distribución de luminarias según los niveles de iluminancia que son exigidos por el RETILAP de acuerdo con la utilización de las áreas y el estudio fotométrico proyectado en software DIALUX.

6.2. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO

En esta fase no se interviene redes de media tensión por consiguiente no se realizará la respectiva evaluación. Por consiguiente, se evaluará por baja tensión

Para sistemas de baja tensión, la tensión de aislamiento se calcula como:

$$\text{Vaislamiento} = 1.5 \times \text{VnominalV\{aislamiento\}} = 1.5 * 208\text{V} = 312\ \text{V}$$

- Espesor de Aislamiento Requerido

Para cables de bajo contenido de halógenos (LH) y en condiciones de baja tensión, el espesor de aislamiento mínimo suele ser similar al de los cables de PVC. Para tensiones hasta 600 V, se puede usar un espesor de 0.6 mm como referencia.

- Verificación

Como se está trabajando con 312 V, el espesor mínimo recomendado de 0.6 mm es adecuado. Sin embargo, en entornos donde se requiera mayor seguridad o resistencia a la temperatura, se podría considerar un espesor mayor.

- **Factor de Seguridad**

Aplicando un factor de seguridad de 1.25:

$$\text{Espesor ajustado} = 0.6\,\text{mm} \times 1.25 = 0.75\,\text{mm}$$

- **Selección del Cable**

Debemos seleccionar un cable de bajo contenido de halógenos que tenga un espesor de aislamiento de al menos 0.75 mm.

- **Pruebas de Aislamiento**

Después de la instalación, se debe realizar una prueba de aislamiento. Para un cable diseñado para 312 V, se recomienda aplicar una prueba de 500 V. El valor de resistencia debe ser superior a 1 MΩ.

CALCULO DE LA FUERZA DE CORTOCIRCUITO ENTRE BARRAS

En cortocircuito, las fuerzas electromagnéticas sobre los aisladores son:
alizaremos el cálculo de la fuerza de cortocircuito entre las barras para determinar las especificaciones del aislador necesario.

• Tensión nominal (U): 120 V (trifásico)
• Corriente nominal (I): 1600 A
• Corriente de cortocircuito (Icc): 25 kA
• Distancia entre barras (d): 0.1 m (10 cm)

$$F = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot (25000)^2}{2\pi \cdot 0.1}$$

$$\text{F} \approx 1250\ \text{N}$$

El aislador deberá ser capaz de soportar una fuerza de 1250 N en caso de cortocircuito.
Con base en este resultado, el aislador debe cumplir los siguientes requisitos:

- **Resistencia mecánica:** Debe soportar al menos 1250 N.

- **Tensión de aislamiento:** Aunque el sistema es de 120 V, es recomendable utilizar aisladores con una tensión de aislamiento de al menos 600 V o preferentemente 1 kV, para mayor seguridad.

- **Resistencia térmica:** El aislador debe soportar las condiciones de operación y la temperatura generada por la corriente de 1500 A.

En este caso, se recomienda buscar aisladores de baja tensión de resina epoxi o cerámica con una resistencia mecánica superior a 1250 N y una tensión de aislamiento de al menos 1 kV.

SELECCIÓN DE CONDUCTORES BAJA TENSIÓN

SINTOX H07Z-R: En baja tensión se tendrá en cuenta que los conductores de cobre tipo SINTOX H07Z-R son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado de instalaciones internas. este tipo aislamiento es con polietileno reticulado (termoestable) XLPE, de características LS (Low Smoke) OH (Zero Halogen). Apto para una temperatura máxima de operación de 90°C y un nivel de tensión de 450/750 V.
THW: Este tipo de aislamiento se utilizará para las redes de baja tensión del alumbrado público. Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es de 75° y su tensión de servicio para todas las aplicaciones es de 600V.

6.2.1. SELECCIÓN DE CONDUCTORES BAJA TENSIÓN

SINTOX H07Z-R: En baja tensión se tendrá en cuenta que los conductores de cobre tipo SINTOX H07Z-R son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado de instalaciones internas. este tipo aislamiento es con polietileno reticulado (termoestable) XLPE, de características LS (Low Smoke) OH (Zero Halogen). Apto para una temperatura máxima de operación de 90°C y un nivel de tensión de 450/750 V.

THW: Este tipo de aislamiento se utilizará para las redes de baja tensión del alumbrado público. Este tipo de conductor puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación es de 75° y su tensión de servicio para todas las aplicaciones es de 600V.

6.3. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA

- Potencia del transformador = 600 KVA
- V = 208v

- Uz = 6 %
- Pérdidas Totales = 10220 W
- Pérdidas en vacío = 1870 W
- Pérdidas en el cobre = Pcu = Pt – Po = 8350 W

6.3.1. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL TRANSFORMADOR

6.3.2. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL TRANSFORMADOR

$$\text{In} = \frac{600000}{\sqrt{3} * 208} = 1653 \text{ A } = \text{ 1,665 A}$$

$$\text{multiplicando} = \frac{100}{6\%} = 0.1666$$

$$ISc inicial = 1665 * 16 = 26.640\ KA$$

Se realiza el cálculo del factor f

$$\text{Isinicial} = \frac{1.732*15*26640 \text{ A}}{22185*4*208} = 0.375$$

Para calcular el multiplicador M

$$IscRMS = 23.166\ kA * 0.719 = 16.65\ kA$$

$$\text{M} = \frac{1}{1 + 0.39} = 0.719$$

Se calcula la corriente simétrica en el punto de falla de conexión con el tablero general

$$IscRMS = 23.166\ kA * 0.719 = 16.65\ kA$$

Al seleccionar los dispositivos de operación y de protección, estos deben pode manejar una corriente de corto circuito superior a 16.65 KA. Sin embargo, para el tipo deservicio a destinar, la corriente típica de corto circuito, suelen estar por el orden de los 30 KA.

6.4. ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

Basados en la Norma Técnica Colombina NTC 4552, se establece la metodología para evaluar
el nivel de riesgo frente a rayos, por las condiciones geográficas del proyecto: Contempla los parámetros del rayo que más involucra la exposición (E) al riesgo y los aspectos, que dado el
impacto del rayo impliquen un daño mayor o menor, es decir la gravedad (G).

El nivel del riesgo se obtiene de la ponderación de los índices de exposición y de gravedad, para este último se suman los valores de los índices relacionados con la estructura, como son el uso, el tipo y la combinación de la altura y el área de la edificación.

PREPARADO POR: ING. LORENA VALENCIA	REVISADO POR: ING. HECTOR GRAFFE	VALIDADO POR: ING. FAVIO CASAS
PROYECTO:	DISEÑO FASE 2 UNAP	
DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA A PROTEGER		
Largo de la estructura **L** (m)	84	
Ancho de la estructura **W** (m)	25	
Altura máxima de la estructura **H** (m)	11	
Marque si la estructura posee parte sobresaliente.	☑	**Ejemplo de dimensiones de estructura**
Altura máxima de la estructura **Hp** (m)	25	
Densidad de rayos a tierra (Rayos/km²-año) **DDT**	13	**DDT**
CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO		
Seleccione la localizacion de la estructura a ser protegida.	Rodeado de objetos o árboles más altos	
Ambiente donde están las acometidas de la estructura.	Urbano (entre 10 y 20 m de altura)	
Selecione el tipo de suelo en el **interior** de la estructura	Gravilla, tapete plástico.	
Selecione el tipo de suelo en el **exterior** de la estructura	Mármol, cerámica.	
CARACTERÍSTICAS DE LAS ACOMETIDAS DE SERVICIOS		
ACOMETIDA DE POTENCIA		
Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida de potencia	☑	**Ejemplo de estructura adyacente**
Longitud de la estructura adyacente **La** (m)	28	
Ancho de la estructura adyacente **Wa** (m)	12	
Altura de la estructura adyacente **Ha** (m)	8	
Seleccione la localizacion de la estructura adyacente	Rodeado de objetos o árboles de igual altura o menor	
Seleccione el tipo de acometida	Acometida Subterranea	
Altura de los conductores de potencia desde el nivel de la tierra **Hc** (m)	0	

Tabla 3 Calculo niveles de riesgo atmosférico

Luego se ubican en la matriz de nivel de riesgo, donde se tiene que el nivel de riesgo es “BAJA” con ello se toman las medidas necesarias.

G / P	MATRIZ NIVEL DE RIESGO				
	LEVE	BAJA	MEDIA	ALTA	SEVERA
BAJO	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA
MEDIO	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA	ALTA
ALTO	BAJA	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA
SEVERA	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA

Tabla 4 Matriz nivel de riesgo.

Luego del analizar los riesgos arrojados se puede concluir que para la construcción recomienda la utilización sistema de apantallamiento teniendo en cuenta nivel de protección que puede ser de I, II, III, o IV, con el cual se podrá calcular el radio de la esfera rodante equivalente a siguiente Tabla:

NIVEL DE PROTECCIÓN	RADIO DE LA ESFERA (rsc) [m]
Nivel I	35
Nivel II	40
Nivel III	50
Nivel IV	55

Tabla 5 Nivel de protección.

Se considera como protegidos aquellos puntos que se encuentran en la zona definida por la superficie de la esfera y la superficie exterior de dicha estructura. Los puntos en que la esfera toca a las diferentes partes de la estructura y el suelo son susceptibles de ser alcanzadas por las descargas, como se puede apreciar en la siguiente Figura.

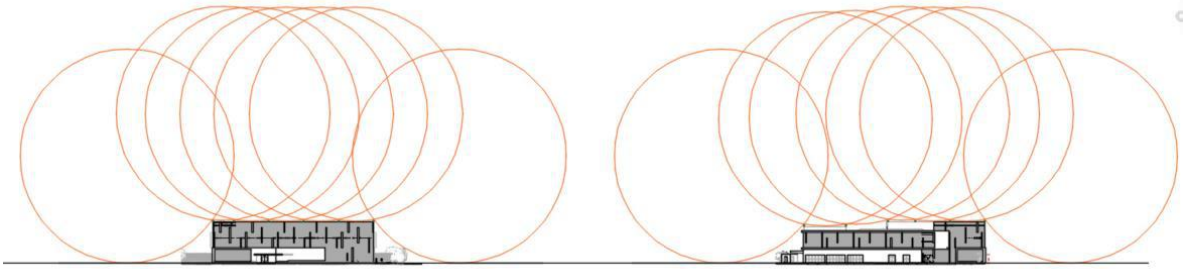


Ilustración 4 Apantallamiento Sección Transversal.

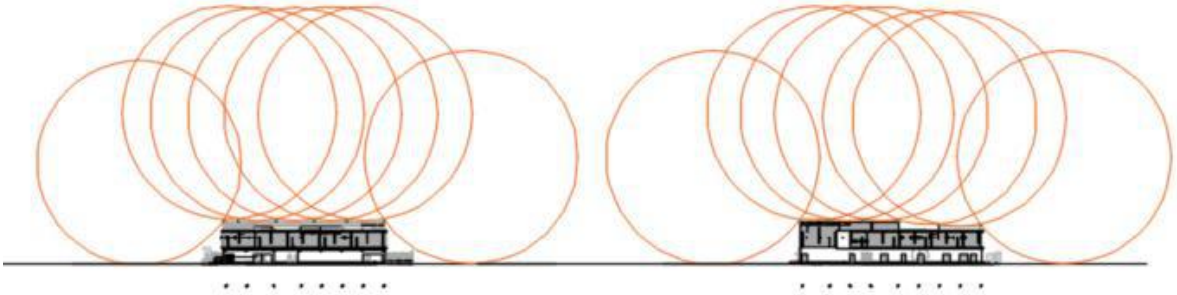


Ilustración 5 Apantallamiento Sección Longitudinal.

En el anexo 1 se puede observar la evaluación.

6.5. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico, se puede aplicar la siguiente matriz para la toma de decisiones, según La metodología a seguir en un caso en particular, es la siguiente:

A. Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
B. Definir si el riesgo es potencial o real.
C. Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
D. Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
E. e. Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
F. Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
G. Tomar las decisiones o acciones. Para los riesgos asociados al proyecto se definieron las siguientes matrices: Riesgo por contacto directo, Indirecto y Sobrecarga.

En el anexo 2 se puede observar las evaluaciones de nivel de riesgo.

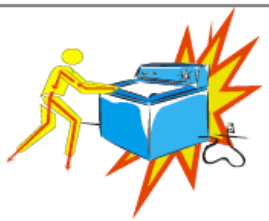
	**ARCOS ELÉCTRICOS.** **POSIBLES CAUSAS:** Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.
	**CONTACTO INDIRECTO** **POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. **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.
	**SOBRECARGA** **POSIBLES CAUSAS:** Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Uso de Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.

Ilustración 6 Factores de riesgo eléctrico

6.6. ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO

Con el fin de unificar criterios sobre el tema de diseño de instalaciones eléctricas de distribución y uso final de la energía se presentan a continuación los aspectos generales a tener en cuenta durante el proceso de dimensionamiento de algunos componentes significativos del sistema.

Las instalaciones de uso final de la electricidad serán calculadas y seleccionadas de acuerdo a lo previsto en la Norma NTC2050, y particularmente a lo establecido en RETIE, Artículo 27. 1º 30, según el cual se hacen de obligatorio cumplimiento los siete (7) primeros capítulos de ésta.

Niveles de tensión entre fases	RETIE	Niveles de tensión entre fases	CREG
Extra alta tensión	> 230 Kv.	Transmisión	> 115 Kv
Alta tensión	57.5 =<Kv =< 230	Distribución Nivel IV	57.5 <Kv < 115
Media tensión	1 <Kv < 57.5	Distribución Nivel III	30 <Kv < 57.5
Baja tensión	0.025 =<Kv =< 1	Distribución Nivel II	1 <Kv < 30
Muy baja tensión	< 0.025 Kv	Distribución Nivel I	Kv < 1

Tabla 6 Niveles de tensión normalizados

De acuerdo a lo anterior el nivel de tensión en baja tensión se selecciona de acuerdo a los equipos y aparatos que serán usados dentro de la locación, por lo que el nivel de tensión aplicado es de 208 V en un sistema trifásico tetra filar suministrado por el transformador, y para la alimentación del transformador se usara un nivel de tensión de 13,2 kV el cual es el normalizado por la empresa de energía ENELAR E.S.P.

6.7. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Este cálculo se realiza con la finalidad de asegurar los espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la tabla 14.1. De acuerdo al literal 14.4 del RETIE 2013, solo es preciso el cálculo y medición de los campos electromagnéticos, para aquellos proyectos por encima de 57 KV. Debido a que no es el caso de nuestro proyecto, estos estudios no son requeridos. Cito el literal indicado:

TÍTULO 11 – CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS ARTÍCULO 3.11.2. MEDICIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Durante el proceso de certificación de la conformidad de las instalaciones eléctricas, se debe medir los valores de campo eléctrico y densidad de flujo magnético en los lugares donde haya presencia de personas, y donde los valores reales de campo se aproximen o superen los máximos permitidos establecidos en el presente reglamento, las mediciones deben hacerse a una altura de un metro sobre el piso. Para la medición se pueden usar los métodos de la IEEE 644 o la IEEE 1243, y se debe dejar registro escrito.

En el caso de líneas de transmisión, el campo eléctrico y la densidad de flujo magnético se deben medir en la zona de servidumbre, en sentido transversal al eje de la misma. El valor de exposición al público en general se tomará como el máximo que se registre en el límite exterior de la zona de servidumbre. Si existen edificaciones a menos de 20 m de líneas de 110 kV o menos de 30 m para tensiones mayores, se debe medir el campo electromagnético

en los sitios donde pueda haber permanencia de personas (fachadas, balcones, ventanas o azoteas), tomando como referencia el conductor más cercano.

En el caso de subestaciones con tensiones superiores a 100 kV, o que tengan corrientes mayores a 1.000 A, el campo eléctrico y la densidad de flujo magnético se deben medir de tal manera que cubra todas las zonas internas, el umbral aceptado será el de exposición ocupacional; en el borde externo del encerramiento el valor medido no debe superar el de exposición al público. Si existen edificaciones contiguas, se debe medir el campo eléctrico y la densidad de flujo magnético en el punto más cercano donde pueda haber permanencia de personas (fachadas, balcones, azoteas, ventanas).

En edificaciones destinadas a: industria, comercio, vivienda, oficinas y demás lugares que incluyan puestos de trabajo o se tenga permanencia de personas y las personas estén a menos de un metro de conductores con capacidad nominal mayor o igual a 1.000 A, en el proceso de inspección se debe comprobar el valor de la densidad de flujo magnético, así los lugares de trabajo estén separados de los circuitos por medio de muros o placas de piso. Si el valor medido supera el umbral de exposición al público, se debe demarcar y restringir la presencia de personas en dicho lugar.

6.8. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES

No aplica debido a que la carga se conectara a un transformador existente.

6.9. CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

No aplica debido a que se usara el sistema de puesta a tierra de la fase 1.

6.10. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS

No se contempla la instalación de redes de media tensión.

6.11. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES EN MT

El cálculo del conductor económico es por tanto el resultado de sumar el costo de instalación con el costo por pérdidas energéticas del conductor seleccionado por diseño, una vez se conoce este costo se le denomina costo del conductor actual. Posteriormente se realiza la misma metodología para el conductor inmediatamente superior comercialmente, a este se le considera como costo del conductor siguiente, el conductor económico es aquel que tenga el

menor costo entre el conductor actual y el conductor siguiente, de esta manera debido a las condiciones de la economía o condiciones de carga puede resultar más favorable el conductor siguiente.

Cabe resaltar que la selección de los conductores se basó en la economía y en las respectivas regulaciones de cada circuito, la evaluación económica se realizó a los conductores que están asociados al tablero general debido a que son estos los que resultan más significativos por la potencia y longitud por en ende en el anexo 3 se puede observar los respectivos resultados de las acometidas principales de cada tablero, como TD1 TD2 y TVM2, los cuales son los alimentadores principales para este proyecto.

6.12. VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES

se resume el calibre de conductor seleccionado para cada tramo del proyecto donde se compararán los valores de corriente máxima soportada por el conductor seleccionado para cada tramo, y corriente máxima que se podría presentar a través del mismo. También se incluye el dato de la capacidad en Amperios de la protección instalada en cada circuito, en el anexo 4 se puede observar la verificación de conductores para las acometidas, circuitos alimentadores y circuitos ramales, se resalta que hay conductores que están por encima de las corrientes requeridas, pero debido a las regulaciones se hio necesario incrementar el tamaño del conductor con el fin de cumplir con la respectiva norma.

6.13. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES

6.13.1. PROTECCIÓN EN MEDIA TENSIÓN

Contra sobretensiones de tipo atmosférico se instalará un juego de descargadores de sobretensión (D.P.S.) de óxido de Zinc, aterrizados sólidamente y ubicados en el tanque del transformador, tipo auto protegido, o lo más cerca posible de este. La Tensión nominal del descargador será 12 kV, cuya máxima tensión de operación continua MCOV es de 10.2 kV. La corriente de descarga del D.P.S. específica debe ser 10 KA.

Contra sobre corriente de falla, se instalará un juego de corta circuitos dotados de hilos fusibles, colocados en la derivación de la red de M.T. y de un voltaje nominal normalizado de 15kV.

Se selecciona el cortacircuitos mono polar tipo cañuela de 100 a 15 kV, para montaje vertical, los cuales son de menor sensibilidad a ondas de choque producidas por sobre corrientes propias del sistema.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * 13200} = \frac{600000}{\sqrt{3} * 13200} = 26.24 \text{ A}$$

$Ip = \text{Corriente de la protección}$
$I * 1{,}25 = 26.24 * 1{,}25 = 32.8 \text{ A}$
$Ip \cong 30 \text{ A}$

6.13.2. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

El modelo de cálculo de protección plateado por el IEC 255-4, para las Curvas A, Curvas B, Curva C, cortas e inversas están formuladas por el modelo:

$$T = M * \frac{K}{\frac{t^e}{Ipu} - 1}$$

Donde se tiene que:
T = Tiempo de disparo (s)
M = Multiplicador del punto de arranque
I = Corriente de entrada
Ipu = Corriente de arranque K, E = Constantes

Cuando se calcula con la norma IEEE – ANSI C57.12.00 – 1993, la máxima duración de la corriente de corto circuito para transformadores de 5 a 800 KVA trifásicos está dada por la siguiente expresión.

6.13.3. PROTECCIÓN EN EL PRIMARIO

La operación de un fusible, es decir, la intensidad de corriente frente a la cual actúa la protección, se refleja en la CURVA CARACTERÍSTICA para cada tipo de fusible. Esta curva es un gráfico en el cual se indica el tiempo que demora el hilo en fundirse, según el nivel de corriente que exista. En la figura se muestra una curva característica de un fusible de la familia L y K. En la curva se distinguen claramente 3 zonas, que delimitan la operación del circuito que el fusible está protegiendo:

ZONA 1: Es la zona donde opera en condiciones normales. (La protección no actúa).

ZONA 2: Zona bajo condiciones anormales de operación en situación de sobrecarga. Actúa en tiempos superiores a 10 s.

ZONA 3: Zona de condiciones anormales de operación en situación de cortocircuito. La protección actúa en tiempos inferiores a 10 s. Si el aumento de intensidad es muy instantáneo, el fusible se funde casi instantáneamente.

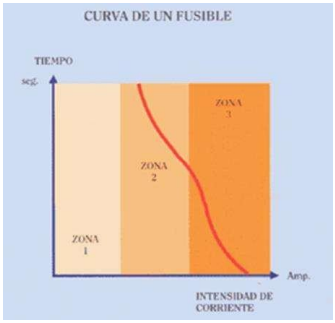


Ilustración 7 Curva típica de un fusible.

6.13.4. SELECCIÓN ADECUADA DE FUSIBLE

- Soportar 1.5 veces la corriente Nominal del transformador.
- Soportar sin quemarse la corriente de magnetización (in-Rush) durante por lo menos un segundo, de 8 a 10 veces la corriente nominal.
- Debe quemarse con una corriente igual o superior a 6 veces la nominal del trasformador.
- Los fusibles deben quemarse para los valores de corriente y dentro de los tiempos indicados en la tabla anexa.

CORRIENTE EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN	
Transformador	600 KVA
Impedancia Uz %	5%
Corriente de Impedancia	27,5 KA
Tiempo Df (sin deterioro)	0,15 s
Corriente Nominal en M.T.	26.86 A
Corriente Nominal en M.T*1,25%	32.33 A
Corriente Nominal en B.T.	1685A
PROTECCIONES EN EL TRANSFORMADOR	
Lado de M.T. (fusible)	30 A

Lado de B.T. (fusible)	1600 A
Tiempo de operación en M.T.	0,15 s
Tiempo de operación en B.T.	0,15 s
Protección contra sobretensión (DPS de óxido de zinc)	12 kV, 10 KA
PROTECCIONES SECCIONADOR DE ARRANQUE	
Carga del Ramal	750 KVA
Corriente Nominal en M.T.	32.80 A
Corriente Nominal en M.T*1,25%	41.00 A
Protección Seleccionada	40 A

Tabla 7. Tabla de protecciones.

6.14. CALCULO DE CANALIZACIONES

Para más de 2 conductores transportadores de corriente, sólo el 40% de la sección transversal del ducto debe ser ocupada por los conductores. En el anexo 5 se observa la ocupación de ductos por circuito ramal, alimentador y acometida, se aclara que se realizado el cálculo mínimo de ducto que permita dar cumplimiento a lo dispuesto a la norma

6.15. CALCULO DE PERDIDA DE ENERGÍA

Las instalaciones eléctricas presentan pérdidas de energía por diversos motivos, en un proyecto de subestación se evaluarán principalmente las pérdidas de energía relacionadas a la resistividad propia de los materiales conductores, y a las causadas por la constante K de regulación. En los planos cuadros de carga se puedo observar las perdidas de energia

6.16. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

Teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 28.3.1 Instalaciones eléctricas en lugares clasificados como peligrosos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, establece que las áreas clasificadas como peligrosas o de alto riesgo se pueden generarse atmósferas potencialmente explosivas debido a las condiciones locales y operacionales, que permiten que continúe un proceso de combustión, después que tuvo lugar la ignición.

De acuerdo con literal B La clasificación de áreas debe hacerse de acuerdo a la metodología de IEC (Zonas) o la de NFPA (Clases, Divisiones), y tener en cuenta lo referente a grupos y códigos de temperatura, así:

Según IEC la clasificación se basa en zonas, así:

- La Zona 0 abarca áreas, en las cuales exista la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera permanente o por períodos prolongados.
- La Zona 1 abarca áreas, en las cuales se puede esperar que exista la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera ocasional o poco frecuente.

- La Zona 2 abarca áreas, en las cuales sólo puede esperarse la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera muy poco frecuente de atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o y si ella se genera, existirá por períodos breves únicamente.

IEC también tiene especificadas zonas para lugares de asistencia médica, zonas para polvos combustibles y fibras inflamables y una clasificación independiente para la minería subterránea.

En el sistema de clasificación por zonas, existen tres grupos:
−Grupo IIC para Hidrógeno y Acetileno
−Grupo IIB para Acetaldehído y Etileno
−Grupo IIA Para Metano, Gasolina y Propano

Según la NFPA las clases están asociadas al tipo o forma de sustancias existentes en el ambiente:
−Clase I: Gases, vapores y líquidos inflamables.
−Clase II: Polvos combustibles.
−Clase III: Fibras y partículas combustibles.

Las divisiones hacen referencia a la frecuencia que en un sitio puede estar presente en el aire gases o vapores inflamables, polvos o fibras combustibles, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables en:

−División 1: Condiciones normales de Operación o de Mantenimiento
−División 2: operación anormal, o lugar adyacente a División 1.

Los grupos, se refieren a clasificaciones más precisas por el poder explosivo y límites de explosividad de los materiales, así:

- Para Clase I son divididos en cuatro grupos: A Acetileno, B Hidrogeno, C Etileno y D Propano.
- Para Clase II, solo en División 1, se clasifica en tres grupos: E Metales, F Carbón y G granos orgánicos.
- Para la Clase III, no hay clasificación por grupos.

Teniendo en cuenta lo citado en los literales del artículo anterior y el objeto del presente proyecto, no se contempla en la clasificación de las áreas anteriormente mencionados, con la salvedad que, para la planta de generación de energía eléctrica, se establece en una zona libre de público, tipo intemperie, debidamente marcada con el encerramiento en muro cortafuegos para impedimento del acceso directo a la maquina eléctrica.

6.17. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN	
1	todos los equipos deberán ser cuidadosamente nivelados, alineados y ajustados para una operación adecuada. cuando los detalles de los soportes no estén mostrando en los planos, estos deberán adecuarse para el tamaño y el tiempo de equipo a ser soportado.
2	Básicamente se consideran como bancos de ductos a las conducciones de cables localizadas en la parte exterior de las instalaciones, las cuales serán subterráneas y con tubería conducto PVC. Marca PAVCO, COLMENTA (Norma NTC 979).
3	El Constructor deberá informarse de las instrucciones de los fabricantes de los equipos, con el fin de conocer los cuidados especiales requeridos en el manejo e instalación de los mismos.
4	Para el manejo de la tubería en la obra deberán seguirse cuidadosamente los catálogos de instrucciones del fabricante, usando las herramientas y equipos recomendados por él. Los planos muestran la ruta aproximada de los bancos de ductos, la ruta definitiva será definida en obra.
5	Todos los extremos de los ductos se deberán tapar inmediatamente después de instalado cada tramo, para evitar que se alojen elementos extraños durante la construcción.
6	Toda la tubería que llegue a las cajas de inspección debe hacerlo en forma perpendicular, en ningún caso se acepta entrar en diagonal.
7	Se deberá suministrar e instalar los materiales, elementos y equipos necesarios para la construcción de los bancos de ductos de acuerdo con los planos, las normas antes mencionadas y las indicaciones en este documento.
8	Las tapas se deberán conservar en su lugar hasta que se haga el tendido de los cables. La tubería deberá inspeccionarse cuidadosamente antes de la instalación de los ductores para verificar que no existan obstrucciones u otros defectos que puedan

9	Después de haber instalado los ductos y haber rellenado por encima de ellos unos 20 cm., deberá compactase el material con pisón en capas de 15 cm. Hasta la superficie. Al tener los ductos debe realizarse lo más recto posible y en las uniones de ductos, éstos deben quedar traslapados.
10	La tubería deberá ser suministrada en tramos de tres o seis metros de longitud, de sección circular y espesor uniformes, libres de abolladuras. El fondo de la zanja donde se instalarán los ductos deberá ser uniformes y debe compactarse, además colocar una capa de arena de peña con un espesor mínimo de 4 cm en el fondo de la zanja.
11	Todos los interruptores deberán como mínimo, llevar grabado o impreso de una manera visible y permanente el logotipo o nombre del fabricante, las capacidades de corriente en amperios y la tensión nominal en voltios.
12	Los cables y alambre que se utilicen en las instalaciones de alumbrado, tomas y acometidas a tableros y equipos deberán ser de cobre rojo electrolítico de 99% de pureza, temple suave y aislamiento termoplástico para 600 voltios tipo THHN 90 °C. El contratista deberá suministrar la mano de obra, materiales, amarres, herramientas, equipos y elementos necesarios para ejecutar la instalación de todo tipo de cables, así como para la instalación de terminales y accesorios necesarios para los sistemas de alumbrado y las redes de baja tensión.
13	Los tableros parciales estarán equipados con interruptores automáticos mono polares, bipolares y tripolares de tipo enchufable con capacidad de interrupción de cortocircuito de 10 kA. Estos interruptores deben tener mecanismos de disparo térmico y magnaticos que garanticen protección en casos de sobrecarga o de cortocircuito. Placa de características: Cada tablero deberá estar provisto, en forma permanente y visible, de una placa grabada en bajo relieve con la siguiente información mínima: Nombre del fabricante, Voltaje Nominal, Corriente Nominal del Barraje, Corriente de Cortocircuito, Numero de fases.
14	El contratista deberá tomas las precauciones que sean necesarias para evitar que durante la instalación de cables y accesorios se presenten daños y pérdidas, para el desenrollado de los carretes se hará lentamente en el sentido indicado por el fabricante, evitando dobladuras bruscos y la formación de bucles especialmente cuando los cables se extienden en el piso.
15	Durante el tendido de los cables se deberá controlar la tensión de tendido con el fin de no exceder los valores recomendados por el fabricante. Los cables se halarán dentro de los ductos por medio de sonda metálica.
16	Los cables se colocarán sin entrelazarse y dejando longitudes adicionales adecuadas en las cajas de inspección para permitir un arreglo nítido y una correcta disposición de los mismos cables. El cableado deberá disponerse de tal forma que las curvas tengan radios de curvatura de acuerdo a las normas, se recomienda que los radios de curvatura sean superiores a 10 veces el diámetro exterior del cable. Deben evitarse dobleces bruscos con las boquillas.
17	Los transformadores deben tener un dispositivo de puesta a tierra para conectar sólidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, acorde con los requerimientos de normas técnicas aplicadas y las características que requiera la operación del transformador. Todos los transformadores sumergidos en líquido refrigerante que tengan cambiador o conmutador de derivación de operación exterior sin tensión, deben tener un aviso: “manióbrese sin tensión” según criterio adoptado de la NTC 1490.

18	Los cables para la alimentación de los equipos se deberán instalar en tramo continuos desde la salida de los tableros hasta las cajas de conexión de los mismos.
19	No se permitirán empalmes intermedios dentro de los ductos, se usarán cajas de empalme o elementos apropiados y normalizados.
20	Todas las conexiones a elementos de salida deben quedar sólidamente fijadas con los tornillos bien apretados, los conectores no deben quedar haciendo fuerza sobre los puntos de conexión. Todos los cables deberán ser conectado a los equipos y/o borneras por medio de terminales apropiadas para los equipos y tipo de conductores. La instalación de los terminales se deberá hacer de acuerdo con las prácticas más recientes y de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. Se deberá usar las herramientas apropiadas para la fijación de los terminales.
21	Todos los transformadores sumergidos en líquido refrigerante deben tener un dispositivo de alivio de sobrepresión automático fácilmente reemplazable, el cual debe operar a una presión inferior a la máxima soportada por el tanque según criterio adoptado de las NTC 1490, NTC 1656, NTC 3607, NTC 3997. Y NTC 4907.
22	Todos los materiales deben tener el nombre del fabricante o la marca de fábrica y las instrucciones mínimas que permitan su correcta utilización. Siempre se deberá acreditar la procedencia de los materiales a instalar.
23	El aislamiento de los conductores deberá cumplir con el código de colores dado en la tabla 6.5 de la resolución No. 90708 de agosto 30 de 2013. En los casos que el color propio del aislamiento no corresponda con el sistema y nivel de tensión de tabla 6.5 se podrá usar una marcación clara en las partes visibles, con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo.
24	En circuitos monofásicos derivados de sistemas trifásicos, el conductor de la fase debe ser marcado de color asignado a la fase en el sistema trifásico donde se derive.
25	No estará permitido en ningún caso ejecutar empalmes en cable y en alambres dentro de la tubería Conduit y por lo tanto los conductores serán continuos desde su origen hasta las cajas de salidas, derivación de empalme.
26	Las protecciones termomagnéticas serán automáticos, de disparo libre, tipo enchufable con capacidad de ruptura de cortocircuito de 10 kA, con mecanismo de operación para cierre y apertura rápida y accionamiento simultáneo en sus polos.
27	Los tomacorrientes serán del tipo bifilar doble con polo a tierra, para 20A, a 120V, para empotrar. Deberá poseer un protector plástico para impedir el acceso a las partes vivas. Deberá estar contramarcado de fábrica y estar de acuerdo con las normas vigentes. Los polos internos deberán ser de cobre o correctamente recubiertos de este material conductor.
28	Interruptores manuales: Serán del tipo 10A - 240V, para incrustar, con protector plástico para las partes vivas, y que estén de acuerdo a la norma respectiva.
29	Todos los dibujos, son considerados como esquemáticos, como una guía indicativa de la forma como se realizarán los trabajos y la ubicación de las salidas. A pesar de contar con una escala específica, no necesariamente los detalles lo están
30	Los planos eléctricos, no se han diseñado como un conjunto didáctico que pretenda enseñar cómo construir instalaciones eléctricas. Quien los lea, o haga uso de ellos,

	debe tener algún conocimiento básico de interpretación de planos y será este quien se responsabilice por llevar a cabo las obras indicadas.
31	El diseñador, no asume responsabilidad alguna por las obras mal ejecutadas o por daños que personal no calificado lleve a cabo según su propia interpretación de los planos o por malas practica de obra.
32	Las salidas eléctricas que se instalen sobre el cielo raso, se deben conducir de forma tal que no interfieran con los espacios de iluminación natural. · Las cajas de las salidas eléctricas o de interruptores, deben ser instaladas de manera tal que queden por debajo del revoque como máximo 6 mm o a ras con la superficie cuando se instalen en muros livianos.

6.17.1. ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LA CONSTRUCCIÓN

SEGURIDAD INDUSTRIAL	
1	EL ORDEN Y LA LIMPIEZA SON IMPRESCINDIBLES PARA MANTENER LOS ESTÁNDARES DE SEGURIDAD, SE DEBE COLABORAR EN CONSEGUIRLO.
2	No usar máquinas o vehículos sin estar autorizado para ello.
3	No quitar sin autorización ninguna protección o resguardo de seguridad o señal de peligro.
4	Prestar atención al trabajo que se está realizando.
5	No hacer bromas en el trabajo.
6	Usar las herramientas apropiadas y cuidar su conservación. Al terminar el trabajo dejarlas en el sitio adecuado.
7	Utilizar en cada tarea los elementos de Protección Personal. Mantenerlos en buen estado.
ORDEN Y LIMPIEZA	
8	No dejar materiales alrededor de las máquinas. Colocarlos en lugar seguro y donde no estorben el paso.
9	Recoger todo material que se encuentre “tirado” en el piso que pueda causar un accidente.
10	Guardar ordenadamente los materiales y herramientas. No dejarlos en lugares inseguros.
11	No obstruir los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	
12	Si se observa alguna deficiencia en el EPP, ponerlo enseguida en conocimiento del superior.
13	Utilizar el equipo de protección personal tanto en los trabajos en la empresa como en su casa.
14	Llevar ajustadas las ropas de trabajo; es peligroso llevar partes desgarradas, sueltas o que cuelguen.

15	Mantener el equipo de seguridad en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pedir que sea cambiado por otro.
16	Cuando no pueda mantener una conversación sin alzar a la voz a un metro de distancia significa q los niveles de ruidos pueden perjudicar los oídos. Utilice protección Auditiva.
17	Ante la posibilidad de inhalar productos químicos, nieblas, humos gases debemos Proteger las vías respiratorias.
18	En trabajos con riesgos de lesiones en la cabeza, utilizar el casco.
19	Cuando se trabaja en alturas colocarse el arnés de seguridad.
20	Si hay riesgos de lesiones para los pies, no dejar de usar calzado de seguridad.
21	Si se ejecuta o presencia trabajos con proyecciones, salpicaduras, deslumbramientos, etc. utilizar gafas de seguridad.

6.17.2. HERRAMIENTAS

HERRAMIENTAS	
1	verifique el estado de las bocas de las herramientas llamadas fijas o estriadas.
2	Las herramientas de golpe son para personas que ya hayan tenido experiencias en el uso: Antes de usarlas pregunte
3	Dejar las herramientas en lugares que no puedan producir accidentes cuando no se utilicen.
4	No llevar herramientas en los bolsillos, salvo que estén adaptados para ello.
5	Retirar de uso las herramientas defectuosas.
6	Inspeccionar las herramientas periódicamente repare las anomalías presentadas
7	Utilizar las herramientas manuales sólo para sus fines específicos.

6.18. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS.

Las distancias mínimas de seguridad que se guardarán entre las Redes eléctricas y otras partes energizadas, respecto a las construcciones, serán las establecidas en la tabla 13.1 de reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, para su interpretación se tendrá en cuanta la figura 13.1 del RETIE.

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.

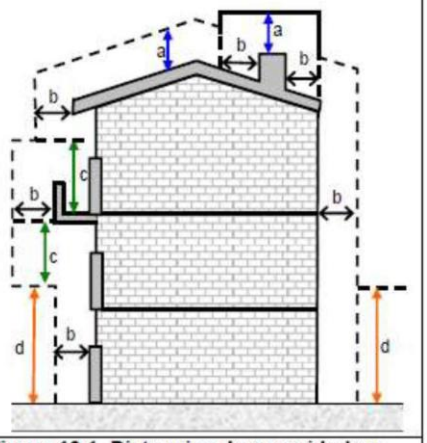


Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

Tabla 8. Distancias mínimas de seguridad.

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.

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.

Cumplir las distancias mínimas de aproximación a equipos energizados de la Tabla 19, 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.

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 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
	<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 13.1)	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 13.1) 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

Tabla 9 Tabla 15 Distancias mínimas de seguridad.

Las partes energizadas del proyecto, como barras, medidores e interruptores se encuentran en envolventes certificadas para ese uso.

Los trabajos que se requieran realizar en los tableros de medida y de distribución de circuitos se deben realizar con el circuito des energizado. En caso que se requiera trabajar en presencia de tensión se deben tomar las siguientes medidas de protección:

Seguir el procedimiento de análisis de riesgo eléctrico adjunto.

- Realizar una correcta señalización del área de trabajo.
- Tener un entrenamiento apropiado para trabajar en tensión.
- Tener plano actualizado elaborado por un profesional competente.
- Tener una orden de trabajo firmada por la persona que lo autoriza.
- Usar equipos de protección personal certificados para el nivel de tensión y energía incidente involucrados.
- Las personas no calificadas, no deben sobrepasar el límite de aproximación seguro.
- Cumplir las distancias mínimas de aproximación a equipos energizados de las Tablas 13.7 o 13.8 y la Figura13.4 según corresponda, las cuales son adaptadas de la NFPA 70 e IEEE 1584.

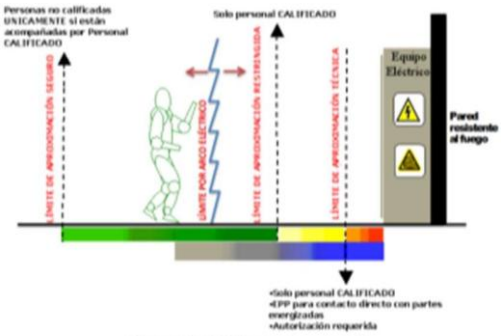


Figura 13.4. Límites de aproximación

6.19. ESPACIO ALREDEDOR DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS (PARA 600 V NOMINALES O MENOS).

Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos.

1) Espacio de trabajo. Excepto si se exige o se permite otra cosa en este código, la medida del espacio de trabajo para equipos que funcionen a 600 V nominales o menos a tierra y que pueden requerir examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras están energizados, debe cumplir con:

2) Profundidad del espacio de trabajo: la profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a 0.9m (Tensión de servicio de los tableros 120V Fase – Tierra).
3) Ancho del espacio de trabajo: el ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, debe ser el ancho del equipo o 0,75 m, el que sea mayor. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos a 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo.
4) Altura del espacio de trabajo: el espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el nivel del suelo o plataforma hasta la altura exigida por el artículo 110- 16.e).

a) Espacios libres. El espacio de trabajo requerido por este artículo no se debe utilizar para almacenamiento.
b) Acceso y entrada al espacio de trabajo. Debe haber al menos una entrada de suficiente área que dé acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

c) Iluminación. Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución instalados en interiores.

d) Altura hasta el techo. La altura mínima hasta el techo de los espacios de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución o de los centros de control motores debe ser de 1,90 m.

6.20. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC 2050 CUANDO SEA PERMITIDO, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN. NO APLICA DESVIACIONES A LA NORMA.

Actualmente no se presenta justificaciones en desviaciones en la norma

6.21. LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN, TALES COMO CONDICIONES SÍSMICAS, ACÚSTICAS, MECÁNICAS O TÉRMICAS.

Actualmente no se presentan calculo requeridos para la ejecución del proyecto

6.22. SELECCIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO

No, aplica debido a que está calculada en la fase 1

7. DISEÑO DE ILUMINACIÓN

7.1. CRITERIO DE DISEÑO.

El diseño del presente proyecto de alumbrado público, se categorizo conforme a los siguientes criterios:

MEMORIA DE CÁLCULO DE DISEÑOS DE ILUMINACIÓN DATOS DEL PROYECTOS	
NOMBRE DEL PROYECTO	Consultoría especializada para realizar estudios y diseños requerid os para la construcción de la unidad de atención primaria del hospital del Sarare E.S.E Municipio de Saravena, Departamento de Arauca.
UBICACIÓN	Departamento: Arauca Municipio: Saravena Dirección: Calle 30 N° 23-47
DATOS DEL	Hospital del Sarare
TIPO DE	ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR
MEMORIAS DE CALCULO DIALUX:	DISEÑO FOTOMÉTRICO UNAP ILUMINACIÓN GENERAL DISEÑO FOTOMÉTRICO UNAP ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA
DISEÑADO POR :	HENRY DUQUE
FECHA DE ENTREGA	09/07/2025

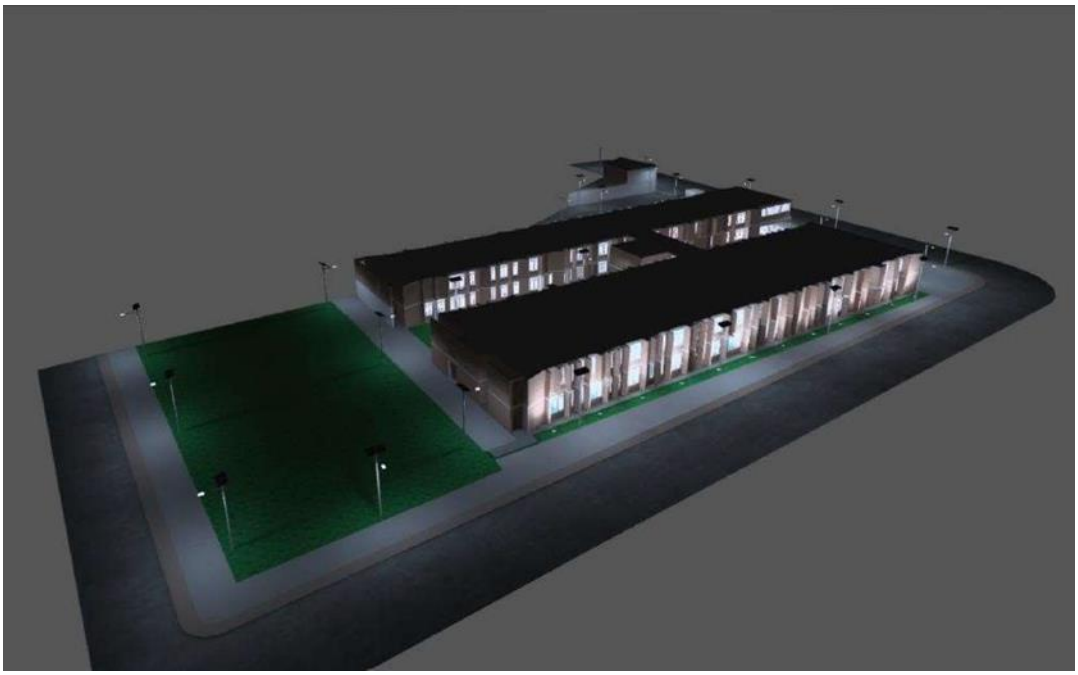


Ilustración 8 Esquema en 3D UNAP

Este proyecto incluye la iluminación general e iluminación de emergencia de las unidades de atención primeria, dentro de las evaluaciones se incluyen áreas de diagnóstico, rehabilitación, fonoaudiología etc.

7.2. SELECCIÓN DE LUMINARIAS

Se realiza el diseño fotométrico utilizando los planos suministrados por el Cliente:
Se realizó el diseño con productos Led SYLVANIA de alta especificación, para la iluminación interior se utilizaron luminarias con vida útil de 50.000 horas de vida y para las exteriores luminarias con 100.000 horas de vida útil.

Se adjuntan datos de las luminarias seleccionadas:

LED SYLFLOOD 100W CW 60° P24104



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	40 W
Flujo luminoso	3200 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (LxWxH)	595x595x8.5 mm	Corriente de entrada	0.333 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Incrustar	Factor de potencia	>0.90
Reproducción de color (IRC)	80	Chasis	Aluminio	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	35000 h L70	Óptica	Difusor PMMA	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	80 lm/W	Temperatura de operación Ta	-20°C ~ +40°C	Atenuable	NO
Indice de deslumbramiento	UGR<22				

LED PANEL RD 18W DL 100-277V



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 K (DL)	**Acabado**	Blanco	**Potencia de entrada**	18 W
Flujo luminoso	1260 lm	**Grado de protección IP**	IP20	**Tensión de operación**	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	120°	**Dimensiones (DxH)**	Φ225x25 mm	**Corriente de entrada**	0.15 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	**Tipo de montaje**	Incrustar	**Factor de potencia**	>0.50
Reproducción de color (IRC)	70	**Chasis**	Aluminio + PC	**Distorsión armónica (THD)**	<110%
Vida útil	25000 h L70	**Óptica**	Difusor opalizado	**Tipo de driver**	Independiente CC
Eficacia	70 lm/W	**Temperatura de operación Ta**	-10°C ~ +40°C	**Atenuable**	NO

LED MINICONTINUUM P40232



DATOS OPTICOS	
Eficacia	80 lm/W
Ángulo de apertura	105° ±10%
Tipo de distribución	Directa simétrica
Reproducción de color (IRC)	80
Vida útil HL70	50000 h
DATOS FISICOS	
Acabado	Blanco
Grado de protección IP	IP20
Resistencia IK	IK03
Tipo de montaje	Sobreponer/Descolgar
Soporte + Difusor	Aluminio + PC
Óptica	Difusor opalizado
Temperatura Operación Ta	-25 °C ~ +40 °C
Accesorio incluido*	kit Guaya de 1.2 m
Peso P40232	2.5 Kg
Peso P40233	3.4 Kg
DATOS ELECTRICOS	
Tensión de entrada	100 - 277 VAC
Frecuencia	50 - 60Hz
Factor de potencia	>0.90
Distorsión armónica (THD)	<15%
Tipo de driver	Integrado CC
Atenuable	NO
Clase de aislamiento	I

LED MINICONTINUUM P40349



DATOS OPTICOS	
Eficacia	80 lm/W
Ángulo de apertura	105° ±10%
Tipo de distribución	Directa simétrica
Reproducción de color (IRC)	80
Vida útil HL70	50000 h
DATOS FISICOS	
Acabado	Blanco
Grado de protección IP	IP20
Resistencia IK	IK03
Tipo de montaje	Sobreponer/Descolgar
Soporte + Difusor	Aluminio + PC
Óptica	Difusor opalizado
Temperatura Operación Ta	-25 °C ~ +40 °C
Accesorio incluido*	kit Guaya de 1.2 m
Peso P40349	1.51 Kg
Peso P40232	2.5 Kg
Peso P40233	3.4 Kg
DATOS ELECTRICOS	
Tensión de entrada	100 - 277 VAC
Frecuencia	50 - 60Hz
Factor de potencia	>0.90
Distorsión armónica (THD)	<15%
Tipo de driver	Integrado CC

LED HERMETICA 36W DL UNV



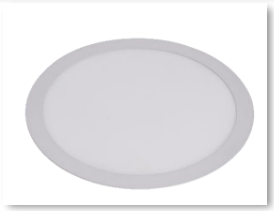
DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Gris	Potencia de entrada	36 W
Flujo luminoso	4500 lm	Grado de protección IP | IK	IP65 | IK05	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	100°	Dimensiones (LxWxH)	1176x80x70 mm	Corriente de entrada	0.3 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Sobrep/Suspender	Factor de potencia	>0.95
Reproducción de color (IRC)	80	Chasis	ABS+PC	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	50000 h L70	Material óptica	Difusor PC	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	125 lm/W	Temperatura de operación Ta	-20°C ~ +40°C	Atenuable	NO

LED HERMETICA 18W DL UNV P25607



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Gris	Potencia de entrada	18 W
Flujo luminoso	2200 lm	Grado de protección IP | IK	IP65 | IK05	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	100°	Dimensiones (LxWxH)	576x80x70 mm	Corriente de entrada	0.15 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Sobrep/Suspender	Factor de potencia	>0.95
Reproducción de color (IRC)	80	Chasis	ABS+PC	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	50000 h L70	Material óptica	Difusor PC	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	120 lm/W	Temperatura de operación Ta	-20°C ~ +40°C	Atenuable	NO

LED PANEL RD 30W DL UNV P26378



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	30 W
Flujo luminoso	2100 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (DxH)	Φ300x25 mm	Corriente de entrada	0.25 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Incrustar	Factor de potencia	>0.50
Reproducción de color (IRC)	70	Chasis	Aluminio + PC	Distorsión armónica (THD)	<114%
Vida útil	25000 h L70	Óptica	Difusor opalizado	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	70 lm/W	Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C	Atenuable	NO

LED BALA 15W NW MV JUPITER P25265



Temperatura de color	4000 K (NW)	Acabado	Pintura Blanca	Potencia de entrada	15 W
Flujo luminoso	1400 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	70°	Dimensiones (DxH)	Φ130*72 mm	Corriente de entrada	0.125 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Diametro de corte	Φ110 mm	Factor de potencia	>0.90
Reproducción de color (IRC)	>80	Tipo de montaje	Incrustar	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	50000 h L70	Chasis	Aluminio	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	93 lm/W	Óptica	Difusor Opalizado	Atenuable	NO (Opcional S/P)
		Temperatura de operación Ta	´-10°C ~ +40°C		

LED PANEL RD PRO 6W



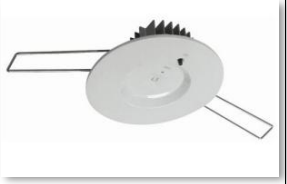
DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	6 W
Flujo luminoso	360 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (DxH)	Φ120x20 mm	Corriente de entrada	0.05 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Incrustar	Factor de potencia	>0.50
Reproducción de color (IRC)	70	Chasis	Aluminio + PC	Distorsión armónica (THD)	<144%
Vida útil	25000 h L70	Óptica	Difusor opalizado	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	60 lm/W	Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C	Atenuable	NO

LED HERMETICA 50W DL HIGH FLUX P23950



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6000 K (DL)	Acabado	Gris	Potencia de entrada	50 W
Flujo luminoso	7000 lm	Grado de protección IP | IK	IP65 | IK05	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (LxWxH)	1480x80x70 mm	Corriente de entrada	0.42 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Sobrep/Suspender	Factor de potencia	>0.90
Reproducción de color (IRC)	>80	Chasis	Policarbonato	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	50000 h L70	Material óptica	Difusor PC	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	140 lm/W	Temperatura de operación Ta	-20°C ~ +40°C	Atenuable	NO

LED EMERG DOWNLIGHT 4.5W 6K ASYM P28306



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6000K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	Max 4.5W
Flujo luminoso	170 lm	Grado de protección	IP20	Tensión de operación	120V - 277V
Ángulo de apertura	120°	Dimensiones (DxH)	84 x 35 mm (bala)	Frecuencia	50/60 Hz
Reproducción de color (IRC)	>80	Tipo de montaje	Incrustar	Corriente de entrada	Max 0.040A
Potencia Spot LED	1.5W	Chasis	Carcasa termo plástica	Factor de potencia	0.5
		Material óptica	PMMA	Batería	Ni-Cd 4.8V 1000mAH
		Temperatura de operación	0°C ~ 40°C	Tiempo de carga	24 horas
				Tiempo de autonomía	120 min
				Ciclos carga/descarga	>400 ciclos

LED BALA 30W NW MV JUPITER P25267



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	4000 K (NW)	Acabado	Pintura Blanca	Potencia de entrada	30 W
Flujo luminoso	2900 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	70°	Dimensiones (DxH)	Φ185*95 mm	Corriente de entrada	0.25 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Diametro de corte	Φ170 mm	Factor de potencia	>0.90
Reproducción de color (IRC)	>80	Tipo de montaje	Incrustar	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	50000 h L70	Chasis	Aluminio	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	97 lm/W	Óptica	Difusor Opalizado	Atenuable	NO (Opcional S/P)
		Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C		

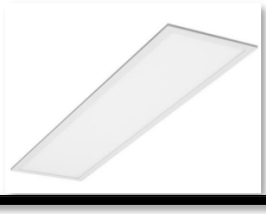
LED SYLFLOOD 100W CW 60° P24104



DATOS ÓPTICOS	
Temperatura de color	5000K (CW)
Flujo luminoso	14300 lm
Ángulo de apertura	60°
Tipo de distribución	Directa simétrica
Reproducción de color (IRC)	≥80
Vida útil	100000h *
Eficacia	143 lm/W
Tipo chip LED	SMD3030
Número de Chips LED	132 pcs
Consistencia de color	SDCM < 5
*Vida util LED L70 LM80 TM21	

DATOS ELÉCTRICOS	
Potencia de entrada	100 W
Tensión de operación	100-277V 50/60Hz
Corriente de entrada	0.51 A @ 220 V
Factor de potencia	0.9
Distorsión Armónica (THD)	<20%
Tipo de driver	Corriente constante
Atenuable	Si (0-10V)
Eficiencia driver	95% (x1)
Protección integrada driver	3kV (L-L), 4kV (L-T)
Tensión de salida DC	90-132V
Corriente de salida DC	1.7 A

LED PANEL RC 40W DL 100-277V P27916



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	6500 K (DL)	Acabado	Blanco	Potencia de entrada	40 W
Flujo luminoso	3200 lm	Grado de protección IP	IP20	Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Ángulo de apertura	110°	Dimensiones (LxWxH)	1195x295x10 mm	Corriente de entrada	0.333 A @ 120 V
Tipo de distribución	Directa simétrica	Tipo de montaje	Incrustar	Factor de potencia	>0.9
Reproducción de color (IRC)	80	Chasis	Aluminio	Distorsión armónica (THD)	<20%
Vida útil	30000 h L70	Óptica	Difusor PMMA	Tipo de driver	Independiente CC
Eficacia	80 lm/W	Temperatura de operación Ta	-10°C ~ +40°C	Atenuable	NO

KIT SOLAR STREET URBAN 35W NW



DATOS LUMINARIA		DATOS PANEL		DATOS BATERIA	
Temperatura de color	4000K (NW)	Cantidad de Paneles	1	Cantidad de Baterias	1
Flujo luminoso inicial	5040 lm	Potencia màxima paneles	165W	Tipo bateria	Acid Gel+Separado
Reproducción de color (IRC)	≥70	Tensión max. de salida unit	19.21V	Capacidad	150Ah
Vida útil LED	100000 h *	Corriente max. Unit	8.85A	Tensión nominal	12VDC
Eficacia Luminaria	144 lm/W	Corriente de corto circuito unit	9.45A	Ciclos de funcionamiento	1000 ciclos+DOD 50%
Potencia Luminaria	35 W	No de Celdas	36(4X9)	Vida útil estimada	3 años
Acabado Luminaria	Pintura gris	Fusible	Max 15A	Temperatura de operación Ta	'-15°C ~ 55°C
Grado de protección	IP66 / IK08	Tipo de vidrio	Vidrio Templado	Dimensiones unit	484x171x241 mm
Dimensiones Luminaria	591x278x110 mm	Vida útil panel	20 años (80% Potenci	Peso total	40.5 Kg
Temperatura de operación Ta	'-25°C ~ +35°C	Temperatura de operación Ta	Max 45°C	Autonomia	
Base Fotocelda		Dimensiones	2X(1482x676x30) mm		

7.3. NIVELES DE ILUMINACIÓN

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada. Se deben tener en cuenta la forma y tamaño de los espacios, los colores y las reflectancias de las superficies del salón, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación natural y también los requerimientos estéticos requeridos por el cliente.

Los ítems más importantes que el diseñador necesita investigar antes iniciar un diseño de alumbrado interior son los siguientes:

a. Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio.
b. Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización.
c. Las condiciones de reflexión de las superficies
d. Los niveles de iluminancia y uniformidad requeridas
e. La disponibilidad de la iluminación natural
f. El Control del deslumbramiento.
g. Los requerimientos especiales en las propiedades de las luminarias, por el tipo de aplicación.
h. Propiedades de las fuentes y luminarias, tales como:

- ✓ El índice de reproducción del color, lo natural que aparecen los objetos bajo la luz.
- ✓ La temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz.
- ✓ El tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria.

7.3.1. NIVELES DE ILUMINACIÓN O ILUMINANCIAS Y DISTRIBUCIÓN DE LUMINANCIAS.

El valor medio de iluminancia, relacionado en la citada tabla, debe considerarse como el objetivo de diseño y por lo tanto esta será la referencia para la medición en la recepción de un proyecto de iluminación.

En ningún momento durante la vida útil del proyecto la iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecido en la siguiente tabla de acuerdo a la Tabla 3.2.2.6 a. Requisitos de iluminación de ambientes, áreas de trabajo, tarea visual y actividades en interiores del RETILAP :

Ref.	26. Oficinas Tipo de tarea o área de actividad	Ēm (Lx)	Uo	R_a	UGR_L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
						Uo ≥ 0,10			
26,1	Área de copiado, impresión, etc.	300	0,40	80	19	100	100	75	
26,2	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	0,60	80	19	150	150	100	1. Para el trabajo con pantallas VDT, consulte el numeral 3.2.1.8. 2. La iluminación debe ser regulable 3. Para oficinas celulares más pequeñas el requisito de la pared se aplica a la pared delantera. Para otras paredes un requisito más bajo de mínimo 75 lx es aceptado.
26,3	Dibujo técnico	750	0,70	80	16	150	150	100	Para el trabajo con pantallas VDT, consulte el numeral 3.2.1.8.
26,4	Estaciones de trabajo CAD	500	0,60	80	19	150	150	100	Para el trabajo con pantallas VDT, consulte el numeral 3.2.1.8.
26.5.1	Salas de conferencias y reuniones	500	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación debe ser regulable
26.5.2	Mesa de conferencias	500	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación debe ser regulable
26,6	Recepción	300	0,60	80	22	100	100	75	Si el mostrador de recepción incluye tareas regulares de la estación de trabajo, estas deben iluminarse en consecuencia.
26,7	Área de archivo	200	0,40	80	25	75	75	50	

Ref.	37. Cuidado de la salud – Locales de uso general. Tipo de tarea o área de actividad	Ēm (Lx)	Uo	R_a	UGR_L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
						Uo ≥ 0,10			
37,1	Salas de espera	200	0,40	80	22	75	75	30	
37,2	Pasillos: durante el día	100	0,40	80	22	50	50	30	Iluminancia a nivel del suelo.

Ref.	40. Cuidado de la salud – Salas de examen (general) Tipo de tarea o área de actividad	Ēm (Lx)	Uo	R_a	UGR_L	Ēm,z (Lx)	Ēm, pared (Lx)	Ēm, techo (Lx)	Requisitos específicos
						Uo ≥ 0,10			
40,1	Iluminación general	500	0,60	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 5 000 K
40,2	Área de examinación y tratamiento	1 000	0,70	90	19	150	150	100	4 000 K ≤ TCC ≤ 5 000 K

Tabla 10 niveles de iluminación según RETILAP

7.3.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN OBTENIDOS

En el informe técnico elaborado mediante el software DIALux, en el Anexo 6 se presentan de manera completa todos los niveles de iluminación calculados. Allí se incluyen las iluminancias medias, mínimas y máximas de cada zona del espacio diseñado, conforme a las normativas correspondientes, junto con datos sobre uniformidad y criterios de deslumbramiento, proporcionando así un panorama detallado del rendimiento lumínico obtenido durante la simulación

7.4. CÁLCULO FACTOR DE MANTENIMIENTO - ILUMINACIÓN INTERIOR

El factor de mantenimiento se ha calculado con los parámetros y fórmulas de acuerdo con el RETILAP numeral 580.2.3:

$$F\,M = F\,E \times D\,L\,B \times F\,b$$

FE=Depreciación de la luminaria por ensuciamiento

Para determinar el factor de depreciación de las luminarias por ensuciamiento, la Illuminating Engineering Society of North America (IES Lighting Handbook) las divide en seis categorías de mantenimiento (I a la VI). La luminaria empleada en el diseño corresponde:

- Categoría V
- Ambiente de suciedad limpio
- Periodo de limpieza de 12 meses

Con los parámetros anteriores se define un factor de 0.92 para F .

$D\ L\ B$ Depreciación por descendimiento del flujo luminoso de la bombilla
$F\ b$ Factor de balasto.

$$F\,M\ =\ F\,E\ \times\ D\,L\,B\ \times\ F\,b$$

$$F\,M\ =\ 0.9\ \times\ 0.89\ \times\ 1$$
$$F\,M\ =\ 0.801\ \cong\ 0.80$$

7.5. VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN (VEEI)

De acuerdo con lo establecido en el RETILAP numeral 440.1, la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se evaluará mediante el indicador denominado Valor de Eficiencia Energética de la instalación VEEI expresado en (W/m2) por cada 100 luxes, mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_{prom}}$$

P= Potencia total instalada en las bombillas más los equipos auxiliares, incluyendo sus pérdidas [W].
S=Superficie iluminada [m²]
$\boldsymbol{E\ p\ r\ o\ m}$ =Iluminancia promedio horizontal mantenida [lux]

En la tabla 440.1 del RETILAP, se indican los valores Límite de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) que deben cumplir los recintos interiores de las edificaciones; criterio adaptado de la norma une 12464-1 de 2003.

Grupo	Actividades de la zona	Límites de VEEI
a Zonas de baja importancia lumínica	Administrativa en general	3,5
	Andenes de estaciones de transporte	3,5
	Salas de diagnóstico (4)	3,5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Aulas y laboratorios (2)	4,0
	Habitaciones de hospital (3)	4,5
	Otros recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	Zonas comunes (1)	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Parqueaderos	5
	Zonas deportivas (5)	5
b Zonas De alta importancia lumínica	Administrativa en general	6
	Estaciones de transporte (6)	6
	Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	Centros comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	Hostelería y restauración (8)	10
	Otros recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	Centros de culto religioso en general	10
	Salones de reuniones, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, y salas de conferencias (7)	10
	Tiendas y pequeño comercio	10
	Zonas comunes (1)	10
	Habitaciones de hoteles, etc.	12

Tabla 11 Valores límites de eficiencia energética

Se evidencia que los valores máximos de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) del proyecto RCI no exceden los valores exigidos en la tabla 440.1 de RETILAP.

7.6. ANÁLISIS DE RIESGOS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Se deben considerar los siguientes aspectos, para minimizar el riesgo de inseguridad, accidentalidad y deterioro de la salud visual:

a) Niveles adecuados de iluminación, dependiendo del lugar, actividad y edad de las personas que van a utilizar dicho alumbrado.
b) Uniformidad de los niveles de iluminación.
c) Control del deslumbramiento.
d) Temperatura de color de las fuentes luminosas y su índice de reproducción del color, dependiendo de la actividad que se desarrolla en el sitio iluminado.
e) Temperatura asociada a la operación de las fuentes, propiedades de luminaria y sitios de montaje, incluyendo las de ignición de los productos aledaños.
f) Condiciones de localización para la operación y el mantenimiento.

Tipo de Riesgo	Probabilidad	Explicación de cómo mitigar los riesgos.
Ambiental	Muy bajo	Se utiliza tecnología Led, lo cual garantiza un adecuado ahorro energético.
Cansancio Visual	Medio	Se utilizan adecuados niveles de iluminación basados en RETILAP para iluminación los cuales garantizan la disminución de problemas oculares
Efecto Parpadeo	Bajo	Dada la uniformidad adecuada >40% y 50% se evitara la aparición del efecto parpadeo para las personas.
Deslumbramiento	Bajo	En el diseño se cumplen con los niveles exigidos en el RETILAP para estas áreas.
Color inadecuado en la iluminación para uso de oficinas.	Bajo	Se utilizó una temperatura de color de 4000°K, adecuado para este tipo de diseños. El blanco neutro (4000ºK), sin color aparente, como la del sol en la mañana es recomendado para espacios interiores, su tono realza los colores de los objetos y mejora la productividad.

Tabla 12 Tabla de acciones para riesgos por iluminación

7.7. REQUISITOS DE ILUMINACIÓN PARA ÁREAS CRÍTICAS

La iluminación de estas áreas exteriores debe garantizar que puedan distinguir la textura y diseño del pavimento, la configuración de bordillos, escalones marcas y señales; adicionalmente debe ayudar a evitar agresiones al transitar por estas vías. En la Tabla 510.2.3

a. establece los requisitos fotométricos para las denominadas áreas críticas, valores adoptados en la Norma CIE 115.

7.8. DISEÑO GEOMÉTRICO

Para este proyecto de iluminación, se plantea en su diseño el uso de energías renovables con la implementación de sistema fotovoltaico para suministro de energía eléctrica, la instalación de postes metálicos en tubería de acero galvanizada ASTM A572 G50, El espesor de recubrimiento del (galvanizado) deberá ser como mínimo de 75 micras con acabado liso y uniforme. El diámetro del poste será constante hasta conseguir la altura libre de montaje del diseño (9 metros y 4 a 3" de Ø), para fijar las luminarias a los postes se utilizarán brazos metálicos de (0,60 metros y 2 a 1" de Ø) hechos en tubería de acero que irán fijadas a los postes metálicos

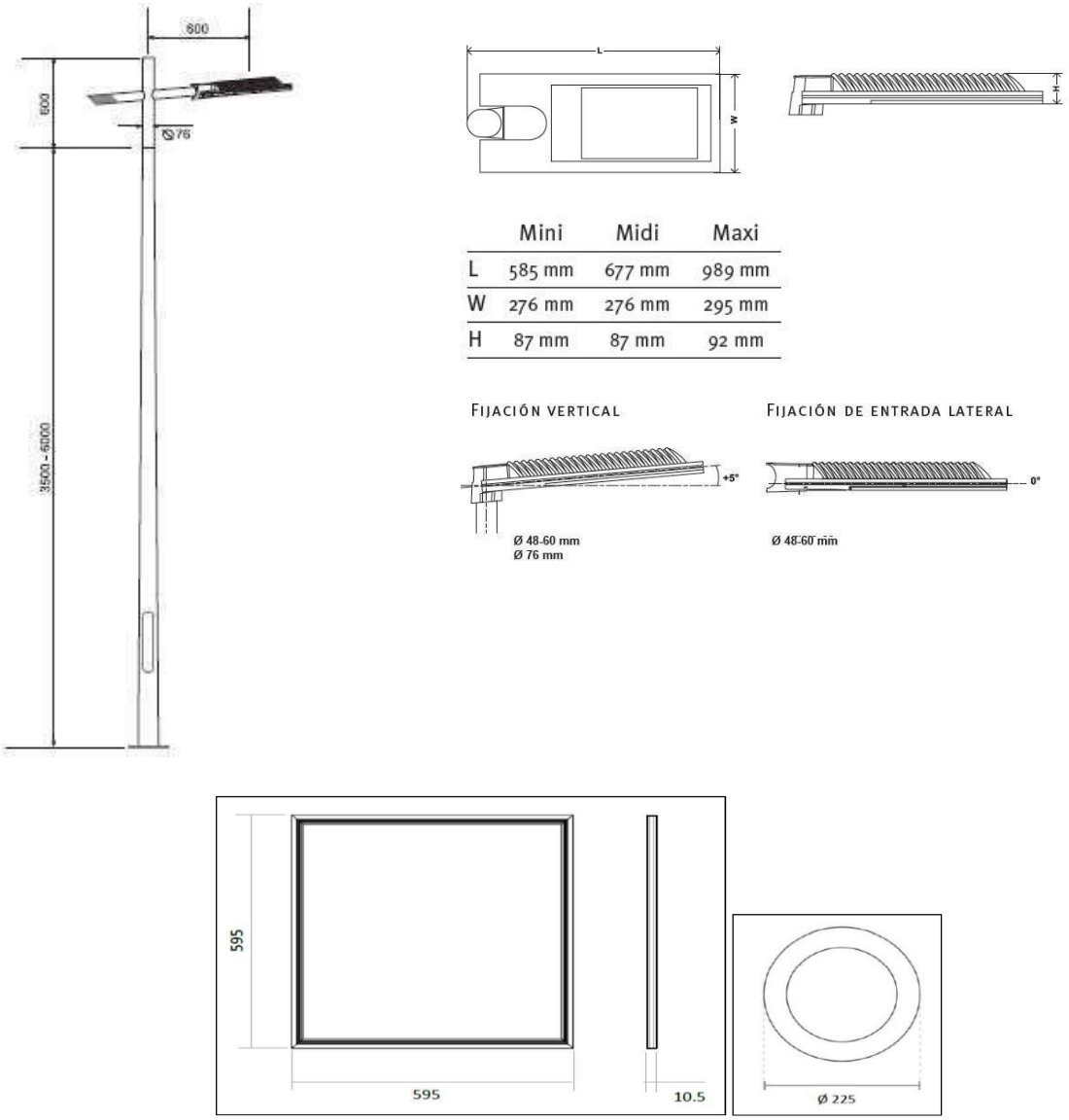


Ilustración 9 tabla de medidas estándar de luminarias

7.9. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL

Para el alumbrado público del proyecto, no se contempla la utilización de un sistema que controlo la intensidad lumínica y permita ajustarse según la hora o intensidad de luz u oscuridad de la zona. El sistema del control a implementar es de encendido y apagado de las luminarias se realizará mediante fotoceldas individuales, que se encontraran ubicadas en la parte superior de las luminarias.

Para la iluminación interior se contemplan interruptores en cada área.

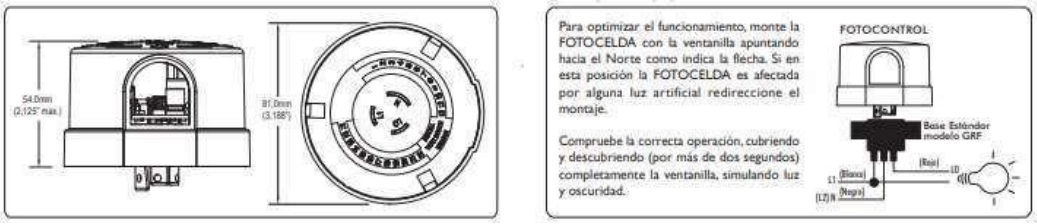


Ilustración 10 Control de encendido de iluminación exterior

Voltaje de operación:	**GCF - 120** (GRIS)	96-144 V~ 50/60 Hz
	GCF - 240 (VINO TINTO)	192-288 V~ 50/60 Hz
	GCF - MV (AZUL)	105-305 V~ 50/60 Hz
Manejo de carga		Carga máxima, contacto SPST: 1000W/1800 VA Lámparas incandescentes: hasta 1000 W Lámparas de descarga de metal: hasta 1800 VA
Nivel de operación (modelo estandar)		Encendido 1fc +/- 20% Apagado 3x encendido +/- 20%
Tiempo de vida		5000 ciclos de on/off al nivel de carga especificada
Consumo de potencia:	**GCF - 120**	<1,0 W @ 120 V~
	GCF - 240	<1,5 W @ 240 V~
	GCF - MV	< 0,5 W @ 120 V~ < 2,5 W @ 240 V~ < 3,0 W @ 277 V~
Resistencia dieléctrica		5 KV mínimo
Resistencia a transientes de voltaje		Modelo **S** 6KV Modelo **H** MOV 410 Joules, 560V
Temperatura de Operación		-40 °C a + 65 °C
Humedad		96% de humedad relativa a 55 °C
Carcasa		Empaque de polipropileno estabilizado UV con orientación al Norte
Tiempo de retardo a la desconexión		2 s
Grado de protección ambiental		IP-54
Peso		0,083 Kg (0,183 lb)

Tabla 13 Características de las fotoceldas

7.10. ANÁLISIS ECONÓMICO Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Se presenta adjunto a este documento el análisis económico y presupuesto que se contempla para alumbrado interior y exterior del proyecto.

7.11. ESQUEMA Y PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

En este diseño se establece un esquema de mantenimiento para la instalación de alumbrado público, este programa de mantenimiento deberá considerar los periodos de limpieza del conjunto óptico y reposición de las fuentes luminosas establecidos en el cálculo del factor de mantenimiento.

Las operaciones de limpieza de las luminarias, se debe efectuar de forma programada en concordancia con el esquema de mantenimiento previamente establecido, teniendo en cuenta el grado de hermeticidad de la luminaria y el nivel de contaminación de la instalación.

La limpieza de luminarias se debe realizar tanto interior como exteriormente, con una metodología que permita un rendimiento mínimo del 80 % del flujo lumínico inicial.
Este rendimiento se comprobará midiendo la iluminancia, tras la ejecución de la correspondiente limpieza. Al mismo tiempo que se realiza la limpieza, se debe efectuar una inspección visual del sistema óptico y del estado de todos los componentes de la luminaria.

El reemplazo de las fuentes luminosas se debe realizar preferentemente de día, de esta manera se minimiza los peligros que implicaría dejar las plazoletas y sederos peatonales del parque con escasa o ninguna iluminación, cada vez que por algún motivo se requiera realizar un reemplazo de las fuentes luminosa o algún componente de la luminaria, se debe aprovechar para realizar las siguientes labores de mantenimiento a toda la luminaria.

- Enfoque correcto de la luminaria.
- Limpieza del sistema óptico.
- Revisión de las conexiones eléctricas.
- Revisión del soporte mecánico de la luminaria.
- Verificar la hermeticidad de la luminaria.
- Revisión del mecanismo de encendido y apagado (fotocelda).



Ilustración 11. Evolución Temporal del Mantenimiento.

Como se puede apreciar en la figura anterior, aunque se realicen todas las labores de mantenimiento nunca se restablecerán las condiciones iniciales, por cuanto hay factores que no se pueden controlar como la degradación paulatina de los materiales que componen la luminaria, en especial el sistema óptico.

ESQUEMA DE MANTENIMIENTO DE LAS LUMINARIAS					
Años	Horas	Limpieza Luminaria	Reposición Luminaria	Revisión	Medición
2	8760	X			
4	17520	X		X	X
6	26280	X			
8	15040	X		X	X
10	43800	X			
12	52560	X		X	X
14	61320	X	X	X	X

Tabla 14. Ilustración 12. Esquema de Mantenimiento.

Cualquier cambio en las horas de uso diario y los días de uso al año del sistema de iluminación, se deberá ajustar el programa de mantenimiento proporcionalmente.

Con la finalidad de obtener el máximo beneficio de las instalaciones de alumbrado público, se deberán efectuar mediciones eléctricas y fotométricas de forma periódica. El intervalo con el cual se debe realizar de estas mediciones

Será convenido entre el ente encargado de la operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público y la interventoría del mismo.

Estas mediciones se deben efectuar con el propósito de verificar en terreno las condiciones reales de funcionamiento del sistema de alumbrado público, algunas variables como: fluctuaciones de los niveles de tensión, perturbaciones eléctricas, defectos en la fabricación de la fuente luminosa o de los componentes de la luminaria, pueden afectar severamente el rendimiento esperado del sistema de alumbrado público.

Por más previsión que se tenga por parte del diseñador al momento de elaborar el diseño, el impacto que causa estas variables en el sistema de alumbrado público no alcanza a ser tenido en cuenta durante esta fase.
Estas mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas dentro de las operaciones de mantenimiento, deberán ser realizadas por personal calificado para estas labores. Se deberá llevar un registro de las operaciones de mantenimiento a que se someta el sistema de alumbrado público, en estos registros se deberán ver reflejados los resultados de las tareas o actividades realizadas.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar como mínimo la siguiente información:

- El título de la instalación y la ubicación de ésta.
- El título del mantenimiento.
- El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.

- La fecha de ejecución.
- Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

Todas las acciones de mantenimiento del sistema de alumbrado público, se centrarán en dos tipos de mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo: Este tipo de mantenimiento se debe aplicar cuando se detecten deficiencias puntuales en los sistemas de alumbrado público, el resultado es restablecer las condiciones normales de funcionamiento a la menor brevedad. Para la ejecución del mantenimiento correctivo es importante tener en consideración los siguientes aspectos:

- Remplazar la fuente luminosa y los equipos auxiliares, en donde sea necesario.
- Limpieza exterior de las luminarias (Limpieza de los disipadores).
- Limpieza de la luminaria (conjunto óptico).
- Ajustar los elementos mecánicos que permiten la fijación de la luminaria (revisar los enfoques de las luminarias).
- Sustituir los dispositivos de encendido y apagado que no se encuentren funcionando correctamente (fotoceldas y pulsadores).

Mantenimiento Preventivo: l mantenimiento preventivo debe determinar las acciones a seguir para prevenir, mitigar o eliminar la ocurrencia de las causas que conducen a las fallas potenciales o reiterativas del sistema de alumbrado público, mediante la utilización de técnicas de diagnóstico y administrativas que permitan su identificación. Dentro de las técnicas de diagnóstico se deben considerar:

- Mediciones eléctricas en diferentes puntos de la red de los perfiles de tensión y el nivel de armónicos (Comparar los parámetros eléctricos de operación de los componentes con respecto a las mediciones eléctricas).
- Realizar estudios acerca de la vida útil real u operativa de las fuentes luminosas dependiendo del circuito eléctrico o sector donde se encuentren ubicadas.
- Mediciones fotométricas de parámetros como Uniformidad general (Uo), del nivel de Iluminancia. (Los valores obtenidos deben ser comparados contra los valores del diseño, de acuerdo a la clase de iluminación asignada).
- Coordinar con las entidades municipales competentes la poda de los árboles o aclaramiento de las áreas circundantes a las luminarias.
- Revisión de la pintura exterior de las luminarias, de los ganchos o bisagras que mantienen el grado de protección IP (en especial en el conjunto óptico).

Podas de árboles: Para que este proyecto funcione de forma adecuada es necesario realizar de manera periódica las actividades de mantenimiento sugeridas en el programa de mantenimiento.

Dentro de estas actividades la más crítica es la referente a la poda de los árboles que se encuentren

ubicadas alrededor de las luminarias, se recomienda realizar esta actividad con intervalo que valla entre los 6 meses a 12 meses.

Esta actividad se debe realizar en coordinación con la entidad regional competente para ejecutar dicha actividad, no se recomienda ampliar el intervalo para la poda de los árboles a más de 6 meses, ya que el rendimiento de las luminarias se podría ver seriamente afectados.