



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS BAJO  
LA NORMATIVA RETIE.**

Autor(es)  
**JUAN JOSÉ IDÁRRAGA GIRALDO**

Universidad de Antioquia  
Facultad de ingeniería  
Medellín, Colombia  
2019



**DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS BAJO LA NORMATIVA  
RETIE.**

Juan José Idárraga Giraldo

Informe final de prácticas académicas presentado como requisito parcial para optar al título

de:

Ingeniero electricista

Asesores (a):

Alejandro Sánchez Giraldo

Nelson Londoño Ospina

Universidad de Antioquia  
Facultad de ingeniería.  
Medellín, Colombia

2019

# Contenido

<b>1. RESUMEN</b> .....	6
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
3.1 Objetivo general: .....	8
3.2 Objetivos específicos: .....	8
<b>4. MARCO TEÓRICO</b> .....	8
4.1 NTC 2050.....	9
4.2 Proceso Metodológico para el Diseño Detallado de las Instalaciones Eléctricas Según RETIE .....	9
• <i>Diseño</i> .....	10
• <i>Intervención De Personas Con Las Competencias Profesionales</i> .....	10
• <i>Productos Usados En Las Instalaciones Eléctricas</i> .....	10
• <i>Espacios Para El Montaje, Operación Y Mantenimiento De Equipos</i> .....	10
• <i>Conformidad con el Presente Reglamento</i> .....	10
• <i>Operación Y Mantenimiento De Instalaciones Eléctricas</i> .....	10
• <i>Pérdidas Técnicas Aceptadas</i> .....	11
<b>5. Metodología</b> .....	11
<b>6. RESULTADOS</b> .....	13
6.2 LOTEO SALAMANCA .....	13
6.2.3 Análisis de la información .....	13
6.2.4 Planeación de estudios y diseños .....	13
6.2.5 Verificación y aprobación.....	15
6.2.5 Visitas a la obra.....	16
6.2.6 Informes finales .....	19
6.3 CARGA INSTALADA .....	19
6.3.1 Cuadros de cargas .....	19
6.4 ANALISIS DE CORTO CIRCUITO .....	20
6.5 ANALISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELECTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLO .....	21
6.7 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	25
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	25
<b>8. REFERENCIAS</b> .....	26

ANEXO B. MEMORIAS DE CALCULO.....	28
1. CONDICIONES GENERALES .....	30
2. ANÁLISIS DE CUADROS DE CARGAS .....	31
3. ANÁLISIS Y COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO.....	32
4. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO.....	32
5. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGOS POR RAYOS Y SUS MEDIDAS PARA MITIGARLOS. ....	32
6. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y SUS MEDIDAS PARA MITIGARLOS. ....	32
7. ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO. ....	41
8. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	41
9. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES.....	41
10. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	41
11. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES. ....	43
12. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.....	43
13. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS DE SUJECIÓN..	44
14. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	44
15. CÁLCULO DE CANALIZACIONES. ....	44
16. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA.....	44
17. CÁLCULO DE REGULACIÓN. ....	44
18. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.....	44
19. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES.....	44
20. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS PARA CONSTRUCCIÓN.....	44
21. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS.....	45
22. DISTANCIAS DE SEGURIDAD. ....	45
23. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC2050.....	45

ANEXO C. INFORMES INTERVENTORIAS .....	46
Anexo C.1. Informe primer interventoría. ....	46
Anexo C.2. Informe segunda interventoría. ....	50
ANEXO D. EVIDENCIA FOTOGRAFICA DE LA OBRA .....	54

## Ilustraciones

Ilustración 1. Instalación de Transformador de 75 kVA en TUTO. ....	18
Ilustración 2. Montaje de Postes. ....	18

## Tablas

TABLA 1. DATOS DEL PROYECTO LOTEEO SALAMANCA.....	14
TABLA 2. CUADRO DE CARGAS LOTEEO SALAMANCA. ....	20
TABLA 3. CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA SEGÚN NORMA RA6-010 DE EPM .....	23
TABLA 4. VALORES DE REFERENCIA PARA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.....	24
TABLA 5. DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS CERCA DE PARTES ENERGIZADAS EN CORRIENTE ALTERNA.....	25

## Anexos

Anexo A. Plano eléctrico aprobado por EPM.....	27
Anexo B. Memorias de Calculo.....	28
Anexo C. Informes interventorías.....	47
Anexo D. Evidencia Fotográfica de la obra.....	54

## Imágenes

Imagen D. 1. Instalación de postes de concreto de 8 metros. ....	54
Imagen D. 2. Instalación de puesta a tierra de los postes.....	55
Imagen D. 3. Vaciado de concreto para los postes. ....	56
Imagen D. 4. Tendido de cableado. ....	57
Imagen D. 5. Instalación de vestidas de los postes y montaje del conductor .....	58
Imagen D. 6. Instalación Transformador de 75 kVA monofasico. ....	59
Imagen D. 7. Instalación alumbrado público.. ....	60
Imagen D. 8. Resultado final del alumbrado público en el urbanismo. ....	61
Imagen D. 9. Resultado final del alumbrado público en el urbanismo. ....	62
Imagen D. 10. Resultado final del alumbrado público en el urbanismo. ....	63
Imagen D. 11. Resultado final del alumbrado público en el urbanismo. ....	64

# **DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS BAJO LA NORMATIVA RETIE EN INSTALACIONES ESPECIALES Y RESIDENCIALES.**

---

## **1. RESUMEN**

Para la realización de la práctica en la empresa GSV Ingeniería, se realizó el diseño eléctrico y ejecución del proyecto llamado Loteo Salamanca, ubicado en el Carmen de Viboral, el cual consta de las redes de distribución y alumbrado público. Este proyecto requiere un diseño que cumpla con el reglamento técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y con las Normas Técnicas de Energía del operador de Red (EPM). El proyecto consta de la construcción de las redes de uso general y de alumbrado público del urbanismo de 40 lotes, en los cuales se construirán 92 viviendas.

Mediante la norma técnica RA8-009 (Tabla de Demanda Diversificada de EPM), se definió la potencia necesaria para alimentar las cargas correspondientes a las 92 viviendas, de acuerdo con las necesidades y solicitudes del usuario.

Los proyectos fueron adjudicados y están siendo ejecutados cumpliendo las diferentes normas establecidas por el RETIE y la NTC 2050, para dar cumplimiento y seguridad al mismo, buscando la certificación RETIE.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Desde su invención, la electricidad ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de la humanidad; gracias a ella, se han podido realizar grandes descubrimientos tecnológicos y ha hecho posible la vida como la conocemos hoy en día.

Las instalaciones eléctricas son parte esencial de la vida, ya que en todo momento se está haciendo uso de equipos que funcionan gracias al suministro de energía eléctrica, ya sea en los hogares, oficinas, locales comerciales, industria, entre otros. Por tal motivo, es muy importante que se realice un excelente trabajo al momento de diseñar una instalación eléctrica, para obtener el mejor rendimiento en energía, garantizar una operación óptima de los diferentes equipos y, sobre todo, brindar una seguridad óptima. Su mal uso y el desconocimiento de la forma de utilizarla han cobrado vidas humanas.

Para disminuir el riesgo causado por la electricidad, en muchos países se han elaborado normas y reglas para su correcta utilización. En Colombia se debe aplicar una norma basada en la NEC, dicha norma es la NTC 2050, en la cual están establecidos todos los procedimientos necesarios para el diseño y realización en las instalaciones eléctricas.

Además, para acceder al servicio de energía eléctrica y obtener la certificación por parte de los organismos de inspección, el diseño y construcción de una instalación eléctrica debe cumplir con una serie de requerimientos, los cuales son establecidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE y la Norma Técnica Colombiana - NTC 2050, con el fin de mantener la seguridad de personas, animales y el medio ambiente; minimizando cualquier riesgo de origen eléctrico, a partir del cumplimiento de los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos [1].

Este proyecto tiene como alcance realizar el diseño y control de construcción de una instalación eléctrica de redes de distribución para el loteo Salamanca, ubicado en el Carmen de Viboral (ANT), desde el punto de conexión entregado por la empresa de servicios públicos EPM, hasta todas las salidas de distribución (cajas porta borneras); y salidas de iluminación de alumbrado público; por medio del cumplimiento de la normativa que rige este tipo de instalaciones.

### **3. OBJETIVOS**

#### 3.1 Objetivo general:

Presentar especificaciones técnicas, memorias de cálculo y diagramas eléctricos para una instalación eléctrica de redes de distribución. El alcance incluye todos los cálculos requeridos para brindar una instalación segura y confiable, al igual que las recomendaciones y cumplimiento de las normas vigentes (NTC 2050, RETIE, RA#-### de EPM).

#### 3.2 Objetivos específicos:

- Identificar los requerimientos que deben cumplirse para el diseño y ejecución de una red de distribución en media tensión, de acuerdo a las normas y reglamentos nacionales.
- Calcular la potencia requerida por las cargas para este tipo de proyectos, mediante las normas establecidas por la empresa EPM.
- Realizar planos y memorias de calculo, cuadro de cargas, diagrama unifilar, convensione y notas.
- Realizar cotizaciones de material y mano de obra.
- Brindar apoyo al ingeniero residente, en el proceso constructivo del proyecto.

### **4. MARCO TEÓRICO**

Una red eléctrica de distribución es la encargada de llevar la energía eléctrica hasta los puntos de consumo. La red de transporte abastece a la red de distribución directamente desde las grandes centrales de producción y la red de distribución permite que la electricidad llegue a los consumidores. En general comprende los sistemas eléctricos que van desde el punto de conexión a la red de transmisión hasta el sitio de medida de la edificación o punto de conexión de los equipos o elementos de consumo [3].

El aspecto más importante que deben tenerse en cuenta a la hora de efectuar una red eléctrica de distribución es precisar la carga que se va a alimentar, por lo que deben proyectarse todos los usuarios que debe alimentar la red. La puesta a tierra de la instalación eléctrica es un requerimiento que se debe atender, ya que este conductor ofrecerá una mayor seguridad en cuanto a la prevención de algún accidente eléctrico [2].



Al diseñar la instalación eléctrica, es recomendable distribuir las cargas en varios "circuitos ramales", para garantizar así, la regulación y la selección económica de los conductores.

Una red eléctrica debe de distribuir la energía eléctrica a los usuarios de una manera segura y eficiente. Además, algunas de las características que deben de poseer son [2]:

- **Confiables:** que cumplan el objetivo para lo que fueron diseñados, durante todo el tiempo y en toda la extensión de la palabra.
- **Eficientes:** que la energía se transmita con la mayor eficiencia posible.
- **Económicas:** su costo final sea adecuado para las necesidades a satisfacer.
- **Flexibles:** que sea susceptible de ampliarse, disminuirse o modificarse con facilidad, y según posibles necesidades futuras.
- **Simple:** que faciliten la operación y el mantenimiento.
- **Agradables a la vista:** una instalación bien hecha simplemente se ve "bien".
- **Seguras:** garantizar la seguridad de las personas y propiedades durante su operación común.

#### 4.1 NTC 2050

Es la Norma Técnica Colombiana, reglamentada el 25 de noviembre de 1998, cuyo objetivo es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad. Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de esta norma y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad [4]. Debe tenerse en cuenta que los siete (7) primeros capítulos de esta norma corresponden al segundo anexo técnico del RETIE, por ello son de obligatorio cumplimiento.

#### 4.2 Proceso Metodológico para el Diseño Detallado de las Instalaciones Eléctricas Según RETIE

Según el artículo 10 del RETIE toda instalación eléctrica debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- *Diseño*

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 [1].

- *Intervención De Personas Con Las Competencias Profesionales*

La construcción, ampliación o remodelación de toda instalación eléctrica objeto del RETIE, debe ser dirigida, supervisada y ejecutada directamente por profesionales competentes, que según la ley les faculte para ejecutar esa actividad y deben cumplir con todos los requisitos del presente reglamento que le apliquen [1].

- *Productos Usados En Las Instalaciones Eléctricas*

La selección de los productos o materiales eléctricos y su instalación debe estar en función de la seguridad, su utilización e influencia del entorno [1].

- *Espacios Para El Montaje, Operación Y Mantenimiento De Equipos*

Los lugares donde se construya cualquier instalación eléctrica deben contar con los espacios (Incluyendo los accesos) suficientes para el montaje, operación y mantenimiento de equipos y demás componentes, de tal manera que se garantice la seguridad tanto de las personas como de la misma instalación. [1]

- *Conformidad con el Presente Reglamento*

Toda instalación eléctrica y todo producto que sean objeto del presente reglamento deben cumplir los requisitos que le apliquen y demostrarlo mediante la certificación de conformidad correspondiente establecida en el Capítulo 10 del presente Anexo General [1].

- *Operación Y Mantenimiento De Instalaciones Eléctricas*

En todas las instalaciones eléctricas, incluyendo las construidas con anterioridad a la entrada en vigencia del RETIE (mayo 1° de 2005), el propietario o tenedor de la instalación eléctrica debe verificar que ésta no presente alto riesgo o peligro inminente para la salud o la vida de las personas, animales o el medio ambiente [1].

- *Pérdidas Técnicas Aceptadas*

En el diseño de las instalaciones eléctricas, excepto en las residenciales de menos de 15 kVA de carga instalable, se debe hacer análisis del conductor más económico en acometida y alimentadores, considerando el valor de las pérdidas de energía en su vida útil, teniendo en cuenta las cargas estimadas, los tiempos de ocurrencia, las pérdidas adicionales por armónicos y los costos de energía, proyectando el valor actual en la vida útil de la instalación [1].

## **5. Metodología**

A continuación, se muestra cual fue la metodología implementada para desarrollar el proyecto de redes de distribución:

- 1- Planeación de estudios y de diseños, donde conjuntamente se realiza un barrido de la información suministrada por el cliente.
- 2- Solicitud del punto de conexión y Desarrollo de los diseños acorde a las normas de EPM y dando Cumplimiento al RETIE.
- 3- Teniendo el visto bueno de los diseños por parte de la empresa prestadora de servicios EPM, se envía documentación correspondiente al proceso de compra de activos eléctrico o compra de bien futuro, para así poder realizar los pedidos de interventoría.
- 4- De manera paralela, se realiza el presupuesto de la obra y se sacan cantidades de obra.
- 5- Teniendo la aprobación, se comienza con la ejecución de los proyectos.
- 6- Se deben hacer visitas periódicas, para ir actualizando las cantidades de obra y verificar el trabajo realizado por los técnicos.
- 7- Al finalizar la construcción, se solicita interventoría de construcción a EPM y se procede con el proceso de certificación ante un organismo RETIE.

8- Al tener las certificaciones y haber terminado la obra, se procede a realizar los informes finales, para entregar al cliente los respectivos documentos de la obra.

9- Además de estos proyectos, se brindará apoyo en las actividades de diseño o actividades relacionadas con la ingeniería, a lo largo de todo el contrato.

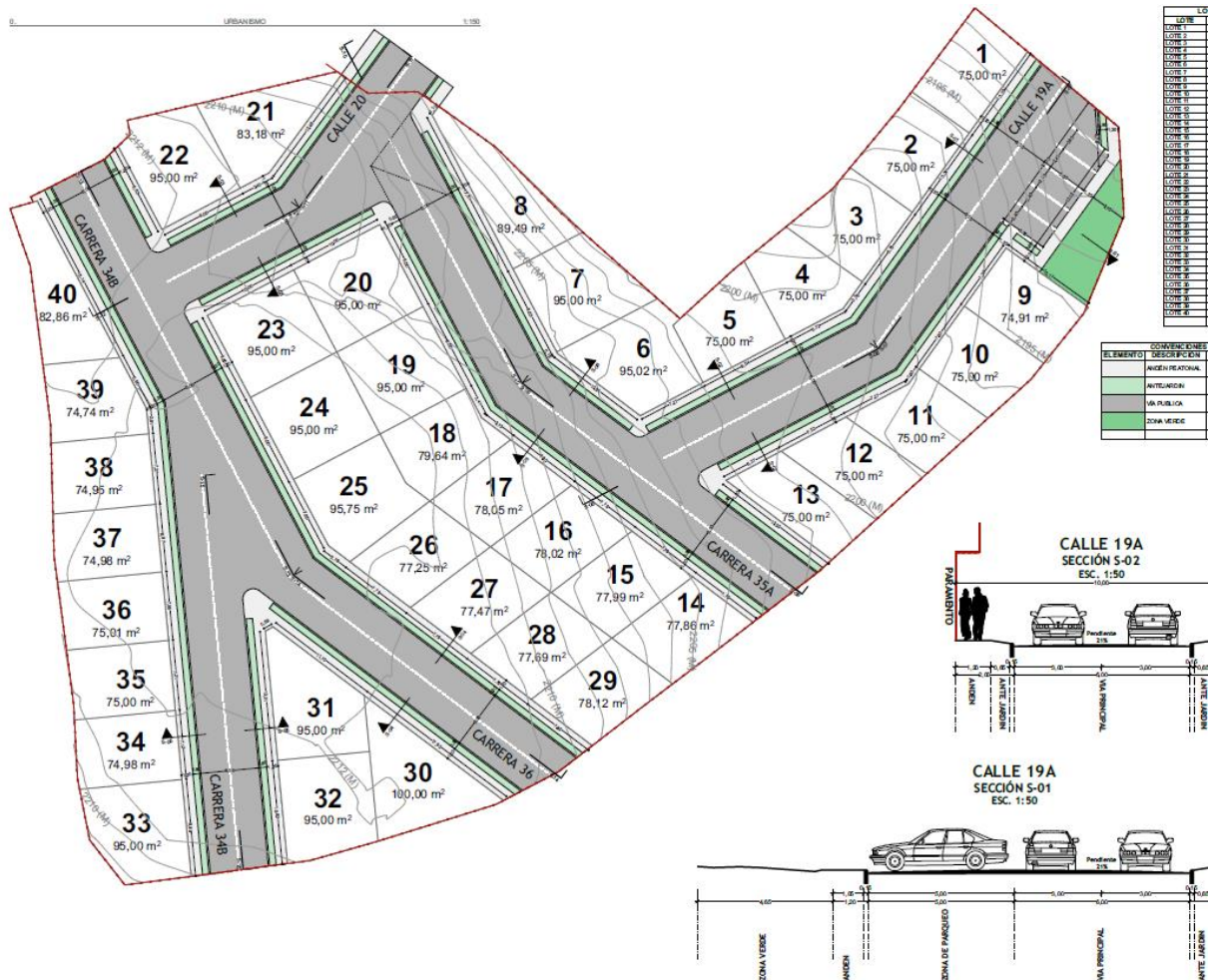


Figura 1. Levantamiento Topografico del urbanismo al cual se le diseñará la instalación eléctrica.  
[Figura tomada del plano de Urbanismo entregado por el Propietario de la obra y realizado por el Topografo.]

## **6. RESULTADOS**

A continuación, se desarrollará el proyecto utilizando la metodología anteriormente mencionada.

### **6.2 LOTE O SALAMANCA**

#### **6.2.3 Análisis de la información**

El proyecto Loteo Salamanca se encuentra ubicado en la Calle 19 A #34 – 20, municipio de El Carmen de Viboral. Dicho proyecto, consta de la sub división de 40 lotes en los cuales se construirán 92 viviendas entre Bifamiliares y Trifamiliares, adicionalmente llevará las respectivas vías, las cuales deben contar con alumbrado público.

Para el inicio de los diseños, fue necesario realizar el trámite ante el operador de red para que esté asignara el punto de conexión del proyecto, ya que es el principal requisito para empezar los diseños en una obra de este tipo.

#### **6.2.4 Planeación de estudios y diseños**

Para la realización del proyecto de redes ante EPM, se analizan los diferentes tipos de carga de la edificación y que cantidad de cargas hay. El proyecto cuenta con 92 viviendas de estrato 3, donde el operador de red en la tabla de demanda diversificada (RA8-009), asigna una capacidad instalada de 0,69 kVA por usuario. El proyecto contara con un transformador con una capacidad de 75 kVA, para la selección de esta capacidad, fue necesario multiplicar el factor de los kVA por usuario, por la cantidad de usuarios y sumarle 1 kVA asociado a la carga que aporta el alumbrado público.

La obra cuenta con 5 tramos para los cuales se realizó el cálculo de regulación y la selección de conductores de acuerdo con el RETIE.

El diagrama unifilar de la obra se puede ver en el anexo A:

En el anexo A, se puede observar los diferentes tramos, y la ubicación de las cajas porta borneras que servirán de alimentación para los lotes.

Los diseños fueron realizados contemplando la norma y de acuerdo con la norma NTC 2050 capítulos 1 y 2, para el cumplimiento del RETIE.

Para realizar los diseños, se recurrió a estudiar la información de la cual dispone la empresa. En la información, se encontraron los libros de las normas colombianas, normas de EPM, libros académicos y proyectos realizados, que sirvieron como guía base; además, se aprovechó a la experiencia del ingeniero para llevar a cabo de manera más sencilla los diseños.

En el anexo B, se presentan las memorias de cálculo del proyecto las cuales fueron realizadas en el transcurso de la práctica.

*TABLA 1. DATOS DEL PROYECTO LOTEIO SALAMANCA*

Nombre del proyecto:	Loteo Salamanca
Dirección:	Calle 19A # 34 -20
Operador de red:	EPM
Factibilidad:	N/A
Circuito de M.T:	R12-05
Tensión de alimentación:	7600V
Número de cuentas:	92 apartamentos; 1 alumbrado publico
Tipo de Medida:	93 medida directa
Tipo de Medidor:	Electrónico
Carga total del proyecto:	64.6kVA
Especificación del Transformador:	Aceite, para instalación en poste

### **6.2.5 Verificación y aprobación**

La verificación de los diseños en la empresa se realizó con el asesor externo y en compañía de otro ingeniero, quien era el que inicialmente revisaba los diseños y les daba una preaprobación.

La verificación consistía en imprimir todo lo que se hubiera realizado: cuadros de cargas, diagramas unifilares, planos, informes de sistemas de puestas a tierra, y socializarlos en una reunión en compañía de los dos ingenieros.

El proyecto de redes fue enviado a EPM, para luego, esperar si era aprobado o si tocaba hacerle algunas correcciones.

En la primera revisión no se dio la aprobación del proyecto de redes por parte de EPM.

Se realizaron las correcciones y se ingresó nuevamente a una segunda revisión, para esta oportunidad, tampoco se tuvo la aprobación por parte de EPM, pero se logró tener un diseño más completo y con menos correcciones.

Luego de que se realizaron las correcciones se ingresó nuevamente el proyecto, para esta ocasión se tuvo el visto bueno por parte de EPM.

Inmediatamente se tiene el visto bueno del diseño, se procede a realizar la compra del material y la solicitud de interventoría de materiales, en la cual se revisa que todo el material cumpla con el RETIE.

La ejecución de las obras se lleva a cabo inmediatamente después de tener el visto bueno de la interventoría de materiales. En el proyecto se debió coordinar constantemente con el encargado de la obra que material se iba necesitando a medida que avanzaba la construcción.

### **6.2.5 Visitas a la obra**

Las visitas posteriores, básicamente se enfocaron en registrar avances de la obra, realizar actualizaciones de las cantidades de obra, y verificar las siguientes etapas y los materiales necesarios para el desarrollo de estas, de manera que el día que se fuera a trabajar se tuviera todo lo necesario para el normal desarrollo de la jornada.

El día 10 de agosto de 2019, se instaló la mampostería la cual soportaría la red de distribución. En esta visita, se corroboraron distancias entre vanos, y se verifico que las cantidades de obra se hubieran sacado de manera adecuada, luego de esto, se procedió con el pedido del material necesario para dar inicio la construcción.

El día 10 de septiembre de 2019 se recibió la primera interventoría de materiales, en la cual el inspector de EPM dio el visto bueno, y verifico la procedencia del material.

El día 14 de septiembre de 2019, se inicio con la vestida de los postes y tendido de cable para algunos tramos de la Red secundaria. En la otra parte de la Red, no fue posible realizar trabajos debido a que EPM no había realizado la construcción de la red primara, la cual, constaba de la instalación de 2 postes los cuales a su vez soportarían un tramo de la red secundaria del proyecto.

El día 28 de septiembre se continuo con la instalación del tramo sobre el cual ya se venía trabajando, para esta ocasión, se realizó el montaje de alumbrado público y sistema de puesta a tierra para todos los postes de este tramo. Para esta fecha EPM no había realizado el montaje de la red primaria.

El día 2 de octubre de 2019, finalmente EPM realiza el montaje de la Red Primaria, habilitando así la posibilidad de construir el tramo de red faltante.

El día 5 de octubre, se realiza tendido de cable tanto para la red secundaria como para la red de alumbrado público; igualmente, se realizó el montaje de alumbrado público y se colocaron las cajas porta borneras las cuales serán el punto de conexión de los usuarios.



El mismo día 12 de octubre de 2019 se realizó el montaje del transformador y se terminó de cuadrar los detalles que se encontraron en la red, como tiempla de los vanos y tiempla de vientos.

Luego de haber construido la red en su totalidad, se procedió con la solicitud de la interventoría de construcción, la cual fue asignada para el día 31 de octubre. En esta inspección el revisor de EPM, realizó unas observaciones, y envió acta por escrito con la lista de correctivos. (ver anexo C.1)

El día 9 de noviembre, se realizaron los correctivos hechos por el interventor de EPM y se procedió nuevamente a realizar la solicitud de interventoría, la cual, fue asignada para el día 1 de diciembre de 2019.

Paralelo a todos estos trabajos, se realizó el trámite con la empresa certificadora Servimeters. Para este proceso, fue necesario realizar el pago y entregar la documentación relacionada con la obra. Luego de haber entregado la documentación y haber realizado el pago, se agendó una visita para el día 13 de octubre, la cual ya se realizó por parte de la empresa certificadora. En esta visita el inspector realizó medidas de resistencia de puesta a tierra y verificó el total cumplimiento de la instalación con el RETIE y la NTC 2050, dando visto bueno a la instalación. A la fecha, 14 de noviembre se está esperando sea entregado el certificado de cumplimiento del Retie para la instalación. Adicionalmente se está esperando la revisión por parte de EPM y puesta en servicio de la red.

El día 27 de noviembre, se tuvo la segunda interventoría por parte de EPM; en esta visita, se revisaron las no conformidades realizadas por el interventor en la primera cita de interventoría, realizada el 31 de octubre. Adicionalmente, el interventor verificó y sacó cantidades de obra, las cuales serán las cantidades que EPM reconocerá monetariamente al propietario del Urbanismo. (ver anexo C.2)



Ilustración 1. Instalación de Transformador de 75 kVA en TUTO.



Ilustración 2. Montaje de Postes.

### **6.2.6 Informes finales**

En la entrega de los informes finales se encuentran las memorias de cálculo para el desarrollo del artículo 10.1 del RETIE y los planos eléctricos finales aprobados por EPM, y acorde a cómo se está.

En las memorias de cálculo está incluido el cuadro de cargas, los calculo de regulación, el cálculo de la capacidad del transformador, selección de conductores, análisis de nivel de riesgo, entre otros.

En cuanto a los planos, fueron entregados los planos eléctricos de redes de distribución y alumbrado público con su respectivo diagrama unifilar

## **6.3 CARGA INSTALADA**

Los cuadros de carga son una parte vital en cualquier proyecto eléctrico, en ellos se muestra detalladamente la información referente a cargas eléctricas (por circuito, por fase y totales), capacidad de las protecciones, calibre de los conductores, número de circuitos y descripción de las cargas que maneja cada uno, para un tablero eléctrico en particular, o para toda la instalación.

### **6.3.1 Cuadros de cargas**

Para el proyecto denominado Loteo Salamanca, se proyecta la alimentación en una subestación tipo poste de 75 kVA, esta información fue obtenida a partir de la normatividad del operador de red, se proyecta un punto de medida en el cual se instalará el alumbrado público. Este proyecto va hasta la protección inmediatamente después de dicho medidor y hasta las cajas porta borneras ubicadas en los postes.

En la tabla 2 se muestran el cuadro de cargas a utilizar, en él se incluyó las cargas eléctricas totales para el transformador y las cargas totales por ramal. Este se puede encontrar en el plano y en las memorias de cálculo de la instalación.

TABLA 2. CUADRO DE CARGAS LOTEO SALAMANCA.

Para el calculo de la carga demandada se tuvo en cuenta la tabla de la norma RA8-009 de zona de demanda EPM												
CUADRO DE CARGAS Y CALCULOS												
Clima frio estrato Residencial 3												
Trafo N°	KVA	N°. Instal	KVA/Total	% Carga	% de regulacion -Ramales secundarios en cable AL, TIPLEX							
					Tramo	Dist(m)	N°. Inst.	KVA/Tramo	Conductor	%Reg/Tramo	%Reg/Ramal	Corriente (A)
1	75	92 RES	63,6 kVA RESIDEN + 1 kVA ALUMB PUBLICO	86.13	TRF-P1	3	92 RES	63.6	2N°1/0+1N°2 Cu	0.13	TRF-P1-P2- P3-P4-P5- P6: 3%	265
					P1-P2	20	41 RES	31.47	Triplex 4/0 AL	0.72		131
					P2-P3	28	39 RES	30.21	Triplex 4/0 AL	0.97		126
					P3-P4	23	26 RES	22.04	Triplex 4/0 AL	0.58		92
					P4-P5	27	20 RES	18.28	Triplex 4/0 AL	0.54		76
					P5-P6	10	10 RES	12.08	Triplex 4/0 AL	0.10		50
					P3-P7	9	6 RES	9.68	Triplex 2 AL	0.31	TRF-P3-P7: 2,15%	40
					TRF-P8	9	5 RES	9.09	Triplex 2 AL	0.30	TRF-P1-P8: 0,43%	38
					TRF-P9	20	40 RES	30.84	Triplex 4/0 AL	0.71	TRF-P1-P9- P10-P11:	129
					P9-P10	35	34 RES	27.06	Triplex 4/0 AL	1.10	2,18%	113
					P10-P11	15	14 RES	14.54	Triplex 4/0 AL	0.23	2,34%	61
					P10-P12	14	11 RES	12.69	Triplex 1/0 AL	0.41	TRF-P1-P9- P10-P12: 2,34%	53
		TRF-P1 CONT-P1			10	10 AL PUB	1	2N°8+1N°8 Cu	0.074	TRF-P1- CONT-P1-P2- P3-P4-P5- P6: 0,47%	4	
		P1-P2-P3-P4- P5-P6			108	5 AL PUB	0.5	Triplex 6 AL	0.390	2		
		P1-P8-P9- P10-P11- P12			79	5 AL PUB	0.5	Triplex 6 AL	0.293	TRF-P1- CONT-P1-P9- P10-P11: 0,37%	2	

Las memorias de cálculo se desarrollan de acuerdo con los parámetros establecidos por el operador de red, así:

- De acuerdo con la tabla de demanda diversificada de EPM (Norma: RA8-009) para una cantidad de 92 usuarios residenciales en condición estrato 3, la capacidad adecuada para el transformador son **75 kVA**.
- De acuerdo con la RA8-001 para un transformador monofásico de 75 kVA se utiliza un barraje **4xNo.1/0+2xNo.2 AWG Cu THHN/THWN** con condiciones al aire libre.
- En el cuadro de cargas se evidencia el cumplimiento de la regulación, donde se puede verificar que el porcentaje de regulación es inferior al 3% por lo que está dentro de los parámetros permitidos por norma.

#### 6.4 ANALISIS DE CORTO CIRCUITO

Para calcular la corriente de cortocircuito se utilizó la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{kVA}{kV * Z\%}$$

Donde:

*kVA* = Potencia nominal del transformador

*kV* = Nivel de tensión en el secundario del transformador

$Z\%$  = Impedancia del transformador

De esta expresión se obtiene una corriente de cortocircuito igual a 9.2 kA; Por lo tanto, las protecciones deben tener una capacidad de corriente de cortocircuito de 15 kA mínimo.

## **6.5 ANALISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELECTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLO**

El riesgo eléctrico se produce en toda tarea que implique actuaciones sobre instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de aparatos eléctricos en entornos para los cuales no han sido diseñados.

- **CHOQUE ELÉCTRICO** por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo) o con las masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- **QUEMADURAS** por choque eléctrico o por arco eléctrico.
- **CAÍDAS O GOLPES** producidos como consecuencia del choque o arco eléctrico.
- **INCENDIOS O EXPLOSIONES** originadas por la electricidad.

Los análisis realizados en las matrices de riesgo, se pueden encontrar en el anexo B, sección 6.

## **6.6 CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN POSTE**

Se caracterizó el terreno por medio del software, bajo el modelo securitario IEEE Std. 80-2000, dando como resultado la siguiente estratificación:

$$\rho_1 = 80.6 [\Omega \cdot m]$$

$$\rho_2 = 60.8 [\Omega \cdot m]$$

$$h = 1,0 [m]$$

Donde,

$\rho_{s1}$ : Resistividad de la capa superior

$\rho_{s2}$ : Resistividad de la capa inferior

**h**: Altura de la capa superior

El modelo empleado para el diseño de puesta tierra fue obtenido de la norma técnica de EPM RA6-010, que es la encargada de determinar los requisitos y criterios para la adecuación, instalación y equipotencialización de la puesta a tierra en postes y estructuras metálicas, que soportan las redes de distribución de energía en media y baja tensión.

Esta norma establece las configuraciones básicas de puesta a tierra a emplearse en el sistema con el fin de cumplir las exigencias del RETIE, garantizando la seguridad de las personas y que se obtenga una resistencia de puesta a tierra adecuada de acuerdo a la resistividad que posea el terreno.

La tabla presenta las diferentes configuraciones de puesta a tierra para subestaciones tipo poste en función de la resistividad del suelo:

TABLA 3. CONFIGURACIONES DE PUESTA A TIERRA SEGÚN NORMA RA6-010 DE EPM

**Tabla 1.**  
Configuraciones básicas de puesta a tierra en función de la resistividad del suelo

No	Configuración	Rpt	Resistividad (Ohmios-metro)														
			100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1400	1800	2000	
1		0.13*p	13	26													
2		0.12*p	12	24	36												
3		0.112*p	11	22	34	45	56	67									
4		0.096*p	10	19	29	38	48	58	67								
5		0.084*p	8	17	25	34	42	50	59	67	76						
6		0.076*p	8	15	23	30	38	46	53	61	68	76	84				
7		0.07*p	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	98			
8		0.08*p	8	16	24	32	40	48	56	64							
9		0.063*p	6	13	19	25	32	38	44	50	57	63					
10		0.0537*p	5	11	16	21	27	32	38	43	48	54	59	75			
11		0.047*p	5	9	14	19	24	28	33	38	42	47	52	66	71	75	94

De la Tabla 12 se selecciona la configuración número 2, la cual, debido al valor calculado de resistividad del terreno ( $60.8 \Omega m$ ), tiene un valor de resistencia de puesta a tierra igual a  $7.3 \Omega$ .

Para el sistema de puesta a tierra se emplearán conductores **N°4 AWG y varillas Cooperwell de 5/8" de diámetro, por 2400 mm de largo.**

El primer anillo se deberá hacer a 90 cm desde la base del poste, y el segundo anillo se realizará a 1.5 m desde la misma referencia; los electrodos y conductores deberán enterrarse a una profundidad de 20 cm.

La Tabla 13 (tabla 15.1 del RETIE) presenta los valores de referencia para resistencia de puesta a tierra, los cuales son valores deseables, pero no son de obligatorio cumplimiento, son solo de referencia.

*TABLA 4. VALORES DE REFERENCIA PARA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA*

APLICACIÓN	VALORES MAXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda.	20 $\Omega$
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 $\Omega$
<b>Subestaciones de media tensión.</b>	<b>10 <math>\Omega</math></b>
Protección contra rayos.	10 $\Omega$
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 $\Omega$
Redes para equipos electrónicos o sensibles.	10 $\Omega$

**NOTA:** El sistema de puesta a tierra de la subestación tipo poste debe ir equipotencializado con el sistema de puesta a tierra del SPE de los edificios cuya alimentación eléctrica tenga como origen un mismo transformador.

Otro factor que se debe considerar es el hecho de que la subestación tipo poste va a ser parte del circuito de media tensión de EPM y al ser éste un sistema multiaterrizado, la seguridad eléctrica del Urbanismo Loteo Salamanca aumentará. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que en el capítulo 15.1, literal y del RETIE, se exige interconectar todas las puestas a tierra diseñadas para cada aplicación particular que se encuentren en un mismo sitio.



## 6.7 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

En el RETIE, Actualización del 30 de agosto del 2013, en la Tabla 13.7 se definen las distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna, como se muestra a continuación:

TABLA 5. DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS CERCA DE PARTES ENERGIZADAS EN CORRIENTE ALTERNA

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

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

El nivel de tensión del proyecto de vivienda de interés Prioritario LOTE0 SALAMANCA es de 240 V, para el cual se define un límite de distancia libre para el elemento energizado expuesto de 1 m frontal. La ubicación adoptada para los tableros de distribución proyectados (elementos energizados con este nivel de tensión) cumple con la distancia exigida por este reglamento.

## 7. CONCLUSIONES

- Las normas y reglamentos nacionales deben ser cuidadosamente estudiados y analizados buscando una adaptación eficiente y segura para el buen funcionamiento del diseño a realizar.
- Para iniciar un proceso de diseño de instalaciones eléctricas residencial, es necesario conocer conceptos y bases teóricas/ practicas sencillas que nos ayuden a comprender mejor este proceso.
- Los diferentes cálculos, cuadros de cargas y planos eléctricos permitieron una óptima realización de las memorias de cálculo, evitando riesgos eléctricos.

## 8. REFERENCIAS

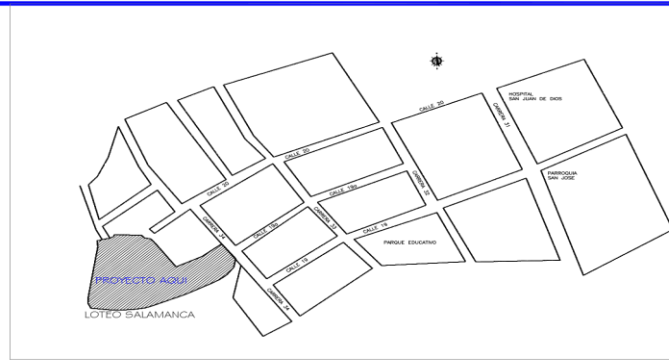
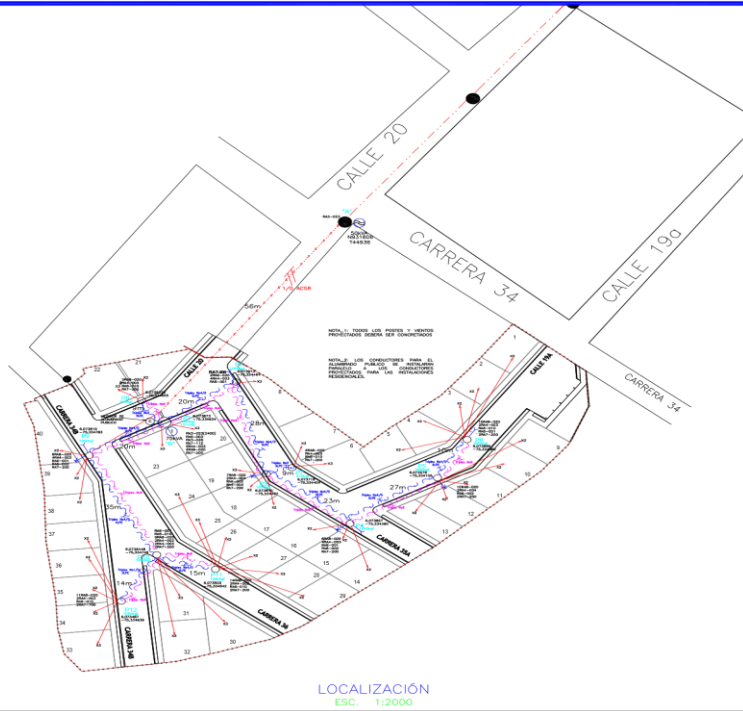
[1] Autor, Ministerio de Minas y Energía, agosto 30 de 2013 Anexo general Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, descargado de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+a+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>

[2] Autor, Luis Ernesto Mejía Castro, marzo 2006, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas; descargado de [http://www.upme.gov.co/docs/cartilla\\_retie.pdf](http://www.upme.gov.co/docs/cartilla_retie.pdf)

[3] Autor, Certicol, (s.f), Inspección de Instalaciones Eléctricas, descargado <http://www.certicolas.com/index.php/9-servicios-certicol/15-inspeccion-de-instalaciones-para-uso-final-de-energia-electrica>

[4] Autor, Unipamponaingelectrica, junio 2014, NTC 2050, descargado de <https://instalacioneselectricasmdmr.wordpress.com/2014/06/10/ntc-2050/>.

# ANEXO A. PLANO ELECTRICO APROBADO POR EPM.

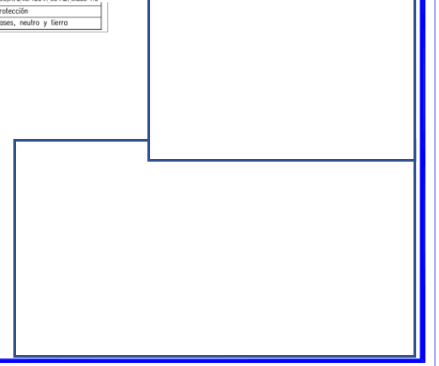
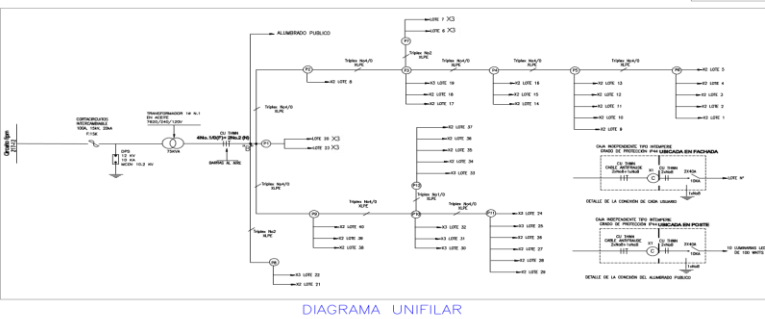
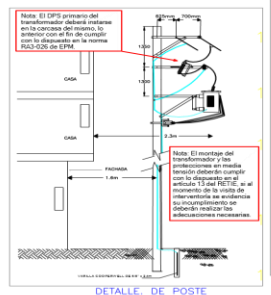
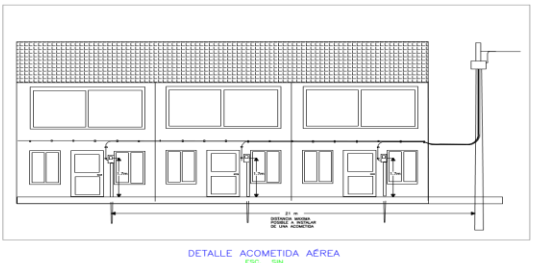
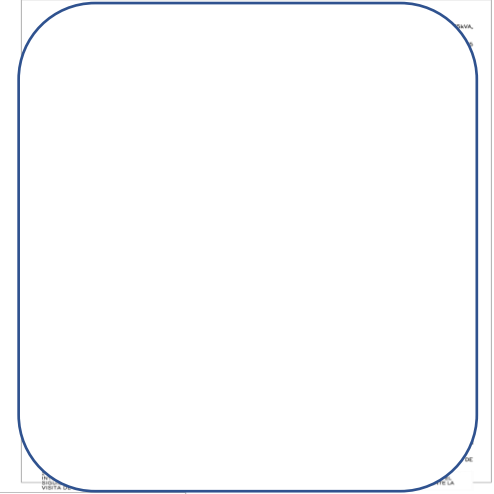


Para el cálculo de la carga demandada se tuvo en cuenta la tabla de la norma RAM-G09 de zona de demanda EPM

CUADRO DE CARGAS Y CALCULOS					
Clima frío estrato Residencial 3					
Tramo N°	KVA	N°. Instal	KVA/instal	KVA/Total	% Carga
1	75	92 RESIDENCIAL + 1 ALLUMB PUBLICO	63,6kVA RESIDEN + 1 kVA AL PUBLICO	64,6	86,1333

% de regulación - Ramales secundarios en cable AL TIPLEX					
Tramo	Dis(m)	N°. Inst.	KVA/Tramo	Conductor	%Reg/Tramo
TRF-P1	3	92 RES	63,6	2N° 3/0 Cu	0,13
P1-P2	20	41 RES	31,47	Triplex 4/0 AL	0,72
P2-P3	28	30 RES	30,21	Triplex 4/0 AL	0,97
P3-P4	23	26 RES	22,04	Triplex 4/0 AL	0,58
P4-P5	27	20 RES	18,28	Triplex 4/0 AL	0,56
P5-P6	10	10 RES	12,08	Triplex 4/0 AL	0,13
P3-P7	9	6 RES	9,68	Triplex 2 AL	0,31
TRF-P8	9	5 RES	9,09	Triplex 2 AL	0,3
TRF-P9	20	40 RES	30,84	Triplex 4/0 AL	0,71
P9-P10	35	34 RES	27,06	Triplex 4/0 AL	1,1
P10-P11	15	14 RES	14,54	Triplex 4/0 AL	0,23
P10-P12	14	11 RES	12,69	Triplex 1/0 AL	0,41
P1-CONT-P1	10	10 AL PUB	1	2xN°8+1 N°8 Cu	0,0742
P1,P2,P3,P4,P5,P6	108	5 AL PUB	0,5	Triplex 6 AL	0,39
P1,P8,P9,P10,P11,P12	79	5 AL PUB	0,5	Triplex 6 AL	0,29



ANEXO B. MEMORIAS DE CALCULO.

Contenido

1. CONDICIONES GENERALES .....	30
2. ANÁLISIS DE CUADROS DE CARGAS.....	31
3. ANÁLISIS Y COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO .....	32
4. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO.....	32
5. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGOS POR RAYOS Y SUS MEDIDAS PARA MITIGARLOS.....	32
6. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y SUS MEDIDAS PARA MITIGARLOS.....	32
7. ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSION REQUERIDO.....	41
8. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	41
9. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES.....	41
10. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	41
11. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES.....	43
12. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.....	43
13. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS DE SUJECIÓN.....	44
14. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	44
15. CÁLCULO DE CANALIZACIONES.....	44
16. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA.....	44
17. CÁLCULO DE REGULACIÓN.....	44
18. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.....	44
19. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES.....	44
20. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS PARA CONSTRUCCIÓN.....	44
21. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS.....	45

22. DISTANCIAS DE SEGURIDAD..... 45

23. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC2050..... 45

# 1. CONDICIONES GENERALES

---

El objetivo fundamental de este documento es establecer condiciones para que las instalaciones eléctricas del proyecto de interés prioritario “LOTEO SALAMANCA” sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones civiles, mecánicas y de fabricación de equipos.

Estas especificaciones intentan reseñar los materiales, equipos, mano de obra y servicios necesarios para la ejecución total de las obras eléctricas y afines. Junto con los planos eléctricos, forman parte integral y complementaria de la documentación relacionada con la ejecución de los Sistemas Eléctricos y Afines.

Para el diseño, estudio y análisis del presente documento se toman como principales referencias los siguientes documentos:

- Norma Técnica Colombiana NTC 2050 “Código Eléctrico Colombiano”.
- RETIE “Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas”, Actualización del 30 de agosto de 2013.
- Normas Técnicas del operador de red, EPM.

Para el proyecto denominado, se proyecta la alimentación en una subestación tipo poste de 75 kVA, esta información fue obtenida a partir de la normatividad del operador de red, se proyecta un punto de medida en el cual se instalará el alumbrado público. Este proyecto va hasta la protección inmediatamente después de dicho medidor y hasta las cajas porta borneras ubicadas en los postes.

## 2. ANÁLISIS DE CUADROS DE CARGAS

Para el calculo de la carga demandada se tuvo en cuenta la tabla de la norma RA8-009 de zona de demanda EPM												
CUADRO DE CARGAS Y CALCULOS												
Clima frio estrato Residencial 3												
Trafo N°	KVA	N°. Instal	KVA/Total	% Carga	% de regulacion -Ramales secundarios en cable AL, TIPLEX							
					Tramo	Dist(m)	N°. Inst.	KVA/Tramo	Conductor	%Reg/Tramo	%Reg/Ramal	Corriente (A)
1	75	92 RES	63,6 kVA RESIDEN + 1 kVA ALUMB PUBLICO	86.13	TRF-P1	3	92 RES	63.6	2N°1/0+1N°2 Cu	0.13	TRF-P1-P2- P3-P4-P5- P6: 3%	265
					P1-P2	20	41 RES	31.47	Triplex 4/0 AL	0.72		131
					P2-P3	28	39 RES	30.21	Triplex 4/0 AL	0.97		126
					P3-P4	23	26 RES	22.04	Triplex 4/0 AL	0.58		92
					P4-P5	27	20 RES	18.28	Triplex 4/0 AL	0.54		76
					P5-P6	10	10 RES	12.08	Triplex 4/0 AL	0.10		50
					P3-P7	9	6 RES	9.68	Triplex 2 AL	0.31	TRF-P3-P7: 2,15%	40
					TRF-P8	9	5 RES	9.09	Triplex 2 AL	0.30	TRF-P1-P8: 0,43%	38
					TRF-P9	20	40 RES	30.84	Triplex 4/0 AL	0.71	TRF-P1-P9- P10-P11: 2,18%	129
					P9-P10	35	34 RES	27.06	Triplex 4/0 AL	1.10	113	
					P10-P11	15	14 RES	14.54	Triplex 4/0 AL	0.23	61	
					P10-P12	14	11 RES	12.69	Triplex 1/0 AL	0.41	TRF-P1-P9- P10-P12: 2,34%	53
		TRF-P1 CONT-P1			10	10 AL PUB	1	2N°8+1N°8 Cu	0.074	TRF-P1- CONT-P1-P2	4	
		P1-P2-P3-P4- P5-P6			108	5 AL PUB	0.5	Triplex 6 AL	0.390	P3-P4-P5- P6: 0,47%	2	
		P1-P8-P9- P10-P11- P12			79	5 AL PUB	0.5	Triplex 6 AL	0.293	TRF-P1- CONT-P1-P9- P10-P11: 0,37%	2	

Las memorias de cálculo se desarrollan de acuerdo con los parámetros establecidos por el operador de red:

- De acuerdo con la tabla de demanda diversificada de EPM (Norma: RA8-009) para una cantidad de 92 usuarios residenciales en condición estrato 3, la capacidad adecuada para el transformador son **75 kVA**.
- De acuerdo con la RA8-001 para un transformador monofásico de 75 kVA se utiliza un barraje **4xNo.1/0+2xNo.2 AWG Cu THHN/THWN** con condiciones al aire libre.
- En el cuadro de cargas se evidencia el cumplimiento de la regulación, donde se puede verificar que el porcentaje de regulación es inferior al 3% por lo que está dentro de los parámetros permitidos por norma.

### 3. ANÁLISIS Y COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

---

Este ítem no aplica.

### 4. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO.

---

Para calcular la corriente de cortocircuito se utilizó la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{kVA}{kV * Z\%}$$

Donde:

$kVA$  = Potencia nominal del transformador

$kV$  = Nivel de tensión en el secundario del transformador

$Z\%$  = Impedancia del transformador

De esta expresión se obtiene una corriente de cortocircuito igual a 9.2 kA; Por lo tanto, las protecciones deben tener una capacidad de corriente de cortocircuito de 15 kA mínimo.

### 5. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGOS POR RAYOS Y SUS MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

---

Este ítem no aplica.

### 6. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y SUS MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

---



**FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS**

**POSIBLES CAUSAS:** Se pueden presentar quemaduras debido a manipulación inadecuada de elementos de medida, malos contactos y cortocircuitos

**MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Utilizar elementos de protección acorde al riesgo, mantener las distancias de seguridad y materiales resistentes al arco eléctrico

RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras por Arcos Eléctrico (al) o (en)		Gabinetes y tableros						
		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE			
POTENCIAL		REAL		FRECUENCIA						
<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		E	D	C	B	A		
En personas		Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
CONSENCIAS	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: \_\_\_\_\_ MP: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**FACTOR DE RIESGO POR EQUIPO DEFECTUOSO**

POSIBLES CAUSAS: Se pueden presentar quemaduras y electrocución por mal mantenimiento y mal uso de equipos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar elementos de protección personal y ejecutar planes de mantenimiento

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución y quemaduras por Equipo defectuoso (al) o (en)				áreas de trabajo y producción									
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)					FUENTE				
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>				REAL <input type="checkbox"/>					FRECUENCIA				
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la Empresa	B Sucede varias veces al año en la Empresa	A Sucede varias veces al mes en la Empresa				
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO				
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO				
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO				
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO				
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción E1	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO				
Evaluador:	MP:				FECHA:									

**FACTOR DE RIESGO POR TENSION DE PASO**

POSIBLES CAUSAS: Se pueden presentar electrocución debido a fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución por Tensión de paso (al) o (en)		Conductores y equipos		FUENTE					
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FRECUCENCIA					
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL	<input type="checkbox"/>							
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos, Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador: _____		MP: _____		FECHA: _____						

**FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO**

<b>POSIBLES CAUSAS:</b> Se pueden presentar electrocución debido a fallas a tierra.
<b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN:</b> Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución por Tensión de contacto (al) o (en)		Gabinetes y tableros							
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE					
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA						
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	
Evaluador: _____		MP: _____		FECHA: _____						

**FACTOR DE RIESGO POR SOBRECARGA**

POSIBLES CAUSAS: Se pueden presentar incendios por mala conexión de conductores y equipos, por conductores y protecciones mal dimensionadas.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Usar protecciones y conductores dimensionados de forma adecuada, conexiones de equipos bien aseguradas

RIESGO A EVALUAR:		Incendio		por		Sobrecarga		(al) o (en)		Conductores, y/o equipos	
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE	
POTENCIAL		<input checked="" type="checkbox"/>		REAL		<input type="checkbox"/>		FRECUENCIA			
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO		
Evaluador: _____		MP: _____		FECHA: _____							

**FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO**

POSIBLES CAUSAS: Se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Garantizar equipotencialidad, ejecutar planes de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, usar elementos de protección personal

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución por Contacto indirecto (al) o (en) _____		Gabinetes y tableros							
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE			
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA						
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: \_\_\_\_\_ MP: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**FACTOR DE RIESGO POR CORTOCIRCUITO**

POSIBLES CAUSAS: Se puede presentar quemaduras y electrocución por fallas de aislamiento, por personal técnico mal preparado y por equipos defectuosos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Dimensionamiento adecuado de las protecciones, uso de elementos de protección personal, ejecución de planes de mantenimiento.

RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras y electrocución		por	Cortocircuitos		(al) o (en)	Conductores y/o equipos			
		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE			
POTENCIAL		<input checked="" type="checkbox"/>		REAL		<input type="checkbox"/>		FRECUENCIA			
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	
Evaluador:		MP:			FECHA:						

**FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO DIRECTO**

POSIBLES CAUSAS: Se pueden presentar electrocución por negligencia de técnicos o porque están mal preparados.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Verificar ausencia de tensión, usar señalización adecuada, utilizar elementos de protección personal.

RIESGO A EVALUAR:		Electrocución		por		Contacto directo		(al) o (en)		conductores y/o equipos							
		EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE									
POTENCIAL		X		REAL		□		FRECUENCIA									
				En la imagen de la empresa				E		D		C		B		A	
								No ha ocurrido en el sector		Ha ocurrido en el sector		Ha ocurrido en la Empresa		Sucede varias veces al año en la Empresa		Sucede varias veces al mes en la Empresa	
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales														
	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: \_\_\_\_\_ MP: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	<b>Inadmisibles para trabajar.</b> Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo.  Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	<b>Minimizarlo.</b> Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP.  Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	<b>Aceptarlo.</b> Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).  Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	<b>Asumirlo.</b> Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP.  No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué puede salir mal o fallar?</li> <li>• ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle?</li> <li>• ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?</li> </ul>
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

**Tabla 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo**



## 7. ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO.

---

La tensión de los equipos y luminarias utilizados en el proyecto LOTE O SALAMANCA se encuentra en el rango de 240 – 120V, por lo tanto, la alimentación de estos será desde un transformador monofásico cuyo nivel de tensión es 7.6 /0.240/0.120 kV.

## 8. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

---

En este caso no se generarán tensiones de valores tales que puedan presentar campos de magnetismo considerable, teniendo en cuenta que los niveles de Alta Tensión son los equivalentes a 115 KV, los de Media tensión son los de 34.5 y 13.2 KV. Por otra parte, en el caso de las redes de baja tensión, estas se instalan con chaquetas aislantes y dentro de gabinetes metálicos que atenúan aún más los campos electromagnéticos. Este ítem no aplica.

## 9. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES.

---

El dimensionamiento se puede observar en el plano de Diagrama Unifilar y los Cuadros de Carga del proyecto.

## 10. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

---

### ***Cálculo de la resistencia de puesta a tierra puesta a tierra en poste***

Se caracterizó el terreno por medio del software, bajo el modelo securitario IEEE Std. 80-2000, dando como resultado la siguiente estratificación:

$$\rho_1 = 80.6 [\Omega \cdot m]$$

$$\rho_2 = 60.8 [\Omega \cdot m]$$

$$h = 1,0 [m]$$

Donde,

$\rho_{s1}$ : Resistividad de la capa superior

$\rho_{s2}$ : Resistividad de la capa inferior












$h$ : Altura de la capa superior

El modelo empleado para el diseño de puesta tierra fue obtenido de la norma técnica de EPM RA6-010, que es la encargada de determinar los requisitos y criterios para la adecuación, instalación y equipotencialización de la puesta a tierra en postes y estructuras metálicas que soportan las redes de distribución de energía en media y baja tensión.

Esta norma establece las configuraciones básicas de puesta a tierra a emplearse en el sistema con el fin de cumplir las exigencias del RETIE, garantizando la seguridad de las personas y que se obtenga una resistencia de puesta a tierra adecuada de acuerdo a la resistividad que posea el terreno.

La tabla presenta las diferentes configuraciones de puesta a tierra para subestaciones tipo poste en función de la resistividad del suelo:

**Tabla 1.**  
Configuraciones básicas de puesta a tierra en función de la resistividad del suelo

No	Configuración	Rpt	Resistividad (Ohmios-metro)															
			100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1400	1500	1600	2000	
1		0.13*p	13	26														
2		0.12*p	12	24	36													
3		0.112*p	11	22	34	45	56	67										
4		0.096*p	10	19	29	38	48	58	67									
5		0.084*p	8	17	25	34	42	50	59	67	76							
6		0.076*p	8	15	23	30	38	46	53	61	68	76	84					
7		0.07*p	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	98				
8		0.08*p	8	16	24	32	40	48	56	64								
9		0.063*p	6	13	19	25	32	38	44	50	57	63						
10		0.0537*p	5	11	16	21	27	32	38	43	48	54	59	75				
11		0.047*p	5	9	14	19	24	28	33	38	42	47	52	66	71	75	94	

De la Tabla 1 se selecciona la configuración número 2, la cual, debido al valor calculado de resistividad del terreno ( $60.8 \Omega m$ ), tiene un valor de resistencia de puesta a tierra igual a  $7.3 \Omega$ .

Para el sistema de puesta a tierra se emplearán conductores N°4 AWG y varillas coperwell de 5/8" de diámetro, por 2400 mm de largo.

El primer anillo se deberá hacer a 90 cm desde la base del poste, y el segundo anillo se realizara a 1.5 m desde la misma referencia; los electrodos y conductores deberán enterrarse a una profundidad de 20 cm.

La Tabla 3 (tabla 15.1 del RETIE) presenta los valores de referencia para resistencia de puesta a tierra, los cuales son valores deseables, pero no son de obligatorio cumplimiento, son solo de referencia.

Tabla 2. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

APLICACIÓN	VALORES MAXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda.	20 $\Omega$
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 $\Omega$
<b>Subestaciones de media tensión.</b>	<b>10 <math>\Omega</math></b>
Protección contra rayos.	10 $\Omega$
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 $\Omega$
Redes para equipos electrónicos o sensibles.	10 $\Omega$

**NOTA:** El sistema de puesta a tierra de la subestación tipo poste debe ir equipotencializado con el sistema de puesta a tierra del SPE de los edificios cuya alimentación eléctrica tenga como origen un mismo transformador.

Otro factor que se debe considerar es el hecho de que la subestación tipo poste va a ser parte del circuito de media tensión de EPM y al ser éste un sistema multiaterrizado, la seguridad eléctrica del Urbanismo Loteo Salamanca aumentará. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que en el capítulo 15.1, literal y del RETIE, se exige interconectar todas las puestas a tierra diseñadas para cada aplicación particular que se encuentren en un mismo sitio.

## 11. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES.

Para el cálculo de conductores se tendrá en cuenta los siguientes parámetros de diseño acorde a lo consignado en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y la Norma Técnica Colombiana NTC 2050:

**Regulación de Tensión:** para el circuito ramal <3%, desde el alimentador principal hasta la salida más lejana <5%.

**Tipo de Acometidas:** 1F, 3H

**Tensión de servicio B.T:** 240-120V

**Potencia de las cargas**

**F.P. de las cargas:** se asume un factor de potencia de 0.95 para las cargas residenciales.

**Conductor de puesta a tierra de equipos:**

Para el medidor de alumbrado público se selecciona según la tabla 250-95 de la NTC 2050.

Para los conductores de puesta a tierra de los postes, se selecciona dando cumplimiento al artículo 6, apartado a de la norma RA6-010

**Acometidas, alimentadores y circuitos ramales:** los conductores de acometidas, alimentadores y circuitos ramales se seleccionará de acuerdo con la tabla 310-16 de la NTC 2050.

## 12. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.

Para los circuitos ramales proyectados, se visualiza en los cuadros de carga cada una de las corrientes calculadas para cada alimentador y se evidencia que los conductores seleccionados para cada uno de los alimentadores, están acordes con la capacidad de carga de los calibres seleccionados.

### 13. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS DE SUJECCIÓN.

---

Este ítem no aplica.

### 14. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.

---

Este ítem no aplica.

### 15. CÁLCULO DE CANALIZACIONES.

---

Este ítem no aplica.

### 16. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA.

---

Este ítem no aplica.

### 17. CÁLCULO DE REGULACIÓN.

---

Este análisis se observa en los cuadros de cargas mostrados en el numeral 2.

### 18. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

---

Para este proyecto no aplica éste entregable.

### 19. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES.

---

Los diagramas unifilares de los tableros proyectados se encuentran en los planos que se entregan junto con este documento.

### 20. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS PARA CONSTRUCCIÓN.

---

Los planos con los diseños eléctricos correspondientes al proyecto se entregan junto con este documento.

## 21. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS.

Las especificaciones de construcción complementarias se encuentran en los informes que se entregan junto con este documento.

## 22. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

En el RETIE, Actualización del 30 de agosto del 2013, en la Tabla 13.7 se definen las distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna, como se muestra a continuación:

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

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

El nivel de tensión del proyecto de vivienda de interés Prioritario LOTE0 SALAMANCA es de 240 V, para el cual se define un límite de distancia libre para el elemento energizado expuesto de 1 m frontal. La ubicación adoptada para los tableros de distribución proyectados (elementos energizados con este nivel de tensión) cumple con la distancia exigida por este reglamento.

## 23. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC2050.

Este ítem no aplica.

## ANEXO C. INFORMES INTERVENTORIAS

**Anexo C.1. Informe primer interventoría.**

N° Transformador	KVA	Propietario	Requerimiento	Tipo trabajo
141472	50	Particular		
??Ω				
??Ω				
??Ω				

OK: Cumple, X: No cumple, NA:  
No aplica, NR: No revisado

Tipo de revisión	Descripción	Rev1	Rev2	Rev3	Rev4
Acometida	Conexión a la red secundaria trenzada, escalonada y encintada adecuadamente	OK			
Acometida	Si es en cable concéntrico, está fijado al poste	OK			
Conductores	La conexión a bornes secundarios con terminales de ojo o mordaza en trafos.	OK			
Conductores	La distribución de fases y neutros en ductos/canalizaciones adecuada.	OK			
Conductores	Calibres, aislamiento, material, cantidad y código de colores según lo autorizado por EPM	OK			
Conductores	Empalmes Cu-Cu, conectores en "C" de Cu. Prensados, encintados y calibre adecuado	OK			
Conductores	Empalmes Al-Cu, se uso gel retardante y conectores bimetálicos. Cumple RA8-035	OK			
Acometida	Ubicada según punto de conexión	OK			
Acometida	Bien figurada y asegurada. Incluye cortagoteras, cantidad adecuada de grapas	OK			
Acometida	Más de cuatro instalaciones posee gabinete	NA			
Documentación	Procedimiento control de riesgos	NR			
Documentación	Permiso de sevudumbre, de conexión a redes particulares o ambientales	NR			
Documentación	Declaración RETIE	NR			
Documentación	Dictamen RETIE	NR			
Documentación	Certificación zona de alto riesgo (si se evidencia riesgos naturales)	NR			
Documentación	Ley 1228 de 2008 (gestionar el permiso con la autoridad competente)	NA			
Ductos metálicos	Material TMG-IMC, diametro y cantidad acorde al proyecto. Está asegurado.	NA			
Ductos metálicos	El bajante tiene marcado el número y la capacidad del trafo (MT)	NA			
Ductos metálicos	Si hay alimentación principal y de respaldo, Diferencia los bajantes. (MT)	NA			
Ductos metálicos	Boquilla o capacete según proyecto	NA			
Ductos metálicos	Equipotencializado y tiene las franjas naranjas min 10cm, tipo interperie	NA			
Ductos metálicos	En MT tienen señalización advirtiendo el nivel de tensión y riesgo electrico	NA			
Ductos metálicos	Caja metálica. Dimensiones según diseño, señalizada, con posibilidad de tomillo EP	NA			
Ductos metálicos	Accesorios de acople adecuados (tuerca y contratuerca) en armarios	NA			
Gabinete/caja	Cumple espacios de trabajo según RA8-014 y no obstruye el tránsito peatonal	OK			
Gabinete/caja	El gabinete ubicado acorde a la cantidad de medidores según RA8-012	NA			
Gabinete/caja	Las puertas abren min 90° y cada puerta no mide mas de 90cm	NA			
Gabinete/caja	El gabinete está rotulado según RA8-012, (lcc, V, In, fases, hilos, IP, fabricante, tipo)	OK			
Gabinete/caja	Para más de 6 medidores, posee protección general adecuada	NA			



Tipo de revisión	Descripción	Rev1	Rev2	Rev3	Rev4
Gabinete/caja	posee frente muerto, tablero asegurado y las acometidas son visibles	OK			
Gabinete/caja	Barras de neutro y tierra aisladas del gabinete y equipotencializadas con el SPT.	OK			
Gabinete/caja	La cantidad de medidores es igual o menor a lo autorizado	OK			
Gabinete/caja	Conexión a los barrajes y al totalizador con terminal y elementos de fijación adecuados	OK			
Gabinete/caja	Barraje posee ducto independiente hasta el compartimiento de entrada y fijado adecuadamente	OK			
Gabinete/caja	Los calibres de las acometidas se ajustan a la capacidad autorizada por EPM	OK			
Gabinete/caja	Tiene portasellos para el tornillo EP y bisagras adecuadas según RA8-012	OK			
Gabinete/caja	Visores en vidrio templado o policarbonato, instalados con empaques según RA8-012	OK			
Gabinete/caja	Al exterior, altura de las protecciones están entre 0,8 m y 2 m	OK			
Gabinete/caja	Al interior, altura de las protecciones están entre 0,4 m y 2 m	NA			
Gabinete/caja	La altura del visor del medidor cumple RA8-012	OK			
Gabinete/caja	La apertura de la puerta del tablero no obstaculiza la evacuación	OK			
Gabinete/caja	No está en el ascenso de escalas, rampas o vías de circulación vehicular	OK			
Gabinete/caja	Los ductos están asegurados al tablero con los accesorios adecuados	NA			
Gabinete/caja	Medidores bifilares o bifásicos la señal del neutro viene desde el compartimiento sellable	OK			
Gabinete/caja	La altura es 1.7 m al visor, 1m en parcelaciones	OK			
Gabinete/caja	Acometida $\geq$ No. 4 AWG, medidor parrilla o trifásico, utilizó gabinete o caja tipo trifásica	NA			
Gabinete/caja	Está asegurada y no tiene perforaciones sin emplear, cumple con IP	OK			
Gabinete/caja	Si es en cable concéntrico, tiene pasacables	OK			
Gabinete/caja	En el compartimiento de medida no cruzan conductores diferentes a los de la acometida	OK			
Gabinete/caja	En zona urbana no está en poste, excepción autorizadas por EPM	OK			
Gabinete/caja	La chaqueta externa del cable está muy cerca a la bornera del medidor	OK			
Gabinete/caja	No se evidencian varias terminales sobrepuestas en un mismo punto	OK			
Gabinete/caja	Los tableros al exterior están empotrados en una estructura civil	NA			
Gabinete/caja	Las protecciones y registros (visor) están marcados y ordenados según la norma RA8-012	X			
Gabinete/caja	Dimensiones y ubicación de los compartimientos es la adecuada según RA8-012	OK			
Gabinete/caja	Los paneles en tableros cuando son modulares, están asegurados desde el interior.	NA			
Gabinete/caja	Otros aspectos no descritos- Ver observaciones. Cumple Norma RA8-020	OK			
Gabinete/caja	Otros aspectos no descritos- Ver observaciones. Cumple Norma RA8-012	OK			
Medida y protecciones	Calibración de Transformadores medida menor a 18 meses y medidor menor a 12 meses	OK			
Medida y protecciones	Rango Corriente, Tensión, Fases, Hilos y Clase adecuados	OK			
Medida y protecciones	Equipos conectados, asegurado e instalado adecuadamente, según RA8-030	OK			
Medida y protecciones	Si hay TC's o TP's la relación, la cantidad, lth, ldyn, Clase y Burden según diseño.	NA			
Medida y protecciones	Calibre, código colores, trayectoria y marcación en señales TCs y TP's cumplen RA8-012	NA			
Medida y protecciones	Bornera cortocircuitable es la adecuada según RA8-012 y está correctamente instalada	NA			
Medida y protecciones	Los TC's y/o TP's están asegurados, posee compartimiento independiente y tapa bloque	NA			
Medida y protecciones	Los medidores están asegurados ordenados de menor a mayor y de arriba abajo	OK			
Medida y protecciones	Medida en MT, alimenta primero a los TC's y luego a los TP's	NA			
Medida y protecciones	Capacidad de corriente de los interruptores es la adecuada - polos, lcc.	OK			
Medida y protecciones	Interruptor ajustable, no supera la I <sub>max</sub> (150% Corriente de diseño) y señalizado según RA8-012	OK			
Medida y protecciones	El medidor mide reactiva en cargas bifásicas, trifásicas o potencias instalables mayor a 15kVA	NA			

Tipo de revisión	Descripción	Rev1	Rev2	Rev3	Rev4
Medida y protecciones	La RCI posee medida semidirecta y protección magnética ajustado en valor adecuado	NA			
Protecciones en MT	Cortacircuitos cumplen con el diseño, fácil operación y instalados con soporte	OK			
Protecciones en MT	Puentes seguros, material, calibre y aislamiento adecuado.	NR			
Protecciones en MT	Fusibles según diseño, en trafos en pedestal los indica en la placa de características	NR			
Protecciones en MT	DPS, 10kA, 12 kV, 10.2 kV MCOV y se instalaron según norma EPM	X			
Protecciones en MT	Protecciones en cruceta volada, se instalaron dos crucetas con pieamigos	OK			
Transformador	Bujes protectores de vida silvestre se instalaron adecuadamente	X			
Protecciones en MT	Las pantallas de los cables monopolares están cortocircuitadas y equipotencializadas	NA			
Protecciones en MT	Las terminales preformadas del cable primario son del tipo adecuado (exterior/interior)	NA			
Protecciones en MT	Se verificó en el proyecto si se requiere el cambio de fusibles aguas arriba	NR			
Protecciones en MT	El cable primario fue chequeado por EPM	NA			
Puesta a tierra	Puente equipotencial según 250-95 en el gabinete /caja hermética o TGA para desentraliza	OK			
Puesta a tierra	El neutro primario está conectado a la MPT con soldadura exotermica, conector en "C"	OK			
Puesta a tierra	El conductor del electrodo PT es según NTC 2050 Tabla 250-94, y está en ducto	OK			
Puesta a tierra	El electrodo y el conector de puesta a tierra es el adecuado	NR			
Puesta a tierra	Las partes metálicas tienen conexión de PT y puentes equipotenciales	NR			
Puesta a tierra	La barra de puesta a tierra está aislada de la celda y está puesta a tierra	NR			
Puesta a tierra	Hay evidencias de existencia de una malla de puesta a tierra	NR			
Transformador	Los conductores en BT No tienen acercamiento a los bujes primarios del trafa	NR			
Distancias de seguridad	Distancias de seguridad según RETIE(Vertical, horizontal, entre redes diferentes)	NR			
Redes Aéreas	La red construida cumple las normas RA1,RA2 y RA3 de EPM	OK			
Redes Aéreas	Postes bien hincados, buen estado, posee placa características y cumplen con los kgf	X			
Redes Aéreas	La distancia entre postes es la adecuada	OK			
Redes Aéreas	Postes cuentan con PT, estructura metálica equipotencializada y franjas pintadas	X			
Redes Aéreas	Los vientos no están desplazados y cumplen con las normas RA6-001/002/003	NR			
Redes Aéreas	Vientos con aislador tipo tensor, dos entices, el guardacabos no está enterrado y posee ca	NR			
Redes Aéreas	En cable cubierto,retención con grapas preformadas y/o amarre.	NA			
Redes Aéreas	Red trifásica en cable cubierto, el neutro es tipo AWAC asegurado con grapa pistola	NA			
Redes Aéreas	En cable cubierto se uso aislador pin polimérico asegurado con amarres semiconductivos.	NA			
Redes Aéreas	Vanos > 250m en MT, se uso grapa tipo pistola y amortiguadores. RA6-019	NA			
Redes Aéreas	Puentes con doble conector, sin riesgos y escalonados para BT	OK			
Redes Aéreas	Red primaria por debajo de línea de transmisión, instaló la malla de protección. RA6-007	NA			
Redes Aéreas	Los empalmes en MTcon full tensión y la red está construida en el calibre adecuado.	NA			
Redes Aéreas	La fijación del espaciador si es con tuerca de ojo posee contratuerca	NA			
Redes Aéreas	En MT el herraje para adecuaciones en angulo tiene grapa (silleta) tipo suspensión	NA			
Redes Aéreas	La red tiene una flecha y tensión adecuada. Cumple distancia vertical RETIE	OK			
Redes Aéreas	Puentes asegurados, sin riesgo de acercamiento a estructuras	OK			
Redes Aéreas	Redes en cruceta volada, tienen doble cruceta y pieamigos	OK			
Redes Aéreas	La vegetación no interfiere con el cruce de la red	OK			
Transformador	Capacidad nominal y la relación de transformación según proyecto	OK			
Transformador	Tiene número de consecutivo. Si tiene mas de 4 meses, realizar pruebas (Megger)	X			



Tipo de revisión	Descripción	Rev1	Rev2	Rev3	Rev4
Transformador	Está asegurado en dos puntos de fijación, normas RA2-026/RA3-026	OK			
Transformador	Conexión al bajante de PT de la cuba, DPS, neutro secundario con conectores Cu tipo C	OK			
Transformador	El buje del neutro está solidamente PT con conductor según RETIE	OK			
Transformador	Si es de 150 KVA, peso es $\leq 700$ kg y la carga de ruptura poste es $\geq 750$ kgf	OK			
Transformador	Si es mayor a 25kVA el poste tiene una carga de ruptura $\geq 510$ kgf	OK			
Transformador	Los bujes secundarios están encintados con cinta autofundente y de vinilo.	OK			
Transformador	Instalación en soporte ("Tuto"), capacidad $\leq 75$ KVA, ruptura poste es $\geq 750$ kgf	OK			
Distancias de seguridad	Redes y conexiones con cubierta semiaislada. Distancia de seguridad mín 1.61 m	OK			
Transformador	En zona rural, la PT cumple con la norma RA6-010	OK			
Transformador	Las dimensiones, triturado, obra civil y cerramiento cumplen con RA8-015	NA			
Transformador	Si es $\geq 112.5$ KVA, tiene facil acceso (Montacargas-grua-equipo especial)	OK			

### Observaciones

1. Se verificó el transformador N° 141472 de 50 kVA cuenta con chequeos del 05 de enero de 2019 quiere decir que: "Por políticas de EPM y según lo establecido en la guía técnica colombiana para instalación de transformadores (GTC 49), no se podrán energizar los transformadores si ha transcurrido un periodo superior a los 4 meses posterior al chequeo de los mismos en fábrica. Por lo anterior, es necesario que el transformador instalado se realicen las pruebas de aislamiento y demás chequeos con un fabricante de transformadores. Lo cual podrá ser realizado en sitio.
2. Se debe retocar la pintura de las franjas en los postes.
3. El DPS del transformador no quedó instalado acorde a la norma RA3-026, razón por la cual será revisado en la próxima interventoría.
4. Aun esta pendiente por marcar el gabinete de alumbrado público con la nomenclatura, acorde a la norma RA8-012 de EPM, y con el fin de identificar los cables triplex que están apoyados sobre los postes, se hace necesario marcar el triplex en cada uno de los apoyos con una placa que identifique el alumbrado público (acrilico con texto en bajo a alto relieve)
5. Bajar las camisas de las vientos que queden tapando los guardacabos
6. se deben aplomar los postes marcados en el diseño como 7 y 11
7. Pendient validar retiros de seguridad y riesgo mecánico del triplex referente a las viviendas en construcción.
8. Esta pendiente por aplicar concreto a postes y vientos tal como quedó descrito en el diseño de redes.
<b>NOTA PARA EL INTERVENTOR: FALTA GEOREFRENCIAR LAS REDES</b>

#### (1) NOTA PARA SOLICITAR UNA NUEVA VISITA

Una vez se corrijan los inconvenientes aquí reportados y se requiera una visita de revisión de instalaciones (interventoría), es necesario comunicarse para cada cita con la línea de atención al cliente 4444115 y solicitar ingreso de un pedido de interventoría en el aplicativo (CRM), conexo al pedido de interventoría inicial; el agendamiento dado en la línea de atención al cliente es tentativo y depende de la agenda de cada región. Si tiene alguna inquietud al respecto, favor escribir al correo electrónico: [atc.oriente@epm.com.co](mailto:atc.oriente@epm.com.co).

¿Se midieron los activos?	Si:	No:X	N.A:
---------------------------	-----	------	------

## Anexo C.2. Informe segunda interventoría.

Tipo de revisión	Descripción	Rev1	Rev2	Rev3	Rev4
Acometida	Conexión a la red secundaria trenzada, escalonada y encintada adecuadamente	OK			
Acometida	Si es en cable concéntrico, está fijado al poste	OK			
Conductores	La conexión a bornes secundarios con terminales de ojo o mordaza en trafos.	OK			
Conductores	La distribución de fases y neutros en ductos/canalizaciones adecuada.	OK			
Conductores	Calibres, aislamiento, material, cantidad y código de colores según lo autorizado por EPM	OK			
Conductores	Empalmes Cu-Cu, conectores en "C" de Cu. Prensados, encintados y calibre adecuado	OK			
Conductores	Empalmes Al-Cu, se uso gel retardante y conectores bimetálicos. Cumple RA8-035	OK			
Acometida	Ubicada según punto de conexión	OK			
Acometida	Bien figurada y asegurada. Incluye cortagoteras, cantidad adecuada de grapas	OK			
Acometida	Más de cuatro instalaciones posee gabinete	NA			
Documentación	Procedimiento control de riesgos	NR	NR		
Documentación	Permiso de sevudumbre, de conexión a redes particulares o ambientales	NR	NR		
Documentación	Declaración RETIE	NR	NR		
Documentación	Dictamen RETIE	NR	NR		
Documentación	Certificación zona de alto riesgo (si se evidencia riesgos naturales)	NR	NR		
Documentación	Ley 1228 de 2008 (gestionar el permiso con la autoridad competente)	NA			
Ductos metálicos	Material TMG-IMC, diametro y cantidad acorde al proyecto. Está asegurado.	NA			
Ductos metálicos	El bajante tiene marcado el número y la capacidad del trafa (MT)	NA			
Ductos metálicos	Si hay alimentación principal y de respaldo, Diferencia los bajantes. (MT)	NA			
Ductos metálicos	Boquilla o capacete según proyecto	NA			
Ductos metálicos	Equipotencializado y tiene las franjas naranjas min 10cm, tipo interperie	NA			
Ductos metálicos	En MT tienen señalización advirtiendo el nivel de tensión y riesgo electrico	NA			
Ductos metálicos	Caja metálica. Dimensiones según diseño, señalizada, con posibilidad de tomillo EP	NA			
Ductos metálicos	Accesorios de acople adecuados (tuerca y contratuerca) en armarios	NA			
Gabinete/caja	Cumple espacios de trabajo según RA8-014 y no obstruye el tránsito peatonal	OK			
Gabinete/caja	El gabinete ubicado acorde a la cantidad de medidores según RA8-012	NA			
Gabinete/caja	Las puertas abren min 90° y cada puerta no mide mas de 90cm	NA			
Gabinete/caja	El gabinete está rotulado según RA8-012, (Icc, V, In, fases, hilos, IP, fabricante, tipo)	OK			
Gabinete/caja	Para más de 6 medidores, posee protección general adecuada	NA			

Tipo de revisión	Descripción	Rev1	Rev2	Rev3	Rev4
Gabinete/caja	posee frente muerto, tablero asegurado y las acometidas son visibles	OK			
Gabinete/caja	Barra de neutro y tierra aisladas del gabinete y equipotencializadas con el SPT.	OK			
Gabinete/caja	La cantidad de medidores es igual o menor a lo autorizado	OK			
Gabinete/caja	Conexión a los barrajes y al totalizador con terminal y elementos de fijación adecuados	OK			
Gabinete/caja	Barraje posee ducto independiente hasta el compartimiento de entrada y fijado adecuadamente	OK			
Gabinete/caja	Los calibres de las acometidas se ajustan a la capacidad autorizada por EPM	OK			
Gabinete/caja	Tiene portasellos para el tornillo EP y bisagras adecuadas según RA8-012	OK			
Gabinete/caja	Visores en vidrio templado o policarbonato, instalados con empaques según RA8-012	OK			
Gabinete/caja	Al exterior, altura de las protecciones están entre 0,8 m y 2 m	OK			
Gabinete/caja	Al interior, altura de las protecciones están entre 0,4 m y 2 m	NA			
Gabinete/caja	La altura del visor del medidor cumple RA8-012	OK			
Gabinete/caja	La apertura de la puerta del tablero no obstaculiza la evacuación	OK			
Gabinete/caja	No está en el ascenso de escalas, rampas o vías de circulación vehicular	OK			
Gabinete/caja	Los ductos están asegurados al tablero con los accesorios adecuados	NA			
Gabinete/caja	Medidores bifilares o bifásicos la señal del neutro viene desde el compartimiento sellable	OK			
Gabinete/caja	La altura es 1.7 m al visor, 1m en parcelaciones	OK			
Gabinete/caja	Acometida $\geq$ No. 4 AWG, medidor parrilla o trifásico, utilizó gabinete o caja tipo trifásica	NA			
Gabinete/caja	Está asegurada y no tiene perforaciones sin emplear, cumple con IP	OK			
Gabinete/caja	Si es en cable concéntrico, tiene pasacables	OK			
Gabinete/caja	En el compartimiento de medida no cruzan conductores diferentes a los de la acometida	OK			
Gabinete/caja	En zona urbana no está en poste, excepción autorizadas por EPM	OK			
Gabinete/caja	La chaqueta externa del cable está muy cerca a la bornera del medidor	OK			
Gabinete/caja	No se evidencian varias terminales sobrepuestas en un mismo punto	OK			
Gabinete/caja	Los tableros al exterior están empotrados en una estructura civil	NA			
Gabinete/caja	Las protecciones y registros (visor) están marcados y ordenados según la norma RA8-012	X	X		
Gabinete/caja	Dimensiones y ubicación de los compartimientos es la adecuada según RA8-012	OK			
Gabinete/caja	Los paneles en tableros cuando son modulares, están asegurados desde el interior.	NA			
Gabinete/caja	Otros aspectos no descritos- Ver observaciones. Cumple Norma RA8-020	OK			
Gabinete/caja	Otros aspectos no descritos- Ver observaciones. Cumple Norma RA8-012	OK			
Medida y protecciones	Calibración de Transformadores medida menor a 18 meses y medidor menor a 12 meses	OK			
Medida y protecciones	Rango Corriente, Tensión, Fases, Hilos y Clase adecuados	OK			
Medida y protecciones	Equipos conectados, asegurado e instalado adecuadamente, según RA8-030	OK			
Medida y protecciones	Si hay TC's o TP'S la relación, la cantidad, lth, ldy, Clase y Burden según diseño.	NA			
Medida y protecciones	Calibre, código colores, trayectoria y marcación en señales TCs y TP's cumplen RA8-012	NA			
Medida y protecciones	Bornera cortocircuitable es la adecuada según RA8-012 y está correctamente instalada	NA			
Medida y protecciones	Los TC's y/o TP's están asegurados, posee compartimiento independiente y tapa bloque	NA			
Medida y protecciones	Los medidores están asegurados ordenados de menor a mayor y de arriba abajo	OK			
Medida y protecciones	Medida en MT, alimenta primero a los TC's y luego a los TP's	NA			
Medida y protecciones	Capacidad de corriente de los interruptores es la adecuada - polos, lcc.	OK			
Medida y protecciones	Interruptor ajustable, no supera la I <sub>max</sub> (150% Corriente de diseño) y señalizado según RA8-012	OK			
Medida y protecciones	El medidor mide reactiva en cargas bifásicas, trifásicas o potencias instalables mayor a 15kVA	NA			

Tipo de revisión	Descripción	Rev1	Rev2	Rev3	Rev4
Medida y protecciones	La RCI posee medida semidirecta y protección magnética ajustado en valor adecuado	NA			
Protecciones en MT	Cortacircuitos cumplen con el diseño, fácil operación y instalados con soporte	OK			
Protecciones en MT	Puentes seguros, material, calibre y aislamiento adecuado.	NR	OK		
Protecciones en MT	Fusibles según diseño, en trafos en pedestal los indica en la placa de características	NR	OK		
Protecciones en MT	DPS, 10kA, 12 kV, 10.2 kV MCOV y se instalaron según norma EPM	X			
Protecciones en MT	Protecciones en cruceta volada, se instalaron dos crucetas con pieamigos	OK			
Transformador	Bujes protectores de vida silvestre se instalaron adecuadamente	X	OK		
Protecciones en MT	Las pantallas de los cables monopolares están cortocircuitadas y equipotencializadas	NA			
Protecciones en MT	Las terminales preformadas del cable primario son del tipo adecuado (exterior/interior)	NA			
Protecciones en MT	Se verificó en el proyecto si se requiere el cambio de fusibles aguas arriba	NR	NR		
Protecciones en MT	El cable primario fue chequeado por EPM	NA			
Puesta a tierra	Puente equipotencial según 250-95 en el gabinete /caja hermética o TGA para descentralizada	OK			
Puesta a tierra	El neutro primario está conectado a la MPT con soldadura exotermica, conector en "C"	OK			
Puesta a tierra	El conductor del electrodo PT es según NTC 2050 Tabla 250-94, y está en ducto	OK			
Puesta a tierra	El electrodo y el conector de puesta a tierra es el adecuado	NR	OK		
Puesta a tierra	Las partes metálicas tienen conexión de PT y puentes equipotenciales	NR	OK		
Puesta a tierra	La barra de puesta a tierra está aislada de la celda y está puesta a tierra	NR	OK		
Puesta a tierra	Hay evidencias de existencia de una malla de puesta a tierra	NR	OK		
Transformador	Los conductores en BT No tienen acercamiento a los bujes primarios del trafo	NR	OK		
Distancias de seguridad	Distancias de seguridad según RETIE (Vertical, horizontal, entre redes diferentes)	NR	NR		
Redes Aéreas	La red construida cumple las normas RA1, RA2 y RA3 de EPM	OK			
Redes Aéreas	Postes bien hincados, buen estado, posee placa características y cumplen con los kgf	X	X		
Redes Aéreas	La distancia entre postes es la adecuada	OK			
Redes Aéreas	Postes cuentan con PT, estructura metálica equipotencializada y franjas pintadas	X	OK		
Redes Aéreas	Los vientos no están desplazados y cumplen con las normas RA6-001/002/003	NR	OK		
Redes Aéreas	Vientos con aislador tipo tensor, dos entices, el guardacabos no está enterrado y posee ca	NR	OK		
Redes Aéreas	En cable cubierto, retención con grapas preformadas y/o amarre.	NA			
Redes Aéreas	Red trifásica en cable cubierto, el neutro es tipo AWAC asegurado con grapa pistola	NA			
Redes Aéreas	En cable cubierto se uso aislador pin polimérico asegurado con amarres semiconductivos.	NA			
Redes Aéreas	Vanos > 250m en MT, se uso grapa tipo pistola y amortiguadores. RA6-019	NA			
Redes Aéreas	Puentes con doble conector, sin riesgos y escalonados para BT	OK			
Redes Aéreas	Red primaria por debajo de línea de transmisión, instaló la malla de protección. RA6-007	NA			
Redes Aéreas	Los empalmes en MT con full tensión y la red está construida en el calibre adecuado.	NA			
Redes Aéreas	La fijación del espaciador si es con tuerca de ojo posee contratuerca	NA			
Redes Aéreas	En MT el herraje para adecuaciones en angulo tiene grapa (sileta) tipo suspensión	NA			
Redes Aéreas	La red tiene una flecha y tensión adecuada. Cumple distancia vertical RETIE	OK			
Redes Aéreas	Puentes asegurados, sin riesgo de acercamiento a estructuras	OK			
Redes Aéreas	Redes en cruceta volada, tienen doble cruceta y pieamigos	OK			
Redes Aéreas	La vegetación no interfiere con el cruce de la red	OK			
Transformador	Capacidad nominal y la relación de transformación según proyecto	OK			
Transformador	Tiene número de consecutivo. Si tiene mas de 4 meses, realizar pruebas (Megger)	X	OK		



Tipo de revisión	Descripción	Rev1	Rev2	Rev3	Rev4
Transformador	Está asegurado en dos puntos de fijación, normas RA2-026/RA3-026	OK			
Transformador	Conexión al bajante de PT de la cuba, DPS, neutro secundario con conectores Cu tipo C	OK			
Transformador	El buje del neutro está solidamente PT con conductor según RETIE	OK			
Transformador	Si es de 150 KVA, peso es $\leq 700$ kg y la carga de ruptura poste es $\geq 750$ kgf	OK			
Transformador	Si es mayor a 25kVA el poste tiene una carga de ruptura $\geq 510$ kgf	OK			
Transformador	Los bujes secundarios están encintados con cinta autofundente y de vinilo.	OK			
Transformador	Instalación en soporte ("Tuto"), capacidad $\leq 75$ KVA, ruptura poste es $\geq 750$ kgf	OK			
Distancias de seguridad	Redes y conexiones con cubierta semiaislada. Distancia de seguridad min 1.61 m	OK			
Transformador	En zona rural, la PT cumple con la norma RA6-010	OK			
Transformador	Las dimensiones, triturado, obra civil y cerramiento cumplen con RA8-015	NA			
Transformador	Si es $\geq 112.5$ KVA, tiene facil acceso (Montacargas-grua-equipo especial)	OK			

### Observaciones

1. Para el día de la legalización será necesario validar retiros de seguridad y riesgo mecanico que podría generar el triplex con respecto a una de las viviendas en construcción.
2. Queda pendiente por aplomar el poste de 8m sobre el cual quedo anclada la rienada de la línea primaria
3. Aun esta pendiente por marcar el gabinete de alumbrado público con la nomenclatura, acorde a la norma RA8-012 de EPM, y con el fin de identificar las cables triplex que estan apoyados sobre los postes, se hace necesario marcar el triplex en cada uno de los apoyos con una placa que identifique el alumbrado publico( acrilico con texto en bajo a alto relieve)
<b>NOTA PARA EL INTERVENTOR: FALTA GEOREFERENCIAR LAS REDES</b>
La inreventoria será cerrada con pendientes considerano que estos son subsanables se podran validar con un registro fotografico antes de programar la legalización del proyecto. No obstante se aclara que el no cumplir con estos pendientes será motivo suficiente para cancelar la energización y legalización del proyecto.

#### (2) NOTA PARA SOLICITAR LA VISITA DE PUESTA EN SERVICIO

Se puede proceder a solicitar el cupon de pago para la visita de puesta en servicio (VPS) en la línea de atención al cliente de EPM 4444115 y luego ingresar los documentos pertinentes en el siguiente enlace:  
<https://portalclientes.epm.com.co/informacion-solicitante/?transaccionid=2>

¿Se midieron los activos?	Si:x	No:	N.A:
---------------------------	------	-----	------

	Revisión 1	Revisión 2	Revisión 3	Revisión 4
Fecha	29/10/2019	27/11/2019		
Revisor	Jhony Hernández	Jhony Hernández		
Estado	(1) Solicitar otra cita	(2) Requiere VPS		

ANEXO D. EVIDENCIA FOTOGRAFICA DE LA OBRA



*Imagen D. 1. Instalación de postes de concreto de 8 metros.*



*Imagen D. 2. Instalación de puesta a tierra de los postes.*





*Imagen D. 3. Vaciado de concreto para los postes.*





*Imagen D. 4. Tendido de cableado.*



*Imagen D. 5. Instalación de vestidas de los postes y montaje del conductor*





*Imagen D. 6. Instalación Transformador de 75 kVA monofasico.*

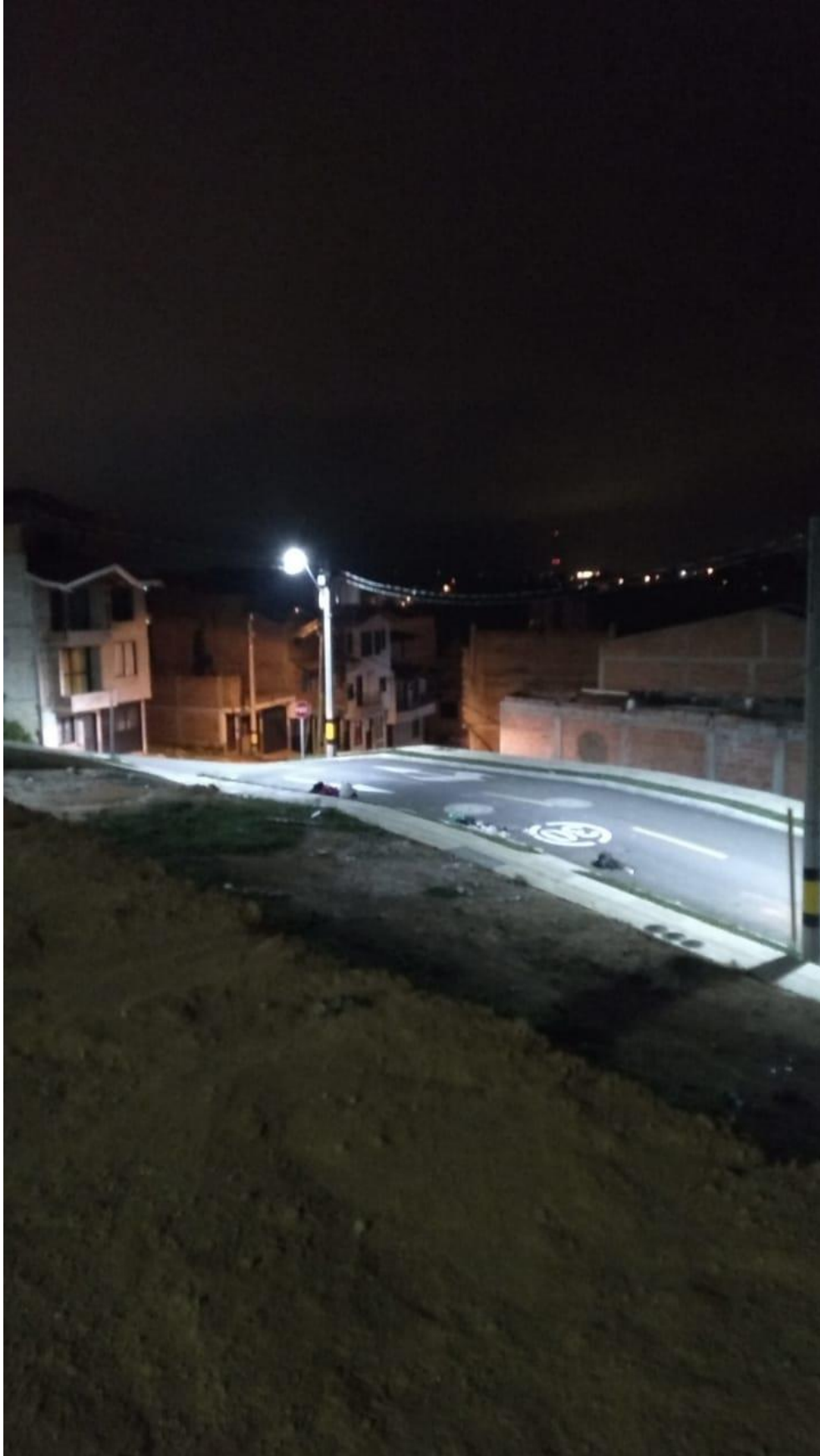


*Imagen D. 7. Instalación alumbrado público..*





*Imagen D. 8. Resultado final del alumbrado público en el urbanismo.*



*Imagen D. 9. Resultado final del alumbrado público en el urbanismo.*



*Imagen D. 10. Resultado final del alumbrado público en el urbanismo.*



*Imagen D. 11. Resultado final del alumbrado público en el urbanismo.*