

**EXPANSION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO DE LA  
VEREDA EL GUADUAL DEL MUNICIPIO DE ABEJORRAL**

**ANA MARIA VASCO VELEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGIA EN SUPERVISION DE SISTEMAS DE GENERACION Y  
TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA  
MEDELLIN  
2024**

**EXPANSION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO DE LA  
VEREDA EL GUADUAL DEL MUNICIPIO DE ABEJORRAL**

**ANA MARIA VASCO VELEZ**

**Trabajo de grado para optar al título de Tecnóloga en Supervisión de sistemas de  
generación y transmisión de energía eléctrica**

**Asesor técnico**

**Brandon Cortes Caicedo**

**Magíster en Gestión energética industrial**

**Asesor metodológico**

**Jauder Alexander Ocampo Toro**

**Magíster en Gestión energética industrial**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGIA EN SUPERVISION DE SISTEMAS DE GENERACION Y  
TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA  
MEDELLIN  
2024**

## Contenido

	Pag.
Introducción .....	8
1. Planteamiento del problema.....	10
1.1 Descripción.....	10
1.2 Formulación.....	11
2. Justificación.....	12
3. Objetivos .....	13
3.1 Objetivo general .....	13
3.2 Objetivos específicos .....	13
4. Marco teórico .....	14
4.1 ¿Qué es la electricidad y su importancia? .....	14
4.2 Conceptos más importantes de una red de distribución. ....	14
4.3 ¿Qué es un plano eléctrico? .....	15
5. Metodología .....	18
5.1 Tipo de proyecto.....	19
5.2 Método.....	19
5.3 Instrumentos de recolección de información.....	20
6. Resultados del proyecto .....	21
7. Conclusiones .....	34
8. Recomendaciones.....	35
9. Referencias bibliográficas .....	36
10. Anexos.....	37

## Lista de ilustraciones

	Pág.
Ilustración 1. Diseño en GNET de redes existentes en la vereda el guadual. ....	22
Ilustración 2 Fotografías relacionadas a la Figura 1 .....	23
Ilustración 3 Prediseño a mano alzada del trabajo a realizar en terreno .....	24
Ilustración 4 . Diseño final para la plataforma GNET .....	25
Ilustración 5 Fotografías Postes nuevas redes.....	27
Ilustración 6 normativa RA3-026 de EPM.....	31
Ilustración 7 Ejemplo de la normativa RA3-026 de EPM .....	32

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Simbología en plano.....	17
Tabla 2. Ejemplo de la normativa RA8-009 de EPM .....	28
Tabla 3. Cuadro de regulación red existente .....	29
Tabla 4. Cálculo de regulación red proyectada.....	30
Tabla 5 costos de talento humano .....	37
Tabla 6 Costos para instalación EPM. ....	38
Tabla 7 Costos técnicos para instalación EPM. ....	39
Tabla 8 Costos complementarios para instalación EPM.....	40
Tabla 9 Presupuesto final .....	40

## **Resumen**

### **EXPANSION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO DE LA VEREDA EL GUADUAL DEL MUNICIPIO DE ABEJORRAL**

**ANA MARIA VASCO VELEZ**

Se realizo una expansión de red para mejorar el sistema de distribución eléctrico de la vereda El gradual. debido al aumento de la población se ha decidido hacer un proyecto donde se repotencien las redes existentes y se instale un transformador nuevo o varios si se evalúa que es necesario, el cual pueda cumplir con los cálculos de regulación, para esto se realizara una visita a terreno y se tomara evidencia de las redes existentes, Reconociendo las condiciones topográficas de la vereda; vías de acceso, humedad de terreno, etc. permitiendo así una proyección de lo necesario para el desarrollo de esta actividad. Donde se espera obtener mejoras en las redes de distribución de la vereda a intervenir.

*Palabras clave:* Redes, transformar, proyección, vereda, población, cálculos, topografía, terreno.

## **Abstract**

### **EXPANSION OF THE ELECTRICAL DISTRIBUTION SYSTEM OF THE EL GUADUAL TRAIL OF THE MUNICIPALITY OF ABEJORRAL**

**ANA MARIA VASCO VELEZ**

A network expansion was carried out to improve the electrical distribution system of the El Guadual village. Due to the increase in the population, it has been decided to carry out a project where the existing networks are repowered and a new transformer is installed, or several if it is evaluated as necessary, which can comply with the regulation calculations, for this a visit will be made to terrain and evidence of the existing networks will be taken, recognizing the topographic conditions of the path; access roads, soil humidity, etc. thus allowing a projection of what is necessary for the development of this activity. Where improvements are expected to be obtained in the distribution networks of the area to be intervened.

*Keywords:* Networks, transformer, projection, path, population, calculations, topography, terrain.

## Introducción

El desarrollo de la electricidad lleva directamente al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, por lo cual se debe mejorar y desarrollar nuevas tecnologías que lleven un mejor servicio a cada vivienda.

Colombia consciente de la importancia del servicio básico de electricidad para todos sus habitantes, contempla en la ley (142 de la constitución colombiana de 1994) la responsabilidad del gobierno con el suministro de este servicio, incluyendo las veredas y comunidades rurales, que por su distancia aún carecen de este servicio tan importante.

A nivel nacional las comunidades conformadas por grupos indígenas y campesinos siguen siendo vulnerables en cuanto a infraestructura de servicios públicos domiciliarios, esto se debe principalmente a la ubicación geográfica de los terrenos con respecto a las redes de distribución, lo cual afecta directamente el desarrollo de actividades agrarias, para las cuales es de suma importancia el buen suministro de los servicios públicos, como lo es el suministro de energía eléctrica, permitiendo así el mejoramiento de la calidad de vida, además de poseer un servicio que puede aumentar la productividad de estos lugares.

Abejorral, ubicado en el departamento de Antioquia, es un municipio que cuenta con servicio de energía en todos sus corregimientos, pero aún existen veredas que carecen de dicho servicio; este es el caso de la vereda El Guadual, la cual se está viendo afectada por el crecimiento de la población. Este trabajo de grado se enfoca en hacer un estudio de expansión en la red eléctrica actual de esta comunidad para poder contar con un buen servicio.

Al determinar el estado de las redes eléctricas se realizó el reconocimiento de las condiciones topográficas de la vereda. También se realizaron cálculos de regulación, se elaboró un listado completo de todos los recursos necesarios para ejecutar el proyecto de electrificación (los materiales, la mano de obra, las herramientas y maquinarias necesarias para el desarrollo de dicho trabajo). Finalmente, se realizaron los planos manuales y se utilizó la plataforma GNET.

Como resultado se obtuvo un prediseño para ser presentado a las empresas de suministro de energía de la zona, y luego su respectiva implementación.

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1 Descripción**

En Colombia, la cobertura eléctrica es del 99,72% en áreas urbanas y del 87,83% en áreas rurales. La estructura del mercado energético colombiano se basa en las Leyes 142 (Ley de Servicios Públicos) y 143 (Ley de Electricidad) de 1994. El Ministerio de Minas y Energía es la principal institución del sector energético de Colombia. Dentro del Ministerio, la UPME (Unidad de 1. Planificación de Minería y Energía) es responsable del estudio de los futuros requerimientos de energía y escenarios de suministro, así como de la elaboración del Plan Nacional de Energía y Plan de Expansión (Esmap, 2007).

Según los estudios realizados por la UPME a nivel nacional, los sitios de difícil acceso carecen del servicio de energía, como es el caso de la vereda El Guadual del municipio de Abejorral, Antioquia, la cual cuenta con vías de difícil acceso hasta cierto punto y después requiere movilización en semovientes. Allí se presenta una gran problemática por el deficiente estado de la red de distribución, la cual requiere de modificaciones ya que presenta postes en mal estado presentando riesgos, las redes se encuentran sulfatadas en ciertos puntos causando así alta probabilidad de accidentes en la zona ya que la misma se puede caer.

La carencia del servicio de energía eléctrica en la vereda El Guadual del municipio de Abejorral Antioquia, se ha convertido en una necesidad que viene aquejando a su comunidad, sumado a la falta de inversión social y atención por parte de los entes territoriales. Es por esto que no todos los habitantes de la vereda cuentan con dicho servicio.

Para solucionar esto se ha planteado una expansión de la red buscando mejoras en la calidad del servicio además de un cambio en los materiales ya existentes que presentan riesgos para la población.

## **1.2 Formulación**

¿Es posible mejorar el sistema de distribución eléctrico de la vereda El Guadual del municipio de Abejorral, por medio de una expansión del sistema utilizado actualmente?

## **2. Justificación**

Cuando se habla de la energía eléctrica se sabe que es uno de los servicios más importantes ya que genera un gran aporte al desarrollo de los pueblos y sus distintos grupos poblacionales, permitiendo así un avance significativo tanto en calidad de vida como en infraestructura.

Con el desarrollo tecnológico de los procesos económicos en Colombia, se hace necesario que aquellas comunidades productoras cuenten con apoyo del gobierno y las herramientas necesarias para la evolución progresiva de los entes territoriales. Una región avanza con la productividad de sus municipios, por ello se debe contar con las garantías necesarias que lo hagan ver competitivo, contando con la energía eléctrica que asegura el mejoramiento de procesos industriales y agrarios.

Ante la serie de situaciones descritas anteriormente se hace necesario implementar el estudio de electrificación que permita definir las características técnicas y económicas necesarias para que sea factible la ejecución de la electrificación de la vereda, poder describir el tipo de red, conductores, transformadores adecuados para una zona que amerita evaluación profesional y poder solucionar el problema existente de energía.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Formular una solución técnica y viable para la ampliación de la red eléctrica de la vereda El Guadual, con el fin de mejorar la calidad del servicio para los usuarios finales y contribuir al desarrollo socioeconómico de la comunidad.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Realizar un estudio detallado de la demanda actual y proyectada de energía eléctrica en la vereda El Guadual (Abejorral, Antioquia), con el fin de determinar la capacidad necesaria del transformador de potencia y la infraestructura requerida.
- Diseñar un transformador de potencia y la infraestructura necesaria para la ampliación de la red eléctrica de la vereda El Guadual, cumpliendo con los estándares técnicos y normativos vigentes.
- Evaluar la viabilidad técnica del proyecto de ampliación de la red eléctrica de la vereda el Guadual, asegurando que la solución propuesta sea factible de implementar desde una perspectiva técnica.

## 4. Marco teórico

### 4.1 ¿Qué es la electricidad y su importancia?

La electricidad es un conjunto de fenómenos físicos vinculados a la presencia y transmisión de cargas eléctricas, cuyas propiedades dependen de la configuración de electrones y sus átomos.

Es importante ya que es la base del desarrollo tecnológico permitiendo así el crecimiento industrial dentro y fuera de las distintas comunidades. Las redes no solo llevan energía que mueve los distintos equipos electrónicos con los que se cuentan normalmente al interior de los hogares o industrias, es también un canal de distribución que suele tener fibras ópticas que también llevan comunicación de datos en medias y largas distancias.

### 4.2 Conceptos más importantes de una red de distribución.

- **Transformador:** Es un elemento de optimización que adapta el voltaje de la manera más adecuada a cada punto de red.
- **Generación de electricidad:** Se entiende como las centrales que generan la electricidad y a su vez es distribuida por los distintos canales hasta llegar a un usuario final, se entienden 3 tipos de generadores de electricidad: Renovables, térmicas y nucleares.
- **Red de media tensión:** Es la manera utilizada para transportar la energía, a través de una malla con varios caminos para ir de un punto a otro, dichos caminos son posibles de intervenir por fallos o mantenimientos sin interrumpir el suministro.
- **Red de distribución:** Las redes de alta tensión transportan un voltaje demasiado elevado, por ello se hace necesario que en las poblaciones se instalen centrales de transformación que reduzcan la tensión, a través de redes de distribución que faciliten hacerlo hasta llegar al usuario final.

- **Gestión de una red eléctrica:** un dato muy importante que hay que tener en cuenta es que la energía no es fácil de almacenar, por ello se debe de producir la misma energía que se consume, al no poder controlar el consumo se hace muy relevante que se ajuste la producción lo más aproximado posible al consumo real. La manera de regular dichos consumos es enviado en tiempo real y si es necesario frenar una de las turbinas durante algunas horas.
- **Demanda energética:** se refiere a la cantidad de energía eléctrica o de otro tipo de energía que es necesaria en un determinado periodo de tiempo para satisfacer las necesidades de los usuarios. La demanda energética puede variar dependiendo de factores como la hora del día, la estación del año, el clima, las actividades que se realizan en un edificio o industria, entre otros. Es importante tener en cuenta la demanda energética al diseñar y planificar sistemas de generación, transmisión y distribución de energía, ya que permite dimensionar adecuadamente la infraestructura necesaria para garantizar un suministro suficiente y eficiente de energía a los consumidores.
- **Diseño de redes eléctricas:** se refiere al proceso de planificar y crear un sistema de distribución de energía eléctrica que pueda transportar la electricidad de manera eficiente y segura desde la fuente de generación hasta los puntos de consumo. objetivo del diseño de redes eléctricas es garantizar un suministro confiable de energía eléctrica a los usuarios finales.












### 4.3 ¿Qué es un plano eléctrico?

Es un dibujo técnico que muestra de manera detallada y precisa la distribución, diseño y conexión de los elementos eléctricos en un proyecto. Estos planos son una parte esencial de la planificación y construcción de sistemas eléctricos en edificaciones residenciales, comerciales e industriales. (fundacionendesa, 2020)

Los elementos que se representan en un plano eléctrico son:

- **Cableado:** Muestra la ubicación y rutas de los conductores eléctricos (cables) que transportan la electricidad desde el panel de distribución hasta los dispositivos y puntos de conexión.
- **Paneles de Distribución:** Indica la ubicación de los paneles de control eléctrico desde donde se distribuye la energía eléctrica a los diferentes circuitos.
- **Circuitos:** Muestra cómo se dividen los circuitos eléctricos y cómo están conectados a diferentes áreas o dispositivos.
- **Símbolos eléctricos:** Utiliza símbolos estándar para representar cada elemento eléctrico, lo que permite una interpretación clara y universal de la información.

Tabla 1.  
*Simbología en plano*

	RA3-026 = TRANSFORMADOR MONOFASICO.
	RA2=026= TRANSFORMADOR TRIFASICO
	RA7-036 = POSTE DE FIBRA
	RA7-107 = POSTE DE MADERA
	RA7-037 = POSTE METALICO
	RA6-001 = VIENTO CONVENCIONAL
	RA6-002 =VIENTO FAROL
	RA6-010 = PUESTA A TIERRA
	RED PRIMARIA EXISTENTE
	RED PRIMARIA PROYECTADA
	RED SECUNDARIA
Significado de colores.	ROJO: activos primarios proyectados AZUL: activos existentes NEGRO Y BLANCO: activos secundarios proyectados VERDE: activos retirados

Fuente. Diseño propio.

## 5. Metodología

Previo a la ejecución del trabajo, se envía un gestor social para que haga un reconocimiento del lugar e identificación de los líderes de la comunidad a intervenir, el cual dará las pautas para llegar y como acercarse a la comunidad. Como resultado se obtuvo:

- Reconocimiento de los caminos de llegada
- Aceptación por parte de la comunidad para recibir las demás personas que ingresan al lugar.
- Permisos para la realización del trabajo
- Algunos acuerdos de puntos por donde puede pasar la red sin afectar a las personas que allí habitan en el presente y en un futuro cercano

Se hizo un acercamiento a la comunidad obteniendo la información requerida para el proyecto, a su vez con los líderes comunitarios se hizo una concientización de lo que se iba a hacer, donde se tuvieron en cuenta los siguientes puntos:

- Reconocer las condiciones topográficas de la vereda, vías de acceso y humedad de terreno, con los líderes de la comunidad.
- Diseñar las redes de distribución de media tensión, en base al estudio técnico, seleccionando los armados, postes y conductores necesarios para la ejecución de este.
- Realizar un listado detallado de los elementos necesarios para realizar la interconexión de la red.
- Elaborar un listado completo de todos los recursos necesarios para ejecutar el proyecto de electrificación rural.
- Realizar el presupuesto del proyecto.

## **5.1 Tipo de proyecto**

Corresponde a una investigación aplicada, la cual va a servir para determinar los posibles usos de la investigación básica y los métodos para llegar al objetivo general.

En cuanto al diseño de la investigación se empleará el diseño de campo, recolectando los datos directamente del terreno.

Teoría cuantitativa modelo de investigación: dar una solución definitiva a la vereda El Guadual, construyendo las redes de distribución de energía necesarias para poder energizarla, de tal forma que la comunidad, cuente con el servicio de energía.

## **5.2 Método**

Se utiliza el método cuantitativo, donde se realiza la recolección de datos estadísticos, verificando la cantidad de familias en la vereda El Guadual que no cuentan con el servicio de energía en sus viviendas. La investigación se efectúa a través de una encuesta, para poder interactuar con la comunidad y verificar la carencia del servicio de energía teniendo como objetivo mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Hipótesis: la comunidad de la vereda El Guadual, está inconforme por el déficit del servicio de energía eléctrica, por lo que se harán 2 cosas:

- Visita al terreno en donde se realizará la construcción de las instalaciones eléctricas, para visualizar el estado de la red y solicitar los permisos necesarios para la instalación.
- En el recorrido de terreno se tomarán evidencias fotográficas de cómo están las instalaciones que se deben retirar para llevar a cabo la expansión de la red.

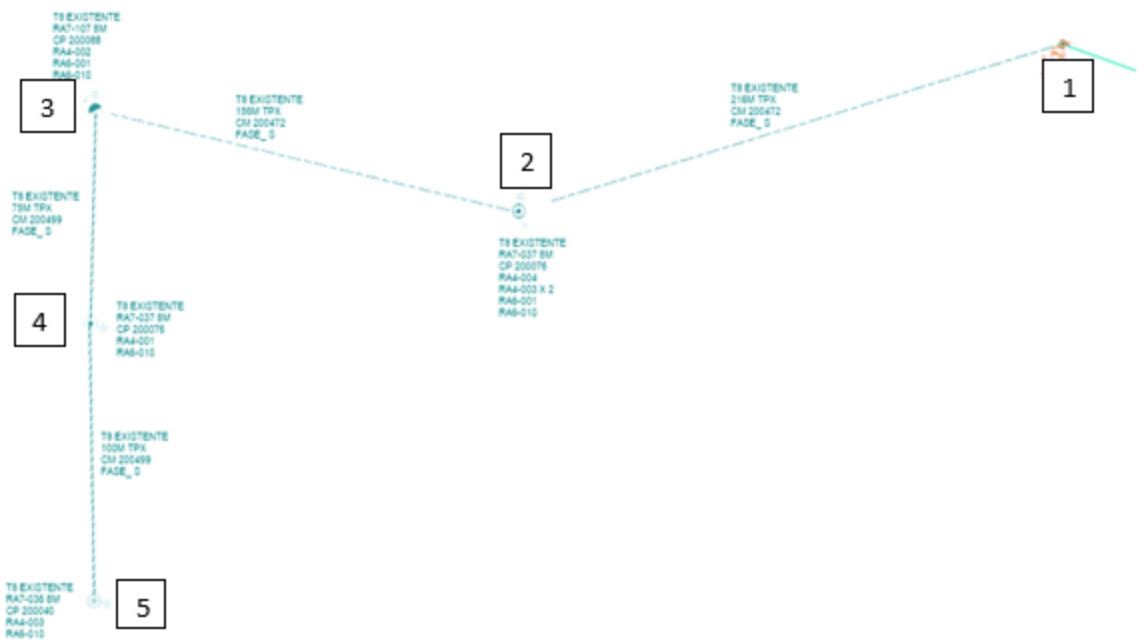
### 5.3 Instrumentos de recolección de información.

- **Fuentes primarias:** Se consultó y trabajo con información del Pliego de empresas públicas de Medellín y de las Normas de construcción redes de distribución de energía en niveles 1 y 2 para EPM.
- **Fuentes secundarias:** Se hizo trabajo de consulta en distintas páginas web como visualización de otros trabajos similares, permitiendo así la recolección de información.

## **6. Resultados del proyecto**

Se realizó un trabajo empleando diseños técnicos aplicables no solo a las necesidades que tienen en la vereda El Guadual, sino también a la normativa y exigencias de EPM.

Inicialmente se obtuvo el diseño de la red de distribución existente en la vereda. En la ilustración 1 se observa el plano de la red existente y la descripción de elemento en cada punto. Se observan las redes saliendo desde punto 1, que es un poste primario sosteniendo redes de 7.6 kV, para redes secundarias con un transformador monofásico existente. Partiendo desde el punto 1 se encuentran redes secundarias con tríplex de diferentes metrajes y 4 postes secundarios que sostienen las redes (puntos 2, 3, 4 y 5). Cada poste tiene sus adecuaciones necesarias para sostener los tríplex y sus respectivos vientos y asegurar el sostenimiento del mismo. Los datos reportados para cada uno de los puntos fueron tomados de la plataforma GNET, que es una herramienta de visualización de redes eléctricas donde se van actualizando las redes a medida que en las mismas van pasando cambios.



1_T8 EXISTENTE	2_T8 EXISTENTE	3_T8 EXISTENTE	4_T8 EXISTENTE	5_T8 EXISTENTE
RA7-037 12M	RA7-037 8M	RA7-107 8M	RA7-037 8M	RA7-036 8M
CP 200081	CP 200076	CP 200088	CP 200076	CP 200040
RA3-013	RA4-004	RA4-002	RA4-001	RA4-003
RA6-001	RA4-003 X 2	RA6-001	RA6-010	RA6-010
RA3-026 5KVA	RA6-001	RA6-010		
RA4-003 X 3	RA6-010			
RA6-010				

TABLA DE DESCRIPCION EN FIGURA1

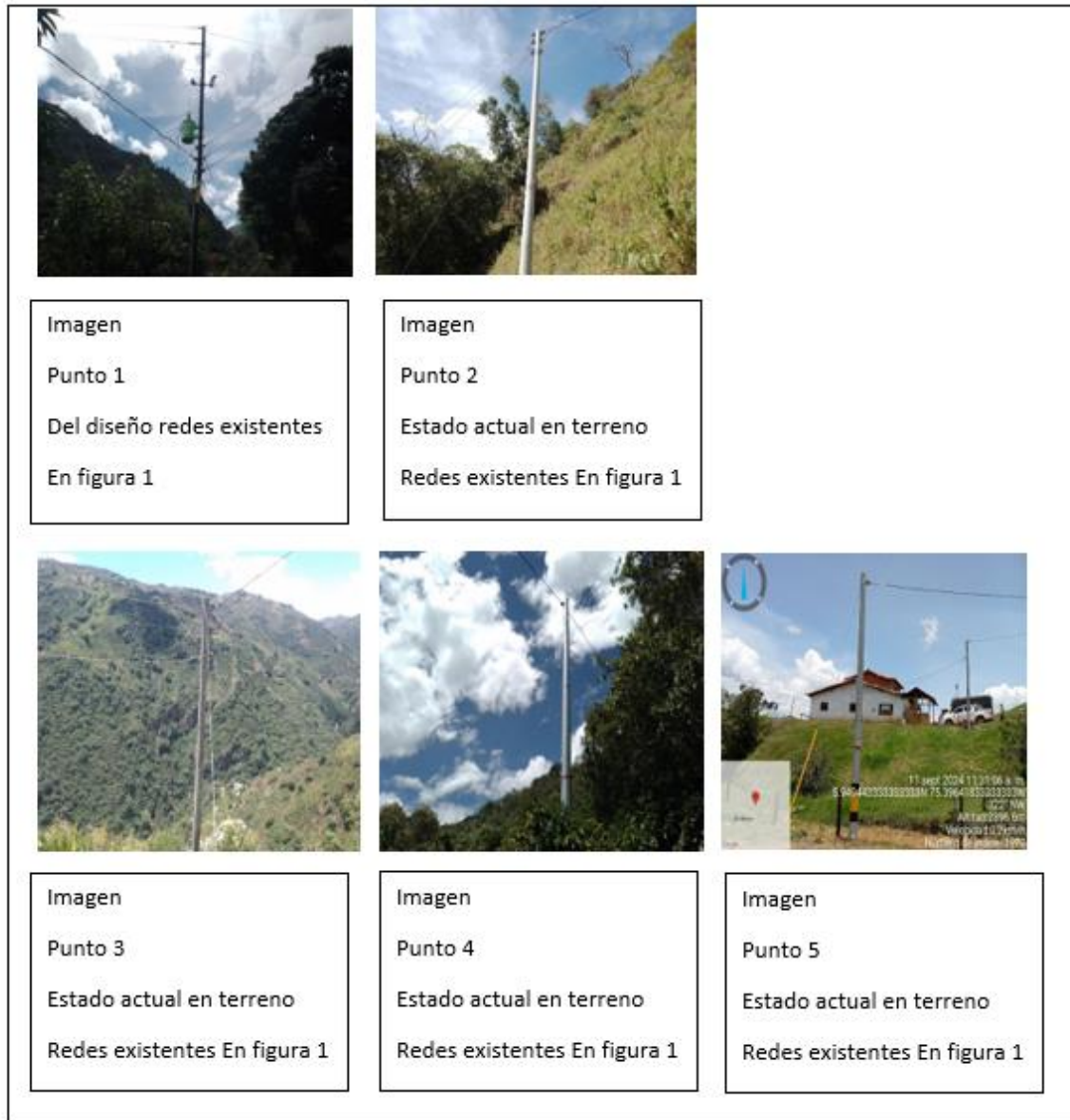
NOTA: EN TABLA DE SIMBOLOGIA SE ENCUENTRA DESCRIPCION DE CADA NORMA

*Ilustración 1.* Diseño en GNET de redes existentes en la vereda el guadual.

Fuente. Diseño propio.

En la Ilustración 2 se observa fotografías de los puntos de la red existente de la Ilustración 1. En ellas se pueden captar los postes y sus elementos asociados de las redes existentes.

En la tabla de descripción en la Figura 1 se mencionan todas las normas que existen en cada poste, saliendo desde el punto 1 hasta el punto final.

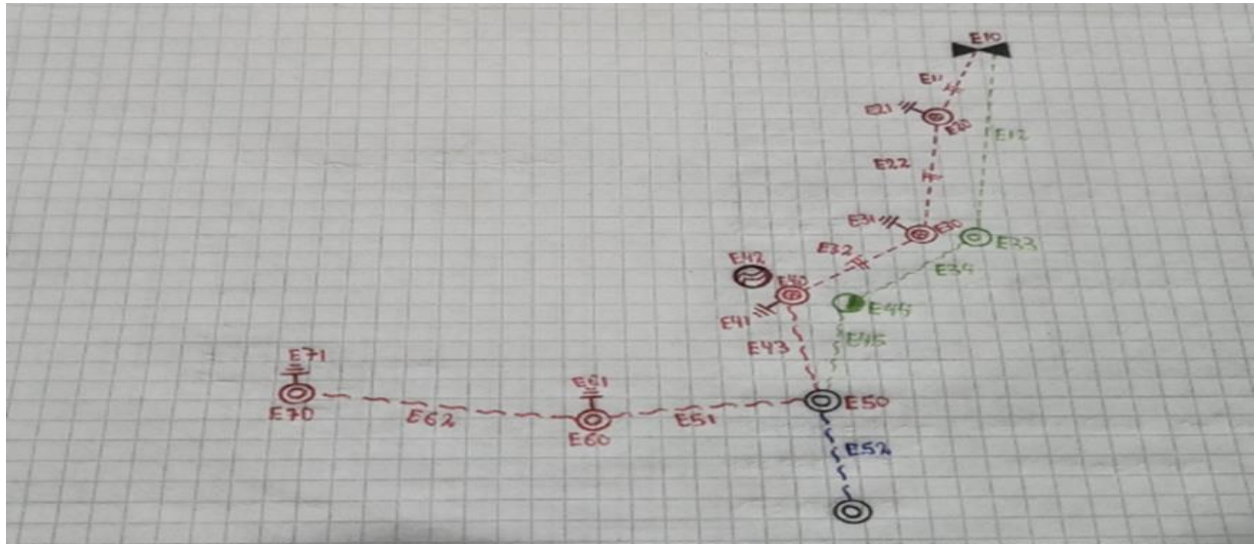


*Ilustración 2.* Fotografías relacionadas a la Ilustración 1.

Fuente. Diseño propio

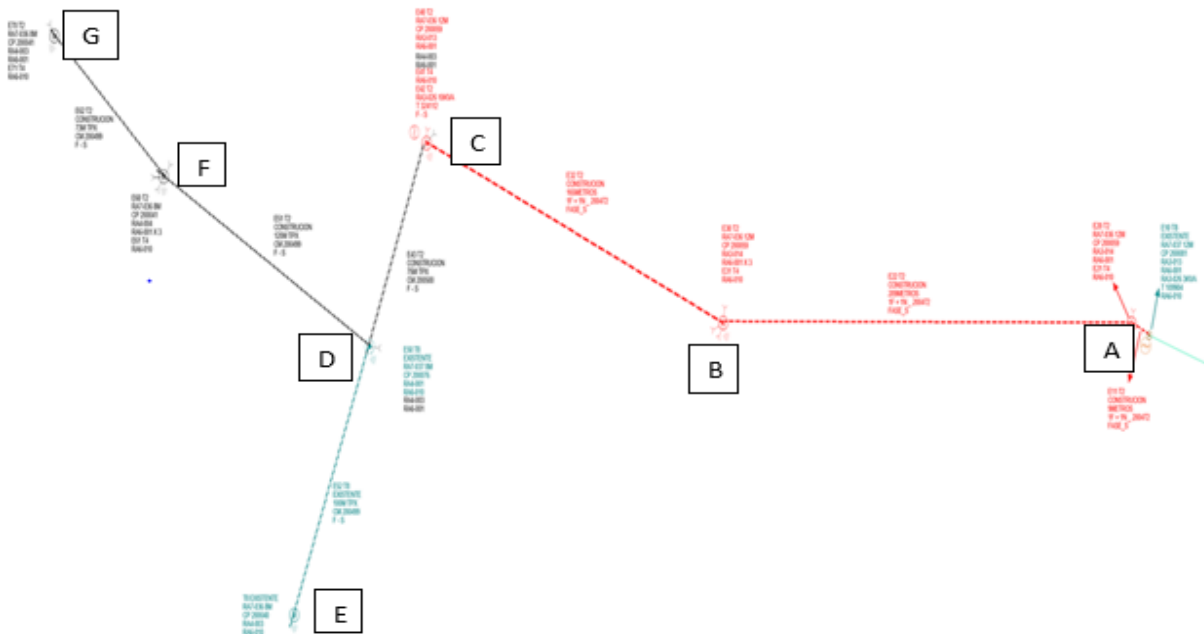
En la Ilustración 2 se observa el prediseño a mano alzada de las redes que quedan de las existentes y la nueva red a construir. En ella se pueden ver las redes nuevas secundarias y primarias en color rojo, las redes a retirar se pueden ver en color verde, las redes que quedan de las existentes se ven en color azul. Se retiran dos postes secundarios con tres tramos de red. Se construyen 3 postes primarios, 3 tramos de red 7.6 kV, 3 tramos de tríplex secundario y 2 postes

secundarios nuevos, 1 transformador monofásico (para red 7.6 kV) y 1 tramo de tríplex con dos postes existentes.



*Ilustración 3.* Prediseño a mano alzada del trabajo a realizar en terreno  
Fuente. Diseño propio.

En la Ilustración 3 se observa el diseño final de la red de distribución, en el cual muestran las especificaciones técnicas necesarias para la ejecución del trabajo a realizar. Los activos nuevos se presentan en color rojo (activos primarios con sus adecuaciones necesarias), en azul los activos existentes, en negro o blanco las redes secundarias nuevas con activos y adecuaciones requeridas.



<p><b>A_E20 T2</b>  RA7-036 12M  CP 200059  RA3-014  RA6-001  E21 T4  RA6-010</p>	<p><b>B_E30 T2</b>  RA7-036 12M  CP 200059  RA3-014  RA6-001 X 3  E31 T4  RA6-010</p>	<p><b>C_E40 T2</b>  RA7-036 12M  CP 200059  RA3-013  RA6-001  RA4-003  RA6-001  E41 T4  RA6-010  E42 T2  RA3-026 10KVA</p>	<p><b>D_E50 T8</b>  EXISTENTE  RA7-037 8M  CP 200076  RA4-001  RA6-010  RA4-003</p>	<p><b>E_T8</b>  EXISTENTE  RA7-036 8M  CP 200040  RA4-003  RA6-010RA6-001</p>
<p><b>F_E60 T2</b>  RA7-036 8M  CP 200041  RA4-004  RA6-001 X 3  E61 T4  RA6-010</p>	<p><b>G_E70 T2</b>  RA7-036 8M  CP 200041  RA4-003  RA6-001  E71 T4  RA6-010</p>	<p>TABLA DE DESCRIPCION EN FIGURA 3</p> <p>NOTA: EN TABLA DE SIMBOLOGIA SE ENCUENTRA DESCRIPCION DE CADA NORMA</p>		

Ilustración 4. Diseño final para la plataforma GNET

Fuente. Diseño propio.



Imagen Punto salida  
Del diseño redes existentes  
Forma a quedar en terreno  
En figura 3



Imagen Punto A  
Del diseño redes nuevas  
Forma a quedar en terreno  
En figura 3



Imagen Punto B  
Del diseño redes nuevas  
Forma a quedar en terreno  
En figura 3



Imagen Punto C  
Del diseño redes nuevas  
Forma a quedar en terreno  
En figura 3



Imagen Punto D  
Del diseño redes nuevas  
Forma a quedar en terreno  
En figura 3



Imagen Punto E  
Del diseño red existente  
Forma a quedar en terreno  
En figura 3



*Ilustración 5.* Fotografías Postes nuevas redes  
Fuente. Diseño propio.

En la ilustración 5 se observa fotografías de los puntos de la Ilustración 3. en ellas se puede captar las redes proyectadas, teniendo claridad de cómo queda el trabajo realizado en terreno Saliendo del punto de salida. Hasta el punto final, la tabla de descripción en ilustración 3 se mencionan todas las normas que existen en cada poste. De igual forma, en la norma RA8-009 normatividad de EPM se puede ver que tiene como propósito establecer las curvas de demanda diversificada para la selección de transformadores de distribución en el sector residencial, la cual explica de forma detalla que capacidad debe tener dicho transformador para abastecer el número de usuarios dependiendo del estrato de ellos.

Ahora bien, en la Tabla 2, se puede observar un ejemplo de la normativa RA8-009. En esta tabla se puede encontrar información para la elección del transformador según su necesidad, se distribuye en clases de cargas:

- Clase de cargas 1 - estratos 1 y 2.
- Clase de cargas 2 - estratos 2, 3 y 4.
- Clase de cargas 3 - estratos 5 y 6.

También se observa la carga por número de usuarios, dependiendo del estrato se sabe qué tipo de transformador se necesita y de cuantos kVA se requiere.

Tabla 2.  
Ejemplo de la normativa RA8-009 de EPM

N° Usuarios	Clase de Carga 1 - Estratos 1 y 2						Clase de Carga 2 - Estratos 2°, 3 y 4						Clase de Carga 3 - Estratos 5 y 6					
	kVA por Usuario	kVA Totales	Trafos Monof		Trafos Trif		kVA por Usuario	kVA Totales	Trafos Monof		Trafos Trif		kVA por Usuario	kVA Totales	Trafos Monof		Trafos Trif	
			kVA Trafo	% de Uso	kVA Trafo	% de Uso			kVA Trafo	% de Uso	kVA Trafo	% de Uso			kVA Trafo	% de Uso	kVA Trafo	% de Uso
1	3,22	3,22	5,0	64%	-	-	6,80	6,80	10,0	68%	-	-	6,83	6,83	10,0	68%	-	-
2	1,91	3,81	5,0	76%	-	-	3,68	7,36	10,0	74%	-	-	3,81	7,62	10,0	76%	15,0	51%
3	1,47	4,40	5,0	88%	-	-	2,64	7,93	10,0	79%	15,0	53%	2,81	8,43	10,0	84%	15,0	56%
4	1,25	5,00	5,0	100%	-	-	2,13	8,51	10,0	85%	15,0	57%	2,31	9,25	10,0	93%	15,0	62%
5	1,12	5,61	5,0	112%	-	-	1,82	9,09	10,0	91%	15,0	61%	2,02	10,09	10,0	101%	15,0	67%
6	1,04	6,22	10,0	62%	-	-	1,61	9,68	10,0	97%	15,0	65%	1,82	10,95	10,0	109%	15,0	73%
7	0,98	6,83	10,0	68%	-	-	1,47	10,27	10,0	103%	15,0	68%	1,69	11,82	15,0	79%	15,0	79%
8	0,93	7,44	10,0	74%	15,0	50%	1,36	10,87	10,0	109%	15,0	72%	1,59	12,70	15,0	85%	15,0	85%
9	0,90	8,06	10,0	81%	15,0	54%	1,27	11,47	10,0	115%	15,0	76%	1,51	13,60	15,0	91%	15,0	91%
10	0,87	8,68	10,0	87%	15,0	58%	1,21	12,08	15,0	81%	15,0	81%	1,45	14,50	15,0	97%	15,0	97%
11	0,85	9,30	10,0	93%	15,0	62%	1,15	12,69	15,0	85%	15,0	85%	1,40	15,40	15,0	103%	15,0	103%
12	0,83	9,93	10,0	99%	15,0	66%	1,11	13,30	15,0	89%	15,0	89%	1,36	16,31	15,0	109%	15,0	109%
13	0,81	10,55	10,0	106%	15,0	70%	1,07	13,92	15,0	93%	15,0	93%	1,32	17,22	25,0	69%	30,0	57%
14	0,80	11,18	10,0	112%	15,0	75%	1,04	14,54	15,0	97%	15,0	97%	1,30	18,14	25,0	73%	30,0	60%
15	0,79	11,80	15,0	79%	15,0	79%	1,01	15,16	15,0	101%	15,0	101%	1,27	19,06	25,0	76%	30,0	64%
16	0,78	12,43	15,0	83%	15,0	83%	0,99	15,78	15,0	105%	15,0	105%	1,25	19,98	25,0	80%	30,0	67%

Fuente: <https://www.epm.com.co/content/dam/epm/proveedores-y-contratistas/RA8-009.pdf>

**Cuadro de cargas:** El cuadro de cargas debe presentar un resumen de las cargas eléctricas generales para el proyecto.

**Cálculo de regulación red existente:** En la Tabla 3 se realiza el cálculo de regulación de la red existente donde se observa que no cumple ya que excede el 3% de la normativa.

Tabla 3.  
Cuadro de regulación red existente

**CALCULO DE REGULACIÓN SECUNDARIA RURAL**

Instalación       FP   
 Voltaje (V)

	No. de Usuarios	Potencia (kVA)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre	Material	No. Conductores en Paralelo	Capacidad de corriente del conductor	% Regulación
Tramo 1	3	2,6	11,2	375	2	AL Abierta	1	90	3,7%
Tramo 2	3	2,6	11,2	175	2	AL Triplex	1	90	1,7%
Tramo 3									0,0%
Tramo 4									0,0%
Tramo 5									0,0%
Tramo 6									0,0%
Tramo 7									0,0%
Tramo 8									0,0%
Tramo 9									0,0%
Tramo 10									0,0%

Potencia Total (kVA)       % Regulación Total

Fuente. Diseño interno de la empresa Ingelectrica.

**Cálculo de regulación red proyectada:** En la Tabla 4 se realiza cálculo de regulación de la red proyectada para dicho proyecto, donde se puede verificar el cumplimiento del mismo.

Tabla 4.

*Cálculo de regulación red proyectada*

CÁLCULO DE REGULACIÓN SECUNDARIA RURAL										
Instalación	Monofásico									
Voltaje (V)	240		FP	0,95						
	No. de Usuarios	Potencia (kVA)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre	Material	No. Conductores en Paralelo	Capacidad de corriente del conductor	% Regulación	
Tramo 1	4	3,1	13,8	70	2	AL Triplex	1	90	0,8%	
Tramo 2	3	2,6	11,2	134	2	AL Triplex	1	90	1,3%	
Tramo 3	1	1,4	6,1	180	2	AL Triplex	1	90	0,9%	
Tramo 4									0,0%	
Tramo 5									0,0%	
Tramo 6									0,0%	
Tramo 7									0,0%	
Tramo 8									0,0%	
Tramo 9									0,0%	
Tramo 10									0,0%	
Potencia Total (kVA)		7,1						% Regulación Total		3,0%

Fuente. Diseño interno de la empresa Ingelectrica.

Para la elección del transformador que se requiere en el proyecto se debe tener en cuenta el estrato de las viviendas y la cantidad de usuarios. El proyecto beneficiará 8 familias de estrato 1 y 2, luego según la normativa RA8-009 de EPM, se requiere un transformador monofásico de 10 kVA, del cual se beneficiarán 40 personas aproximadamente, ya que por familia hay alrededor 5 integrantes.

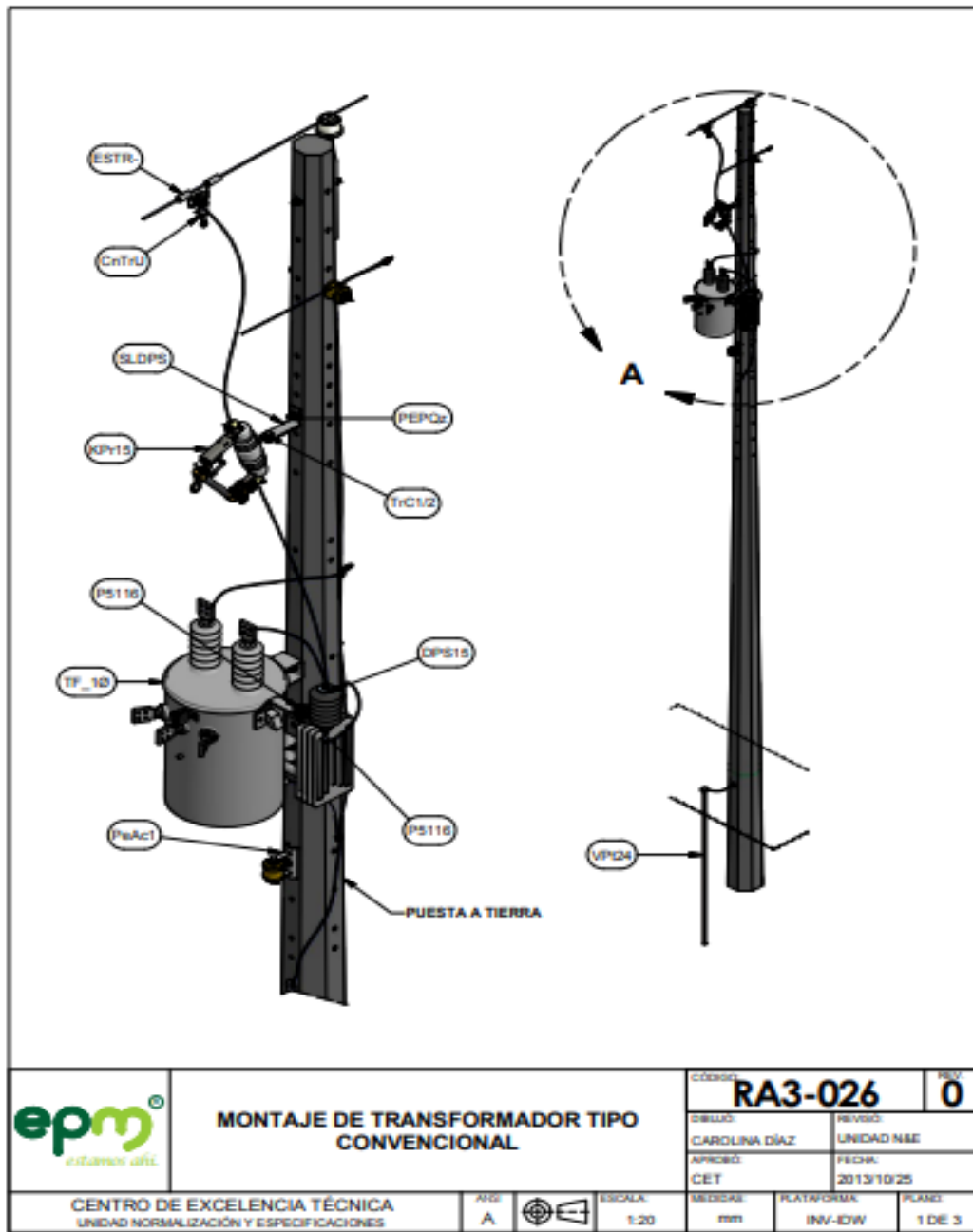
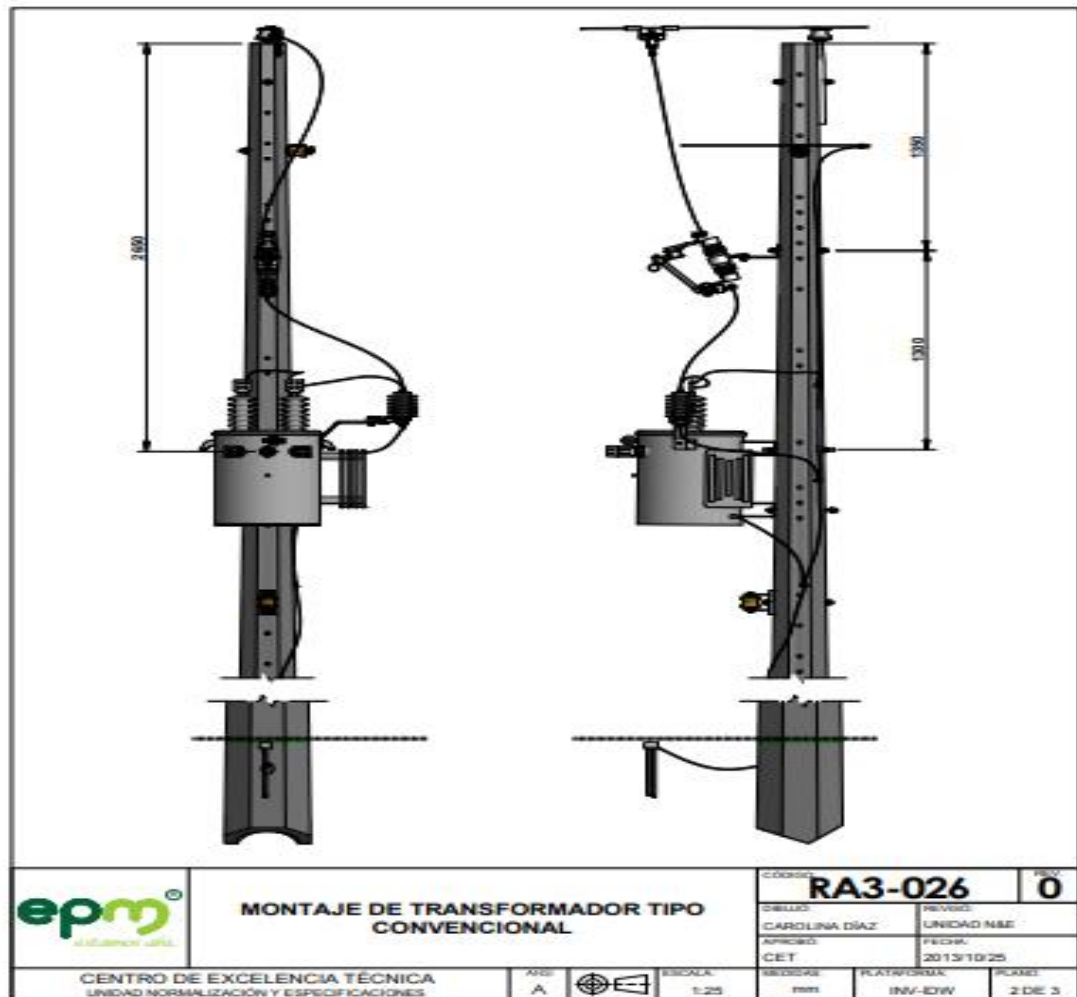


Ilustración 6. normativa RA3-026 de EPM.

Fuente: <https://www.epm.com.co/content/dam/epm/proveedores-y-contratistas/RA3-026.pdf>



*Ilustración 7.* Ejemplo de la normativa RA3-026 de EPM

Fuente: <https://www.epm.com.co/content/dam/epm/proveedores-y-contratistas/RA3-026.pdf>

### **Consumo histórico.**

Se toman 3 medidores al azar de las 8 familias que se beneficiaran de la mejora en la red, donde se encuentra que el consumo promedio es de 4.200 GWh al mes.

### Proyección de consumo

Se proyecta un crecimiento de demanda eléctrica, ya que las propiedades están en proceso de construcción y ampliaciones para labores de la ganadería y la agricultura. Donde el consumo histórico tiende a aumentarse. No se tiene un estimativo de cuanto podría ser el crecimiento ya que depende de factores que implican toma de decisiones por parte de la comunidad, apoyo del

estado en otros factores como el crecimiento de infraestructura vial, modernizaciones de procesos agrícolas y ganaderos que le apliquen a los distintos actores poblacionales.

Dados los factores anteriores se puede hacer una retrospectiva y analizar que todo lo que aplica para solucionar el inconveniente que hay en la vereda Guadual, es lo que se necesita para su creciente en desarrollo y su proyección a futuro. Además, se puede evidenciar que esta modernización cumple con la normativa legal vigente, los instructivos de expansión del cliente y los demás factores que le aplican por ley al plan de desarrollo. Cumplen dado que la normativa es la presentada en los procesos de licitación que se adaptan acorde a parámetros de seguridad, calidad, normativa ambiental y procesos de construcción ya definidos, como se presenta en los planos, simbología y demás puntos que le apliquen, en el presente documento.

## 7. Conclusiones

- Teniendo en cuenta la información anterior y todo lo que se ha planteado desde la investigación en el trabajo escrito, esto atañe a un proceso de mejora, donde se identifica una población creciente la cual tiende a aumentar su necesidad energética en un futuro cercano, además se puede analizar una zona con clientes en potencial crecimiento económico, que requieren de un apoyo y acompañamiento oportuno.
- También, se encontró un proceso de modernización acorde a los instructivos ya establecidos, los cuales mejoran la calidad de vida de las personas que habitan en esta comunidad.
- Adicionalmente, es sumamente importante resaltar la innovación y la apuesta en el apoyo a las poblaciones más alejadas del país, como lo es la vereda El Guadual del municipio de Abejorral donde se dejan ver grandes avances en su desarrollo y se toma como ejemplo de superación y trabajo sostenible y responsable.
- Finalmente, es importante destacar como con el paso del tiempo estas comunidades se van modernizando a medida que se sufren avances significativos y a su vez van creciendo. Además, como los entes que velan por estas poblaciones van actuando y no dejan en el abandono gubernamental estas poblaciones, que si bien están a distancia son sumamente importantes para el crecimiento del país y se necesita de intervenciones oportunas que permitan estar acorde a las exigencias y necesidades de las comunidades en pro de sus beneficios y crecimiento.

## 8. Recomendaciones

Una vez culminado el proceso de expansión a través de este trabajo de grados, se plantea la necesidad de seguir en el proceso investigativo de modo que se pueda sustraer información importante que dé cuenta y nutra estos trabajos investigativos que van a la par del campo práctico

- Desarrollo educativo acorde a la necesidad que le aplique al lugar, donde se emplean las nuevas tecnologías y avances desde la infraestructura y la parte procedimental que garantice y mejore las condiciones del servicio.
- Infraestructura vial que permita una expansión de los factores económicos que le apliquen al lugar, permitiendo llegar a los lugares más marginados de modo que el acceso a los servicios sea garantizado y se puedan ofrecer siempre de manera responsable y en el tiempo óptimo.
- Se deberían fortalecer procesos como la educación ambiental que permita una expansión consciente de la ganadería y la agricultura en el lugar, sin afectaciones desde la parte eléctrica, por ejemplo, en situaciones de intervenciones por parte de empresas contratistas que operan en la región o cualquier situación que se salga de las manos y represente daños al ecosistema.
- La modernización de los servicios debe ser una apuesta que se debe poner en práctica siempre, ya que esto permitirá que los usuarios sean más responsables con sus deberes ya que tienen una motivación y además se sientan respaldos siempre.

## 9. Referencias bibliográficas

- APRENDE INSTITUTO. (2023). <https://aprende.com>. Obtenido de <https://aprende.com/blog/oficios/instalaciones-electricas/plano-de-instalacion-electrica-paso-a-paso/>
- EPM. (25 de OCTUBRE de 2013). <https://www.epm.com.co>. Obtenido de <https://www.epm.com.co/content/dam/epm/proveedores-y-contratistas/RA3-026.pdf>
- EPM. (11 de NOVIEMBRE de 2017). <https://www.epm.com.co>. Obtenido de <https://www.epm.com.co/content/dam/epm/proveedores-y-contratistas/RA8-009.pdf>
- fundacionendesa. (2020). <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/corrientes-alternas-con-un-transformador-electrico>. Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/corrientes-alternas-con-un-transformador-electrico>
- fundacionendesa. (2020). <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/historia-de-la-electricidad>. Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/historia-de-la-electricidad>
- Ministerio de Minas y Energía. (2024). <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/funcionamiento-del-sector/>. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/funcionamiento-del-sector/>
- UNAM. (2018). [https://repositorio-uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1511/mod\\_resource/content/4/contenido/index.html](https://repositorio-uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1511/mod_resource/content/4/contenido/index.html). Obtenido de [https://repositorio-uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1511/mod\\_resource/content/4/contenido/index.html](https://repositorio-uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1511/mod_resource/content/4/contenido/index.html)

## 10. Anexos

### Presupuesto:

Una vez definido los tipos de recursos como el costo de los mismos es posible determinar un presupuesto final adjunto en la Tabla 5.

Tabla 5

*Costos de talento humano*

Recursos humanos					
Cargo	Cantidad	Salario	Valor dia	Dias laborados	Subtotales
oficial electricista 1	1	\$ 3.380.000,00	\$ 112.666,67	2	\$ 225.333,33
oficial electricista 2	2	\$ 2.729.000,00	\$ 90.966,67	1	\$ 90.966,67
oficial lider	1	\$ 3.640.000,00	\$ 121.333,33	3	\$ 364.000,00
ayudante razo	2	\$ 1.690.000,00	\$ 56.333,33	2	\$ 112.666,67
ayudante entendido	2	\$ 2.080.000,00	\$ 69.333,33	2	\$ 138.666,67
gestor tecnologo sst	1	\$ 2.484.000,00	\$ 82.800,00	1	\$ 82.800,00
planillero	1	\$ 2.600.000,00	\$ 86.666,67	1	\$ 86.666,67
tecnologo diseñador	1	\$ 3.451.000,00	\$ 115.033,33	2	\$ 230.066,67
ingeniero	1	\$ 4.808.000,00	\$ 160.266,67	2	\$ 320.533,33
				Total	\$ 1.651.700,00

Fuente. Diseño propio.

Tabla 6

Costos para instalación EPM.

Costo de materiales				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Recursos tecnicos	Subtotales
aislador carrete porc 0.6kv 3" ansi c29.3 cl 53-3	und	5	\$ 5,620.37	\$ 28,101.85
aislador susp polim 15kv ansi c29.13 cl ds-15 clev	und	6	\$ 45,926.86	\$ 275,561.16
aislador tensor porc 15kv 4 1/4" ansi c29.4 cl 54-2	und	5	\$ 8,396.64	\$ 41,983.20
bloque anclaje concreto 400mmx200mmx200mm	und	11	\$ 83,319.04	\$ 916,509.44
cable aac 2x1/0 + aaac 1x123.3 tplex ais xlpe 600v 90°c	Mts	75	\$ 22,765.89	\$ 1,707,441.75
cable aac 2x2 + aaac 1x77.4 tplex ais xlpe 600v 90°c	Mts	193	\$ 13,110.23	\$ 2,530,274.39
cable acero 1/4" extra alta resistencia	Mts	169	\$ 1,829.03	\$ 309,106.07
cable acsr 2awg mpolar desn sparrow	Mts	853	\$ 2,584.68	\$ 2,204,732.04
poste prfv 12m 750kgf	und	3	\$ 2,879,800.00	\$ 8,639,400.00
poste prfv 8m 510kgf sec	und	2	\$ 1,261,400.00	\$ 2,522,800.00
percha acero galvanizado 1 puesto	und	5	\$ 8,855.98	\$ 44,279.90
collarin 120mm 5" dos salidas	und	1	\$ 29,143.10	\$ 29,143.10
esparrago 5/8" x 10"	und	2	\$ 7,524.37	\$ 15,048.74
esparrago 5/8" x 12"	und	6	\$ 8,174.11	\$ 49,044.66
grapa retencion 4awg-2/0awg aluminio tipo pistola	und	12	\$ 30,166.50	\$ 361,998.00
tuerca de ojo acero redonda 5/8"	und	12	\$ 9,038.05	\$ 108,456.60
eslabon en u galvanizado 5/8" forjado	und	3	\$ 10,383.94	\$ 31,151.82
kit spt acero inoxidable media tension	und	5	\$ 446,444.00	\$ 2,232,220.00
conector tipo h 1/0-1/0awg compresion tipo h en al	und	27	\$ 4,999.19	\$ 134,978.13
varilla de anclaje acero 5/8" x 1800mm	und	5	\$ 26,564.37	\$ 132,821.85
varilla de anclaje acero 5/8" x 1500mm	und	6	\$ 24,535.42	\$ 147,212.52
guardacabo 5/8" acero galvanizado	und	11	\$ 3,110.66	\$ 34,217.26
camisa protectora plastica p/viento,ra7-022	und	11	\$ 33,794.81	\$ 371,742.91
collarin 200mm 8" dos salidas	und	2	\$ 20,598.90	\$ 41,197.80
collarin 220mm 9" dos salidas	und	2	\$ 22,295.84	\$ 44,591.68
transformador 1f 10kva 7620v 240-120v conv a/veg	und	1	\$ 3,731,903.07	\$ 3,731,903.07
conector transv al 6-1/0awg-6-4awg	und	1	\$ 73,295.67	\$ 73,295.67
cortacircuito 100a 15kv mpolar 20ka	und	1	\$ 531,205.29	\$ 531,205.29
dps polimerico 12kv 10ka oxido de zinc	und	1	\$ 170,970.87	\$ 170,970.87
dps polimerico 440v 10ka oxido de zinc monofasico	und	2	\$ 120,865.92	\$ 241,731.84
fusible expulsion 2a tipo k 15kv	und	1	\$ 3,906.77	\$ 3,906.77
cinta aisl caucho autofun 600v autofundente	und	3	\$ 20,112.19	\$ 60,336.57
cable cu 6awg mpolar ais xlpe 600v 90°c	Mts	9	\$ 11,038.44	\$ 99,345.96
cable cu 2awg mpolar ais xlpe 600v 90°c	Mts	8	\$ 25,287.50	\$ 202,300.00
cinta aislante pvc 600v negro cinta aislante pvc 600v negro	und	3	\$ 11,622.73	\$ 34,868.19
			<b>Total</b>	<b>\$ 28,103,879.10</b>

CS Escaneado con CamScanner

Fuente. Diseño propio.

Tabla 7  
Costos técnicos para instalación EPM.

Cobro mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Recursos humanos	Subtotales
colocación de poste de fibra 8 m - 510 kgf	und	2	\$ 302,012.39	\$ 604,024.77
colocación de poste de fibra 12, 14 o 16 m 1050 k f - 750 kgf - 510 kgf	und	3	\$ 355,491.94	\$ 1,066,475.83
retiro de poste de fibra, metálico, madera o riel	und	2	\$ 232,324.42	\$ 464,648.84
colocación de adecuación poste en referencia o terminal red monofásica	und	4	\$ 149,614.17	\$ 598,456.69
colocación de adecuación poste en referencia o terminal secundario	und	4	\$ 118,978.57	\$ 475,914.26
colocación de viento convencional o farol para red cundaria	und	6	\$ 142,773.88	\$ 856,643.28
colocación de viento convencional - farol o con po auxiliar para red de 13.2 kv.	und	5	\$ 142,773.88	\$ 713,869.40
colocación de puesta a tierra convencional incluye: conexiones a la red y al electrodo por med de conector a compresión, instalación de bajante y electrodo	und	5	\$ 60,455.85	\$ 302,279.23
colocación de transformador 1fy accesorios 5 kva 10 kva o 15 kva, (incluye colocación y conexió de barras primarias, secundarias y dps secundario	und	1	\$ 419,489.34	\$ 419,489.34
colocación de conectores	und	17	\$ 10,668.62	\$ 181,366.54
retiro de adecuación secundaria en poste	und	5	\$ 45,308.20	\$ 226,541.01
retiro de viento no incuye el bloque	und	4	\$ 30,206.47	\$ 120,825.86
colocación de línea primaria aerea monofasica- 7.62 kv 2 cables acsr no.2 awg o no.1/0 awg (desnudo o cubierto)	Mts	383	\$ 6,480.40	\$ 2,481,991.67
colocación de línea secundaria triplex, aluminio, x e, 600 v: en cualquier calibre	Mts	268	\$ 7,901.21	\$ 2,117,523.74
retiro de línea secundaria aérea en trenza o línea abierta	Mts	458	\$ 4,232.79	\$ 1,938,617.82
traslado de línea secundaria aérea en trenza	Mts	50	\$ 4,259.14	\$ 212,957.10
diseño y georeferenciación de redes eléctricas en media y baja tensión en el mismo tramo de red a intervenir con sus equipos asociados, en zonas rurales, para la conexión de nuevos clientes, traslado de infraestructura, mejora de la calidad del servicio, expansión y/o reposición del sistema.  incluye: gestión de información en los sistemas que epm disponga, estimación, transporte, computador, software, dispositivo móvil (celular o tablet), gps; dotación de herramientas y equipos de protección personal.	Mts	1109	\$ 706.58	\$ 783,601.66
			<b>Total</b>	<b>\$ 13,565,227.04</b>

Escaneado con CamScanner

Fuente. Diseño propio.

Tabla 8

*Costos complementarios para instalación EPM.*

Complementarios				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Recursos tecnicos	Subtotales
reconocimiento por viaje (ida y regreso por vehiculo) este valor, aplica para transporte en camiones, camionetas, grua, cama alta tipo planchon o tracto camion y busetas que son los en los que se desplazaran los equipos de trabajo (no aplica para motos, ni para camiones tipo canasta de linea viva) cada vez que sale a pernoctar fuera del municipio de ejecucion administrativo del contrato.	und	1	\$ 487.200,00	\$ 487.200,00
actividades complementarias en redes aereas de energia electrica. r recursos: un (1) encargado de obra-coordinador de cuadrilla red aerea-subterranea o poda con equipo de comunicacion y transporte	und	2	\$ 45.543,94	\$ 91.087,88
actividades complementarias de construccion de redes aereas de energia electrica en altura	und	4	\$ 35.937,54	\$ 143.750,16
actividades complementarias de apoyo a la construccion de redes aereas de energia electrica en piso	und	6	\$ 22.322,34	\$ 133.934,04
actividades de transporte de personal. recursos: una (1) camioneta doble cabina 4x4 con conductor.	Horas	20	\$ 58.851,70	\$ 1.177.034,04
tala de arboles con diametros mayores a 10 cm con repique	und	2	\$ 88.923,80	\$ 177.847,59
			<b>Total</b>	<b>\$ 2.210.853,72</b>

Fuente. Diseño propio.

Tabla 9

*Presupuesto final*

Resumen	
Costo de recursos humano	\$ 1.651.700,00
Cobro por mano de obra	\$ 13.565.227,04
Cobro por actividades complementarias	\$ 2.210.853,72
Costo de materiales	\$ 28.103.879,10
<b>Total</b>	<b>\$ 45.531.659,86</b>

Fuente. Diseño propio.