

**PRESUPUESTO DE INVERSIÓN CON UCC PARA EL MEJORAMIENTO DE
LA RED DEL CIRCUITO LOS MIMBRES DEL OR ELECTRICARIBE E.S.P. S.A.**

**YESICA PAOLA BOHORQUEZ UPARELA
YURY JUDITH DE LA OSSA ALGARIN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISIOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALISTA EN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
BUCARAMANGA**

2019

**PRESUPUESTO DE INVERSIÓN CON UCC PARA EL MEJORAMIENTO DE
LA RED DEL CIRCUITO LOS MIMBRES DEL OR ELECTRICARIBE E.S.P. S.A.**

**YESICA PAOLA BOHORQUEZ UPARELA
YURY JUDITH DE LA OSSA ALGARIN**

**Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Sistema de
Distribucion de Energía Eléctrica**

**DIRECTOR
JAIME GALINDO CARDENAS
Mag. en Potencia Eléctrica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISIOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALISTA EN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
BUCARAMANGA**

2019

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. EMPLAZAMIENTO	17
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	17
2.2 UBICACIÓN POR VELOCIDAD DE VIENTOS.....	18
2.3 UBICACIÓN POR NIVEL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	18
3. PETICIONARIO Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA	19
4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	20
4.1 RED DE MEDIA TENSIÓN	20
4.2 NIVEL DE AISLAMIENTO.....	23
4.3 CIMENTACIONES	24
4.4 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS. 25	
4.4.1 CRUZAMIENTOS.	25
4.4.2 PARALELISMOS Y PASOS POR ZONAS.....	26
4.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	26
5. PLANOS	27
5.1 PLANO DE REDES EXISTENTES	27
5.2 DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN EXISTENTE.....	28
6. PRESUPUESTO.....	29
6.1 ESTRUCTURAS EN MAL, REGULAR Y PÉSIMO ESTADO.....	29
6.2 ESTRUCTURAS EN “BUEN ESTADO” NO CUMPLIENDO NORMATIVA DE ELECTRICARIBE PARA REDES AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN SIN NEUTRO. 30	
6.3 ESTRUCTURAS A INTERVENIR.....	34

6.4 PRESUPUESTO TOTAL DE MATERIALES.....	36
6.5 PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA.....	39
6.6 PRESUPUESTO GENERAL.....	46
7. RETORNO DE LA INVERSIÓN.....	47
8. CONCLUSIONES.....	52
9. RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Emplazamiento	17
Tabla 2 Áreas energéticas por circuitos AR.....	20
Tabla 3 Características red de media tensión.....	20
Tabla 4 Descripción materiales.....	21
Tabla 5 Nivel de aislamiento	23
Tabla 6 Cimentaciones	24
Tabla 7 Configuraciones PAT de acuerdo a resistividad aparente del terreno	26
Tabla 8 Aislamiento de acuerdo a los niveles de contaminación para 13,2 kV	34
Tabla 9 UUCC/Materiales asociados a estructura P1	35
Tabla 10 Cantidad total material	36
Tabla 11 Presupuesto total mano de obra	39
Tabla 12 Total inversión.....	46
Tabla 13 Causas de fallas en el circuito Los Mimbres - 2018.....	47
Tabla 14 Causas a disminuir.....	48
Tabla 15 Vida útil para las categorías de activos por nivel de tensión.....	49
Tabla 16 Valor kWh últimos doce (12) meses para ELECTRICARIBE	50
Tabla 17 Calculo retorno de la inversión.....	50

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación geográfica circuito Los Mimbres.....	18
Figura 2 Cimentación directa	25
Figura 3 Plano de red de MT del circuito Los Mimbres	27
Figura 4 Diagrama unifilar subestación Ciénaga de Oro	28
Figura 5 Artículo 15 - RETIE	31
Figura 6 Conectores cuña a presión, numeral 5.3. Diseño y construcción.	31
Figura 7 Configuración horizontal	32
Figura 8 Numeral 2.8 Izado de postes	33
Figura 9 Utilización de amarres preformadas	33

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1 Estructura P1	35

LISTA DE ANEXOS

Ver documentos adjuntos en el CD y pueden ser visualizados en la base de datos de la biblioteca UIS

ANEXO A: Presupuesto de inversión detallado

ANEXO B: Facturas ELECTRICARIBE últimos doce (12) meses

ANEXO C: Fallas del circuito Los Mimbres año 2018

GLOSARIO

APOYO: Nombre genérico dado al dispositivo de soporte de conductores y aisladores de las líneas o redes aéreas. Pueden ser postes, torres u otro tipo de estructura.

ARMADO DE MT: Conjunto de herrajes, accesorios (cruquetas, soportes, flejes, etc.) y aislamiento con sus accesorios (aisladores, cadenas de amarre, grapas, retenciones, etc.), cuya función es transferir los esfuerzos de los conductores a los postes.

CIRCUITO ELÉCTRICO: Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes. No se toman los cableados internos de equipos como circuitos. Pueden ser de modo diferencial (por conductores activos) o de modo común (por conductores activos y de tierra).

CONDUCTOR AISLADO: conductor dentro de un material de composición y espesor reconocido por este código como aislamiento eléctrico.

FUSIBLE: Componente cuya función es abrir, por la fusión de uno o varios de sus componentes, el circuito en el cual está insertado.

MANO DE OBRA: Se conoce como mano de obra mano de obra al esfuerzo físico y mental que se pone al servicio de la fabricación de un bien. El concepto también se utiliza para nombrar al costo de este trabajo, es decir, el precio que se le paga.

MANTENIMIENTO: Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.

MATERIAL: Cualquier sustancia, insumo, parte o repuesto que se transforma con su primer uso o se incorpora a un bien como parte de él.

OPERADOR DE RED (OR): Empresa de Servicios Públicos encargada de la planeación, de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un sistema de transmisión regional o un sistema de distribución local.

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN: Se denomina transformadores de distribución, generalmente los transformadores de potencias iguales o inferiores a 500 kVA y de tensiones iguales o inferiores a 67 kV, tanto monofásicos como trifásicos. Aunque la mayoría de tales unidades están proyectadas para montaje sobre postes, algunos de los tamaños de potencia superiores, por encima de las clases de 18 kV, se construyen para montaje en estaciones o en plataformas. Las aplicaciones típicas son para alimentar a granjas, residencias, edificios o almacenes públicos, talleres y centros comerciales.

UNIDAD CONSTRUCTIVA (UC): Conjunto de elementos que conforman una unidad típica de un sistema eléctrico, destinada a la conexión de otros elementos de una red, al transporte o a la transformación de la energía eléctrica o a la supervisión o al control de la operación de activos de los STR o SDL.

RESUMEN

TITULO: PRESUPUESTO DE INVERSIÓN CON UCC PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RED DEL CIRCUITO LOS MIMBRES DEL OR ELECTRICARIBE E.S.P. S.A.*

AUTORES: YESICA PAOLA BOHORQUEZ UPARELA
YURY JUDITH DE LA OSSA ALGARIN**

PALABRAS CLAVES: operador de red, unidades constructivas, media tensión, circuito, estado de las redes, apoyo.

En este trabajo se elaboró un presupuesto de inversión sobre el circuito Los Mimbres del operador de red de la costa ELECTRICARIBE S.A. E.S.P.

Se realiza el costo de la obra basado en las unidades constructivas, las cuales desglosan el material necesario y mano de obra requerida en cada estructura objeto de intervención, se tiene como criterio de elección de las estructuras, el examen visual de las mismas con el fin de analizar el cumplimiento de la vida útil de los activos actualmente instalados y el cumplimiento de la normativa actual del OR para redes áreas de media tensión sin neutro, esto se realizó con el fin de conocer las mejoras que requiere la red debido al agotamiento de la misma a lo largo de los años y por instalaciones realizadas de manera anti técnica en el circuito.

Inicialmente se realizó un recorrido en terreno que contempló el poste a poste del circuito Los Mimbres, lo cual arrojó un diagnóstico del estado de las redes, y como resultado del mismo las estructuras que requieren intervención. Teniendo identificados los puntos se realiza un presupuesto detallado de cada apoyo de media tensión existente, con lo cual se tiene al final el presupuesto de inversión que requiere toda la obra.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisiomecánicas Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones Especialista en Sistema de Distribución de Energía Eléctrica Director: Jaime Galindo Cardenas Mag. en Potencia Eléctrica

ABSTRACT

TITLE: INVESTMENT BUDGET WITH UCC FOR THE IMPROVEMENT OF THE MIMBRES DEL OR ELECTRICARIBE E.S.P. S.A.*

AUTORES: YESICA PAOLA BOHORQUEZ UPARELA
YURY JUDITH DE LA OSSA ALGARIN**

KEY WORDS: network operator, construction units, medium voltage, circuit, network status, support.

In this work, an investment budget was prepared on the wicker network operator circuit of the Costa ELECTRICARIBE S.A. E.S.P.

The cost of the work is carried out based on the construction units, which break down the necessary material and labor required in each structure object of intervention, the visual examination of the structures is taken as the criteria for choosing the structures in order to To analyze the compliance of the useful life of the assets currently installed and compliance with the current regulations of the OR for medium voltage areas networks, this was done in order to know the improvements that the network requires due to the depletion of the same to over the years and for installations carried out in an anti-technical way in the circuit.

Initially, a field trip was carried out that contemplated the post to post of the Los Mimbres circuit, which gave a diagnosis of the state of the networks, and as a result of the structures that require intervention. Having identified the points, a detailed budget of each existing medium voltage support is made, with which you have at the end the investment budget that requires all the work.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisiomecánicas Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones Especialista en Sistema de Distribución de Energía Eléctrica Director: Jaime Galindo Cardenas Mag. en Potencia Eléctrica

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se ajusta a lo especificado en el PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS MT SIN NEUTRO.

El circuito Los Mimbres de propiedad de ELECTRICARIBE S.A. E.S.P, es un circuito a nivel de tensión 13,8 kV, el cual presenta extensión de red aproximada de 93,056 km los cuales suministran energía eléctrica aproximadamente a 2005 clientes ubicados en las poblaciones de Las Palmas, Mimbres, Las Palomas, El Salado, El Siglo, Egipto, Venado, Los Copeles, El Ceibal, El Bobo, Rabón, Rincón, Loma Alta, El Higal, El brujo y Puente Seco, pertenecientes al municipio de Ciénaga de Oro del departamento de Córdoba.

El circuito Los Mimbres fue puesto en servicio el 31 de diciembre de 1999, por lo que tiene una antigüedad de más de 20 años en su construcción; durante su operación los equipos y materiales instalados en la red han presentado el agotamiento normal que se presentan con el deterioro por el pasar del tiempo, producto de esta situación se requiere hacer una revisión exhaustiva del circuito en terreno, donde se pueda verificar el estado en que se encuentran la red de media tensión, lo cual incluye estructuras, armados, transformadores de distribución, conductor, entre otros; la consolidación de esta información nos permitirá estimar el presupuesto que se requiere invertir para mejorar la infraestructura del circuito.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el presupuesto de inversión con UCC para el mejoramiento de la red del circuito Los Mimbres del OR ELECTRICARIBE E.S.P. S.A.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Realizar recorrido del circuito Los Mimbres del OR ELECTRICARIBE E.S.P. S.A.**
- **Realizar diagnóstico del estado de las redes del circuito Los Mimbres del OR ELECTRICARIBE E.S.P. S.A.**
- **Realizar presupuesto poste a poste con UCC de la inversión que se requiere para el mejoramiento de la infraestructura de la red.**
- **Desglosar detalladamente la mano de obra y material que se requiere invertir en el circuito Los Mimbres.**
- **Realizar el presupuesto total de inversión con UCC de ELECTRICARIBE para el mejoramiento de la red del circuito Los Mimbres del OR ELECTRICARIBE S.A. E.S.P.**

2. EMPLAZAMIENTO

Tabla 1 Emplazamiento

EMPLAZAMIENTO	
NOMBRE	CIRCUITO LOS MIMBRES
DIRECCIÓN	MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO
DEPARTAMENTO	CORDOBA
MUNICIPIO	CIÉNAGA DE ORO
NIVEL DE TENSIÓN	13,8 kV. TRIFÁSICO - MONOFÁSICO
CLASIFICACIÓN (URBANO/RURAL)	RURAL

Fuente: ELECTRICARIBE Base de datos

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La instalación está ubicada en el departamento de Cordoba y discurre por el municipio de Ciénaga de Oro.

Figura 1 Ubicación geográfica circuito Los Mimbres



2.2 UBICACIÓN POR VELOCIDAD DE VIENTOS

La instalación está ubicada en la zona B área rural.

2.3 UBICACIÓN POR NIVEL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

La instalación está ubicada en una zona de contaminación normal.

3. PETICIONARIO Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

ELECTRICARIBE S.A. E.S.P.

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Tabla 2 Áreas energéticas por circuitos AR

Estructura	Código	SMT	Nombre Circuito	Existente/ Nuevo	Tipo circuito	Área energética	Propiedad
CIR Antena 2	10677402	CIR303	LOS MIMBRES	Existente	Normal	CIR Antena 2	Electricaribe

Fuente: ELECTRICARIBE Datos tomados de base de datos

4.1 RED DE MEDIA TENSIÓN

La instalación de media tensión, objeto del presente estudio, queda definida por las siguientes características:

Tabla 3. Características red de media tensión

DESCRIPCIÓN RED DE MEDIA TENSIÓN (MT)	
TENSIÓN NOMINAL DE DISEÑO (kV)	13,8
TENSIÓN NOMINAL DE SERVICIO (kV)	13,8
NUMERO DE FASES	3
FRECUENCIA(Hz)	60
CONDUCTOR: MATERIAL, CALIBRE	2 ACSR
FACTOR DE POTENCIA	0,9
UBICACIÓN (PUNTO DE CONEXIÓN)	SUBESTACIÓN
ZONA DE EMPLAZAMIENTO	CIÉNAGA DE ORO
LONGITUD TOTAL A CONSTRUIR MT (km)	93,05

DESCRIPCIÓN RED DE MEDIA TENSIÓN (MT)	
CONFIGURACIÓN ESTÁNDAR (ARMADO)	HORIZONTAL CRUCETA METÁLICA
No. DE CIRCUITOS (SIMPLE O DOBLE)	1 SIMPLE TRIFÁSICO
TIPO DE AISLAMIENTO	ZONA NORMAL
TIPO DE AISLADOR DE SUSPENSIÓN	AISLADOR COMPOSITE TIPO SUSPENSIÓN 13,2 kV_70kN
TIPO DE AISLADOR RÍGIDO ("LINE POST")	AISLADOR PORCELANA LINE POST 13,8 kV

Fuente: ELECTRICARIBE Base de datos

De acuerdo a la normativa vigente de ELECTRICARIBE para redes áreas de media tensión sin neutro. Los materiales a utilizar para normalizar y mejorar la red existente se describen en la siguiente tabla.

Tabla 4 Descripción materiales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN MATERIAL
464584	PERCHA SECUNDA 8" SEPARACIÓN, P/ 4 ALAMBRES
436991	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV (ANSI-57-1)
437655	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"
437711	AMARRA PREF."OMEGA"AIS.57/1-3 ACSR.1/0
437707	AMARRA PREF."Z"AIS.57/1-3 ACSR.1/0
707868	ANCLA DE HORMIGÓN
437805	AISLADOR PORCELANA CARRETE (ANSI 53-2)
808488	ALAMBRE DE ALUMINIO AISLADO N: 8 AWG 600 V
437806	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE
450949	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN
441249	AISLADOR COMPOSITE TIPO SUSPENSIÓN 13,2 kV _70kN
526792	M3 HORMIGÓN DE 210 kg / cm ²
530559	TERMINAL COMPRESIÓN PLETINA COND. CU #2
699901	CONECTOR COMPRESIÓN #2-#2 CU
437603	CONECTOR CU?A A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0
454857	CONECTOR AMOVIBLE (P:2-2/0 - D:6-2/0)
437596	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN MATERIAL
436978	CONDUCTOR AL-ACERO ACSR 1/0 AWG(RAVEN)
551267	CRUCETA ANGULAR METÁLICA 2400 mm
475964	SOPORTE PARARRAYO SOBRE TRANSFORMADOR 13,2 kV
691359	PARARRAYOS AUTOVALVULA 13,2 kV -10 kA-SN
440944	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"
437651	TORNILLO AC.GALVANIZ.C/T 5/8"X12"
441264	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"
707561	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2
458662	PLETINA SUJECCIÓN PARA RETENIDAS
458467	GUARDACABOS PARA RETENCIÓN CABLE ACERO 3/8"
458479	VARILLA ANCLAJE DE OJO C.T. 3/4"X8
458466	AMARRA PREF."TERMINAL"CABLE AC-3/8"
434435	CABLE ACERO GALVANIZADO P/RETENIDA 3/8"
530875	GRILLETE NORMAL RECTO 7/8"
529859	BASE CORTACIRCUITOS FUSIBLE 27 kV 200 A
529928	TUBO PORTAFUSIBLE EXPULSI?N 27 kV _100 A
551556	SOPORTE P/SECC. FUSIBLE EN CRUCETA ANGULAR
434470	CONDUCTOR COBRE DESNUDO 7 HILOS NO 2 AWG
465239	POSTE DE HPC/HPV DE 12 m x 1030 daN (CR)
807946	POSTE DE HPC/HPV DE 12 m x 500 daN (CR)
475174	POSTE DE HPC/HPV DE 12 m x 735 daN (CR)
300881	GRAVA
459733	POSTE DE HPC/HPV DE 9 m x 500 daN (CR)
930054	CABLE AAAC 123,3 MCM
525640	BRIDA DE SUJECCIÓN HASTA 100 mm
458594	ARANDELA DE PRESIÓN AC.INOX. 1/2"
458595	ARANDELA PLANA REDONDA AC.INOX. 1/2"
458593	TORNILLO AC.INOXIDABLE/EXAG.C.T.1/2"X2"
458525	COND. TRENZADO TRIPLEX 4/0AAC-4/0AAAC
809022	TERMINAL COMP. BIM. PLET. 4/0 2HUE BLARG
120061	TUBO PVC PESADO 1" X 3 m
810574	SPT ACERO INOXID PARA TRAF0 MONOFÁSICO
551557	FLEJE DE SUJECCIÓN 20X0,7 mm
704164	HEBILLA FLEJE DE SUJECCIÓN
437659	TUERCA EXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN MATERIAL
917369	SPT ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO.-
464231	ABRAZADERA DOBLE DE 140 mm (5 A 6")

Fuente: ELECTRICARIBE Tabla de materiales ELECTRICARIBE para proyectos en redes aéreas de MT

4.2 NIVEL DE AISLAMIENTO

El aislamiento propuesto para el proyecto es el normalizado (95 kV), por encontrarse en la zona de emplazamiento Ciénaga de Oro, es decir zona B rural.

Tabla 5 Nivel de aislamiento

NIVEL DE AISLAMIENTO	
Tipo de aislador de suspensión	Porcelana 13,8 kV
Tipo de aislador rígido	Porcelana 13,8 kV
Tensión soportada a impulsos a frecuencia industrial en seco en aislador de suspensión (kV valor eficaz)	90
Tensión soportada a impulsos a frecuencia industrial en seco en aislador rígido (kV valor eficaz)	90
Tensión soportada a impulsos tipo rayo en aislador de suspensión (kV cresta)	140
Tensión soportada a impulsos tipo rayo en aislador rígido (kV cresta)	140

Fuente: ELECTRICARIBE PPTT para redes aéreas de MT sin neutro

4.3 CIMENTACIONES

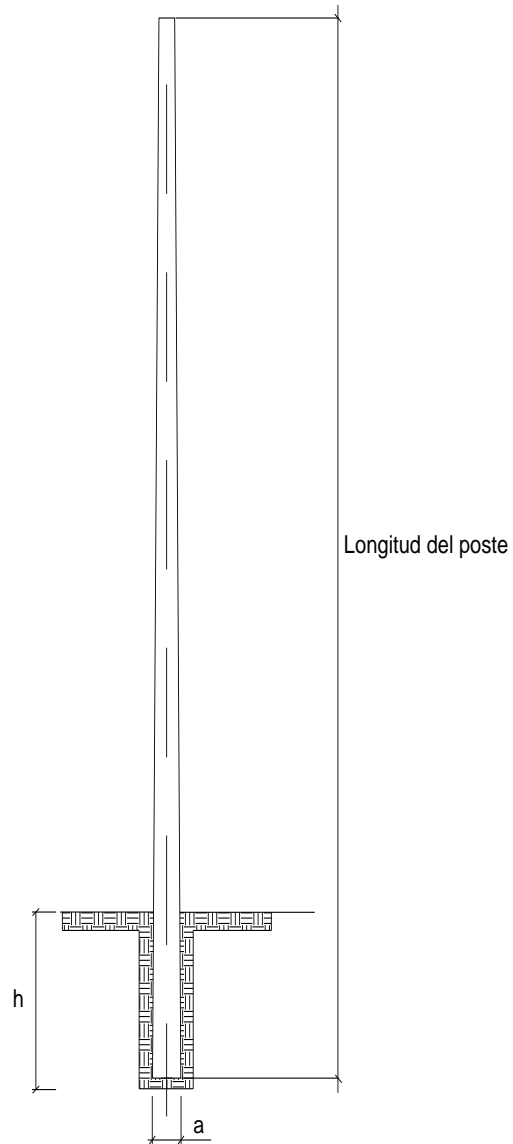
Terreno Normal, Duro y Muy Duro ($K > 12$) Independientemente del tipo y función del poste, se seleccionará el tipo directa. Si el poste está retenido, se calculará el esfuerzo vertical total transmitido a la cimentación por el conjunto poste / retenida, gravivano y peso propio de equipos para comprobar que sea menor o igual al PMÁX de la cimentación. Si se sobrepasa este valor, se evaluará la solución monobloque cilíndrica y prismática, por este orden.

Tabla 6 Cimentaciones

Función del poste	Poste (daN)			
	500	735	1030	1324
Terreno compacto ($k > 12$)				
Todas las funciones (AL, ANG, FL y AC)	Cimentación directa (CD)			

Fuente: ELECTRICARIBE PPTT para redes aéreas de MT sin neutro de

Figura 2 Cimentación directa



Fuente: ELECTRICARIBE PPTT para redes aéreas de MT sin neutro





4.4 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS.

4.4.1 Cruzamientos. No aplica, ya que no existen cruzamientos entre las líneas de media tensión del proyecto y otras líneas de igual o mayor tensión.

4.4.2 Paralelismos y pasos por zonas. No aplica, ya que no existen paralelismos entre las líneas de media tensión del proyecto y otras líneas de igual o mayor tensión.

4.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Tabla 7 Configuraciones PAT de acuerdo a resistividad aparente del terreno

Tipo de electrodo	Configuración		Columna A
	Nombre	Diagrama	Valores máximos de resistividad aparente del terreno ($\rho = \Omega m$)
CopperClad Steel	Electrodo de Difusión Vertical		28
	Anillo (r=1,0m)		58,6
	Cuadrada con 4 electrodos de difusión (lado d = 3m)		84
Acero Austenítico	Electrodo de Difusión Vertical		28

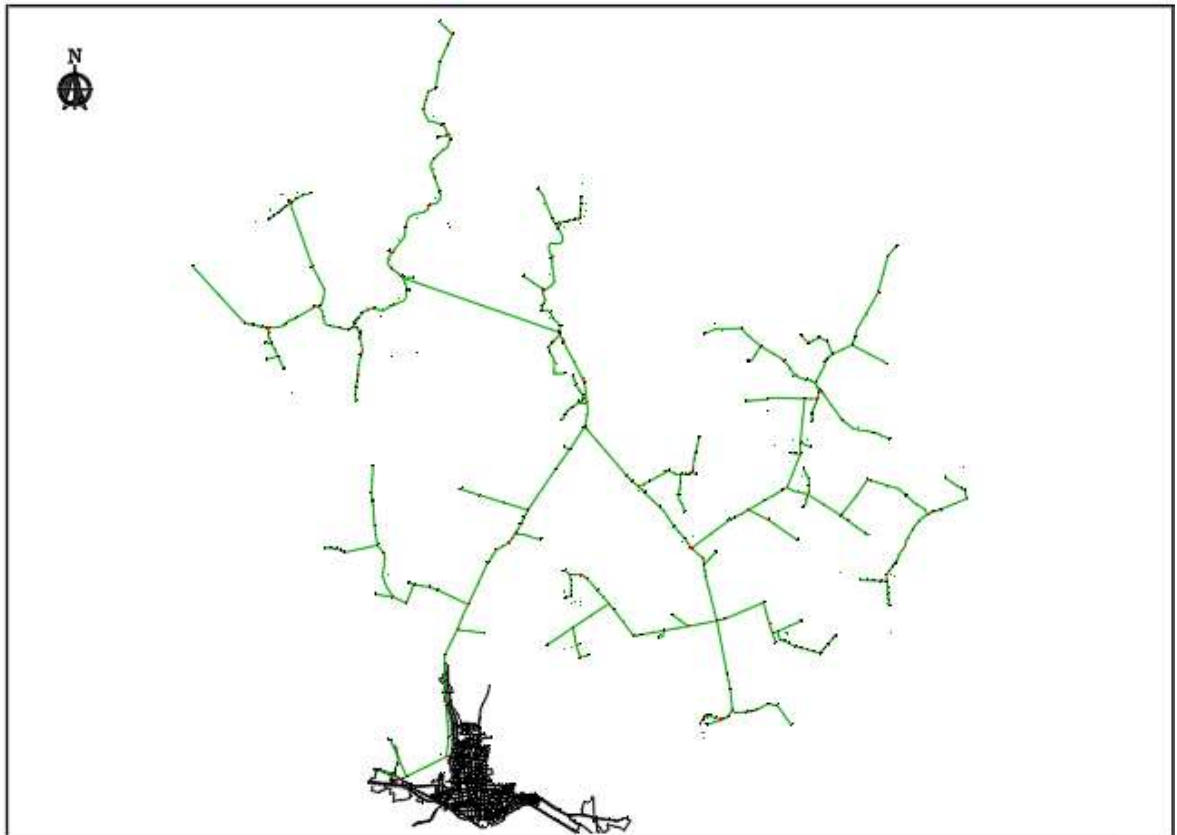
Fuente: ELECTRICARIBE Normativa de ELECTRICARIBE para redes aéreas de media tensión sin neutro

Para el caso específico del circuito Los Mimbres se utiliza electrodo de difusión vertical, incluido en el sistema de puesta a tierra descrito en la tabla 4 con el código 917369.

5. PLANOS

5.1 PLANO DE REDES EXISTENTES

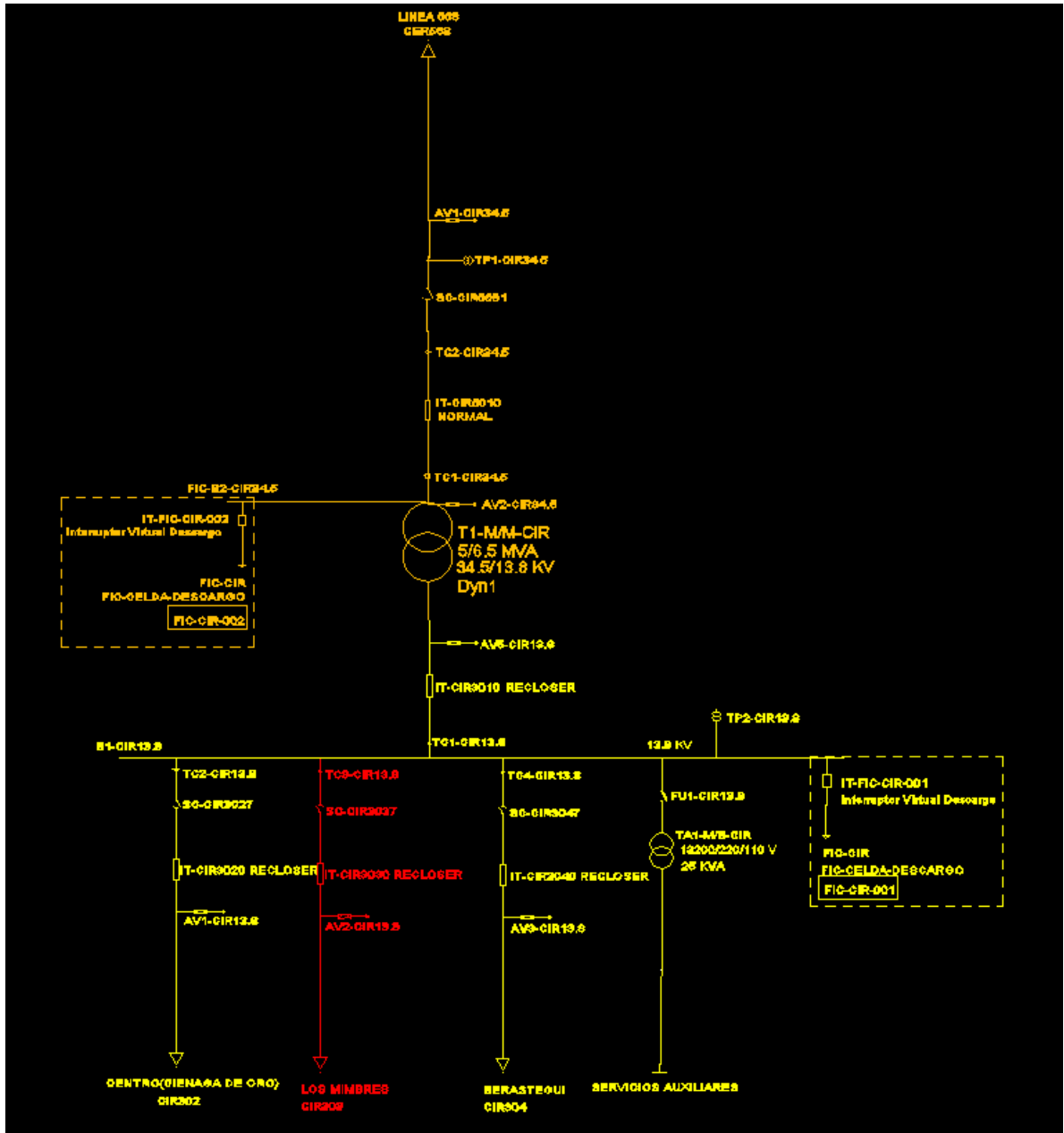
Figura 3 Plano de red de MT del circuito Los Mimbres



Fuente: ELECTRICARIBE S.A. E.S.P Base de datos de

5.2 DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN EXISTENTE

Figura 4 Diagrama unifilar subestación Ciénaga de Oro



Fuente: ELECTRICARIBE S.A. E.S.P Base de datos

6. PRESUPUESTO

En este presupuesto se encuentra desglosado por cada estructura la mano de obra y material requerido, acompañado de su costo unitario y costo total de la inversión en la estructura. Estos valores son precios base tomados del catálogo de UUCC del OR ELECTRICARIBE S.A E.S.P.

Las inversiones propuestas, tienen dos fundamentos:

6.1 ESTRUCTURAS EN MAL, REGULAR Y PÉSIMO ESTADO.

Como se puede evidenciar en el ANEXO A, existen estructuras que se encuentran deterioradas, se evidencian crucetas de madera partidas, aisladores partidos, aisladores tipo poste con saltos de corriente, conductor robado, lo cual redundará en continuas interrupciones y fallas en el circuito; retenidas desgastadas, sin tensión, que no están cumpliendo su función, lo cual puede ocasionar que los postes se desaplomen, se derriben, o sufran averías, generando peligro a los transeúntes de la comunidad; transformadores de distribución que no se encuentran protegidos o correctamente instalados, lo cual da como resultado caídas de tensión, oscilación de tensión, intermitencias en la prestación del servicio de energía, generación de puntos calientes, entre otras; cadenas de amarre incompletas, aisladores de suspensión dañados, vanos de líneas descolgados, todo esto expone el conductor a contactos directos con ramas de árboles o elementos de alta altura que originan fallas transitorias y en muchos casos duraderas; racimos sin seccionamientos, lo que implica que en las interrupciones se vean afectados más clientes, debido a que actúan protecciones aguas arriba que dejan por fuera la matriz principal del circuito; bajantes sencillos para transformadores con capacidad mayor a 50 kVA,

ocasionando recalentamientos en los bornes secundarios del transformador lo que genera deficiencia en los niveles de tensión, fugas de aceite, quema del transformador y no explotación de la capacidad máxima del equipo, postes desaplomados, postes de madera partidos, lo cual implica un peligro para transeúntes y peatones de la zona, una falla de alta duración para el circuito, las fallas por postes en el suelo presentan un mayor porcentaje de demora en reposición después de localizadas, puentes de línea de media tensión con empalmes, lo que ocasiona deterioro del conductor, posible punto de falla por rotura de línea, degrada la calidad de la tensión, armados de baja tensión con incorrecta sujeción al poste, se pueden caer originando fallas en el transformador de distribución.

6.2 ESTRUCTURAS EN “BUEN ESTADO” NO CUMPLIENDO NORMATIVA DE ELECTRICARIBE PARA REDES AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN SIN NEUTRO.

En las fotografías de mostradas en el ANEXO A, resultado del recorrido realizado al circuito Los Mimbres, se observa que hay estructuras con equipo y/o materiales actualmente instalados en buen estado, sin embargo, estas instalaciones no se encuentran dentro de la normativa de ELECTRICARIBE y en algunos casos se incumple RETIE.

Todas las estructuras revisadas que son objeto de intervención, cuyo armado existente está con cruceta metálica no cumplen con el artículo 15 del RETIE Sistemas de puesta a tierra y en lo cual se fundamenta la instalación de cada sistema de puesta a tierra en los nuevos armados de media tensión a realizar con cruceta metálica.

Figura 5. Artículo 15 - RETIE

ARTÍCULO 15°. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Toda instalación eléctrica que le aplique el **RETIE**, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), para evitar que personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla

La exigencia de puestas a tierra para instalaciones eléctricas cubre el sistema eléctrico como tal y los apoyos o estructuras metálicas que ante una sobretensión temporal, puedan desencadenar una falla permanente a frecuencia industrial, entre la estructura puesta a tierra y la red.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Fuente: RETIE Artículo 5

Observando cada estructura que se considera en buen estado se realizan las siguientes críticas, donde se observa incumplimiento en la normativa vigente de ELECTRICARIBE para redes aéreas de media tensión sin neutro.

Durante la revisión en terreno se evidenció en los transformadores de distribución un incorrecto montaje de los terminales compresión pletina, observándose terminales instalados en el mismo par de orificios del terminal tipo pala del transformador, o borne convencional, así como tornillos de sujeción incorrectos (material y tamaño) lo anterior incumple con lo estipulado en la norma de construcción del proyecto tipo para centros de transformación tipo poste de ELECTRICARIBE.

Durante la inspección se encontró un centro de transformación con conexiones de baja tensión defectuosas a la red abierta, conexiones entorchadas, incumpliendo con lo especificado en la norma de construcción del proyecto tipo para líneas aéreas de media tensión sin neutro y en el documento especificación conectores cuña a presión, numeral 5.3. diseño y construcción.

Figura 6 Conectores cuña a presión, numeral 5.3. Diseño y construcción

5.3. Diseño y construcción

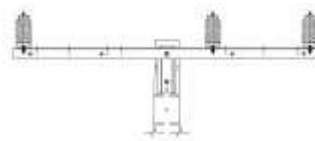
Cada conector deberá tener impreso el código de color del cartucho que le corresponde. Deberá poder ser instalado con la herramienta de conexionado propia del fabricante del conector, si existiere, o con cualquier otra que garantice la perfecta conexión entre las partes en contacto, el perfecto ajuste de la cuña y evitar la generación de puntos calientes por la mala conexión del conjunto. No se permitirá la utilización de cartuchos en conectores para los cuales no han sido diseñados

Fuente: ELECTRICARIBE Documento descripción de equipos y materiales

Por otro lado, existen aisladores para configuración horizontal en alineación que están torcidos o desnivelados con respecto a la configuración normalizada para este tipo de armados, lo cual representa un incumplimiento con la normativa de ELECTRICARIBE para redes áreas de media tensión sin neutro.

“Para este tipo de configuración se utilizará cruceta angular metálica autosoportada con una longitud de 2,4 m para 13,2 kV y 3 m para 34,5 kV para líneas trifásicas y 1,4 m para líneas bifásicas.”¹

Figura 7 Configuración horizontal



Fuente: ELECTRICARIBE Documento nº 2 memoria normativa

De igual manera se detectaron postes desplomados y que no conservan una correcta verticalidad no congruente el numeral 2.8. Izado de postes.

¹ ELECTRICARIBE Documento nº 2 memoria normativa

Figura 8 Numeral 2.8 Izado de postes

2.8. IZADO DE POSTES

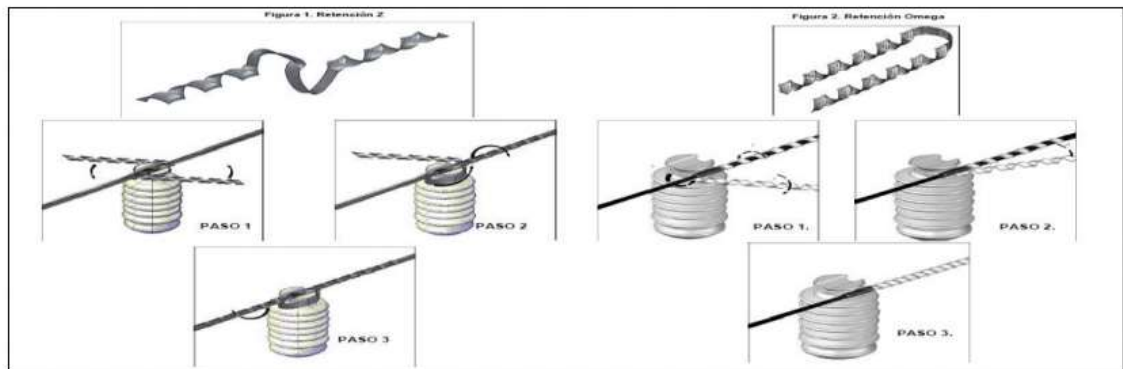
Cuando estén instalados completamente los postes que no lleven retenidas deberán estar perpendiculares al suelo y perfectamente alineados.

Fuente: ELECTRICARIBE Normativa de ELECTRICARIBE para redes aéreas de media tensión sin neutro

Existen también incorrectos montajes de armados y unidades constructivas incompletas (falta de arandelas planas redondas 5/8', arandelas oxidadas e incorrectas, aisladores en disposición inadecuada e incorrecta), lo cual deriva en un incumplimiento de acuerdo a lo referido en las especificaciones contractuales y normativas de ELECTRICARIBE (planos de montaje).

Se verificó la falta de amarras preformadas para la correcta sujeción de las líneas al aislador en armado en alineación, encontrándose amarres realizados con pelón. Incumpliendo normativa.

Figura 9 Utilización de amarres preformadas



Fuente: ELECTRICARIBE Normativa de ELECTRICARIBE para redes aéreas de media tensión sin neutro

Es conveniente resaltar que, aunque en algunas estructuras se encontraron aisladores en buen estado, se sugiere el cambio de estos para cumplir lo

especificado en la normativa, la cual indica lo mostrado en la siguiente tabla para nivel de tensión 13,2 kV.

Tabla 8 Aislamiento de acuerdo a los niveles de contaminación para 13,2 kV

Tipo	Descripción	Denominación	Nivel de Contaminación
Tipo poste	Aislador porcelano Line post	ANSI 57-1	Contaminación Normal (1)
	Aislador Compuesto Hibrido	PH-13,2	Altamente contaminado (2)
Tipo cadena	Aislador Compuesto Tipo cadena	ANSI DS15	Contaminación Normal (1)
		ANSI DS28	Altamente contaminado (2)

Fuente: ELECTRICARIBE Normativa de ELECTRICARIBE para redes aéreas de media tensión sin neutro

Todo lo anterior mencionado, deriva en la propuesta de inversión que se realiza en este documento

6.3 ESTRUCTURAS A INTERVENIR

A continuación, se detalla ejemplo de lo encontrado en el ANEXO A del presente documento, donde se realiza todo el detalle de cada estructura objeto de inversión con su presupuesto asociado y fotografía.

Para efectos de visibilidad de las tablas, los precios de los materiales y mano de obra fueron redondeados, sin decimales, por ejemplo, para la unidad constructiva 0210312000 su costo es \$ 5 835,431 y en la imagen se indica solo \$ 5 835, al igual con todas las UCC.

Fotografía 1 Estructura P1



Tabla 9 UUCC/Materiales asociados a estructura P1

UUCC/MAT	DESCRIPCION	CANT UNIT	COSTO UNIT MAT	COSTO UNIT MA	COSTO TOTAL MAT	COSTO TOTAL MO	COSTO TOTAL EST	P1
0210312000	CADENA AMARRE COMP 13,2 KV ACSR(AL)1/0 (123)	1		\$ 5.835	\$ -	\$ 17.506	\$ 17.506	3
450949	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN)	1	\$ 12.435		\$ 111.912	\$ -	\$ 111.912	3
441249	AISLADOR COMPOSITE TIPO SUSPENSION 13,2 KV_70KN	1	\$ 23.563		\$ 212.067	\$ -	\$ 212.067	3
0208304000	CONEXION COND ACSR(AL)1/0 (123)-ACSR 1/0	1		\$ 4.663	\$ -	\$ 41.967	\$ 41.967	3
437596	CONECTOR CUqA A PRESIsN AGW 1/0-AGW 1/0	1	\$ 9.911		\$ 89.199	\$ -	\$ 89.199	3
0234319100	DESM. CONEX CUQA CARTUCHO AZUL EN POSTE	1		\$ 3.716	\$ -	\$ 11.149	\$ 11.149	3
0307363320	PUENTE DE LINEA AAAC 123.3 MCM EN POSTE NN	1		\$ 5.101	\$ -	\$ 30.608	\$ 30.608	3
930054	CABLE AAAC 123.3 MCM	2	\$ 1.558		\$ 18.698	\$ -	\$ 18.698	3
0234317000	RETIRO PUENTE DE LINEA (1) EN POSTE CTO MT	1		\$ 4.416	\$ -	\$ 39.740	\$ 39.740	3
0905339020	SOLTADOyENGRAPE DE COND (1F) TENSADO Y SUSP TODOS LOS CALIBRES	1		\$ 6.731	\$ -	\$ 60.580	\$ 60.580	3
TOTAL ESTRUCTURA			\$				633.427	

6.4 PRESUPUESTO TOTAL DE MATERIALES

A continuación, se relaciona la cantidad total de material de la arquitectura de red, se contempla el material y equipos en mal estado o que requieren reposición en todo el proyecto.

Tabla 10. Cantidad total material

CÓDIGO MATERIAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL	COSTO TOTAL [\$]
120061	TUBO PVC PESADO 1" X 3 m	6	259 719
300881	GRAVA	14	122 971
434435	CABLE ACERO GALVANIZADO P/RETENIDA 3/8"	25	881 240
434470	CONDUCTOR COBRE DESNUDO 7 HILOS NO 2 AWG	150	2 090 040
436978	CONDUCTOR AL-ACERO ACSR 1/0 AWG(RAVEN)	150	248 546
436991	AISLADOR PORCELANA TIPO POSTE 13,2 kV(ANSI-57-1)	256	7 146 086
437596	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN AGW 1/0-AGW 1/0	192	1 902 909
437603	CONECTOR CUÑA A PRESIÓN CON ESTRIBO AGW 1/0	10	186 099
437651	TORNILLO AC.GALVANIZ.C/T 5/8"X12"	159	1 369 144
437655	PERNO CORTO AC.GALVANIZ.3/4"-3/4"X3"	256	1 479 470
437659	TUERCA HEXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8"	6	1 794
437707	AMARRA PREF."Z" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	176	2 179 969
437711	AMARRA PREF."OMEGA" AIS.57/1-3 ACSR.1/0	59	590 984
437805	AISLADOR PORCELANA CARRETE (ANSI 53-2)	6	25 669

CÓDIGO MATERIAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL	COSTO TOTAL [\$]
437806	SOPORTE HORQUILLA PARA AISLADOR TIPO CARRETE	1	7 342
440944	ARANDELA PLANA REDONDA 5/8"	159	329 453
441249	AISLADOR COMPOSITE TIPO SUSPENSIÓN 13,2 kV_70 kN	138	3 251 694
441264	ARANDELA CURVA CUADRADA 2-1/4X2-1/4X3/16"	95	216 271
450949	GRAPA AMARRE ALUMINIO PARA COND. AWG 1/0(RAVEN	138	1 715 989
454857	CONECTOR AMOVIBLE (P:2-2/0 - D:6-2/0)	10	434 136
458466	AMARRA PREF."TERMINAL" CABLE AC-3/8"	25	602 301
458467	GUARDACABOS PARA RETENCIÓN CABLE ACERO 3/8"	25	83 064
458479	VARILLA ANCLAJE DE OJO C.T. 3/4"X8	29	777 675
458525	COND. TRENZADO TRIPLEX 4/0 AAC-4/0 AAAC	3	99 975
458593	TORNILLO AC. INOXIDABLE/EXAG.C.T.1/2"X2"	3	25 805
458594	ARANDELA DE PRESIÓN AC. INOX. 1/2"	3	5 404
458595	ARANDELA PLANA REDONDA AC. INOX. 1/2"	3	12 863
458662	PLETINA SUJECIÓN PARA RETENIDAS	25	944 614
459733	POSTE DE HPC/HPV DE 9 m x 500 daN (CR)	2	669 238
464231	ABRAZADERA DOBLE DE 140 mm (5 A 6")	1	28 041
464584	PERCHA SECUNDA 8" SEPARACIÓN, P/ 4	5	161 562

CÓDIGO MATERIAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL	COSTO TOTAL [\$]
	ALAMBRES		
465239	POSTE DE HPC/HPV DE 12 m x 1030 daN (CR)	1	879 704
475174	POSTE DE HPC/HPV DE 12 m x 735 daN (CR)	3	1 928 767
475964	SOPORTE PARARRAYO SOBRE TRANSFORMADOR 13.2 KV	8	47 840
525640	BRIDA DE SUJECIÓN HASTA 100 mm	4	6 566
526792	m ³ HORMIGÓN DE 210 kg / cm	1	421 944
529859	BASE CORTACIRCUITOS FUSIBLE 27 kV 200 A	61	3 586 199
529928	TUBO PORTAFUSIBLE EXPULSIÓN 27 kV 100 A	61	2 807 502
530559	TERMINAL COMPRESIÓN PLETINA COND. cu #2	4	68 884
530875	GRILLETE NORMAL RECTO 7/8"	25	448 466
551265	CRUCETA ANGULAR METÁLICA 1400 mm	70	9 860 993
551267	CRUCETA ANGULAR METÁLICA 2400 mm	64	10 998 804
551282	PERNO ROSCA CORRIDA AC.GALVANIZADO 5/8"X12"	64	786 968
551418	GRILLETE LARGO RECTO 5/8" 11 300 kg	38	987 563
551556	SOPORTE P/SECC. FUSIBLE EN CRUCETA ANGULAR	61	338 263
551557	FLEJE DE SUJECIÓN 20X0,7 mm	12	118 380
691359	PARARRAYOS AUTOVALVULA 13,2 kV-10 kA	8	651 498
699901	CONECTOR COMPRESIÓN #2-#2 CU	4	18 721

CÓDIGO MATERIAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL	COSTO TOTAL [\$]
704164	HEBILLA FLEJE DE SUJECCIÓN	12	34 039
707561	AISLADOR PORCEL. TIPO TENSOR 3/8" ANSI 54-2	25	146 284
707868	ANCLA DE HORMIGÓN	4	160 080
807946	POSTE DE HPC/HPV DE 12 m x 500 daN (CR)	8	4 232 000
808488	ALAMBRE DE ALUMINIO AISLADO N: 8 AWG 600 V	1	2 946
809022	TERMINAL COMP. BIM. PLET. 4/0 2HUE BLARG	3	388 062
810574	SPT ACERO INOXID PARA TRAFO MONOFÁSICO	6	914 186
917369	SPT ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO.-	123	34 789 768
930054	CABLE AAAC 123.3 MCM	75	233 728
Total general			\$ 102 708 248

6.5 PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA

Tabla 11 Presupuesto total mano de obra

UCC/MAT	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL MO	COSTO UNIT MO [\$]	COSTO TOTAL MO [\$]
0314309220	ARMADO BT (RA) 3 HILOS ALINEACIÓN Y FIN DE LÍNEA	5	8 837	44 184
0210301000	AISL PORC TIPO POSTE 13,2 kV	256	6 309	1 615 035
0205333320	AMARRA PREFOR "OMEGA" ACSR(AL) 1/0(123) AWG.	59	2 141	126 298
0205332310	AMARRA PREFOR "Z" ACSR(AL)1/0 (123)AWG	176	2 141	376 754

UCC/MAT	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL MO	COSTO UNIT MO [\$]	COSTO TOTAL MO [\$]
0209310200	ANCLAJE DE RETENIDA CON ANCLA DE HORMIGÓN SUELO NORMAL	4	36 548	146 191
0902320100	APLOMADO POSTE DE 11 - 12 Y 14 m	2	46 918	93 836
0314301030	ARM BT (RT) ALIN Y ANG HASTA 60: CON AISLADOR CARRETE	1	9 748	9 748
0204378320	ARM SIMP CTO BIF ANG 60 A 90: DISP HORIZONTAL 13,2 kV. CRUC MET. 1,4 m	5	41 933	209 663
0204315100	ARM SIMP CTO TRIF ALIN DISP HOR 13,2 kV CRUC MET 2,4 m	20	21 581	431 617
0204317010	ARM SIMP CTO TRIF ANG 20-30 A 60 DISP HOR 13,2kV CRUC MET. 2,4 m	6	33 569	201 415
0204316200	ARM SIMP CTO TRIF ANG 5 A 20-30 DISP HOR 13,2 kV CRUC MET 2,4 m	5	33 252	166 259
0204318100	ARM SIMP CTO TRIF ANG 60 A 90 DISP HOR 13,2 kV CRUC MET. 2,4 m	1	61 246	61 246
0204368200	ARMADO SIMP CTO BIF ALIN DISP HOR 13,2 kV CRUC MET. 1,4 m	34	23 192	788 514
0204363200	ARMADO SIMP CTO BIF ANG 20-30 A 60 DISP HOR 13,2 kV CRUC MET. 1,4 m	10	33 413	334 133
0204362200	ARMADO SIMP CTO BIF ANG 5 A 20-30 DISP HOR 13,2 kV CRUC MET. 1,4 m	21	33 569	704 952
0204365220	ARMADO SIMP CTO BIF	15	33 483	502 249

UCC/MAT	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL MO	COSTO UNIT MO [\$]	COSTO TOTAL MO [\$]
	FIN DE LÍNEA DISP HOR 13,2 kV CRUC MET. 2,4 m			
0204319010	ARMADO SIMP CTO TRIF FIN DE LÍNEA DISP HOR. 13,2 kV CRUC MET. 2,4 m	1	33 569	33 569
0210312000	CADENA AMARRE COMP 13,2 kV ACSR(AL)1/0 (123)	138	5 835	805 289
0202312170	CIMENTACIÓN CIL POSTE 12 MT 1324 DAN AL ANG FL TERRENO FLOJO	1	20 393	20 393
0331346120	CONEX A PAT DOS DESCARGADORES DE SOBRET CRUC MET/MAD/TANQ	4	11 607	46 426
0208322300	CONEXIÓN AMOVIBLE COMPLETA P/ ACSR 1/0 AWG (AAAC 123)	10	8 363	83 635
0208304000	CONEXIÓN COND ACSR(AL)1/0 (123)-ACSR 1/0	192	4 663	895 295
0234301300	DESM. POSTE DE MADERA 11 m	3	62 908	188 725
0234301100	DESM. POSTE DE MADERA 8 m	2	62 908	125 817
0234321300	DESM. AISL DE CARRETE	16	1 067	17 079
0234321000	DESM. AISL PORC MULTIPAR 13,2 kV	205	7 643	1 566 763
0234321100	DESM. AISL PORC TIPO POSTE 13,2 kV	80	7 643	611 420
0234320000	DESM. CABLE DE RETENIDA	29	10 222	296 429
0234322200	DESM. CADENA DE AMARRE COMP 13,2 kV	70	4 663	326 410
0234322000	DESM. CADENA DE AMARRE PORC DOS	67	4 663	312 421

UUCC/MAT	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL MO	COSTO UNIT MO [\$]	COSTO TOTAL MO [\$]
	DISCOS 13,2 kV			
0234319100	DESM. CONEX CUÑA CARTUCHO AZUL EN POSTE	43	3 716	159 805
0234305100	DESM. CRUC MAD DOBLE	49	24 611	1 205 962
0234305000	DESM. CRUC MAD SENCILLA	51	16 721	852 785
0234305100	DESM. CRUC MET DOBLE	1	24 611	24 611
0234305000	DESM. CRUC MET SENCILLA	13	16 721	217 377
0234316000	DESM. CRUCETA AUXILIAR DE PROTECCIONES	14	15 775	220 846
0234315000	DESM. DESCARGADOR DE SOBRET (1) AUTOVALVULAS 13.2 kV- SN	12	10 448	125 370
0234338100	DESM. FUSIBLE EN CT INT	35	2 735	95 718
0234318040	DESM. INTERRUPTOR- SECCIONADOR MONOP 13,2 kV 200 A	2	81 643	163 286
0234329000	DESM. PERCHA DE PUESTO	1	8 116	8 116
0234329300	DESM. PERCHA DE (4) PUESTOS	5	9 275	46 376
0234302410	DESM. POSTE DE HORMIGÓN 500 dan. 12 m	2	62 908	125 817
0234302200	DESM. POSTE DE HORMIGÓN 500 daN 9-10 m	1	62 908	62 908
0234302400	DESM. POSTE DE HORMIGÓN 750 k.o. 12 m	6	62 908	377 450

UCC/MAT	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL MO	COSTO UNIT MO [\$]	COSTO TOTAL MO [\$]
0234313200	DESM. REGULADOR DE VOLTAJE	1	117 137	117 137
0234314000	DESM. SECCIONADOR FUSIBLE 13.2 kV	41	10 448	428 349
0234309300	DESM. TRAF0 MONOF TIPO POSTE 13.2 kV 37,5 kVA	1	61 268	61 268
0234309000	DESM. TRAF0 MONOF TIPO POSTE 13.2 kV 5 a 10 kVA	1	61 268	61 268
0307380000	INSTALACIÓN BAJANTE MT DE 1 m	15	2 592	38 885
0307381000	INSTALACIÓN BAJANTE MT DE 2 m	70	2 592	181 463
5210301000	M.O. INSTALACIÓN AISL HIBRIDO/COMP TIPO POSTE 34,5/13.2 kV	35	6 309	220 806
5210310000	M.O. INSTALACIÓN CADENA DE AMARRE COMP 34.5/13.2 kV	10	5 835	58 354
5208300000	M.O. INSTALACIÓN CONECTOR CUÑA CONDUCTORES VARIOS	5	4 663	23 315
5206301000	M.O. INSTALACIÓN TRAF0 MONOFÁSICO EN POSTE	2	86 986	173 972
5207302000	M.O. MONTAJE BASE SECCIONADOR FUSIBLE FIJACIÓN EN CRUCETA	4	11 607	46 426
5204310610	M.O. MONTAJE ESTRUC HORIZONTAL BIF ALINEACIÓN MT 322-13.2 kV	4	23 192	92 766
5204310520	M.O. MONTAJE ESTRUC HORIZONTAL TRIF	2	21 581	43 162

UUCC/MAT	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL MO	COSTO UNIT MO [\$]	COSTO TOTAL MO [\$]
	ALINEACIÓN MT 332-13.2 kV			
5204310560	M.O. MONTAJE ESTRUC HORIZONTAL TRIF ANCLAJE MENOR 60° MT 334-13.2 kV	1	33 569	33 569
0905336310	ML TENDIDO LÍNEA AIREA (1F) A 13.2/34.5 kV ACSR 1/0	150	1 833	274 968
0233308100	ML TRANSPORTE COND DESNUDO AIREO Y DE RETENIDA	468	0 059	27 502
0307357000	MONTAJE CRUCETA METÁLICA AUX DE PROTECCIONES	16	19 948	319 176
0307354000	MONTAJE DESCARGADOR DE SOBRET AUTOVALV 13.2 kV FIJACIÓN EN TANQUE	8	9 275	74 201
0209312010	MONTAJE RETENIDA DIRECTA A TIERRA EN POSTE MT (3/8")	25	51 594	1 289 846
0307302050	MONTAJE SECC. FUSIBLE FIJAC. EN CRUC MET 13,2 kV 200 A	61	11 607	708 003
0202309600	POSTE CONCRETO 12 m 1030daN	1	72 691	72 691
0202309560	POSTE CONCRETO 12 m 500daN	8	65 719	525 749
0202309590	POSTE CONCRETO 12 m 735daN	3	72 691	218 072
0202309490	POSTE CONCRETO 9 m 500daN	2	72 691	145 381
0307363320	PUENTE DE LÍNEA AAAC 123.3 MCM EN POSTE NN	75	5 101	382 598

UUCC/MAT	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL MO	COSTO UNIT MO [\$]	COSTO TOTAL MO [\$]
0211301100	PUENTE SIMP CONEXIÓN BT TRAF0 MONOF 2 BORNAS TIPO POSTE 37,5 y 50 kVA	3	24 138	72 415
0231342010	PUESTA A TIERRA CT MONOF EN ACERO AUSTENITICO	6	18 564	111 381
1231344303	PUESTA A TIERRA EN POSTE DE HORMIGÓN HASTA 12 m	123	12 712	1 563 600
0906359000	RETIRO ELEM EXTRAÑOS DE CT TIPO POSTE	1	7 454	7 454
0234317000	RETIRO PUENTE DE LÍNEA (1) EN POSTE CTO MT	131	4 416	578 435
0938301000	REUB LUMINARIA AP	1	10 095	10 095
0905342020	SOLTADO y AMARE C/RET PREF COND MT (1F) EN ALIN	174	7 643	1 329 838
0905341120	SOLTADO y AMARE C/RET PREF COND(1F)MT EN ANG 1/0-4/0Cu, 4/0(246.9)-477	118	30 170	3 560 081
0905339020	SOLTADO ENGRAPE DE COND (1F) TENSADO Y SUSP TODOS LOS CALIBRES	150	6 731	1 009 671
0233301100	TRANSP POSTES 12 m (600-1600 daN), 12 m(500 a 1324 daN) SEDE/CONTR A OBRA	23	48 846	1 123 454
0233301400	TRANSP POSTES 9 -10 m EN TRACTOMULA	5	56 758	283 791
0233307000	TRANSPORTE DE EQ MANIOBRA MONOF	2	10 519	21 039

UCC/MAT	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD TOTAL MO	COSTO UNIT MO [\$]	COSTO TOTAL MO [\$]
TOTAL GENERAL MANO DE OBRA			2 147 427	30 118 374

6.6 PRESUPUESTO GENERAL

En la siguiente tabla se desglosa el total de la inversión planteada para realizar en el circuito Los Mimbres, de propiedad del operador de red ELECTRICARIBE S.A. E.S.P.

Tabla 12 Total inversión

INVERSIÓN TOTAL CIRCUITO LOS MIMBRES	COSTO TOTAL MATERIAL [\$]	COSTO TOTAL MANO DE OBRA [\$]	TOTAL INVERSIÓN [\$]
	102 708 248	30 118 374	132 826 622

7. RETORNO DE LA INVERSIÓN

Para realizar el cálculo del retorno de la inversión propuesta, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- **Fallas circuito**

En el año 2018 el circuito Los Mimbres presentó 256 fallas [ANEXO C], en las cuales los 2005 clientes conectados a este circuito estuvieron por fuera un total de 15 642 min o 260,7 horas, la causas de estas fallas se relacionan a continuación²:

Tabla 13 Causas de fallas en el circuito Los Mimbres - 2018

CAUSA	t(minuto)	t(%)
Alta vegetación	3 901	24,94%
Línea primaria rota	3 888	24,86%
Lluvias	2 479	15,85%
Causa no identificada	2 366	15,13%
Falla puente primario	990	6,33%
Falla por vendaval	933	5,96%
Falla apoyo	487	3,11%
Animales aéreos	272	1,74%
Falla en aislador	198	1,27%
Lavado de aisladores	49	0,31%
Falla cable de guarda	40	0,26%
Deslastre por baja frecuencia (EDAC)	20	0,13%
Animales terrestres	7	0,04%
Falla cortacircuitos	6	0,04%
Fusible	6	0,04%
Total general	15 642	100%

Con la inversión propuesta se pretender disminuir las fallas originadas por línea primaria rota, falla puente primario, falla apoyo, falla en aislador, falla cable de guarda, falla cortacircuitos y fusible, lo cual equivale a un 35,90% del total de

² ELECTRICARIBE E.S.P S. A Datos suministrados por las áreas de Control de Energía y Calidad de Suministro

fallas; no se tiene en cuenta las fallas originada por alta vegetación, porque la atención de ese ítem representa un gasto para el OR que está cubierto anualmente por brigadas de poda y que a la final no hay un retorno teniendo en cuenta que los arboles siempre vuelven a crecer y hay que mantenerlos.

Tabla 14 Causas a disminuir

CAUSA	t(minutos)	t(%)
Línea primaria rota	3 888	24,86%
Falla puente primario	990	6,33%
Falla apoyo	487	3,11%
Falla en aislador	198	1,27%
Falla cable de guarda	40	0,26%
Falla cortacircuitos	6	0,04%
Fusible	6	0,04%
Total	5 615	35,90%

Se proyecta la disminución de falla del 30% del tiempo respecto al año 2018 durante el tiempo de vida útil de los activos a instalar, es decir, se calcula disminuir 78,21 horas de tiempo con carga desatendida en el circuito Los Mimbres.

- **Vida útil de los activos a instalar**

La resolución Creg 015 de 2018 define la vida útil de los activos por medio de la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 15 Vida útil para las categorías de activos por nivel de tensión

CATEGORÍA DE ACTIVOS 1	DESCRIPCIÓN CATEGORÍA DE ACTIVOS	VU_{1,I}	VU_{2,I}	VU_{3,I}	VU_{4,I}
1	Transformadores de potencia	-	-	35	35
2	Compensaciones	-	35	35	35
3	Bahías y celdas	-	35	35	35
4	Equipos de control y comunicaciones	-	10	10	10
5	Equipos de subestación	-	35	35	35
6	Otros activos subestación	-	45	45	45
7	Líneas aéreas	-	45	45	45
8	Líneas subterráneas	-	45	45	45
9	Equipos de línea	-	35	35	-
10	Centro de control	-	10	10	10
11	Transformadores de distribución	25	-	-	-
12	Redes de distribución	35	-	-	-

Fuente: Resolución CREG 015 de 2018

Para este caso los elementos nuevos a instalar, corresponden a las categorías nueve (9) y doce (12), equipos de línea y redes de distribución, respectivamente, para lo cual se consideran treinta y cinco (35) años de vida útil.

- **Consumo total del circuito Los Mimbres año 2018.**

Para el año 2018 se tuvo un consumo total de 4 306 060 kWh³.

- **Precio del kW/h en el operador de red ELECTRICARIBE.**

Para objetos del cálculo se tomará el valor promedio del kWh de los últimos doce (12) meses, [ANEXO B], los cual se resumen en la tabla 16.

³ ELECTRICARIBE Dato suministrado por el área de Control de Energía

Tabla 16 Valor kWh últimos doce (12) meses para ELECTRICARIBE⁴

MES	VALOR kWh [\\$]
ago-18	454,24
sep-18	454,24
oct-18	457,24
nov-18	466,14
dic-18	466,73
ene-19	466,73
feb-19	468,39
mar-19	468,39
abr-19	511,39
may-19	532,38
jun-19	510,41
jul-19	485,35
ago-19	486,41
PROMEDIO	479,08

Considerando los ítems anteriores, se proyecta el retorno de la inversión en base a el aumento en la facturación por la disminución de las horas en la cual el circuito presenta falla.

Tabla 17 Calculo retorno de la inversión

CONSUMO TOTAL EN 2018 [kWh]	4 306 060
PRECIO PROMEDIO [kWh]	479
COSTO TOTAL DEL CONSUMO [\\$]	2 062 947 225
HORAS OPERANDO CIRCUITO LOS MIMBRES AÑO 2018 [h]	8 499
TOTAL FACTURADO POR HORA [\\$]	242 720
PROYECCIÓN MEJORA ANUAL (30%) [h]	78
TOTAL OPERANDO DESPUÉS DE LA INVERSIÓN [h]	8 578
TOTAL ANUAL FACTURADO DESPUÉS DE LA INVERSIÓN [\\$]	2 081 930 330
AUMENTO DE LA FACTURACIÓN [\\$]	18 983 105
COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN [\\$]	132 826 622
RETORNO DE LA INVERSIÓN [años]	7
VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS DE LÍNEAS [años]	35
GANANCIA [años]	28
TOTAL GANANCIA [\\$]	531 526 934

⁴ ELECTRICARIBE Datos tomados de recibos de energía de los últimos doce (12) años en el OR

Se calculó teniendo en cuenta que el circuito Los Mimbres tuvo un consumo de energía de 4 306 060 kWh durante 2018, el valor del kWh promedio es de \$ 479 de los últimos doce (12) meses se tiene entonces una entrada de \$ 2 062 947 225; de las fallas se sabe que de las 8760 h del año, estuvo por fuera 260 h; con el proyecto de inversión se plantea disminuir un 30% el tiempo de indisponibilidad del circuito, es decir, 78 h, con lo cual después de la mejora la demanda estaría atendida un total de 8578 h al año, lo que daría un aumento en la facturación de \$ 2 081 930 330, una diferencia de \$ 18 983 105 respecto al 2018, sabiendo que la inversión sería de \$ 132 826 622, esta se recuperaría en siete (7) años con la entrada adicional de los \$ 18 983 105 anuales, ahora bien, según la resolución Creg se estima la vida útil de estos activos a 35 años, teniendo un margen de 28 años de ganancia con un total de \$ 531 526 934.

Para el cálculo se desprecia el crecimiento de la demanda anual, por el mantenimiento que se debe hacer al circuito cada año.

8. CONCLUSIONES

Para el mejoramiento de la red, es decir, eliminar posibles puntos de falla, los cuales se pueden originar por el mal estado de los armados de media tensión, del conductor, de elementos de anclaje, herrajes, elementos de conexión, entre otros, y por instalaciones que no cumplen con la normativa vigente o mantenimientos realizados por personal no capacitado que pone en riesgo la instalación y equipos, se requiere una inversión de \$ 132 826,622 COP. De la cual se espera una tasa de retorno de siete (7) años.

Este presupuesto se realizó revisando de manera exhaustiva cada estructura de la red, de las cuales ciento treinta y tres (133) estructuras requieren intervención con el fin de normalizar la red del circuito Los Mimbres del OR ELECTRICARIBE S.A. E.S.P.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar intervención urgente de las estructuras que presentan crucetas en pésimo estado a punto de caer.
- Minimizar posibles afectaciones a transeúntes por estructuras en mal estado.
- Capacitar al personal que realiza mantenimiento al circuito, se puede observar en las fotografías instalaciones en las cuales no se cumple con distancias de seguridad entre conductores en la misma estructura, establecida por el RETIE.
- Realizar cambio de manera prioritaria a dos postes de baja tensión de madera, estructura 49 y 50, los cuales se encuentran desaplomados a la carretera en un ángulo mayor a 45°.
- Energizar tramo de media tensión en el cual el tercer hilo de un vano no existe y puede ser producto de un hurto, estructura 5R.
- Realizar cambio de postes de media tensión, los cuales se encuentra fracturados en su parte superior o son de madera, el detalle de estos se puede validar en el ANEXO A.

BIBLIOGRAFÍA

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. RESOLUCIÓN 015. Por la cual se establece la metodología para la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional CREG. Bogotá: 2018

ELECTRICARIBE S.A E.S.P. Base de datos de instalaciones BDI ELECTRICARIBE. Barranquilla. 2008

ELECTRICARIBE S.A E.S.P. Normativa ELECTRICARIBE Proyecto tipo centros de transformación tipo poste. Barranquilla. 2012

ELECTRICARIBE S.A E.S.P. Normativa ELECTRICARIBE proyecto tipo redes aéreas de media tensión sin neutro. Barranquilla. 2012

NTC 2050 Norma técnica NTC Colombiana 2050 código eléctrico Colombiano. 1998

PATRICIO CONCHAq General tipos y aplicaciones [en línea] disponible en: http://patricioconcha.ubb.cl/transformadores/gral_tipos_y_aplicaciones.htm

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolución 90708. Reglamento Técnico de Instalaciones Electricas (RETIE). Bogotá: 2013