Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados

DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN DEL CASERÍO MUNICIPAL MANO DE LEÓN, JOCOTENANGO, SACATEPÉQUEZ

Ing. Oscar René Choc Quán
Asesorado por el MBA. Gerson Armando Arredondo Pérez

Guatemala, julio de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN DEL CASERÍO MUNICIPAL MANO DE LEÓN, JOCOTENANGO, SACATEPÉQUEZ

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. OSCAR RENÉ CHOC QUÁN
ASESORADO POR EL MBA. GERSON ARMANDO ARREDONDO PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN GESTIÓN DE MERCADOS ELÉCTRICOS REGULADOS

GUATEMALA, JULIO DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA DE TESIS

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADORA	Dra. Aura Marina Rodríguez Pérez
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN DEL CASERÍO MUNICIPAL MANO DE LEÓN, JOCOTENANGO, SACATEPÉQUEZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 13 de julio de 2020.

Oscar René Choc Quán

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.194.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Directora de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN DEL CASERÍO MUNICIPAL MANO DE LEÓN, JOCOTENANGO, SACATEPÉQUEZ,** presentado por: **Ing. Oscar René Choc Quán,** que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión de mercados eléctricos regulados después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO a.i.
Facultad de Ingeniería

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.

Guatemala, julio de 2024

JFGR/gaoc

Guatemala, julio de 2024

LNG.EEP.OI.194.2024

En mi calidad de Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

"DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN DEL CASERÍO MUNICIPAL MANO DE LEÓN, JOCOTENANGO, SACATEPÉQUEZ"

presentado por **Ing. Oscar René Choc Quán** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión de mercados eléctricos regulados** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECTORA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

Guatemala, 25 de octubre de 2023

M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN DEL CASERÍO MUNICIPAL MANO DE LEÓN, JOCOTENANGO, SACATEPÉQUEZ** del estudiante **Oscar René Choc Quán** quien se identifica con número de carné **200715343** del programa de Maestria En Gestion De Mercados Electricos Regulados.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el ***Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014.*** Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA
DE GUATEMALA

Msc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador
Maestria En Gestion De Mercados Electricos Regulados
Escuela de Estudios de Postgrado

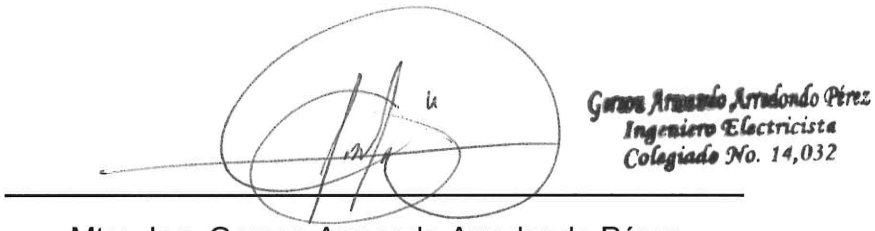
Guatemala, 25 de octubre de 2023

M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **"DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN DEL CASERÍO MUNICIPAL MANO DE LEÓN, JOCOTENANGO, SACATEPÉQUEZ"** de el/la estudiante **Oscar René Choc Quán** del programa de **Maestria En Gestion De Mercados Electricos Regulados** identificado(a) con número de carné 200715343.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Mtro. Ing. Gerson Armando Arredondo Pérez
Colegiado No. 14032
Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser un bastón muy importante a lo largo de mi vida, sin Él nada de esto sería posible.
Mis padres	Oscar Choc y Jeénmin Quán, su amor será siempre mi inspiración.
Mi hermana	Yasmin Choc por apoyarme en todo momento.
Mi hermano	Marlon Choc por ser una inspiración y apoyarme en todo momento.
Mis abuelos	Gilberto Choc, Trinidad Pur y Teresa Roldan, por ser un pilar muy importante en mi vida, un abrazo al cielo (q. e. p. d.).
Mis amigos	Por brindarme su amistad y apoyo en todo momento.
Mi esposa	Claudia Lázaro por todo el apoyo, amor, cariño, comprensión y dar esa motivación tan esencial.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el alma mater de mis estudios.
Facultad de Ingeniería EEP	Por crear una maestría en el ámbito del mercado eléctrico.
Mi asesor	Mtro. Gerson Armando Arredondo Pérez, por asesorarme en todo momento con la realización del trabajo de graduación.
Elmer Revolorio	Por el apoyo recibido en la elaboración de los planos.
Olga Cocon	Por apoyarme en la parte social de EEGSA, para el trabajo de graduación y ser un apoyo moral muy importante.
Freddy Ruano	Por apoyarme en lo técnico y administrativo de parte de la distribuidora EEGSA.
EEGSA	Por permitirme realizar el trabajo de graduación, el apoyo brindado en todo momento y la disponibilidad de sus colabores.

Municipalidad de Sumpango Sacatepéquez	Por la disponibilidad y apoyo que tuvieron al presentarles el proyecto, siempre pensando en el beneficio que podrían tener los pobladores.
Municipalidad de Jocotenango	Por todo el apoyo brindado y por ver una oportunidad, para llevar la energía eléctrica a una población que tiene más de 100 años sin contar con dicho servicio básico.
Caserío municipal Mano de León	Por la colaboración y apoyo brindado para la negociación de los permisos donde pasaría la red de distribución.
Finca privada	Por permitir el acceso a la finca para poder realizar el estudio de investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES V
LISTA DE SÍMBOLOS VII
GLOSARIO IX
RESUMEN XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA XV
OBJETIVOS XIX
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO XXI
INTRODUCCIÓN XXV

1. MARCO REFERENCIAL 1

2. MARCO TEÓRICO 7
   2.1. Caserío municipal Mano de León 7
      2.1.1. Finca privada 8
      2.1.2. Aldea El Rejon 9
   2.2. Electrificación Rural 11
      2.2.1. Electrificación a nivel mundial 11
      2.2.2. Electrificación rural en Guatemala 14
      2.2.3. Políticas de electrificación rural 2019- 2032 20
      2.2.4. Proyectos de electrificación pendientes de realizar por el INDE 21
   2.3. Legislación guatemalteca para electrificación rural 22
      2.3.1. Ley General de Electricidad 22
      2.3.2. Reglamento de la ley general de electricidad 23

2.3.3. Norma técnica de servicio de distribución NTSD 24
2.3.4. Norma técnica de diseño y operación de las instalaciones de distribución NTDOID. 24
2.4. Construcción de una red de distribución 27
2.4.1. Red de distribución urbana....27
2.4.2. Redes de distribución rurales. 28
2.4.3. Red de distribución de aéreas....28
2.4.4. Postes 28
2.4.5. Conductores 30
2.4.6. Aisladores....30
2.4.7. Trasformadores 31
2.4.8. Redes de distribución subterránea....33

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS....35
3.1. Análisis para la elaboración del diseño de la red eléctrica. 35
3.1.1. Beneficiarios directos 36
3.1.2. Beneficiarios indirectos....39
3.1.3. Socialización 40
3.1.3.1. Socialización en el caserío municipal Mano de León 40
3.1.3.2. Socialización ante la Alcaldía Municipal de Jocotenango, Sacatepéquez 41
3.1.3.3. Socialización en finca privada 42
3.1.3.4. Socializaron ante líderes comunitarios de la aldea El Rejon. 42
3.1.3.5. Socialización ante la Alcaldía Municipal de Sumpango, Sacatepéquez 43
3.1.3.6. Socialización ante la distribuidora de energía eléctrica “EEGSA”. 43

3.1.4. Camino idóneo para elaborar la propuesta de diseño 44
3.1.5. Cambios en la calidad de vida 48
3.1.6. Elaboración de propuesta de diseño 50
3.1.6.1. Características de consumo eléctrico .. 50
3.1.6.2. Conductores que se deben utilizar 53
3.1.6.3. Longitud de la línea de distribución 55
3.1.6.4. Modificaciones a la red existente 55
3.1.7. Diseño 55
3.1.8. Costo estimado para la construcción 59
3.1.9. Rentabilidad del proyecto 59

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 61
4.1. Análisis interno 61
4.2. Análisis externo 65

CONCLUSIONES 69
RECOMENDACIONES 71
REFERENCIAS 73
APÉNDICES 77
ANEXOS 91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1. Caserío Mano de León 8
Figura 2. Ubicación de aldea El Rejon. 10
Figura 3. Crecimiento al acceso a energía eléctrica, a nivel mundial 12
Figura 4. Caracterización de parámetros del entorno 14
Figura 5. Porcentaje de electrificación en Guatemala de 1989 a 2023 15
Figura 6. Porcentaje de electrificación por departamento. 18
Figura 7. Porcentaje de electrificación en Guatemala 2022 19
Figura 8. Ejes de la política energética 2013-2027 20
Figura 9. Cantidad de hijos por familia 39
Figura 10. Socialización en Mano de León 41
Figura 11. Reconocimiento del camino. 45
Figura 12. Vista aérea del trazo de la ruta propuesta 46
Figura 13. Área protegida El Astillero 47
Figura 14. Diseño de la red de distribución en Mano de León 56
Figura 15. Diseño de la red de distribución en la finca privada 57
Figura 16. Diseño final del Rejon a Mano de León 58
Figura 17. Reconocimiento del caserío municipal Mano de León 62
Figura 18. Socialización con la alcaldía municipal de Jocotenango 64

TABLAS

Tabla 1. Operativización de variable XXII
Tabla 2. Proyectos pendientes de construcción en Guatemala. 21
Tabla 3. Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores 26
Tabla 4. Distancia mínima de seguridad horizontal de conductores. 26
Tabla 5. Características de postes de madera normados por EEGSA..... 29
Tabla 6. Códigos y características esenciales de aisladores 31
Tabla 7. Conexiones de trasformadores 32
Tabla 8. Edad y género de la población 37
Tabla 9. Diagnóstico Comunitario 38
Tabla 10. Posible consumo por vivienda 51
Tabla 11. Características del conductor tríplex 1/0 54
Tabla 12. Pliego tarifario 2023..... 59
Tabla 13. Vida útil de los equipos a instalar 60
Tabla 14. Porcentaje de retorno de inversión..... 60

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios
I	Corriente
$\mathbf{I_{BT}}$	Corriente en baja tensión
$\mathbf{I_{MT}}$	Corriente en media tensión
Dmax	Demanda máxima
Dtotal	Demanda total
$	Dólar americano
kV	Kilo voltios
KVA	Kilo Voltio Amperios
kW	Kilo Watts
kWh	Kilo Watts hora
Kg	Kilogramo
lb	Libras
mm	Milímetros
M	Metros
P	Potencia
Q	Quetzales
V	Voltios
W	Watts

GLOSARIO

ACSR	*Aluminium Conductor Steel Reinforced.*
Administrador de Mercado mayorista	En el artículo 44 de la Ley se crea el Administrador del Mercado Mayorista, una entidad privada, sin fines de lucro, dos de los objetivos más importantes: son la operación del Sistema Nacional Interconectado y administrar el Mercado Mayorista con objetividad y máxima transparencia.
Área protegida	Es un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, a través de medios legales u otros medios efectivos, con la finalidad de lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza y sus servicios eco sistémicos y valores culturales asociados.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
COCODE	Consejos Comunitarios de Desarrollo Urbano y Rural.
Comisión Nacional de Energía Eléctrica	Fue creada por la Ley General de Electricidad para velar por el cumplimiento de las obligaciones adjudicadas, definir las tarifas de trasmisión y distribución, dirimir controversias que surjan entre los

	agentes, emitir normas técnicas al sub sector eléctrico.
Corriente eléctrica	La corriente es la velocidad a la que un flujo de electrones pasa por un punto de un circuito eléctrico completo.
CSP	*Complete Self Protected.*
Diseño	Es el proceso de crear y planificar objetos, productos, sistemas, estructuras, experiencias o cualquier otro elemento con el propósito de resolver problemas, satisfacer necesidades o alcanzar objetivos específicos de manera funcional y estética.
Distribuidora	Es una compañía encargada de distribuir energía eléctrica a los usuarios, a través de redes de distribución.
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala Sociedad Anónima.
INDE	Instituto Nacional de Electrificación.
IVA	Impuesto al valor agregado.
Ley General de Electricidad	Es la ley que indica las reglas para las actividades de generación, trasporte, distribución y comercialización de electricidad.

MEM	Ministerio de Energía y Minas.
NTDOID	Norma técnica de diseño y operación de las instalaciones de distribución.
NTSD	Norma técnica del servicio de distribución.
Red de distribución	La red de distribución está formada por el conjunto de componentes como cables, postes y los centros de transformación que permiten hacer llegar la energía hasta el cliente final.
Servidumbre de paso	Es un concepto legal y civil que se refiere al derecho que tiene una persona o propiedad de transitar o pasar a través de otra propiedad privada para acceder a una vía pública o a otro terreno que de otra manera no sería accesible
Socialización	Es el proceso mediante el cual el ser humano puede compartir elementos culturales, sucesos, una idea de su medio ambiente y los integra a la estructura social.
Voltaje	Potencial eléctrico, expresado en voltios. Magnitud encargada de establecer la diferenciación de potencial eléctrico que existe entre dos puntos; conocido también como tención eléctrica o diferencia de potencia eléctrica.

RESUMEN

El propósito de la investigación es poder crear las condiciones necesarias generando una propuesta de diseño para una red de distribución de energía eléctrica, indicando el camino adecuado, el costo de inversión; realizando las socializaciones correspondientes con las municipalidades de Jocotenango y Sumpango Sacatepéquez, con la finalidad de poder llevar un servicio básico a la comunidad, y podría mejorar la calidad de vida de las personas que viven en el caserío municipal Mano de León.

El objetivo general del estudio fue elaborar una propuesta de diseño de construcción para una red de distribución eléctrica, con el fin de llevar energía eléctrica al caserío municipal Mano de León en Jocotenango, Sacatepéquez.

El problema de la investigación se debe a que aún existen comunidades o caseríos que carecen de un servicio básico como lo es la energía eléctrica, las autoridades municipales no le prestan la atención debida y no se genera un diálogo con la distribuidora de energía eléctrica para solventar dicho inconveniente. Para el estudio, el enfoque utilizado fue no experimental, con un tipo de alcance descriptivo.

Después de analizar los posibles caminos o rutas donde se podría realizar el diseño, se crearía un diálogo con las autoridades municipales, administradores de fincas y pobladores que se verían afectados directa o indirectamente, se determinó que la opción con mayor viabilidad para la futura construcción de la red de distribución.

El principal resultado fue crear la propuesta de diseño para la construcción de la red de distribución, llegando al acuerdo con autoridades municipales de Sumpango y Jocotenango, vecinos de comunidades aledañas y administradores de fincas involucradas en el proyecto.

Derivado de las situaciones vividas, se recomienda socializar previamente con todas las partes involucradas para llegar a concesos debido a que la socialización indicada en la presente investigación fue generada en los años 2019 y 2020.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

El suministro de energía eléctrica es un servicio que genera desarrollo económico y productivo para la comunidad, por lo cual el Gobierno de Guatemala, a través del Ministerio de Energía y Minas, generó un Plan de Electrificación Nacional Rural 2019 – 2023, donde promueve el incremento de la cobertura eléctrica a nivel nacional. Existen varias comunidades y caseríos en Guatemala, que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, este es el caso del caserío municipal Mano de León.

Previo a la construcción de un proyecto de electrificación rural se debe de considerar, varios aspectos importantes, entre los cuales resaltan la elaboración de diseño, en el cual se contemplan la parte técnica normada por la distribuidora y la CNEE, la condición socioeconómica de los beneficiarios, conflictos sociales, pasos de servidumbre y la parte financiera.

- Descripción del Problema

En la Constitución Política de Guatemala, en el artículo No. 129, establece que: electrificación, se declara de urgencia nacional, la electrificación del país, con base en planes formulados por el Estado y las municipalidades, en la cual podrá participar a iniciativa privada; en el año 2018, el gobierno realizó un censo poblacional, indicando que existe aún el 21.5 % de los hogares que no cuentan con energía eléctrica, aproximadamente existen 4,300 casos que aún esperan ser atendidos, entre estos casos se encuentra el caserío municipal Mano de León

que se encuentra ubicado en Jocotenango; uno de los mayores inconvenientes que se presentan en un proyecto de electrificación recae en la forma en que se realiza el diseño, del cual se obtente el costo total del proyecto y se determina el tiempo en recuperar la inversión dependiendo del consumo de los pobladores, se debe minimizar los costos de construcción respetando las normas técnicas de construcción NTDOID y de la distribuidora, protegidas. También genera un panorama de las solicitudes que se emiten para solicitar la servidumbre de paso, verificar si existe un tipo de conflictividad social y la existencia de áreas protegidas.

- Formulación del problema

    - Pregunta central

¿Cómo determinar una propuesta de diseño de distribución de una red eléctrica y llevarla al caserío municipal Mano de León, Jocotenango, Sacatepéquez?

    - Preguntas auxiliares

¿Con quién habría que socializar la elaboración del diseño de la red de distribución eléctrica y cómo socializar con las partes involucradas?

¿Cuál sería la ruta idónea para elaborar la propuesta de diseño para la red de distribución?

¿Qué cambios habría en la calidad de vida de la población al implementar la construcción del diseño de la red de distribución de energía eléctrica?

- Delimitación del problema

El problema se limita a la elaboración de una propuesta de diseño para una red de distribución eléctrica, las negociaciones con las municipalidades tanto de Sumpango como de Jocotenango las dos de Sacatepéquez, así como con la negociación con el representante legal de las fincas involucradas en el proyecto y pobladores de las comunidades, fueron efectuadas en los años 2019 y 2020. Indicaciones a la distribuidora EEGSA sobre los estudios de impacto ambiental que deberán realizar previo a la construcción.

OBJETIVOS

General

Determinar una propuesta de diseño para una red de distribución eléctrica para el caserío municipal Mano de León, Jocotenango, Sacatepéquez.

Específicos

1. Socializar con los beneficiarios directos e indirectos, para la elaboración del diseño de la red de distribución eléctrica.

2. Analizar la ruta idónea para la propuesta de diseño para la red de distribución eléctrica.

3. Indicar los cambios en la calidad de vida de la población, si se implementa la construcción del diseño de la red de distribución de energía eléctrica.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

- Características

La característica principal del trabajo de investigación es de carácter social, creando una propuesta de diseño de red de distribución para que más personas puedan tener acceso a la electricidad en sus hogares.

- Enfoque

El presente estudio tiene un enfoque cualitativo, debido a que se observan y se registran eventos, datos o comportamientos en el entorno de la población a investigar.

- Diseño

Por la naturaleza de la investigación, es un diseño no experimental, debido a que el estudio no manipula variables en laboratorios, se limita a analizar los datos históricos recopilados en campo.

- Tipo de estudio

El estudio empleado fue de tipo de descriptivo, debido a que se realizó un estudio socioeconómico a los pobladores del caserío, para determinar posibles consumos de energía eléctrica a corto.

- Alcance

El trabajo de investigación posee un alcance descriptivo correlacional, dado que describe las relaciones existentes entre las variables de interés y determinar si existe una asociación o correlación entre ellas, lo cual permitió analizar el camino viable y apropiado para la realización del diseño de construcción.

- Variables e indicadores

Las variables de investigación fueron establecidas según los datos recabados por las personas involucradas; pobladores, las municipalidades y el administrador de la finca, para la construcción del proyecto de electrificación rural. A continuación, se describen las variables en estudio.

Tabla 1.

Operativización de variable

Objetivos	Variable	Dimensiones	Indicadores
Socializar con los beneficiarios directos e indirectos, para la elaboración del diseño de la red de distribución eléctrica	Población	Cantidad de familias	Beneficiarios
Analizar la ruta idónea para la propuesta de diseño para la red de distribución eléctrica.	Servidumbre	Definir ruta del diseño	Obtención de permisos con los involucrados
Indicar los cambios en la calidad de vida de la población, si se implementa la construcción del diseño de la red de distribución de energía eléctrica.	Calidad de vida	Nivel socioeconómico de las familias	Posible mejoramiento en calidad de vida.

Continuación de la Tabla 1.

Objetivos	Variable	Dimensiones	Indicadores
Determinar un diseño de distribución de red eléctrica para el caserío municipal Mano de León, Jocotenango, Sacatepéquez.	Diseño	Capacidad de consumo	Inversión económica

Nota. Detalle del presupuesto para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Excel

- Unidad de Análisis

La muestra se basó en la cantidad de población beneficiada, el nivel socioeconómico, los kilómetros de construcción de la red de distribución y el costo de inversión.

- Población

La población del trabajo de investigación está conformada por 25 familias que viven en el caserío Mano de León, las cuales se podrían beneficiar directamente por la construcción del proyecto. Y a futuro, 10 familias serían beneficiadas. El nivel de confianza es del 95% y un margen de error del 5%.

- Operativización de variables

La unidad de análisis se basa en los diferentes elementos tomados en consideración para la propuesta del diseño de una línea de distribución para electrificar el caserío municipal Mano de León.

- Fases de estudio

  A continuación, se presentan las fases de estudio empleadas:

  - Fase 1: en esta fase se realizó la recopilación documental de información sobre la electrificación del área rural, la expansión de la red de distribución a lo largo del tiempo ha tenido avances en cuanto a la electrificación de estas áreas.

  - Fase 2: en esta fase se verificó la cantidad de personas que serían beneficiadas con la construcción de la red de distribución de energía eléctrica.

  - Fase 3: en esta fase se efectuó una base de datos socioeconómicos de la población del caserío Mano de León, teniendo como herramienta una encuesta realizada.

  - Fase 4: en esta fase se interpretan los resultados obtenidos y se explican los mismos, generando la ruta idónea para la construcción de una red de distribución para el caserío municipal Mano de León.

  - Fase 5: en esta fase se redactó el informe final, en base a los datos recopilados, analizados e interpretados, presentando el diseño final para la construcción de una red de distribución en el caserío municipal Mano de León.

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de investigación es una sistematización para diseñar una propuesta de diseño de una red de distribución de energía eléctrica para el caserío municipal Mano de León, busca orientar a las personas involucradas del proyecto. El estudio se origina de la necesidad de brindar el servicio de electricidad, a las personas que aún no tienen energía eléctrica, principalmente a comunidades que se encuentran alejadas. El gobierno de Guatemala promueve políticas para que las empresas distribuidoras de energía tomen iniciativa en la electrificación rural y poder tener un país con el suministro de energía eléctrica.

La importancia de realizar el estudio es para intentar reducir el índice de comunidades que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, mejorando la calidad de vida, provocando un desarrollo económico en la comunidad. La metodología de la investigación empleada en el estudio fue de enfoque no experimental, con un diseño no experimental, con un tipo de alcance descriptivo y correlacional, con un tipo de estudio descriptivo, debido a que el análisis se centró en la elaboración de una propuesta de diseño para la construcción de una red de distribución para el caserío municipal Mano de león.

El aporte principal del estudio fue determinar la ruta más adecuada para la construcción de la red de distribución y el costo económico que representaría; debido a varios factores como: permisos municipales, derechos de servidumbre de dueños de fincas y áreas protegidas que se encuentran en la zona.

En el primer capítulo denominado marco referencial, conformado por los antecedentes y estudios relacionados al tema de investigación.

El segundo capítulo, describe el marco teórico y una breve historia del caserío municipal Mano de León, aldeas y fincas que se verán afectadas indirectas o directamente por la construcción de la red de distribución.

El tercer capítulo, se presentan los resultados en base a los objetivos plateados para la construcción del diseño de una red de distribución de energía eléctrica.

El cuarto capítulo, se realiza la discusión de resultados obtenidos a través del análisis interno y externo de la investigación, los cuales son la base para las conclusiones.

1. MARCO REFERENCIAL

Ramírez (2004), muestra las consideraciones que debe incluir un diseño de un sistema de distribución de energía eléctrica, entre los cuales menciona la localización de suministro de energía, conocimiento de cargas, selección de tensión de alimentación, tipos de postes a utilizar, localización optima del centro de trasformación.

El estudio antes mencionado fue elaborado bajo ciertos criterios para la elaboración de un diseño para una red de distribución de energía eléctrica; estas consideraciones fueron aplicadas durante el desarrollo de la investigación, debido que se consideró de gran importancia para elaborar dicho diseño.

Mejía et al., (2007), indica que no todas las comunidades se pueden llevar la energía eléctrica a través de una red de distribución, para este tipo de caso se busca una alternativa en la energía renovable como una solución práctica reduciendo los costos, evitando conflictos o inconvenientes con dueños de fincas que no permitirían los permisos necesarios para construir una red de distribución.

El estudio antes mencionado ha sido elaborado bajo ciertas premisas que indica el autor, entre las principales menciona que podría existir un conflicto social si no se aborda adecuadamente cuando se pretende realizar un diseño para construir una red de distribución; este concepto ha sido aplicado en el desarrollo de la investigación, tratado de socializar adecuadamente el trabajo de investigación y preparando el camino por si la distribuidora decide realizar la construcción.

La fundación EsF, (2016a), propone una opción para que las comunidades tengan acceso a energía eléctrica y agua potable, en comunidades aisladas de países en desarrollo, la fundación presenta sedes en África y Latinoamérica. La fundación EsF (2016a) hace ver que, “el Estado, máximo responsable de electrificación de todos los ciudadanos, debe asegurar: la definición del nivel adecuado de electrificación, planificación de desarrollo, regulación técnica y económica, financiación de las inversiones, supervisión y cumplimiento de las condiciones de concesión” (diap. 5).

El desarrollo del estudio antes mencionado se encuentra enfocado en indicar que es el estado el encargado de generar políticas para lograr el desarrollo comunitario, llevando la energía eléctrica a los sectores más alejados; para el trabajo de investigación. Se recopiló la información relacionada con las políticas de electrificación rural del gobierno de Guatemala, tomando como base la estructura planeada en el estudio realizado por Energía sin fronteras en el año 2016.

Domínguez (2009), menciona que es posible diseñar una red de distribución eléctrica para una comunidad, utilizando criterios técnicos y económicos, describe los elementos que se utilizan en la construcción de una red de distribución, para protección, maniobras, trasformadores, cables, tipos de postes, menciona la importancia de realizar bien el cálculo de consumo para poder diseñar la protección.

En el desarrollo de la investigación antes mencionada, el autor en listo los criterios que se deberán de considerar al momento de relazar los cálculos de las protecciones (fusibles), el calibre del conductor y los tipos de postes a utilizar en la elaboración del diseño para la red de distribución; los cálculos del autor se tomaron como base para el diseño de la red de distribución, calculando el calibre

del conductor primario y secundario, el fusible de protección, el dimensionamiento del transformador.

La División de Evaluación Social de Inversiones (2013) analiza los beneficios identificados de la electrificación rural por el Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile, señalando que, al proveer electricidad a una comunidad, se disminuye la necesidad de usar velas, parafina, baterías y gas para la iluminación.

La investigación antes mencionada muestra los posibles beneficios que tendrían los pobladores cuando lleguen a contar con el servicio básico de energía eléctrica; se tomaron en consideración para el análisis del trabajo de investigación dichos factores como posible ahorro económico al no utilizar velas, candiles, baterías y parafina.

El Ministerio de Desarrollo Social (2013) indica que el principal beneficio de la construcción de un proyecto de electrificación rural en una comunidad es el bienestar de los pobladores, la ejecución de proyectos de este tipo permite a la población disminuir el consumo de elementos que utiliza para iluminación, entretenimiento.

La investigación antes mencionada aportó al siguiente trabajo en fue el listado de posibles beneficios que tendrían los pobladores del caserío municipal Mano de León cuando lleguen a contar con el servicio de energía eléctrica.

Ministerio de Desarrollo Social (2013) de Chile describirse la necesidad de dialogar con las autoridades competentes previo a desarrollar cualquier trabajo de investigación que afecte la estructura de la vía pública, permisos municipales, o permisos con dueños de fincas.

Los diálogos con las autoridades municipales son muy importantes, al igual que con los líderes municipales y dueños de fincas privadas, las cuales fueron indicadas a lo largo del trabajo de investigación.

Segeplán (2014) presenta un plan de desarrollo nacional, también es conocido como *K'atun 2032,* que constituye la política nacional de desarrollo a largo plazo que articula las políticas, planes, programas, proyectos e inversiones; el planteamiento surge de la necesidad de revertir las condiciones de vida de los guatemaltecos.

El informe anterior promueve las políticas de desarrollo en Guatemala, forman parte fundamental del trabajo de investigación y busca dar a conocer lo referente a la electrificación rural y los incentivos que genera el gobierno para motivar a las distribuidoras de energía eléctrica a realizar este tipo de proyectos.

Salazar (2016), menciona que la energía eléctrica es vital para el desarrollo de todas las personas que buscan mejorar sus condiciones de vida, puesto que ella les permite el acceso a nuevas oportunidades de crear riqueza, disfrute de tecnologías y comodidad, a fin de permitirles, mitigar o reducir la pobreza. En 1994, gran cantidad de comunidades del área rural no contaba con el servicio de electricidad, en parte debido a la enorme distancia entre los centros urbanos con infraestructura eléctrica, así como a la falta de financiamiento.

El informe anterior se extrajo información del posible aprovechamiento que tendrían los beneficiarios directos e indirectos al llegar a una comunidad o caserío el servicio de energía eléctrica puede generar fuentes de empleo, mejoraría la calidad de educación de la escala del sector, tendrían acceso a tecnología y en un futuro a largo plazo llegaría a reducir la pobreza.

La Ley Orgánica del Instituto Nacional de electrificación (2010), indica los factores que podrían complicar la construcción de un proyecto de electrificación rural, como son las demoras en la obtención de permisos, dictámenes socioeconómicos que emite el Ministerio de Energía y Minas, falta de recursos presupuestarios y capacidad técnica de las distribuidoras para la conexión de nuevos usuarios.

Todos los factores antes mencionados por el autor fueron tomados en consideración en el momento en que se ejecutó la elaboración del diseño, para la red de distribución hacia el Caserío municipal Mano de León.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Caserío municipal Mano de León

El caserío municipal Mano de León, se encuentra ubicado en el interior de una finca privada, se encuentra a cinco kilómetros de la cabecera municipal de Jocotenango, Sacatepéquez, aunque se encuentra a poca distancia de la civilización, carece de todos los servicios básicos (agua potable entubada, energía eléctrica, sistema de drenaje, acceso a salud y a transporte hasta el lugar), lo cual les impide desarrollarse. En el 2008, la municipalidad de Jocotenango Sacatepéquez construyó una escuela en el caserío, además instaló paneles solares para iluminar los salones, pero con el tiempo han llegado al límite de la vida útil de las baterías que almacena la energía generada, cada vez cuentan con menos horas de iluminación, el costo económico para remplazarlas es alto.

Para poder acceder al caserío, los pobladores deben caminar una hora y veinticinco minutos aproximadamente entre área boscosa, se pueden transportar en motocicleta o vehículo de doble tracción, debido a la topografía del lugar es de difícil acceso; la finca en mención deberá otorgar la autorización para ingresar con cualquier medio de trasporte. El caserío fue asentado por personas que trabajaban en la finca hace más de cien años, cuando se realizó la investigación se percató que viven veinticinco familias en el año 2020.

Figura 1.

Caserío Mano de León

Nota. Fotografía fue tomada al caserío Mano de león, desde la parte de arriba. Elaboración propia.

2.1.1. Finca privada

La Finca se encuentra ubicada en Jocotenango, Sacatepéquez, es reconocida a por cultivar café de alta calidad, gracias a su clima, altitud y suelos volcánicos fértiles. La historia de esta finca inicia que, en 1870, cuando existe una crisis económica en Guatemala, y el Sr. Manuel Matheu Sinibaldi, convirtió su terreno en sembradío de café.

En 1874 el presidente de Guatemala en ese entonces Justo Rufino Barrios, a través del Ministerio de Agricultura, le indican al duelo de la finca que

debería proporcionar 1,000,000 de plantas de café para regalar a los pequeños agricultores del área, y esto dio inicio a la industria del café en Guatemala (Solís, 2019).

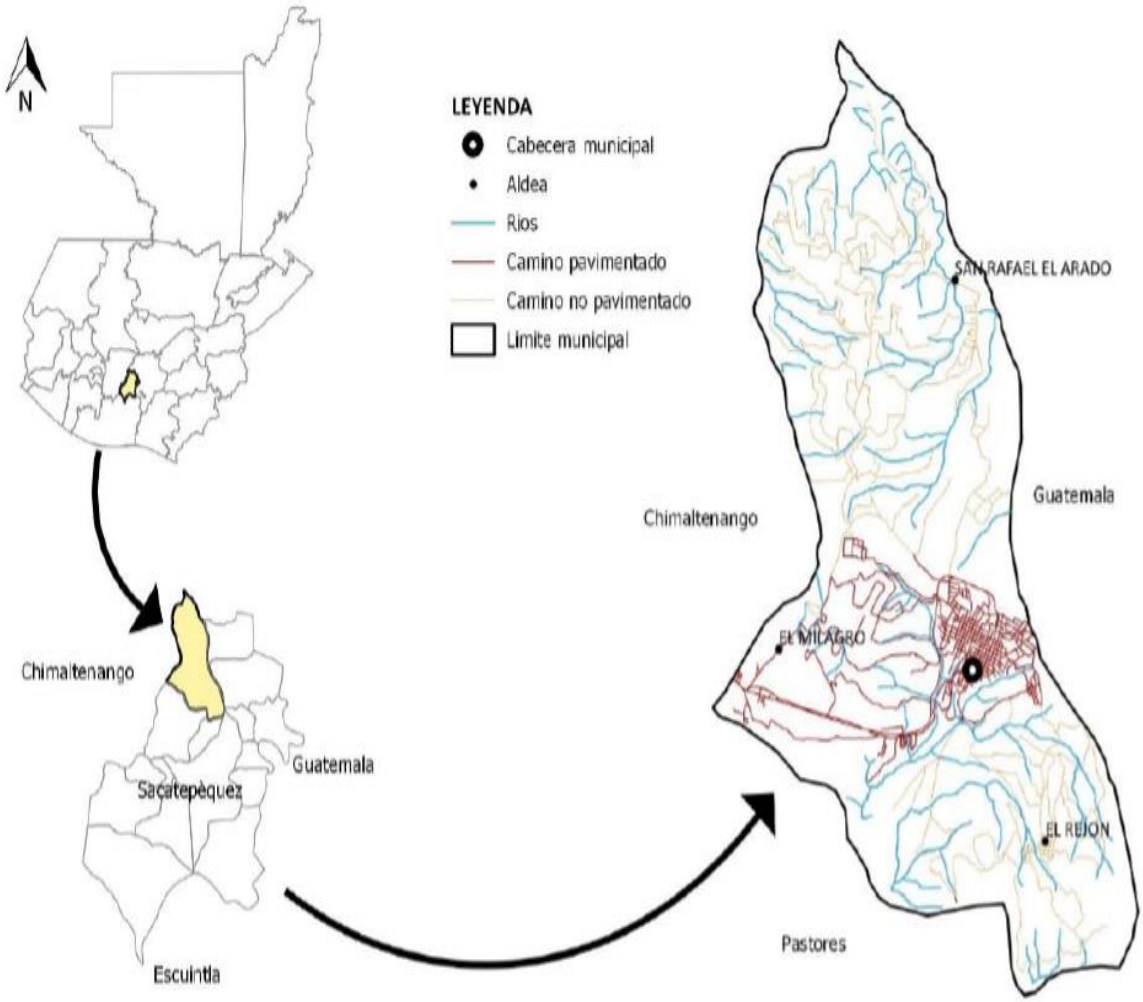
En la actualidad siguen cosechando café de muy buena calidad y además en una parte del terreno construyeron un hotel y restaurante, en el área destinada para la siembra del café, tienen atracciones como el *canopy,* el tour del café, uso de caballos entre otras, y se vuelve atractivo para el turismo nacional e internacional.

2.1.2. Aldea El Rejon

La aldea El Rejon pertenece al municipio de Sumpango Sacatepéquez, según el último censo realizado en el 2018 en Guatemala, en la aldea habitan aproximadamente tres mil personas, la mayoría se dedica a la agricultura de siembra de legumbres. La aldea está localizada a seis kilómetros al oriente de Sumpango, siendo una de las aldeas más grandes de la población. En la aldea existe la reserva natural llamada el astillero y un nacimiento de agua, lo cual se debe tener en consideración cuando se realice el diseño.

Figura 2.

Ubicación de aldea El Rejon



Nota. Describe la ubicación geográfica de la aldea El Rejon en Guatemala. Obtenido de SEGPLAN (2018). *Plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial de Sumpango Sacatepéquez 2018-2032* [Mapa] (p. 14). Gobierno de Guatemala.

2.2. Electrificación Rural

Electrificación rural se refiere a llevar la energía eléctrica a lugares donde exista población y no cuente con dicho servicio ya sea a través de líneas de distribución o energía, estas están alejadas del último punto de conexión; al electrificar una comunidad puede generar desarrollo económico de sus habitantes. La carencia de energía eléctrica provoca la falta de acceso a tecnología, falta de interés para inversión, se agotan los recursos naturales que impactan en el bienestar de las nuevas generaciones (Ministerio de Energía y Minas, 2019).

Sin embargo, la electrificación rural también presenta desafíos, como la inversión inicial en infraestructura y tecnologías adecuadas, la gestión sostenible de los recursos energéticos y la garantía de la participación, lugares donde existen áreas protegidas, limitantes de derechos de servidumbres, poblaciones inconformes por pensar que pueden ser perjudicados a la hora de la construcción.

En la actualidad, la electrificación rural sigue siendo un objetivo importante para muchos países y organizaciones, y se están llevando a cabo iniciativas y proyectos en todo el mundo para mejorar el acceso a la electricidad en las comunidades rurales y promover un desarrollo sostenible y equitativo.

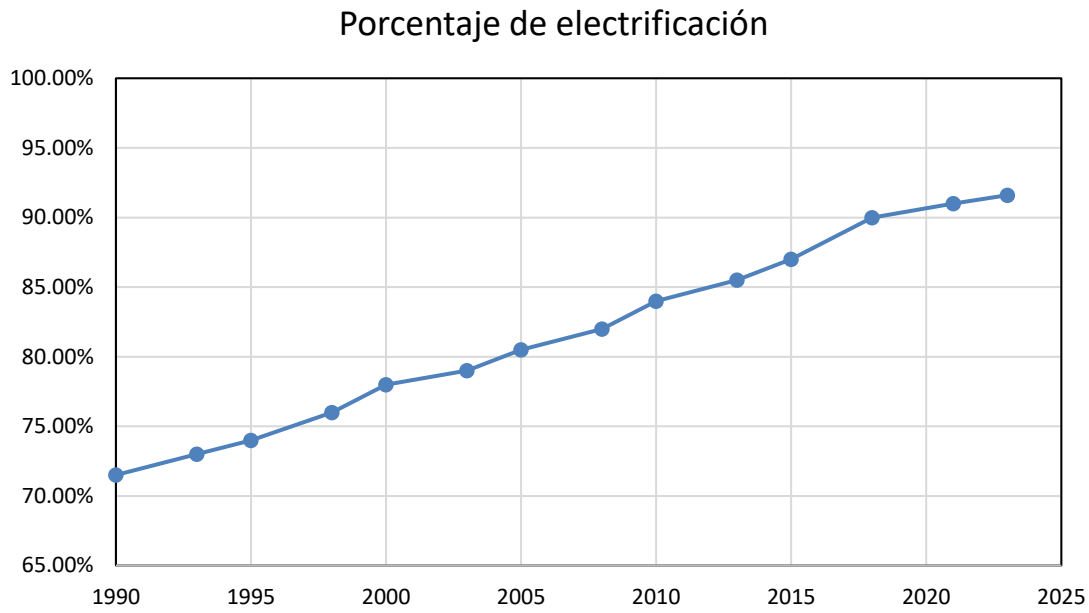
2.2.1. Electrificación a nivel mundial

En todo el mundo existen varias organizaciones que se dedican a electrificar comunidades aisladas con tecnologías renovables. Las distribuidoras aumentan la cobertura con las redes de distribución. Desde los años 90 ha existido un incremento de cobertura a través de paneles solares y centros de

carga, además de expansión en la red de distribución (Ministerio de Energía y Minas, 2019).

Figura 3.

Crecimiento al acceso a energía eléctrica, a nivel mundial



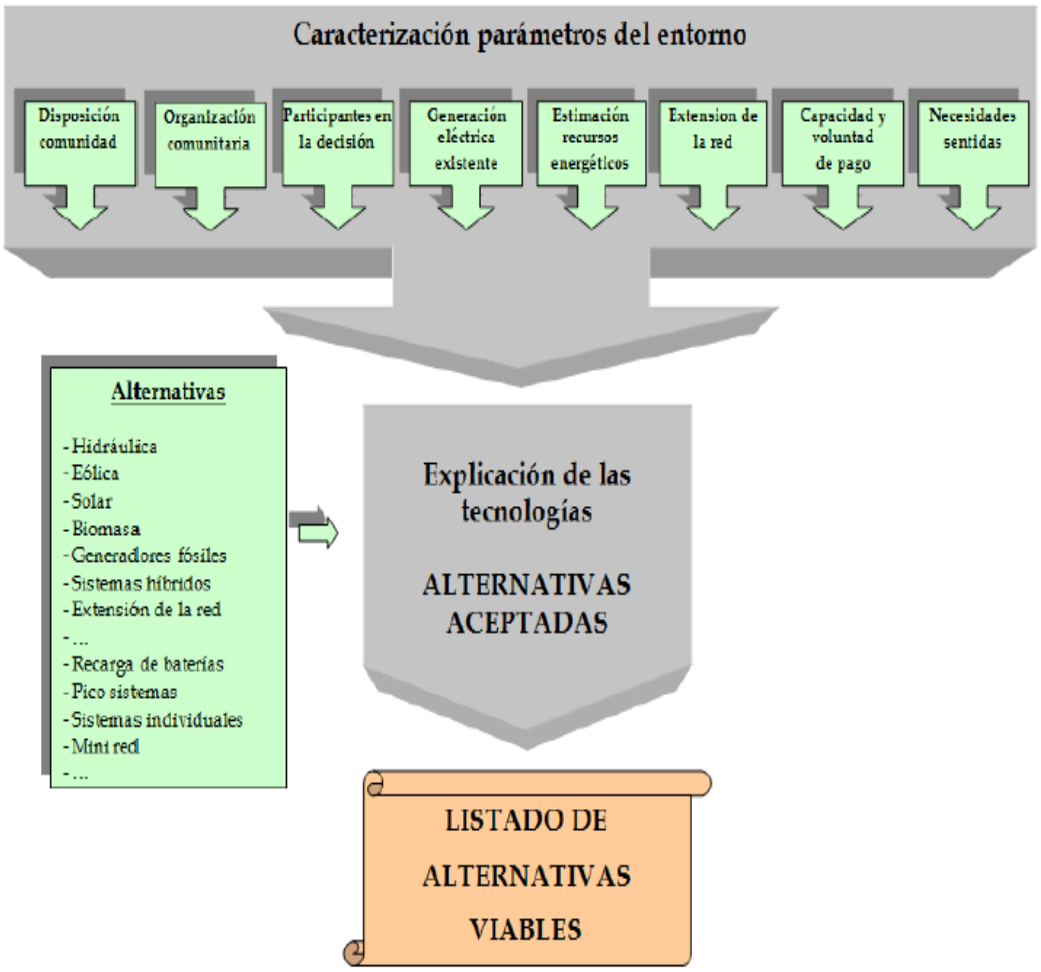
Nota. Indica cómo se ha incrementado la construcción de proyectos de electrificación rural a nivel mundial con el paso del tiempo. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2019), *Política Nacional de Electrificación Rural 2019-2032*, (https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2023/06/06/basic-energy-access-lags-amid-renewable-opportunities-new-report-shows.), consultado el 12 febrero de 2024. De dominio público.

Los proyectos de electrificación rural a nivel mundial son promovidos por empresas privadas u organizaciones no gubernamentales, a través de energía fotovoltaica, la cual tiene una vida útil aproximadamente de 25 años, una de las organizaciones es la fundación española EsF (2016b) indica:

El proceso de selección de alternativas se basa en la caracterización de parámetros del entorno y determinación de las tecnologías viables para un proyecto de electrificación rural. En este proceso se trabaja con el conjunto de la población local, en la identificación y análisis de diversos parámetros y características de la comunidad, y cuya información se utilizará para definir diferentes aspectos relacionados con la entidad de gestión del proyecto, establecimiento de tarifas y periodicidad de sus cuotas, así como para establecer el conjunto de alternativas de electrificación que son inicialmente viables para la generación y distribución de la energía eléctrica. (p. 4)

Figura 4.

Caracterización de parámetros del entorno



Nota. Indica los parámetros a tomar en consideración a la hora de analizar la viabilidad respecto a la tecnología y favorecer a la parte técnica social. Obtenido de ESF (2016), *Mini-Guía de Sostenibilidad de Proyectos.* (p. 2) Madrid, Espagne.

2.2.2. Electrificación rural en Guatemala

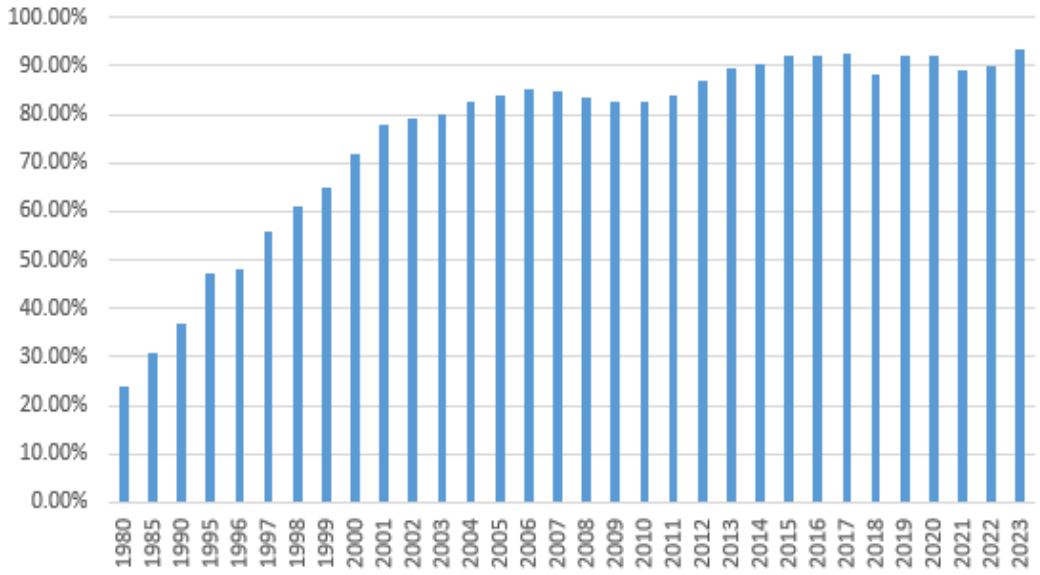
La electrificación rural en Guatemala se encuentra liderado por el Ministerio de Energía y Minas, quien es el encargado de establecer la política para la electrificación rural, las distribuidoras de energía eléctrica serán las

encargadas de construir dichos proyectos, con el fin de poder llegar a todas las comunidades lejanas; “es un trabajo en conjunto entre generador, trasportista, distribuidor y políticas que lo impulsan” (Ministerio de Energía y Minas, 2020, p.105).

En el momento en que se reformó el sector eléctrico en Guatemala, tomó gran importancia la electrificación en el país, como se observa en la Figura 5. La expansión de los primeros 5 años del modelo (1996-2001), fue acelerada, pasando del 48 % al 78 % de los hogares del país electrificados.

Figura 5.

Porcentaje de electrificación en Guatemala de 1989 a 2023



Nota. En la gráfica se observa el incremento de comunidades con electricidad en porcentaje. Obtenido de C. Say (2017). *Energia y potencia para Guatemala, los estudios del subsector eléctrico 1883-2017.* (p. 80) Ministerio de Energía y Minas.

En Guatemala ha incrementado el porcentaje de familias que cuentan con el servicio de energía eléctrica, esto se debió en gran parte al:

> Plan de expansión de transmisión (PET), cuyo objetivo era contribuir el mejoramiento de las condiciones de vida de las zonas aisladas, la meta era electrificar 2,633 comunidades, esto implicaba construir 1,283 kilómetros de línea de transmisión en 69 kV. y 374 kilómetros en 230 kV., además de 28 subestaciones eléctricas. (Ministerio de Energía y Minas, 2018, p. 98)

Para financiar el proyecto de electrificación rural, el gobierno de la república creó el fidecomiso de la electrificación rural FER, este fidecomiso tuvo un patrimonio de $333.6 millones, de los cuales $101.1 millones provinieron de la venta de la empresa de distribución del INDE y otros $ 56 millones provinieron de bonos del tesoro en su primer año.

Como resultado de la finalización del proyecto de electrificación PET, aumentó el área de cobertura al 85% del distribuidor Unión Fenosa de 709,588 a 1,317,502 clientes entre los años 1999-2008. Según el Ministerio de Energía y Minas (2018) “en el año 2011 se desarrolló la planificación para la electrificación en áreas urbanas y rurales, para lo cual realizaron un estudio que revelaría los hogares sin electrificar dando como resultado” (p. 100).

- Urbanas
    - En el área del sur 12,055
    - En el área del occidente 5,548

- En el área del oriente 1,671
- En el área del norte 1,163

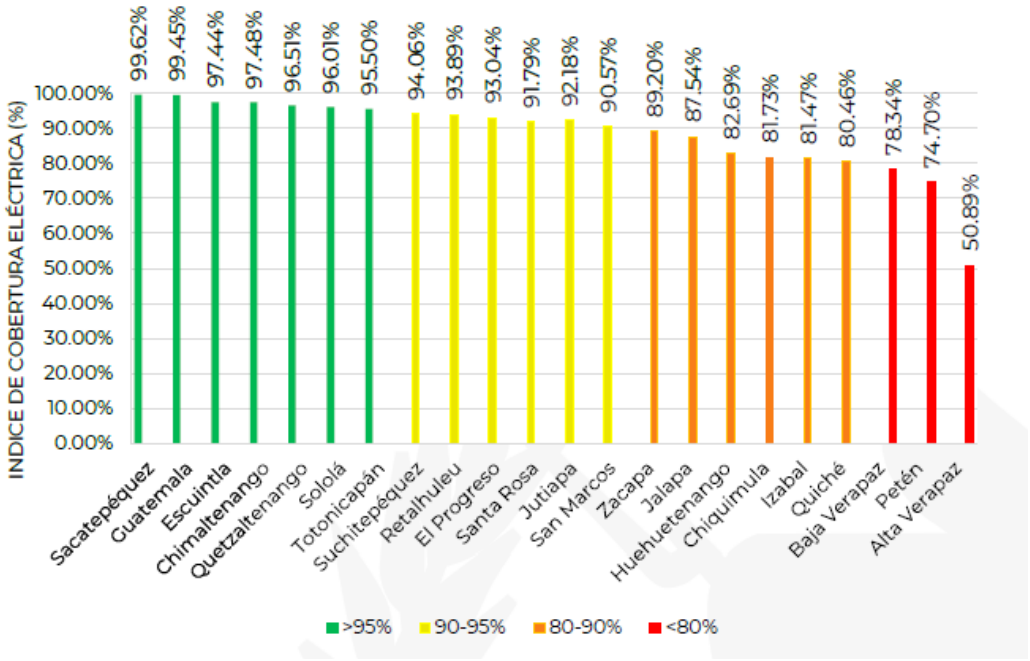
- Rurales

  - En el área central 12,692
  - En el área del sur 47,188
  - En el área del oriente 73,138
  - En el área del occidente 135,441
  - En el área del norte 225,131

El Ministerio de Energía y Minas (2020) presentó el índice de cobertura eléctrica en Guatemala, el cual refleja un incremento del 1.12 % respecto al año 2018 (año base para el MEM en el documento índice de cobertura eléctrica), presentó un avance del 0.36 % respecto al año 2020.

Figura 6.

Porcentaje de electrificación por departamento



Nota: Detalle del porcentaje del índice de cobertura eléctrica correspondiente a cada departamento de Guatemala. Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2022), *Índice de cobertura eléctrica 2021.* (p. 9) Gobierno de Guatemala.

Los departamentos de Baja Verapaz, Petén y Alta Verapaz son los que siguen siendo críticos, ha existido un esfuerzo por parte del Ministerio y el Instituto Nacional de Electrificación, posicionándose por debajo del 80 % de cobertura eléctrica.

Figura 7.

Porcentaje de electrificación en Guatemala 2022

Nota. Representa el porcentaje de electrificación en Guatemala. Obtenida de la agencia guatemalteca de noticias (2023). *Avances en el índice de cobertura eléctrica* [Mapa] (https://agn.gt/gobierno-proyecta-superar-el-90-en-cobertura-de-energia-electrica-del-pais/), consultado el 10 de diciembre de 2023. De dominio público.

La falta de energía eléctrica en las comunidades aisladas crea una dependencia del uso de leña, candelas, canfín, kerosene, baterías, entre otros, con los cuales se satisface principalmente las necesidades de iluminación, cocción y comunicación (Vargas y Otoya, 2001).

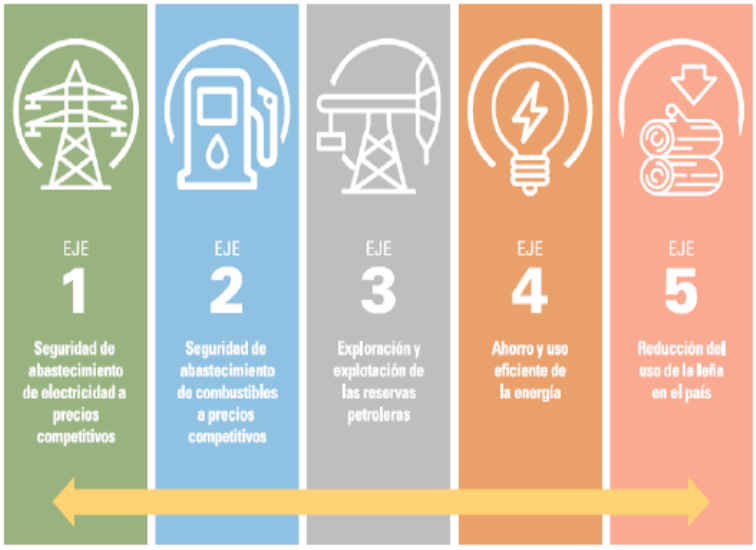
2.2.3. Políticas de electrificación rural 2019- 2032

El Ministerio de Energía y Minas creó políticas dirigidas a la electrificación rural en Guatemala, hasta el año 2032, uno de sus objetivos de la política es el incremento de los usuarios con acceso a la electricidad de forma sostenible en el tiempo.

La política nacional ha sufrido actualizaciones a lo largo del tiempo, una de ellas es la ampliación de la política energética 2013–2027, donde se determinan la creación de la Política de Electrificación Rural 2019-2032, con el fin de cumplir con los objetivos planteados.

Figura 8.

Ejes de la política energética 2013-2027



Nota. Describe los 5 ejes de la política energética en Guatemala, ejes de seguridad de abastecimiento eléctrico y de combustibles, ahorro energético y reducción de leña. Obtenido del Ministerio de Enérgia y Minas (2019). *Política Nacional de Electrificación Rural 2019-2032.* (p. 15) MEM.

2.2.4. Proyectos de electrificación pendientes de realizar por el INDE

El INDE y el MEM han logrado identificar aproximadamente 4,300 comunidades y/o caseríos que podían contar con la energía eléctrica por medio de la construcción de proyectos de electrificación, beneficiarían a 229,000 personas en todo el país, los cuales se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 2.

Proyectos pendientes de construcción en Guatemala

Departamento	Usuario pendiente de electrificar	Usuario promedio por proyecto	Número de proyectos
Alta Verapaz	47448	64	748
Baja Verapaz	10956	56	198
Chimaltenango	1899	39	50
El Progreso	1625	49	34
Chiquimula	11856	47	253
Escuintla	4060	53	76
Guatemala	1391	58	24
Huehuetenango	35675	51	698
Izabal	13542	50	272
Jalapa	3482	37	97
Jutiapa	5264	47	112
Peten	25072	59	426
Quetzaltenango	2465	42	58
Quiche	32411	47	690
Retalhuleu	3464	61	57
Sacatepéquez	204	34	6
San Marcos	13244	54	249
Santa Rosa	3616	40	90

Continuación de la Tabla 2.

Departamento	Usuario pendiente de electrificar	Usuario promedio por proyecto	Número de proyectos
Sololá	856	33	26
Suchitepéquez	2164	37	58
Totonicapán	2575	143	18
Zacapa	6330	52	121
Total	**229599**		**4361**

Nota. Indica la cantidad de proyectos que aún se encuentran pendientes de construir por departamento. Obtenido del Ministerio de Enérgia y Minas. (2019). *Política Nacional de Electrificación Rural 2019-2032.* (p. 20) MEM.

2.3. Legislación guatemalteca para electrificación rural

En Guatemala existe la ley general de electricidad y su reglamento, una política de electrificación rural y normas de construcción.

2.3.1. Ley General de Electricidad

Con base a la desmonopolización del sistema de generación de energía eléctrica, transporte y distribución y en el ejercicio de las facultades que le confiere el inciso A del artículo 171 de la Constitución Política de la República de Guatemala y el Congreso de la República a través del Decreto 93-96 del 15 de noviembre de 1996, se crea la Ley General de Electricidad. Dicha ley menciona:

> El Estado de Guatemala podrá otorgar recursos económicos, parcial o total del valor del proyecto de beneficio social o de utilidad pública, que se desarrollen fuera de una zona territorial delimitada. Los recursos que

otorgue el Estado serán considerados como un subsidio, los cuales no podrán ser trasladados como costo al usuario. Las obras que se construyan con estos aportes serán administradas y operadas por el adjudicatario, el que se obliga a mantenerlas en perfectas condiciones de uso. (Ley General de Electricidad, 1996, Título III, Cap. II, Art. 47)

La servidumbre juega un papel muy importante a la hora de realizar o diseñar un proyecto de electrificación rural, según el artículo 25:

Se solicita a las autoridades competentes antes de realizar obras de construcción para la generación, transporte y distribución de energía eléctrica y no es más que una autorización para que las líneas de conducción de energía eléctrica podrán cruzar ríos, canales, líneas férreas, acueductos, calles, caminos y otras líneas eléctricas, telegráficas, telefónicas o cablegráficas, debiéndose diseñar las instalaciones de tal manera que garanticen la seguridad de las personas y sus bienes, así como la prestación de los servicios. (Ley General de Electricidad, 1996, título II, Cap. III, Art. 25)

2.3.2. Reglamento de la ley general de electricidad

El Reglamento de la ley general de electricidad nace con el objetivo de normar el desarrollo de las actividades de generación, trasporte, distribución y comercialización. En el artículo 77 hace mención a los proyectos de electrificación rural, el cual indica “Para la aplicación del artículo 47 de la Ley, el

Ministerio establecerá un procedimiento para la elaboración del informe de evaluación económica y social del proyecto, con el fin de resolver la procedencia o improcedencia de la solicitud" (Ley General de Electricidad, 1966, título VI, Cap. I, Art. 77).

2.3.3. Norma técnica de servicio de distribución NTSD

La NTSD establece los derechos de los usuarios y las obligaciones de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, promueven los indicadores de calidad del servicio en el punto de entrega, "las normas las deberán de aplicar de forma obligatoria todas las empresas que se dediquen a la distribución de energía eléctrica" (Resolución CNEE No. 09-99, 1999, p. 6).

2.3.4. Norma técnica de diseño y operación de las instalaciones de distribución NTDOID

La norma fue creada para "establecer las disposiciones, criterios, requerimientos mínimos para la realización de diseños, construcción y operación, garantizando la seguridad de las personas, bienes y calidad de servicio" (Resolución CNEE No. 47-99, 1999, p. 3).

La norma NTDOID deberá ser cumplida por las personas que se ven involucradas en la elaboración de diseños, construcción, supervisión y mantenimiento.

Cuando se realiza la elaboración de un diseño para ampliar la red de distribución, se deberán de considerar lo siguiente:

- Donde se diseñe o construya se deberán de considerar las distancias mínimas de seguridad establecidas en la norma respecto a las propiedades y componentes de la red de distribución.
- Debe tener acceso a la línea a construir para futuros mantenimientos.
- Elegir los conductores correctos dependerá de la supuesta carga de consumo por parte de los nuevos usuarios y la distancia.
- Derechos de servidumbre.
- Procurar que los postres queden alineados de un solo lado de la calle en poblaciones urbanizadas, evitar riesgos de colisión y minimizar el cruzamiento de vías férreas y carteras.
- Prevenir obstaculizar el acceso a las propiedades.
- El tipo de aislador dependerá del nivel de tensión.

Las distancias mínimas de seguridad se encuentran establecidas en la norma, las distancias deben ser mayores cuando se utiliza un conductor sin la capa aislante, en las cercanías al mar se utiliza un conductor con material aislante para evitar la corrosión que afecta por los altos niveles de salinidad y protege de la alta probabilidad electro-atmosférica en líneas de media tensión. Los conductores que se utilizan para el neutral deberán de conectarse a tierra a través de las retenidas. La tabla 3 especifica las distancias verticales y en la tabla 4 las horizontales.

Tabla 3.

Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores

Naturaleza de la superficie, debajo de los conductores	Cables aislados de más de 750 V y conductores suministradores en línea abiertos de 0 a 750 V (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 750 a 22 kV (m)
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para transito	5	5.6
Aceras o caminos, accesibles solo a peatones	3.8	4.4

Nota. Describe las distancias mínimas de seguridad en conductores verticales respecto a las calles, caminos y otras áreas de tránsito. Obtenido de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, (1999), *Norma técnica de diseño y operación de las instalaciones de distribución*. (p. 11) CNEE.

Tabla 4.

Distancia mínima de seguridad horizontal de conductores

Conductor	Distancia mínima de seguridad horizontal requerida cuando es desplazada por el viento (m).
Conductores de suministro en línea abierta, 0 a 750V	1.1
Cables que cumplen con 18.1 C2 mayor a 750 V	1.1
Cables que cumplen con 18.1 C3 mayor a 750 V	1.1
Conductores de suministro en línea abierta, 750 hasta 22kV.	1.4

Nota. Describe las distancias mínimas de seguridad en conductores horizontales a los distintos niveles de voltaje. Obtenida de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, (1999), *Norma técnica de diseño y operación de las instalaciones de distribución.* (p. 14) CNEE.

2.4. Construcción de una red de distribución

El sistema eléctrico de potencia en Guatemala se compone de los generadores, trasportistas, distribuidores y usuarios finales. La empresa distribuidora es la encargada de suministrar la energía eléctrica a los usuarios finales, debe estar diseñada y construida con los estándares establecidos por la CNEE, los cuales se encuentran descritos en la NTDOID. Puede tener varios niveles de voltaje debido a los componentes que la conforman, los cuales se presentan a continuación:

- Nivel de tensión de línea primaria 13.8 kV.
- Niveles de tensión línea secundaria:

    - 120 / 240 voltios monofásico
    - 120 / 208 voltios monofásico
    - 120 / 240 voltios trifásico
    - 120 / 208 voltios trifásico
    - 240 / 480 voltios trifásico

Las redes de distribución de energía eléctrica se pueden clasificar por su ubicación en urbana o rural y tipo de construcción aéreas o subterráneas, para un proyecto de electrificación solo se utilizan líneas aéreas.

2.4.1. Red de distribución urbana

Las redes de distribución urbanas están desarrolladas en las cabeceras municipales y la ciudad, es construida por la empresa distribuidora del lugar. Sus principales características son: usuarios concentrados, las cargas son monofásicas y trifásicas, fácil acceso y los postes son de concreto.

2.4.2. Redes de distribución rurales

La red de distribución en el área rural se caracteriza por tener a los usuarios muy dispersos, las cargas por lo general son monofásicas, son de difícil acceso, bajo consumo de parte del cliente, se requiere mayor poda de árboles a la hora de construir un proyecto, baja rentabilidad económica para la distribuidora si decide hacer un proyecto de electrificación rural si nos basáramos únicamente en el pago que realizaría cada uno de los beneficiados.

2.4.3. Red de distribución de aéreas

En este tipo de construcción se observan los componentes que la conforman, los conductores en las líneas de media tensión no cuentan con la cubierta aislante, se utilizan postes de concreto conde se tiene acceso y de madera conde no existe acceso apropiado para el camión que lo transporta.

Los elementos más importantes en una red de distribución aérea son:

- Postes
- Conductores
- Aisladores
- Trasformadores

2.4.4. Postes

Existen dos tipos de postes: “de madera y hormigón, sus características de peso, longitud y resistencia a la rotura son determinadas por el tipo de construcción de la red” (Ramírez, 2004, p. 25). Los postes de hormigón son centrifugados, se utilizan en lugares de fácil acceso, serán transportados en

camión, se ven en zonas urbanas, pueden ser de 30, 35, 40 pies de altura, “con una rotura de 1050, 750 y 510 kg respectivamente” (Ramírez, 2004, p. 6).

Los postes de madera son utilizados en zonas rurales o lugares de difícil acceso o donde no pueda ingresar el camión que los trasporta, en la Tabla 5, se muestran las características que debe poseer todo poste de madera.

Tabla 5.

Características de postes de madera normados por EEGSA

Longitud		Circunferencia en cm (pulgadas)		línea de superficie de tierra en m.	peso en kg. (Lb)	esfuerzo asignado de diseño en Kg (Lb)
metros	pies	punta	A 1.8 m de la base			
6.1	20	48.26 (19)	60.00 (23.62)	1.10 (3.6)	149.66 (330)	862 (1 900)
7.6	25		66.04 (26)	1.22 (4)	192.74 (435)	
9.2	30		71.12 (28)	1.40 (4.6)	274.83 (606)	
10.7	35	53.34 (21)	81.28 (32)	1.56 (5.12)	418.14 (922)	1 088 (2 400)
12.2	40		86.36 (34)	1.72 (6.54)	521.99 (1151)	
13.7	45		91.44 (36)	1.87 (6.13)	619.05 (1365)	
18.3	60		109.22 (43)	2.33 (7.64)	1081.63 (2 385)	

Nota. Características necesarias de los postes de madera para soportar los esfuerzos mecánicos a los que serán expuestos. Obtenida de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (2007). N*orma de materiales*. (p. 15) EEGSA.

2.4.5. Conductores

En la construcción de líneas de distribución aéreas las distribuidoras de Guatemala utilizan dos tipos de conductores, con material aislante y sin material aislante. Los conductores que no emplean material aislante se componen de una aleación de aluminio con acero reforzado, conocido por sus siglas en inglés ACSR, los calibres empleados son de 1/0 y 556 CM, y es utilizado para las líneas primarias de 13.8 kV (Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anónima, 2007).

Los circuitos secundarios o de baja tensión utilizan conductores de aluminio AAC o AAAC tríplex (3 conductores) 1/0 trenzado con capacidad máxima de 600V (Ramírez, 2004).

2.4.6. Aisladores

Se denominan aisladores a los elementos hechos de porcelana, dependiendo del tipo de aislador puede soportar diferentes niveles de voltaje los cuales son descritos en la Tabla 6. EEGSA emplea los aisladores tipo ANSI 55-5, cumple con las características necearías por el voltaje al cual será sometido (13.8kV.).

Tabla 6.

Códigos y características esenciales de aisladores

Designación	código	Tensiones en kV.			longitud mínima a la distancia de fuga en mm (pulg)	Carga de rotura mínima en kg. (Lb)		Dimensiones en mm (pulg)	
		Normal en operación	arqueo en seco a 60 Hz	perforación en 60 HZ		En Voladizo	En tensión	Altura	Diámetro
AIS (53-2)	320004		25			1 360.54 (3 000)		76 (3)	79 (3 1/8)
AIS (53-2)	320006		25					76 (3)	79 (3 1/8)
AIS (55-5)	320018	14.4	85	115	304.8 (12)			123.83 (4.88)	177.8 (7)
AIS (53-4)	320010	13.2	70	95	228.6 (9)			114.3 (4 1/2)	139.7 (5 ½)
AIS (53-7)	320019	15/25	100	50	381			140 (5.51)	213 (8.83)

Nota. Describe las características que deben du cumplir los aisladores para una red de distribución. Obtenida de la Empresa Eléctrica de Guatemala Sociedad Anónima (2007). *Norma de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A*. (p. 6) EEGSA.

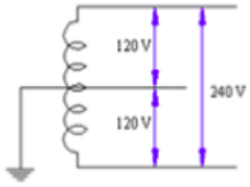
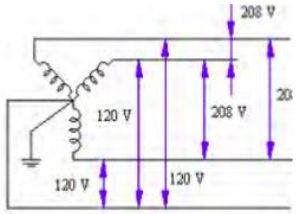
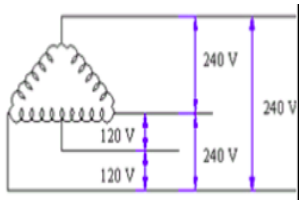
2.4.7. Trasformadores

Los transformadores se emplean para reducir el nivel de tensión a valores comercial. En Guatemala existen los siguientes valores de potencia comercial: 10, 25, 37.5, 50, 75 kVA. Existen dos tipos de transformadores convencionales y autoprotegidos CSP (*Complete Self Protected*), difieren en la protección incorporada de los autoprotegidos (cortacircuitos, fusible y pararrayos) (Empresa Eléctrica de Guatemala, Sociedad Anómima, 2007).

En la Tabla 7 se indican distintos tipos de conexión a transformadores y su voltaje de salida y una recomendación de dónde se pueden emplear.

Tabla 7.

Conexiones de trasformadores

Voltaje secundario y tipo de sistema	Diagrama de conexión y voltajes secundarios	Utilización y disposición recomendada
120 / 240 V monofásico 3 hilos Neutral solido a tierra		Zona Residenciales Urbanas Zonas Rurales - Alumbrado Redes aéreas subterráneas en zonas residenciales
120 / 208 V Trifásico 4 hilos en estrella Neutral sólido a tierra		Zonas Comerciales e industriales Zonas residenciales urbanas Zonas rurales con cargas trifásicas Alumbrado público Subterráneas en zonas céntricas
120 / 240 V Trifásico 4 hilos en delta con devanado partido		Zonas Comerciales e industriales Zonas residenciales urbanas Zonas Rurales con cargas trifásicas Alumbrado público Redes aéreas, subterráneas según especificaciones

Nota. Describe los tipos de conexiones posibles de trasformadores. Obtenida de S. Ramírez (2004). R*edes de distribución de energía.* (https://es.scribd.com/document/330338759/Redes-Distribucion-de-Energia-Libro-Samuel-Ramirez-Castano-pdf), consultado el 12 septiembre de 2020. De dominio público.

2.4.8. Redes de distribución subterránea

La red de distribución subterránea se construye en lotificaciones o residenciales, donde es esencial la estética, en cable, el utilizado es URD que cuenta con capa aislante, los cables son colocados dentro de tubería de PVC de 4” con fosas tipo H como registro. La construcción de este tipo de líneas no es recomendable, en ampliaciones de redes de distribución para proyectos de electrificación, por las desventajas que presenta, el costo de inversión es alto.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La presentación de resultados está basada en los objetivos propuestos de investigación, se plantea el análisis para elaborar el diseño de la red eléctrica, los beneficiarios y el impacto que tendría en la comunidad favorecida con el proyecto, los resultados son los siguientes:

3.1. Análisis para la elaboración del diseño de la red eléctrica

Antes del inicio de la investigación, se verificó con los pobladores del caserío municipal Mano de León si contaban con algún documento legal extendido por la municipalidad de Jocotenango, donde se constatará que el caserío no fuera una invasión de terreno; al verificar dichos documentos, se procedió a realizar el trabajo de investigación.

Se analizó los posibles accesos donde se podría construir una red de distribución eléctrica; el caserío municipal Mano de León se encuentra dentro de una finca privada, la cual tiene una entrada para vehículo en Jocotenango, específicamente en la aldea San José la Rinconada, es donde entran los pobladores del caserío, en la parte de atrás de la finca privada colinda con la Aldea El Rejon de Sumpango Sacatepéquez, es un camino de difícil acceso y privado. Al dialogar con el representante legal de la finca, indicando que existe la posibilidad de que autorice la construcción de la red de distribución por la tarde de atrás; se procedió a caminar por la posible ruta e identificando los posibles beneficiarios indirectos, para poder socializar con los mismos, solicitándoles su autorización para poder realizar el trabajo de investigación.

Se procedió a recopilar la información en las municipalidades de Jocotenango y Sumpango, para el análisis y verificación sobre las partes de la trayectoria de la propuesta de diseño son públicas o privadas, con el fin de poder elegir la mejor opción, donde presente una utilización adecuada de los recursos económico y evitar cualquier conflicto social que evitaría cualquier intento de construir la red de distribución. Se obtuvieron, los datos que ayudaron a efectuar la presentación de los siguientes resultados:

Objetivo 1: socializar con los beneficiarios directos e indirectos, para la elaboración del diseño de la red de distribución eléctrica.

3.1.1. Beneficiarios Directos

Los pobladores del caserío municipal Mano de león serían los beneficiarios directos, sería un total de 100 personas, 45 niños y 55 adultos, existen veinticinco terrenos, una iglesia, una escuela y un centro de convergencia.

Se constató que cada una de las propiedades que se encuentran en el caserío, cuenta con derechos de propiedad, extendidos por la municipalidad de Jocotenango, con esto se demuestra que el lugar no es producto de una invasión. La cual se deberá de adjuntar con los demás documentos que solicita EEGSA, al momento de solicitar el servicio de energía eléctrica, esto sería posterior a la construcción de la red de distribución.

De la inspección visual que se desarrolló con el diagnóstico comunitario, se observó que el caserío municipal Mano de León se encuentra en un área rural, las viviendas se encuentran concentradas, para acceder a la aldea el camino es de terracería y la parte que pertenece a la Finca privada se encuentra

empedrada, solo se puede acceder en motocicleta, si se quiere acceder proveniente de Sumpango, es un sendero montañoso y de terracería, las casas están construidas con paredes de block y techo de lámina, las calles y avenidas se encuentran bien definidas, las propiedades se encuentran ubicadas adecuadamente para realizar el diseño de red de distribución.

Se desarrolló un estudio socioeconómico por medio de una encuesta a los pobladores del caserío municipal Mano de León y generó los siguientes resultados: la población es relativamente joven, comprenden entre las edades de 0 y 59 años. La población total es de 100 personas, 48 mujeres y 52 hombres, esto sirvió para ver las necesidades de la población y qué tipo de equipos podrían adquirir en el futuro.

Tabla 8.

Edad y género de la población

Rango de edad	Hombres	Mujeres
0 a 4 edad	3	3
5 a 9 edad	9	8
10 a 14 edad	5	4
15 a 19 edad	7	6
20 a 24 edad	7	6
25 a 29 edad	4	5
30 a 34 edad	5	4
35 a 39 edad	4	5
40 a 44 edad	2	1
45 a 49 edad	2	1
50 a 54 edad	2	3
55 a 59 edad	1	3
60 0 más	0	0

Nota. La tabla indica el resultado de la edad de las personas en el caserío mano de león, Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla 9.

Diagnóstico comunitario

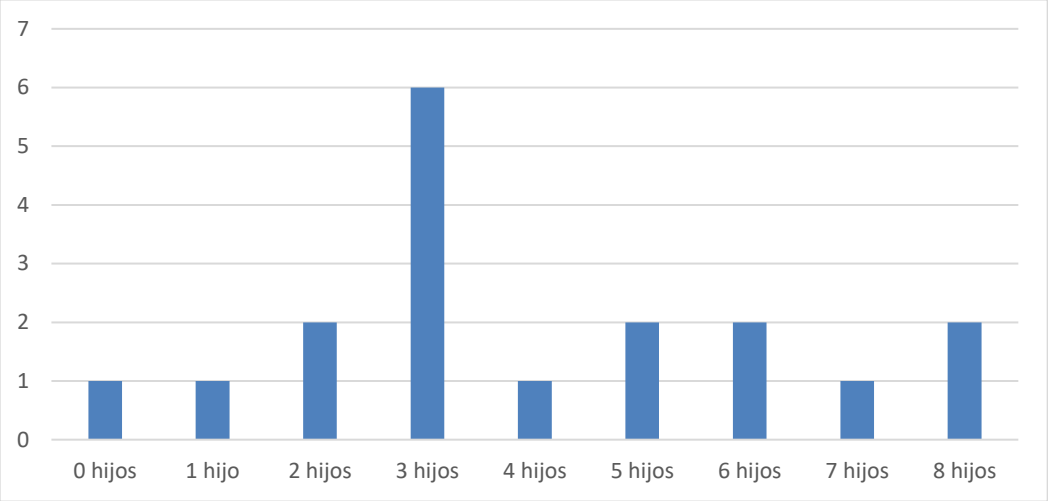
Preguntas	Resultado
Tipo de comunidad	Semi rural
Acceso a la comunidad	terracería
Transporte común de los pobladores	motocicleta, caminando
Número de familias	25
En promedio de integrantes por familia	5
Religión	Católicos
Principal fuente de ingresos	Agricultura, trabajo informal
Ingresos mensuales por familia	Q2,000.00
Educación primaria	60%
Educación Secundaria	40%
Cuántos niños asisten a la escuela	22 niños
Cuál es la principal fuente de agua	Nacimiento
Cuenta con drenajes las viviendas	No
Cómo obtienen iluminación	Candelas, candiles

Nota. La tabla describe el estudio socio económico realizado en el caserío Mano de León. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

En promedio las familias tienen 3 hijos, el nivel académico de la población es bajo, el 40 % culminaron los básicos y el 60 % culminaron la primaria. Solo hay nivel primario, en la escuela que se encuentra en el lugar.

Figura 9.

Cantidad de hijos por familia



Nota. Describe la cantidad de hijos que tiene cada una de las familias. Elaboración Propia, realizado con Microsoft Excel.

Los pobladores se dedican al corte de café y ejote en la finca privada, además siembran maíz y frijol para consumo propio, su principal fuente de ingreso por familia; el ingreso económico promedio por familia es de Q 2,000.00 al mes, haciendo la salvedad que en fechas de corte de café las familias perciben mayores ingresos. “En Guatemala el salario minino para las actividades agrícolas para el año 2020 es de Q 90.16 diarios y Q 2,742.37 mensuales” (Ortiz, 2022, párr. 1).

3.1.2. Beneficiarios indirectos

Serían todas las fincas que se encuentran en el trayecto donde se plasmaría la propuesta de diseño. Así también serían beneficiados con agua potable, la municipalidad de Sumpango indicó que, a la hora de contar con

energía eléctrica en el lugar, podrían hacer un pozo para poder suministrar agua a los pobladores de la aldea El Rejon, existe la posibilidad de que la municipalidad coloque iluminación pública en un futuro.

3.1.3. Socialización

La socialización es un aspecto crucial en cualquier proyecto de electrificación, especialmente en aquellos que tienen como objetivo llevar la electricidad a comunidades rurales o áreas remotas. La socialización se refiere al proceso de involucrarse y comunicarse de manera efectiva con las comunidades locales y otros actores clave antes, durante y después de la implementación del proyecto. Es una estrategia que busca crear un ambiente de confianza, comprensión y cooperación entre todas las partes involucradas. Las diferentes socializaciones a los diferentes sectores involucrados se efectuaron de la siguiente manera:

3.1.3.1. Socialización en el caserío municipal Mano de León

Se inició con una inspección visual, posteriormente se realiza una entrevista con los pobladores para constatar la falta del servicio de energía eléctrica, diagnóstico comunitario. Se consultó a los pobladores y los miembros del COCODE si requieren dicho servicio y cuáles son las diferentes fuentes de ingresos, para saber si podrían contar con los recursos suficientes para poder cubrir el costo de la factura mensual por dicho servicio.

Figura 10.

Socialización en Mano de León

Nota. Fotografía de la visita al caserío Municipal Mano de León. Elaboración propia.

3.1.3.2. Socialización ante la Alcaldía Municipal de Jocotenango, Sacatepéquez

Se plateó ante el consejo municipal de Jocotenango la posibilidad de realizar un diseño de la red de distribución, que posteriormente se podría llevar a cabo la construcción por parte de la distribuidora, se solicitó apoyo para trabajar conjuntamente la mediación ante el representante legar de la Finca Filadelfia, el certificado municipal para los derechos de servidumbre dentro del caserío y proporcionar una constancia municipal de los terrenos donde indique la dirección.

Indicaron que se requería de visitas al lugar para poder analizar de mejor manera el proyecto y así podrían apoyar de una mejor manera.

3.1.3.3. Socialización en finca privada

Se presenta la idea al representante legal de la Finca Filadelfia, con la colaboración de la municipalidad de Jocotenango Sacatepéquez, donde se indica que existe la probabilidad de realizar un diseño de red de distribución, que serviría para la construcción de un proyecto de electrificación para el caserío municipal Mano de León, dicho proyecto lo construiría Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. EEGSA; debido a la topografía del terreno y por tratarse de un lugar turístico, se me indico que el único camino posible para realizar el diseño es por la montaña que colinda con la aldea El Rejón de Sumpango Sacatepéquez.

3.1.3.4. Socializaron ante líderes comunitarios de la aldea El Rejon

Antes de plantear el proyecto ante la municipalidad de Sumpango, es necesario presentar el proyecto con los líderes comunitarios y los pobladores que podrían salir beneficiados indirectamente con la construcción de la red de distribución de la aldea El Rejon, para obtener su aprobación, debido a que, en la comunidad si se tiene el aval municipal, pero no de los líderes comunitarios no se puede ejecutar proyecto alguno.

Se realizó una reunión con los líderes comunitarios y propietarios de los terrenos, donde se planteó los beneficios que podrían obtener y se solicitó la colaboración de cada uno de los propietarios de los terrenos para facilitar los derechos de servidumbre, debido a que el camino donde se pretende realizar el diseño no es público.

3.1.3.5. Socialización ante la Alcaldía Municipal de Sumpango, Sacatepéquez

Se realizó una reunión con el consejo municipal para poder plantear cómo se iba a realizar el proyecto, se hizo ver que la población de El Rejon podrá salir beneficiada indirectamente con el servicio de energía eléctrica a lo largo de la trayectoria de la construcción de la red de distribución.

Durante la reunión nos acompañó una de las líderes comunitarias de la aldea, el Rejón.

3.1.3.6. Socialización ante la distribuidora de energía eléctrica EEGSA

Se presentó una iniciativa ante los encargados de buscar proyectos de electrificación rural en EEGSA, la posibilidad de crear una propuesta de diseño para una red de distribución, para que ellos como distribuidora pudieran llevar la energía eléctrica a más usuarios, específicamente a los pobladores del caserío municipal Mano de León, el cual cuenta con más de 100 años de haberse fundado y aún no cuentan con el servicio de energía eléctrica. Se dieron todos los pormenores del trabajo de investigación.

Objetivo 2: analizar la ruta idónea para la propuesta de diseño para la red de distribución eléctrica.

3.1.4. Camino idóneo para elaborar la propuesta de diseño

Para poder trazar la propuesta de diseño de la red de distribución, se debieron de considerar varios aspectos: sociales, ambientales, técnicos y topográficos; se realizaron tres visitas de reconocimiento de campo debido a la distancia y permisos entre las fincas involucradas.

El primer recorrido fue realizado con el acompañamiento del COCODE del caserío municipal Mano de León, líder comunitario de la aldea El Rejon, personal de la finca privada, personal de la municipalidad de Jocotenango y de Sumpango, fueron ellos los que me indicaron por dónde autorizarían el paso de la red de distribución, durante el recorrido se tomaron datos como ubicación, dimensiones del camino, delimitaciones de los terrenos, encontrando los siguientes resultados:

- Donde se pretende hacer el diseño, es únicamente para uso peatonal.
- El camino no cuenta con acceso de vehículo de ningún tipo.
- No es de dominio municipal.
- No todos los terrenos cuentan con un cerco que limite la propiedad.
- El terreno es montañoso.
- No requiere podar árboles para la construcción.
- Los terrenos son utilizados para el cultivo de fresa.

Al analizar los datos obtenidos, se procedió a entablar la socialización con las autoridades municipales de Sumpango, para solicitar los derechos de servidumbre, el camino deberá contar con un ancho de 5 metros para poder instalar los postes, el ancho del camino es requisito de la distribuidora para poder realizar un proyecto de electrificación rural, con la finalidad de poder dar un mantenimiento adecuado a la red de distribución y así brindar un buen servicio.

Figura 11.

Reconocimiento del camino

Nota. La fotografía fue tomada durante la inspección de la ruta adecuada para la construcción de la red de distribución. Elaboración propia.

Se trazó la ruta a través de una vista satelital utilizando la herramienta de internet *Google Maps*, como se muestra en la Figura 12. Se observa el camino señalado por una línea amarilla, inicia en la aldea el Rejon y finaliza en el caserío Mano de León.

Figura 12.

Vista aérea del trazo de la ruta propuesta

Nota. Se indicada la ruta idónea para realizar la construcción de la red de distribución. Elaboración propia, realizado con *Google Maps*.

En la segunda visita: para este punto los pobladores del lugar ya habían colocado los cercos para indicar el límite de su propiedad y se encontraban en una negociación entre las entidades municipales y los pobladores con el tema de la servidumbre de paso, además definieron la cantidad de metros que debía de ceder cada uno de los dueños de fincas para que la distribuidora pudiera construir la red de distribución para electrificar el caserío municipal Mano de León.

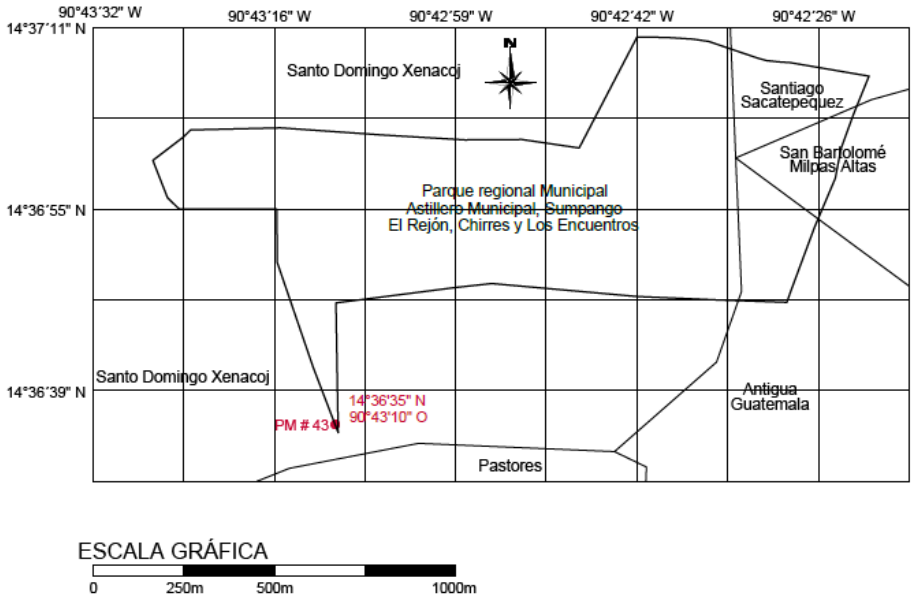
Se comenzó a realizar el levantamiento de datos, debido a la distancia en que se encuentra el último poste de conexión con el caserío, es necesario llevar 1 fase de cable primario *ACSR* 1/0 que llevará 7,600 voltios, con el fin de reducir las pérdidas y caída de tensión, los postes que se requieren son de 35 pies de altura, debido a la topografía del terreno, se requerirán que sean postes de madera.

Posterior a la visita segunda, se comenzó a trazar el diseño y se encontró que el poste número 43 quedaba dentro del área protegida El Astillero, esto significaría hacer un estudio de impacto ambiental; se realizó una tercera visita para ver de qué forma se reubicaba el poste y así evitar cualquier inconveniente con el tema ambiental, en la Figura 12, se observa la localización del poste indicado.

El área protegida el Astillero tiene una extensión de 2,391.149 hectáreas. El Diario de Centro América también indica que el objetivo es conservar los bosques, flora, fauna y los nacimientos de agua en la región, también indica que el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) declara el área protegida en el año 2000 a través de la Resolución SE-CONAP 19/2000; su extensión abarca desde las faldas del volcán de Fuego, San Pedro Yepocapa, Chimaltenango y El Rejon (González, 2019).

Figura 13.

Área protegida El Astillero



Nota. Indica la extensión territorial del área protegida Astillero y se indica el poste que quedaría dentro de la misma. Elaboración propia, realizado con Autodesk.

Posterior a la tercera visita de campo, se constató que, debido a los límites de los terrenos, el ancho del camino y la topografía del terreno es muy difícil evitar que se encuentre dentro de área protegida, la distribuidora EEGSA deberá hacer un estudio de impacto ambiental y presentarlo ante CONAP y el MARN, previo al desarrollar la construcción de la red de distribución.

Objetivo 3: indicar los cambios en la calidad de vida de la población, si se implementa la construcción del diseño de la red de distribución de energía eléctrica.

3.1.5. Cambios en la calidad de vida

De llevarse a cabo, la construcción de la red de distribución del diseño propuesto en este trabajo de investigación podría generar un impacto significativo en la mejora de la calidad de vida de los pobladores del caserío municipal Mano de León, así como los habitantes de la aldea El Rejon.

A continuación, se presentan algunas de las maneras en las que la electrificación puede contribuir a mejorar la calidad de vida:

- La electricidad permite el funcionamiento de servicios básicos esenciales, como iluminación en hogares y calles, lo que mejora la seguridad y permite a las personas realizar actividades diarias de manera más segura y eficiente, las viviendas pueden tener sistemas de calefacción, refrigeración y electrodomésticos, lo que mejora el confort y la calidad de vida en el hogar.

- Con acceso a la electricidad, la escuela que se encuentra en el lugar podría contar con iluminación, conectar equipos de cómputo para que los

niños puedan recibir clases de computación, facilita el aprendizaje y el desarrollo educativo de los estudiantes.

- Reducción de la brecha digital: la electrificación ayuda a reducir la brecha digital al permitir que las comunidades rurales accedan a tecnologías y servicios en línea, lo que promueve la inclusión social y digital.

- La electricidad permite el funcionamiento de pequeñas empresas y emprendimientos, lo que crea oportunidades de empleo y mejora la economía local.

- Facilitaría el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones, como computadoras, internet y telefonía móvil, lo que mejora la conectividad y la capacidad de comunicarse con el mundo exterior, ya no tendrán que ir al pueblo más cercano para que carguen los celulares que utilizan para comunicarse.

- La electricidad permite el uso de maquinaria y equipos eléctricos, lo que aumenta la productividad en las actividades agrícolas, industriales y comerciales.

- La electricidad podría proporcionar acceso a sistemas de seguridad, como cámaras de vigilancia y alarmas, lo que contribuye a un entorno más seguro para los habitantes.

Objetivo general: determinar un diseño de distribución de red eléctrica para el caserío municipal Mano de León, Jocotenango, Sacatepéquez.

3.1.6. Elaboración de propuesta de diseño

Para poder generar una propuesta de diseño se consideraron los siguientes factores:

3.1.6.1. Características de consumo eléctrico

Para la elaboración del diseño fue importante identificar las características de consumo eléctrico que tendrían las residencias, lo cual dependerá del estatus económico actual de las familias, las de mayor ingreso económico serán las que tendrán un mayor consumo de energía. Para el caso del área rural, el consumo es relativamente bajo, la electricidad la utilizan para iluminación y electrodomésticos básicos como lo es la televisión, radio, refrigeradora, cargadores de celular, entre otros, en voltaje 120v. monofásicos.

A los pobladores del caserío se les pasó una encuesta para el estudio socioeconómico, donde se preguntó qué electrodomésticos comprarían, si tuvieran electricidad en sus viviendas:

- Refrigeradora
- Celulares
- Televisor
- Radio
- Contar con iluminación
- Computadora

La cantidad de cada electrodoméstico y horas de consumo se estimó debido a las condiciones de la vivienda, como, por ejemplo: cantidad de personas que viven en la misma casa, número de cuartos, posibilidades de adquisición,

además se incluyó el consumo de un microondas como posible adquisición futura.

Tabla 10.

Posible consumo por vivienda

Electrodoméstico	cantidad	Consumo en Watts	factor de coincidencia	Demanda (KW)	Horas de uso al día	Consumo en KWH
Refrigeradora	1	500	1	500	20	10000
Televisión	1	150	1	150	8	1200
Iluminación	4	10	0.80	32	4	128
Radio	1	150	0.60	90	8	720
Computadora	1	20	0.60	12	6	72
Cargador de Celular	1	5	0.50	2.50	5	12.5
Total		835		787		12,132.5

Nota. La tabla describe los posibles consumos por casa. Elaboración propia, realizado con Excel.

El consumo de energía de una vivienda:

$$Consumo\ total = \frac{12{,}132.5 * 30\ dias}{1000}$$

$$Consumo\ total = \frac{12{,}132.5 * 30}{1000} = 363.97\ KWH/Mes$$

La demanda máxima por usuario en un momento determinado podría llegar a ser:

$$Dmax = \frac{consumo\ total}{49.7 * consumo\ total^{(0.154)}}$$

$$Dmax = \frac{363.97}{49.7 * 363.97^{(0.154)}} = 2.95\ kW$$

$$Dtotal = consumo\ total\ * beneficiarios\ directos$$

$$D_{total}\ =\ 2.95\ kW * 25 = 73.75\ kW$$

Por tratarse de una zona rural tiene un factor de utilización $F_U = 0.3$

$$D_{maxtotal}\ = 0.3 * 73.75 = 22.12\ kW$$

Para suministrar el servicio a todo el caserío se requiere un trasformador de:

$$Capacidad = \frac{D_{maxtotal}}{Factor\ de\ potencia}$$

$$Capacidad = \frac{22.12\ kW}{0.9} =\ 24.58\ kVA$$

Se debe instalar un trasformador de 25 KVA CSP para poder suministrar el servicio de energía eléctrica a todo el caserío Mano de León.

Para encontrar la corriente que va a consumir cada vivienda se utiliza la siguiente ecuación:

P: Potencia consumida

V: Voltaje

I: Corriente

Si se despeja la corriente de la ecuación queda de la siguiente manera, para calcular la corriente consumida por cada vivienda en baja y media tensión:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I_{BT} = \frac{2.95\ kW}{240V} = 12.29\ Amperios$$

$$I_{MT} = \frac{2.95\ kW}{7.6\ kV} = 0.39\ Amperios$$

Si se considera los 25 posibles servicios el proyecto tendría una corriente total de:

$$I_{BT} = \frac{24.58\ kW}{240V} = 102.41\ Amperios$$

$$I_{MT} = \frac{24.58\ kW}{7.6\ kV} = 3.23\ Amperios$$

Con la corriente de media tensión calculada indica que es necesario una protección de cuatro amperios para el transformador, que se debe instalar para poder suministrar el servicio a todo el caserío.

3.1.6.2. Conductores que se deben utilizar

Para la parte de baja tensión (BT) se deberá utilizar tríplex 1/0 aluminio, los cables deben estar forrados, los conductores poseen las siguientes características:

Tabla 11.

Características del conductor tríplex 1/0

Características tríplex 1/0	
Calibre	#1/0.
Masa aproximada	559 kg/km.
Capacidad de corriente	184A XLPE y 162A PE.
Tensión máxima de operación	600V.
Temperatura máxima de operación	90 °C para el conductor aislado con XLPE y 75 °C para el conductor aislado con PE.
Uso	En circuitos aéreos de distribución secundaria

Nota. Se presentan las principales características del conductor que se utilizaría en baja tensión. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para la parte de media tensión se deberá utilizar cable de aluminio #1/0 ACSR (*Raven*), posee las siguientes características:

- Calibre (AWG/KCMIL): 1/0
- Número de alambres de aluminio: 6
- Número de alambres de acero: 1
- Diámetro del núcleo (mm2): 3.4
- Diámetro exterior nominal (mm2): 10.1
- Peso de los alambres de aluminio (kg/km): 147
- Peso de los alambres de acero (kg/km): 69
- Peso total kg/km: 216
- su corriente máxima que soporta es de 240 A

Se deberán instalar 54 postes de madera de 35 pies, y 11 postes de madera de 30 pies, 65 anclas de dos ojos a lo largo de toda la red de distribución.

3.1.6.3. Longitud de la línea de distribución

La línea de distribución tendrá una longitud de 2.985 kilómetros en su totalidad, el punto de conexión se efectuaría en la aldea El Rejon donde se comenzaría con línea de media tensión y llegaría hasta el caserío Mano de León, donde se realizaría la distribución en baja tensión, a continuación, se describe la cantidad de metros a construir:

Total, Media tensión (MT)=	2,585 m (1 Fase)
Total, Baja Tensión (BT) =	400 m
Suma Total (MT y BT) =	2,985 m

3.1.6.4. Modificaciones a la red existente

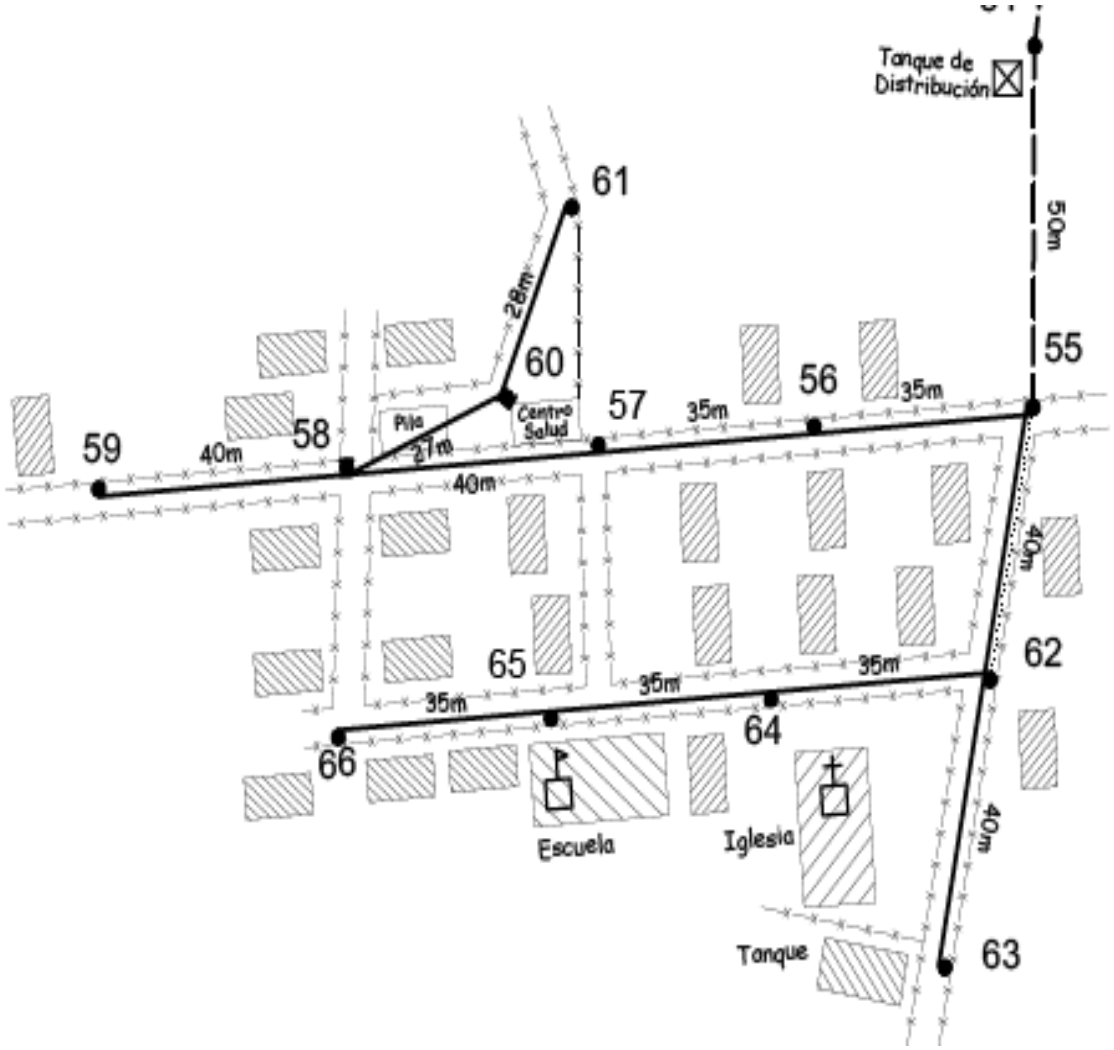
El número de poste donde se pretende conectar la línea de media tensión es 241689, actualmente es un poste de 35 pies el cual deberá ser reemplazado para instalar 1 poste de 40 pies, se deberán de cambiar los 4 postes siguientes de 30 pies a 35 pies (241691, 241692, 241687, 241688).

3.1.7. Diseño

Después de tomar todas las consideraciones antes descritas, se procedió a realizar el plano final de la red de distribución para electrificación del caserío municipal Mano de León, la propuesta de diseño se presenta a continuación:

Figura 14.

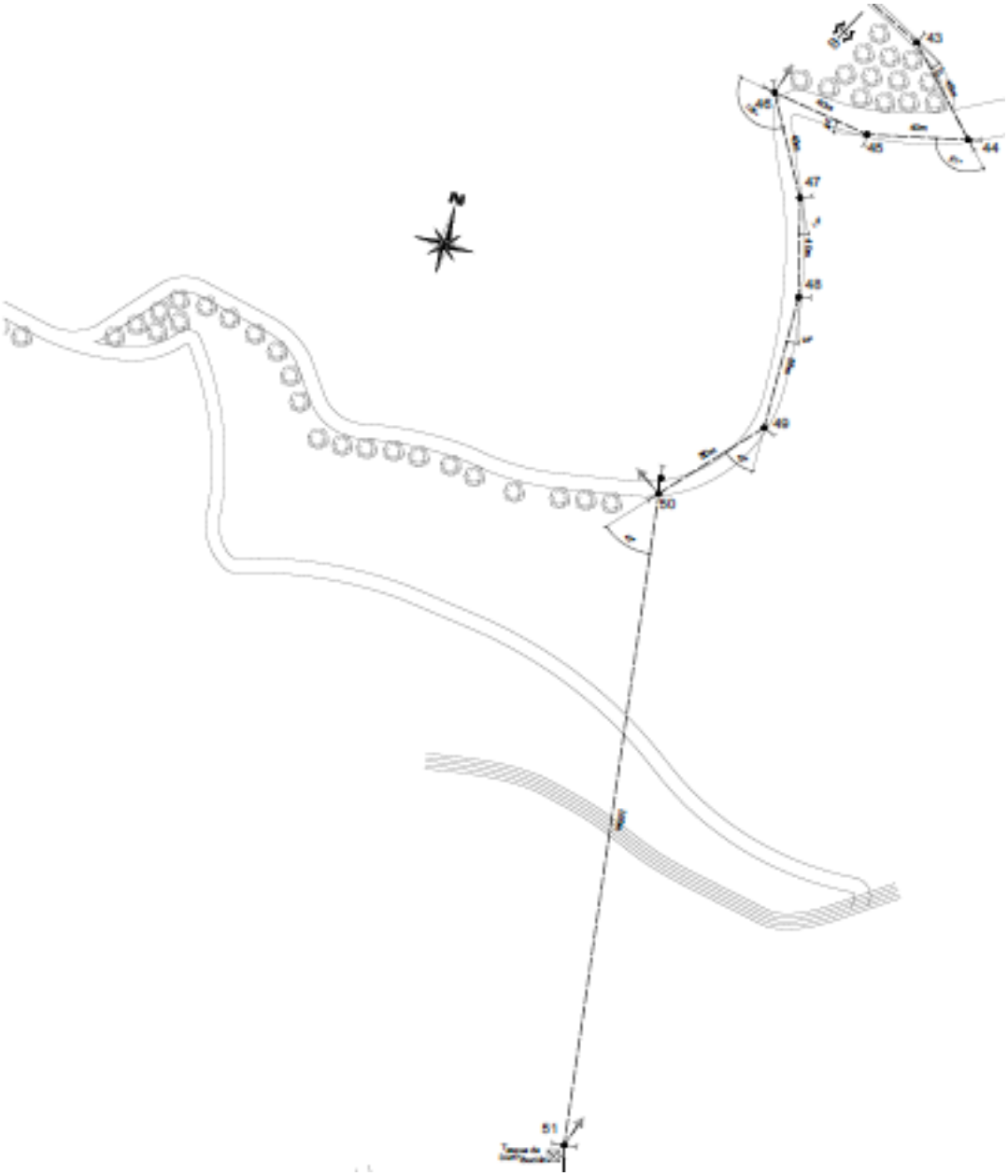
Diseño de la red de distribución en Mano de León



Nota. Diseño de la red de distribución en el caserío municipal Mano de León, escala 1:1,000. Elaboración propia, realizado con Autocad.

Figura 15.

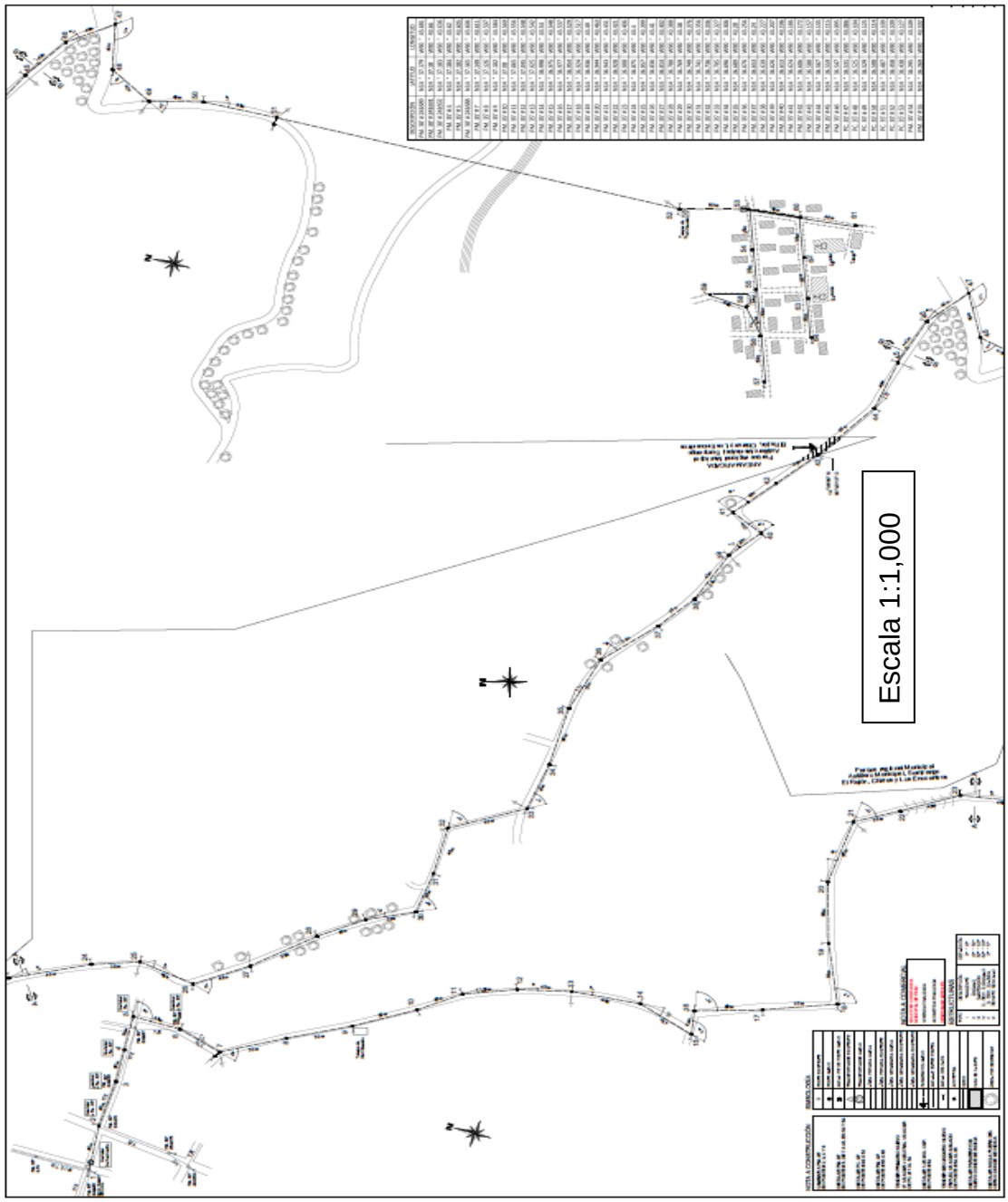
Diseño de la red de distribución en la finca privada



Nota. Diseño de la red de distribución en la finca privada, escala 1:1,000. Elaboración Propia, realizado con Autocad.

Figura 16.

Diseño final del Rejon a Mano de León



Nota. Diseño de la red de distribución en la finca privada escala 1:1,000. Elaboración Propia, realizado con Autocad.

3.1.8. Costo estimado para la construcción

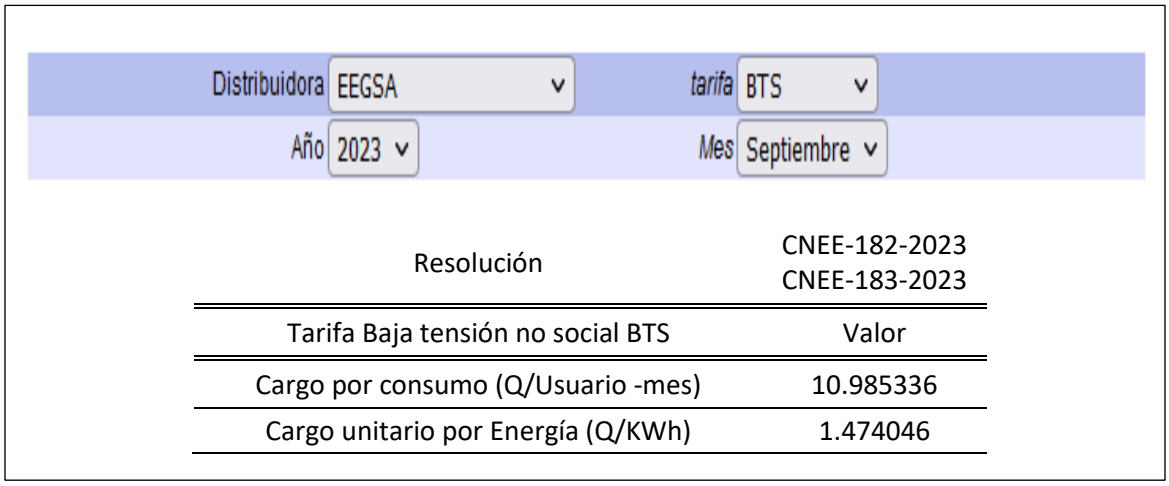
La construcción del proyecto tendría un costo de inversión sin I.V.A., de Q 269,805.49 en materiales y Q 223,015.00 de mano de obra, haciendo un total de Q 492,820.49; el Anexo 4 se presenta la cotización y el listado de materiales a utilizar. Los costos fueron obtenidos en el año 2020, podría ser que sufran modificaciones a lo largo del tiempo.

3.1.9. Rentabilidad del proyecto

Las empresas distribuidoras de energía eléctrica buscan siempre que un proyecto sea rentable, para lo cual debe existir un retorno de dinero que cubra los costos de la inversión inicial, a continuación, se presenta el pliego tarifario al cual estarán regidos los nuevos clientes del lugar.

Tabla 12.

Pliego tarifario 2023



Resolución	CNEE-182-2023 CNEE-183-2023
Tarifa Baja tensión no social BTS	Valor
Cargo por consumo (Q/Usuario -mes)	10.985336
Cargo unitario por Energía (Q/KWh)	1.474046

Nota. se muestra el pliego tarifario para el año 2023 de la distribuidora EEGSA. Obtenido de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (2023), *Tarifas de distribución* (https://www.cnee.gob.gt/wordpress/?page_id=10707), consultado el 4 de octubre de 2023. De dominio público.

Otro factor para considerar es la vida útil de los componentes que conforman la red de distribución.

Tabla 13.

Vida útil de los equipos a instalar

Tipo de red	Vida Útil (años)
Red de Media Tensión	30
Red de Baja Tensión	25
Centro de trasformación	25
Equipos de MT	15
Acometidas	25
Medidores	20

Nota. se describe los años de vida útil de cada uno de los materiales que interactúan en la red eléctrica. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Al considerar el consumo por parte de los clientes a lo largo del tiempo, el costo de construcción y el tiempo de vida útil de cada uno de los componentes de la red de distribución, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 14.

Porcentaje de retorno de inversión

Flujo Neto de Fondos	$-65,537.68
Valor presente neto incremental	$30,877.31
Relación B/C	1.37
Tasa interna de retorno	12%

Nota. Se describe el retorno de inversión que tendría la empresa distribuidora al construir la red de distribución en el caserío municipal Mano de León. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos, se demuestra que es posible generar una propuesta de diseño para la construcción de una red eléctrica que beneficiaría a 100 personas que viven dentro del caserío municipal Mano de León, trazando la ruta de diseño, aunque no sea la más económicamente viable o la distancia menor, sino que toco adaptarse con los permisos municipales, líderes comunitarios, dueños de fincas y áreas protegidas que se encuentran en el lugar.

4.1. Análisis interno

En el presente trabajo de investigación se generó a raíz de una necesidad de contar con el servicio de energía eléctrica que tiene la población del caserío municipal Mano de León, fueron personas de las aldeas vecinas quienes indicaron que el caserío no contaba con el servicio, de allí surge la necesidad de querer aportar un granito de arena para contribuir con el desarrollo del país.

El primer objetivo, se realizó una inspección visual del caserío municipal Mano de León, recorriendo cada una de sus calles y avenidas, sus alrededores, buscando una ruta idónea para realizar una propuesta de diseño para la red de distribución de energía eléctrica.

Durante este proceso se identificó a los beneficiarios directos, a los cuales se les hizo un diagnóstico socioeconómico a través de una encuesta, la cual se realizó a cada una de las familias que viven en el lugar, encontrando que mayor parte su fuente de ingreso es el corte de café, en el año 2019 tenían un ingreso estimado de Q 50.00 diarios, si los pobladores quisieran hacer una solicitud a la empresa distribuidora de electricidad por sus propios medio de una extensión de

líneas, la empresa distribuidora les cobraría el costo excedente mayor a los 200 metros como establece la ley, es decir, les cobrarían el costo de mano de obra y materiales de donde termina los 200 metros del último poste a conectar hasta donde se instalaría el servicio más lejano del caserío.

A lo largo de toda la ruta donde realicé el diseño, se identificaron los posibles beneficiarios indirectos, los cuales tendrán la oportunidad de contratar el servicio de energía eléctrica sin costos elevados, únicamente tendrían que cancelar el depósito de garantía que exige la empresa distribuidora y realizar su instalación eléctrica interna de su terreno.

Figura 17.

Reconocimiento del caserío municipal Mano de León

Nota. En la fotografía se observa la iglesia ubicada dentro del caserío municipal Mano de León. Elaboración propia.

El Congreso de la República de Guatemala a través del Decreto 93-96, de la fecha 15 de noviembre de 1996 menciona que el servicio de distribución final es “el suministro de energía eléctrica que presta a la población, mediante la red de distribución, en condiciones de calidad de servicio y precios aprobados por la CNEE” (Ley General de Electricidad, 1996, Título I, Cap. II, Art. 4). En este caso la empresa distribuidora es EEGSA, quién deberá ser el encargado de suministrar el servicio a la población del caserío municipal Mano de León.

La Ley General de Electricidad (1996) indica que: “el estado podrá otorgar recursos para costear total o parcialmente la inversión de proyectos de electrificación rural, de beneficio social o de utilidad pública” (Título III Cap. I, Art. 45). Lo realiza a través de las distribuidoras de energía eléctrica, por tal motivo es preferible que la construcción se llegue a ejecutar por medio de electrificación rural.

En el segundo objetivo, se inició con la socialización de la investigación con los pobladores los cual se refleja en los resultados obtenidos, se sostuvo una reunión con los líderes comunitarios del caserío municipal Mano de León, posterior a ello se realizaron reuniones periódicas con personal de la municipalidad de Jocotenango solicitando el apoyo con el tema de servidumbres de paso y definir como se encontraban las calles internas al caserío, así como las negociaciones con el representante legal de la finca privada.

Con el fin de poder hacer la propuesta de diseño de forma ordenada y legal, todas partes tendían que estar conformes; producto de las negociaciones generó el resultado una posible ruta la cual iniciaría en Sumpango y finalizaría en el caserío municipal; el principal responsable que influyó en la decisión fue el representante legal de la finca privada, solo dio la autorización para realizar la propuesta de diseño de la red distribución pasara por la parte posterior de la finca.

Figura 18.

Socialización con la alcaldía municipal de Jocotenango

Nota. La fotografía fue tomada durante la socialización con la municipalidad de Jocotenango. Elaboración propia.

Posterior a socializar con las partes involucradas se procedió a gestionar la servidumbre de paso, el Congreso de la República de Guatemala a través de la Ley General de Electricidad (1996) establece que “servidumbres legales de utilidad pública todas aquellas que sea necesario constituir teniendo como fin la construcción de obras e instalaciones para la generación, transporte y distribución de energía eléctrica” (Título I, cap. III, artículo 6), es decir, es de forma obligatoria contar con dicho documento legal, que ampare el derecho que tendría la distribuidora EEGSA para generar el mantenimiento o suministrar nuevos servicios en su red de distribución.

El Congreso de la República de Guatemala a través del Decreto 93-96, de fecha 23 de noviembre de 1996, a través de la Ley General de Electricidad (1996) establece que “El plazo de la servidumbre será indefinido” (Título II, Cap. III, Art. 25). El propietario que cedió el derecho de servidumbre no podrá realizar construcciones o siembra de árboles por debajo de la red de distribución, así como facilitar el acceso a los lineros, para la construcción y mantenimiento de la red.

En el tercer objetivo busca involucrar aún más a la distribuidora de energía eléctrica, en este caso es EEGSA para que tome en cuenta la propuesta de diseño y se pueda llevar a cabo la construcción de la red de distribución, con el fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores, podrán tener acceso a la tecnología, podrán utilizar electrodomésticos para preparar o almacenar sus alimentos de una forma más práctica, podrán cargar su celular para estar comunicados, en la escuela podrán tener computadoras, podrán tener iluminadas las calles esto les generaría mayor seguridad.

Son varios los beneficios que tendrá la población, incluso las fincas donde dieron permisos de servidumbre podrán solicitar su servicio de energía eléctrica si lo desean, es ahí donde los beneficiarios indirectos podrán aprovechar los recursos que pondría EEGSA a lo largo de todo el camino seleccionado.

4.2. Análisis externo

En la política nacional de electrificación rural 2019- 2032, tiene con principal objetivo buscar el incremento de los usuarios con acceso a la electricidad de forma sostenible en el tiempo; incentivando la productividad local mediante proyectos de electrificación; el trabajo de investigación busca proponer un diseño de electrificación en base a la política (fue fundamental), generando un diálogo con todas las partes involucradas, dejando las bases plantadas para que la distribuidora EEGSA pueda ejecutar la construcción, sé que no será inmediata la construcción

debido a que ellos también tendrán su planificación de proyectos a ejecutar cada año.

El Congreso de la República de Guatemala a través del Decreto 93-96, de fecha 23 de noviembre de 1996, indica que todo proyecto relacionado a la electrificación rural deberá contar con un informe favorable de la evaluación socioeconómica que realice el ministerio de energía y minas (Ley General de Electricidad, 1996). Por ese motivo se realizó un estudio socioeconómico a la población, su fin es poder verificar que los futuros usuarios no tengan los recursos económicos para sufragar los gastos de la construcción de la red distribución.

Según Ramírez (2004) en su trabajo de investigación con título redes de distribución de energía, uno de sus objetivos es realizar el planeamiento de sistemas de distribución para minimizar los costos (de subestaciones, transformadores, redes secundarias, de pérdidas de potencia y energía) sometidos a las restricciones como valores permisibles de voltaje, caídas momentáneas de voltaje, así como de continuidad en el servicio.

Es importante conocer la posible carga, que podría tener la red de distribución, con el fin de poder diseñarla lo más adecuado posible, siempre viendo hacia el futuro de crecimiento, que sea lo más económicamente viable; con los datos obtenidos de la posible carga se procedió a efectuar los cálculos matemáticos como los realizaba Samuel Ramírez, los datos, aunque no fueron los mismos, los resultados fueron muy similares en el tipo de conductor, las protecciones a utilizar.

Bravo y Ochoa (2022) en su investigación indica los principales parámetros que se deben considerar cuándo se realiza un estudio de diseño de redes eléctricas en medio voltaje, como lo son cada uno de los materiales que se utilizarían en la construcción de la red de distribución; los resultados del siguiente trabajo de investigación no difieren mucho con los calculados por Bravo y Ochoa (2022), el

cable si difiere, no es por los cálculos si no, por la norma establecida por el distribuidor. El conductor calculado es el ACSR 1/0 y el que aparece en el documento es el ARCONEL 005/18.

CONCLUSIONES

1. Se realizaron socializaciones con los beneficiarios directos e indirectos, detectando 25 familias como beneficiarios directos, los cuales se encuentran en el caserío municipal Mano de León y de forma indirecta son 10 los cuales a aún no están seguros de requerir el servicio, los cuales se encuentran a lo largo de la trayectoria de la red de distribución.

2. Se analizaron los posibles accesos al caserío municipal Mano de León, con los encargados municipales, líderes comunitarios tanto del caserío como de la aldea El Rejon, buscando el camino para que el proyecto sea viable, después de varias visitas de campo y socializaciones, se encontró un camino donde todas las partes involucradas quedaran conformes, quedando un recorrido de 2.95 kilómetros de red de distribución.

3. Se identificó las posibles mejoras en la calidad de vida que tendrían los pobladores del caserío municipal Mano de León, debido a que tendrían acceso a un servicio básico como es la electricidad, tendrían acceso a la tecnología, mejor educación, mejorar la calidad alimentaria y reduciría el uso de leña como fuente de calor para cocinar alimentos.

4. Se determinó la propuesta de diseño para la red de distribución eléctrica para el caserío Mano de León, logrando diseñar una red eléctrica de 2.95 km., de distancia y 400 metros para distribución en baja tensión, favoreciendo a 25 familias directamente, fueron fundamentales a lo largo de toda la investigación.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere previo a una nueva investigación del proyecto para electrificación de una comunidad, identificar las posibles rutas, los beneficiarios directos e indirectos, analizar el tema relacionado a las áreas protegidas, debido a que son factores que pueden influir a la hora de comenzar la investigación de campo.

2. Cuando se busque realizar una investigación para electrificación de una comunidad, deberán de socializar con las autoridades municipales, líderes comunitarios y vecinos de posibles caminos a utilizar, todas las partes involucradas deberán de estar informadas, si no existe armonía entre todos, se vuelve complicada la ejecución del trabajo de investigación.

3. Al emprender futuras investigaciones para diseñar planos para llevar energía eléctrica a una comunidad, se realice un estudio socioeconómico mediante entrevistas prácticas, permitirá identificar las necesidades de la población y evaluar la posibilidad de abordar las carencias a través de la investigación y el trabajo realizado.

4. Al determinar un diseño, debe ser lo más claro y explicado posible, para que las personas que construirán lo hagan como indica el plano, debido a que ya se cuenta con ciertos permisos de las personas o entidades públicas correspondientes.

REFERENCIAS

Bravo, J., y Ochoa, A. (2022). *Diseño de redes eléctricas en medio voltaje, bajo voltaje y alumbrado público para urbanizaciones* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador]. Archivo digital. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22510

Cajchum, E. (2012). *Regulación Eléctrica de Zonas Rurales Aisladas de Guatemala* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo Digital. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0317_EO.pdf&ved=2ahUKEwinhbC6-rGGAxV8RDABHULPDfM4ChAWegQIDhAB&usg=AOvVaw2P ut4iH3embxM5pfOjiaOI

División de Evaluación Social de Inversiones, (2013), *Metodología de formulación y evaluación de proyectos de electrificación rural*. Ministerio de desarrollo social Gobierno de Chile.

Domínguez, J. (2009). *Electrificación Rural en el Municipio de Cobán, Departamento de Alta Verapaz (Guatemala) según el Modelo Intigis*. Editorial CIEMA.

Empresa Eléctrica de Guatemala Sociedad Anónima. (2007). *Norma de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A*. EEGSA.

Energías Sin Fronteras. (2008). *Modelos institucionales parar la electrificación de zonas rurales aisladas*. Guatemala.

http://www.cnee.gob.gt/xhtml/informacion/Regezra/Modelos%20Institucionales%20para%20la%20%20Electrificaci%C3%B3n%20off-grid.pdf

EsF (2016a). *Electrificación domiciliaria de comunidades rurales aisladas (CRA) en Guatemala.* [Diapositivas]. Energía sin fronteras. file:///C:/Users/mmmm/Downloads/05_presentacion_ariae_2016.pdf

EsF (2016b). *Mini-Guía de Sostenibilidad de Proyectos*. Energía Sin Fronteras. Madrid España, Espagne.

González, P. (13 de agosto de 2019). Astillero, declarado área protegida*. Diario de Centroamérica.* https://dca.gob.gt/noticias-guatemala-diario-centro-america/astillero-declarado-area-protegida/

Ley general de Electricidad. Decreto 93-96. (15 de noviembre de 1996). Congreso de la República. Diario de Centro América No. 25 tomo CCLV. Guatemala. https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/1.3.1-Ley-General-de-Electricidad.pdf

Ley Orgánica del Instituto Nacional de Electrificación (INDE). Decreto 64-94 y sus reformas (7 diciembre 2010). Congreso de la República de Guatemala. Diario de Centro América No. 46, tomo CCLI. Guatemala. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.inde.gob.gt/wp-content/uploads/2022/10/1533142963_4147_leyorganica.pdf&ved=2ahUKEwikov3b_7GGAxU0TTABHe60CKsQFnoECAYQAQ&usg=AOvVaw1kOLtC59VRdj9JQI7B98w3

Mejía, E., Juárez R., y Mó, E. (2007). *Informe sobre vista de evaluación a proyecto de electrificación solar en comunidades remotas asociación amigos del lago de Izabal*. Editorial Asali.

Ministerio de Desarrollo Social (2013). *Metodología de formulación y evaluación de proyectos de electrificación rural*. División de evaluación salical de inversiones de Chile.

Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Energía y potencia para Guatemala, los estudios del subsector eléctrico 1883-2017*. MEM.

Ministerio de Energía y Minas (2019). *Política Nacional de Electrificación Rural 2019-2032*. MEM. http://www.mem.gob.gt/politica-nacional-de-electrificacion-rural-2019-2032/

Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Plan indicativo de electrificación rural 2020-2050*. MEM.

Ministerio de Energía y Minas. (2022). *Índice de cobertura eléctrica 2021*. Guatemala. MEM.

Ortíz, A. (7 de noviembre de 2022) El ingreso promedio mensual de las familias guatemaltecas ha perdido capacidad de compra hasta el 22.1% respecto al 2015. *Prensa Libre*. https://www.prensalibre.com/economia/el-ingreso-promedio-mensual-de-las-familias-guatemaltecas-ha-perdido-capacidad-de-compra-hasta-en-22-1-respecto-al-2015/

Ramírez, S. (2004). *Redes de distribución de energía*. Universidad Nacional de Colombia. https://es.scribd.com/document/330338759/Redes-Distribucion-de-Energia-Libro-Samuel-Ramirez-Castano-pdf

Resolución CNEE No. 09-99. (1999). *Normas técnicas de servicio de distribución*. CNEE.

Resolución CNEE No. 47-99 (1999). *Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución*. CNEE.

Salazar, R. (2016). *Supervisión y análisis de programación para la ejecución de la electrificación de comunidades según convenio ENERGUATE-INDE-PER en la cuenca Chixoy, Cubulco, Baja Verapaz* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo Digital. http://www.repositorio.usac.edu.gt/5722/1/Rodolfo%20Renato%20Salazar%20P%C3%A9rez.pdf

Segeplán (2014). *Plan Nacional de Desarrollo, K´atun 2032*. Serviprensa, S. A.

Solís, H. (2019). *Viaje con café.* Finca Filadelfia. https://viajeconcafe.com/cafeteria/finca-filadelfia/

Vargas, L. y Otoya, M. (2001). *Acceso rural a la energía en Centro América. San José Costa Rica*. CINPE.

APÉNDICES

Apéndice 1.

Encuesta del diagnóstico Comunitario

Diagnóstico comunitario y socioeconómico

Proyecto: Electrificación Rural, Aldea Mano de león, Jocotenango

DATOS GENERALES

Lugar de la encuesta	Aldea Mano de león		
1. Departamento	Sacatepéquez		
2. Municipio	Jocotenango		
3. Población Comunidad	25 (familias)		
4. Líder comunitario	María asunción Sicajau Ruiz		
5. Cargo	Presidente COCODE	No. Teléfono 5656 6509	
6. Fecha del Diagnóstico	Día 04	Mes Marzo	Año 2020

No.	ASPECTOS QUE OBSERVAR	CATEGORÍA	
8.	Tipo de comunidad	1. Urbana	
		2. Peri- urbana	
		3. Semi - rural	X
		4. Viviendas concentradas	X
		5. Viviendas dispersas	
9.	Acceso a la comunidad (marcar las vías de acceso que se utilizan para poder llegar a la comunidad)	1. Asfalto	
		2. Terracería	X
		4. Vereda	

Continuación del Apéndice 1.

No.	ASPECTOS QUE OBSERVAR	CATEGORÍA
11.	No. De kilómetros desde la cabecera municipal a la comunidad:	6 KILOMETROS
12.	No. De Familias que viven en la comunidad	25
13	No. de miembros por familia	4

Situación socioeconómica

14.	Principal fuente de ingresos en la comunidad	1. Agricultura:	X
		2. Trabajo informal	X
		3. Jornal	
		4. comercio	
		5. Cooperativa	
		6. Trabajos en fábrica o ingenio	
		7. Negocio propio	
		9. Artesanía	
		11. Albañilería	
		12. Otros ESPECIFIQUE:	

15	¿Cuál es el ingreso por día de las familias de la comunidad?	Q 45.00
16	¿Cuál es el ingreso mensual de las familias de la comunidad?	Q 2,000.00

Continuación del Apéndice 1.

Tipo de religión

	Católicos	Evangélicos	Mormón	Otro
17	% 100	% 0	% 0	% 0

Nivel de educación de la comunidad

	Primaria completa	Primaria incompleta	Nivel básico	básico incompleto	diversificado	Diversificado incompleto
18	% 60	%40	%	%	%	%

Servicios básicos con los que cuenta la comunidad

No.	PREGUNTA CON INFORMANTES CLAVE	CATEGORIA		
17	¿Hay escuelas? ¿Cuántos niños asisten? 22 niños de primaria		SÍ	
18	¿Qué tipo de servicios educativos hay en la comunidad?	1. Oficial		
		2. Privado	X	
19	¿Qué niveles educativos hay en la comunidad?	1. Preprimaria	X	
		2. Primaria	X	
		3. Básico		
		4. Diversificado		
20	¿Cuál es la fuente principal de agua en la comunidad?	1. Agua potable		
		2. Agua de pozo		
		3. Río		
		4. Lago		
		5. Nacimiento	X	
		6. Lluvia		
21	La comunidad cuenta con un sistema de drenajes.			NO
22	¿La comunidad cuenta con servicio de salud?			NO
23	¿Cuenta la comunidad con energía eléctrica?			NO
24	¿Cómo obtienen la energía eléctrica?	Panel solar en la escuela y candelas para las familias		
25	¿Cuenta con un sistema de disposición de excretas?		SÍ	

Continuación del Apéndice 1.

No.	PREGUNTA CON INFORMANTES CLAVE	CATEGORIA	
26	¿Qué sistema de disposición de excretas es el más utilizado en la comunidad?	1. Inodoros conectados a alcantarillados	
		2. Inodoros conectados a fosas sépticas	
		3. Letrinas o pozos ciegos	Si
27	¿Cuenta la comunidad con servicio de recolección de basura?		NO
28	¿Qué tratamiento le dan a la basura en la comunidad?	1. La queman	
		2. La entierran	
		3. Ninguno	
		La llevan a un basurero clandestino	X

Prioridades en la comunidad

No.	NECESIADES DE LA COMUNIDAD	CATEGORIA (orden de prioridades)
37	Falta de agua	3
38	Falta de drenaje	4
	Falta energía eléctrica	1
	Falta de trabajo	2
	Falta de centro de convergencia	5
43	Nombre del contacto	María Asunción
44	No. de teléfono	56566509

Nota. Cuestionario de la encuesta para el diagnóstico comunitario, su función la recopilación de datos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 2.

Encuesta para realizar el estudio socioeconómico

Datos generales			
1	Nombre		
2	Edad		
3	DPI		
4	Teléfono		
5	Población beneficiada (por familia)	Niños _____	Mujeres _____
		Niñas _____	hombres _____
6	Principal fuente de ingreso	1. Agricultura	
		2. Trabajo informal	
		3. Jornal	
		4. Comercio	
		5. Cooperativa	
		6. trabajos de fabricación	
		9. Otro especifique	_____ _
7	Que utilizan para preparar los alimentos	Leña _____ Carbón _____	Gas Propano _____
8	Ingreso económico mensual	Q	
9	Escolaridad	Sabe leer y escribir	Sí _____ No_____
		Ultimo grado cursado	

Datos de vivienda				
10	Dirección Exacta			
11	Situación actual de vivienda	Propia	Comparte vivienda	Alquila
12	Tipo de vivienda (observar)	Block	Adobe	Lamina
13	No. de habitaciones en la vivienda (observar)			
14	Documentos de propiedad	Escritura	Declaración jurada	Derecho de propiedad

Nota. Cuestionario de la encuesta para el estudio socioeconómico, su función la recopilación de datos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 3.

Ubicación de postes en coordenadas

No.	Descripción	Latitud	Longitud
1	PM. 30 # 241689	N 14 ° 37.179	w90 ° 43.681
2	PM. 30 # 241691	N 14 ° 37.180	w90 ° 43.66
3	PM. 30 # 241692	N 14 ° 37.183	w90 ° 43.636
3	PM. 35 # 4	N 14 ° 37.184	w90 ° 43.62
4	PM. 35 # 5	N 14 ° 37.182	w90 ° 43.605
5	PM. 30 # 241688	N 14 ° 37.165	w90 ° 43.606
6	PM. 35 # 7	N 14 ° 37.149	w90 ° 43.611
7	PM. 35 # 8	N 14 ° 37.126	w90 ° 43.597
8	PM. 35 # 9	N 14 ° 37.102	w90 ° 43.587
9	PM. 35 # 10	N 14 ° 37.08	w90 ° 43.569
10	PM. 35 # 11	N 14 ° 37.065	w90 ° 43.556
11	PM. 35 # 12	N 14 ° 37.045	w90 ° 43.548
12	PM. 35 # 13	N 14 ° 37.025	w90 ° 43.542
13	PM. 35 # 14	N 14 ° 36.998	w90 ° 43.54
14	PM. 35 # 15	N 14 ° 36.975	w90 ° 43.548
15	PM. 35 # 16	N 14 ° 36.977	w90 ° 43.537
16	PM. 35 # 17	N 14 ° 36.954	w90 ° 43.529
17	PM. 35 # 18	N 14 ° 36.924	w90 ° 43.517
18	PM. 35 # 19	N 14 ° 36.936	w90 ° 43.49
19	PM. 35 # 20	N 14 ° 36.944	w90 ° 43.433
20	PM. 35 # 21	N 14 ° 36.943	w90 ° 43.431
21	PM. 35 # 22	N 14 ° 36.928	w90 ° 43.421
22	PM. 35 # 23	N 14 ° 36.908	w90 ° 43.406
23	PM. 35 # 24	N 14 ° 36.875	w90 ° 43.4
24	PM. 35 # 25	N 14 ° 36.857	w90 ° 43.399
25	PM. 35 # 26	N 14 ° 36.836	w90 ° 43.41
26	PM. 35 # 27	N 14 ° 36.814	w90 ° 43.402
27	PM. 35 # 28	N 14 ° 36.788	w90 ° 43.388
28	PM. 35 # 29	N 14 ° 36.769	w90 ° 43.388
29	PM. 35 # 30	N 14 ° 36.749	w90 ° 43.376
30	PM. 35 # 31	N 14 ° 36.741	w90 ° 43.356
31	PM. 35 # 32	N 14 ° 36.736	w90 ° 43.336
32	PM. 35 # 33	N 14 ° 36.705	w90 ° 43.327
33	PM. 35 # 34	N 14 ° 36.696	w90 ° 43.306
34	PM. 35 # 35	N 14 ° 36.689	w90 ° 43.28

Continuación del Apéndice 3.

No.	Descripción	Latitud	Longitud
35	PM. 35 # 36	N 14 ° 36.676	w90 ° 43.256
36	PM. 35 # 37	N 14 ° 36.653	w90 ° 43.24
37	PM. 35 # 38	N 14 ° 36.639	w90 ° 43.227
38	PM. 35 # 39	N 14 ° 36.626	w90 ° 43.207
39	PM. 35 # 40	N 14 ° 36.613	w90 ° 43.196
40	PM. 35 # 41	N 14 ° 36.624	w90 ° 43.186
41	PM. 35 # 42	N 14 ° 36.606	w90 ° 43.172
42	PM. 35 # 43	N 14 ° 36.588	w90 ° 43.157
43	PM. 35 # 44	N 14 ° 36.567	w90 ° 43.135
44	PM. 35 # 45	N 14 ° 36.559	w90 ° 43.095
45	PM. 35 # 46	N 14 ° 36.547	w90 ° 43.725
46	PC. 35 # 47	N 14 ° 36.531	w90 ° 43.086
47	PC. 35 # 48	N 14 ° 36.525	w90 ° 43.104
48	PC. 35 # 49	N 14 ° 36.529	w90 ° 43.125
49	PC. 35 # 50	N 14 ° 36.508	w90 ° 43.114
50	PC. 35 # 51	N 14 ° 36.487	w90 ° 43.109
51	PC. 35 # 52	N 14 ° 36.458	w90 ° 43.109
52	PC. 35 # 53	N 14 ° 36.438	w90 ° 43.127
53	PM. 35 # 54	N 14 ° 36.295	w90 ° 43.109
54	PM. 35 # 55	N 14 ° 36.269	w90 ° 43.102

Nota. La tabla muestra las coordenadas geográficas donde se deben instalar los postes. Elaboración propia, realizado con Excel y el GPS 73 para recolectar los datos.

Apéndice 4.

Matriz de coherencia

Problema	Objetivos	Metodología
Problema General: ¿Cómo Determinar una propuesta de diseño de distribución de una red eléctrica y llevarla al Caserío Municipal Mano de León, Jocotenango, Sacatepéquez?	**Objetivo General**: Determinar un diseño de distribución de red eléctrica para el caserío municipal Mano de León, Jocotenango, Sacatepéquez.	**Enfoque:** el presente estudio tiene un enfoque no experimental, debido a que se observa y registran eventos, datos o comportamientos en el entorno de la población a investigar. **Diseño:** Se determina por la naturaleza de la investigación que es un diseño no experimental, debido a que el estudio no manipula variables en laboratorios, se limita a analizar los datos históricos recopilados. **Tipo de estudio:** La investigación es descriptiva, debido a que durante la recopilación de información de electrificación rural y del Caserío Mano de León; implica medir y describir aspectos con el consumo de energía electica.

Conclusiones	Recomendaciones
Se realizó socializaciones con los beneficiarios directos e indirectos, detectado 25 familias como beneficiarios directos, los cuales se encuentran en el caserío municipal Mano de León y de forma indirecta son 10 los cuales a aun no están seguros de requerir el servicio aún, los cuales se encuentran a lo lago de la trayectoria de la red de distribución.	Al determinar un diseño debe ser lo más claro y explicado posible, para que las personas que construirán lo hagan como indica el plano, debido a que ya se cuenta con ciertos permisos de las personas o entidades públicas correspondientes.

Continuación del Apéndice 4.

Problema	Objetivos	Metodología
Problema General: ¿Cómo Determinar una propuesta de diseño de distribución de una red eléctrica y llevarla al Caserío Municipal Mano de León, Jocotenango, Sacatepéquez?	**Objetivo General**: Determinar un diseño de distribución de red eléctrica para el caserío municipal Mano de León, Jocotenango, Sacatepéquez.	**Enfoque:** el presente estudio tiene un enfoque no experimental, debido a que se observa y registran eventos, datos o comportamientos en el entorno de la población a investigar. **Diseño:** Se determina por la naturaleza de la investigación que es un diseño no experimental, debido a que el estudio no manipula variables en laboratorios, se limita a analizar los datos históricos recopilados. **Tipo de estudio:** La investigación es descriptiva, debido a que durante la recopilación de información de electrificación rural y del Caserío Mano de León; implica medir y describir aspectos con el consumo de energía electica.

Conclusiones	Recomendaciones
Se realizó socializaciones con los beneficiarios directos e indirectos, detectado 25 familias como beneficiarios directos, los cuales se encuentran en el caserío municipal Mano de León y de forma indirecta son 10 los cuales a aun no están seguros de requerir el servicio aún, los cuales se encuentran a lo lago de la trayectoria de la red de distribución.	Al determinar un diseño debe ser lo más claro y explicado posible, para que las personas que construirán lo hagan como indica el plano, debido a que ya se cuenta con ciertos permisos de las personas o entidades públicas correspondientes.

Continuación del Apéndice 4.

Problema	Objetivos	Metodología
problemas específicos a. ¿Con quienes habría que socializar la elaboración del diseño de la red de distribución eléctrica y cómo socializar con las partes involucradas?	**Objetivos específicos:** a. Socializar con los beneficiarios directos e indirectos, para la elaboración del diseño de la red de distribución eléctrica.	**Alcance:** Es descriptivo correlacional, debido a que describe las relaciones existentes entre las variables de interés y determinar si existe una asociación o correlación entre ellas, lo cual permitió analizar la ruta viable y apropiado para la realización del diseño de construcción. **Variables e indicadores**: Las variables de investigación fueron establecidas según los datos recabados por las personas involucradas; pobladores, las municipalidades y el administrador de la finca, para la construcción del proyecto de electrificación rural. **Unidad de Análisis:** La muestra se basó en la cantidad de población beneficiada, el nivel socioeconómico, los kilómetros de construcción de la red de distribución y el costo de inversión.

Conclusiones	Recomendaciones
a. Se analizó los posibles accesos al caserío municipal Mano de león, con los encargados municipales, líderes comunitarios tanto del caserío como de la aldea El Rejon, buscando el camino para que el proyecto sea viable, después de varias visitas de campo y socializaciones se encontró un camino donde todas las partes involucradas quedaran conformes, quedando un recorrido de 2.95 kilómetros de red de distribución.	a. Se sugiere previo a una nueva investigación de proyecto para electrificar una comunidad identificar las posibles rutas, los beneficiarios directos e indirectos, analizar el tema relacionado a las áreas protegidas, debido a que son factores que pueden influir a la hora de comenzar la investigación de campo.

Continuación del Apéndice 4.

Problema	Objetivos	Metodología
b. ¿Cuáles sería la ruta idónea para elaborar la propuesta de diseño para la red de distribución?	b. Analizar la ruta idónea para la propuesta de diseño para la red de distribución eléctrica.	**Fase 1** de la investigación se realizó la recopilación de datos de la población beneficiada, entidades gubernamentales y dueños de fincas involucradas. Se procedió a verificar y analizar las políticas y normas que se relacionan con proyectos de electrificación en las áreas rurales de Guatemala y normas establecidas por la CNEE y EEGSA. **Fase 2** de la investigación se procedió a tabular los datos recopilados de una encuesta generada a la población beneficiada del Caserío Municipal Mano de León.

Conclusiones	Recomendaciones
b. Se identificó las posibles mejoras en la calidad de vida que tendrían los pobladores del caserío municipal Mano de León, debido a que tendrán acceso a un servicio básico como es la electricidad, tendrían acceso a la tecnología, mejor educación, mejorar la calidad alimentaria y reduciría el uso de leña como fuente de calor para cocinar alimentos.	b. Cuando se busque realizar una investigación para electrificación de una comunidad, deberán de socializar con las autoridades municipales, líderes comunitarios y vecinos de posibles caminos a utilizar, todas las partes involucradas deberán de estar informadas, si no existe armonía entre todos, se vuelve complicado la ejecución del trabajo de investigación.

Continuación del Apéndice 4.

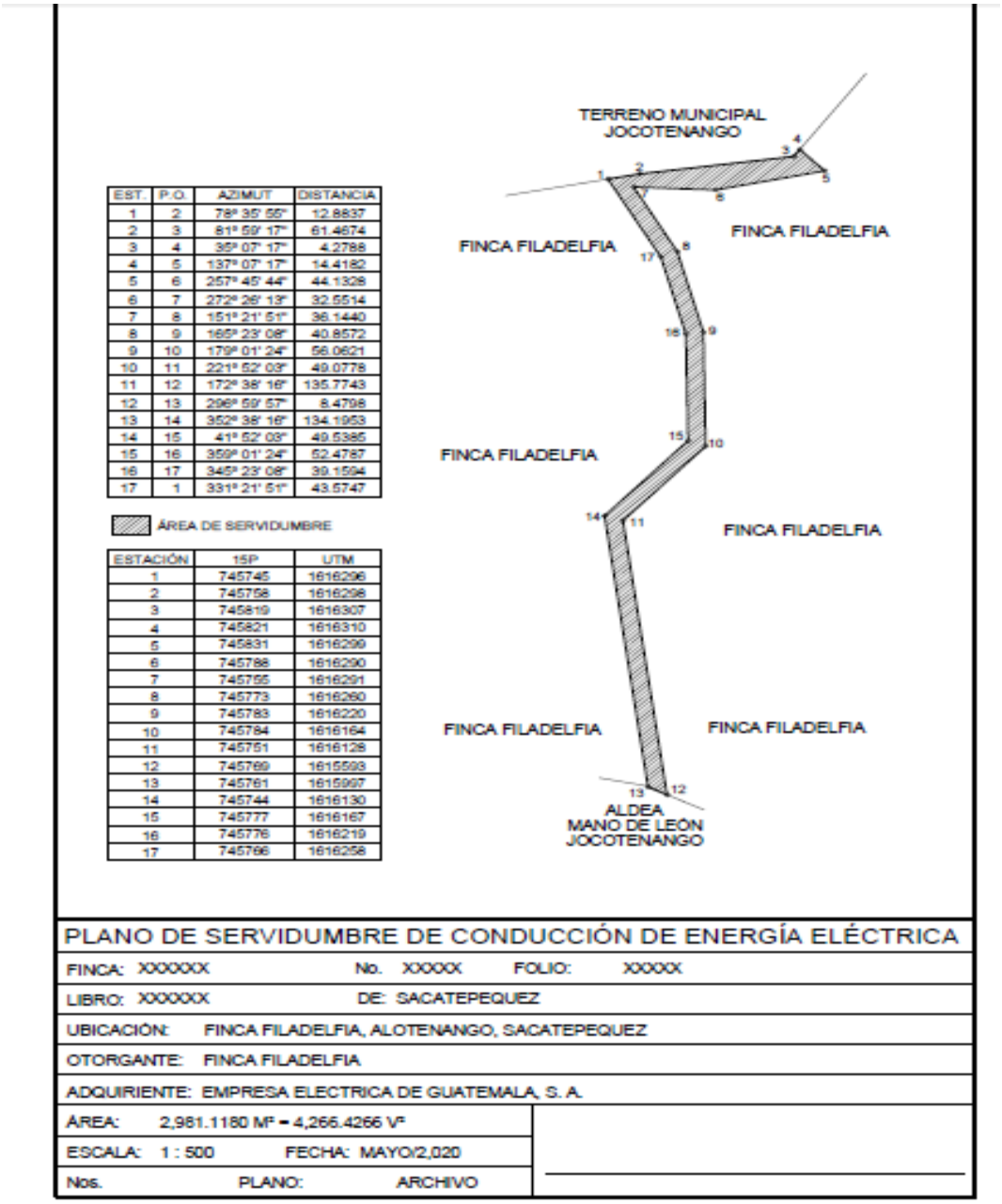
Problema	Objetivos	Metodología
c. ¿Qué cambios habría en la calidad de vida de la población al implementar la construcción del diseño de la red de distribución de energía eléctrica?	c. Indicar los cambios en la calidad de vida de la población, si se implementa la construcción del diseño de la red de distribución de energía eléctrica.	**Fase 3.** de la investigación se efectuó un análisis de datos obtenidos, con el cual se determina el nivel socio económico de la población, se inició con los hogares necesitados del proyecto a desarrollar. **Fase 4.** de la investigación, se interpretan los resultados obtenidos de la investigación y se explican los mismos, generando la ruta idónea para la construcción de una red de distribución para el Caserío Municipal Mano de León. **Fase 5**. se redactó el informe final, en base a los datos recopilados, analizados e interpretados, presentando el diseño final para la construcción de una red de distribución en el Caserío Municipal Mano de León.

Conclusiones	Recomendaciones
c. Se determinó la propuesta de diseño para la red de distribución eléctrica para el caserío Mano de León, logrando diseñar una red eléctrica de 2.95 km., de distancia y 400 metros para distribución en baja tensión, favoreciendo a 25 familias directamente, fueron fundamentales a lo largo de toda la investigación.	c. Al emprender futuras investigaciones para diseñar planos para llevar energía eléctrica a una comunidad, se realice un estudio socioeconómico mediante entrevistas prácticas, permitirá identificar las necesidades de la población y evaluar la posibilidad de abordar las carencias a través de la investigación y el trabajo realizado.

Nota. Matriz de coherencia, se encuentra la línea del trabajo de investigación el problema, objetivo la metodología, conclusiones y recomendaciones. Elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 5.

Plano para solicitud de derecho de servidumbre finca privada



EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA
1	2	78º 35' 55"	12.8837
2	3	81º 59' 17"	61.4674
3	4	35º 07' 17"	4.2788
4	5	137º 07' 17"	14.4182
5	6	257º 45' 44"	44.1328
6	7	272º 26' 13"	32.5514
7	8	151º 21' 51"	36.1440
8	9	165º 23' 08"	40.8572
9	10	179º 01' 24"	56.0621
10	11	221º 52' 03"	49.0778
11	12	172º 38' 16"	135.7743
12	13	296º 59' 57"	8.4798
13	14	352º 38' 16"	134.1953
14	15	41º 52' 03"	49.5385
15	16	359º 01' 24"	52.4787
16	17	345º 23' 08"	39.1594
17	1	331º 21' 51"	43.5747

ESTACIÓN	15P	UTM
1	745745	1616296
2	745758	1616298
3	745819	1616307
4	745821	1616310
5	745831	1616299
6	745788	1616290
7	745755	1616291
8	745773	1616260
9	745783	1616220
10	745784	1616164
11	745751	1616128
12	745769	1615993
13	745761	1615997
14	745744	1616130
15	745777	1616167
16	745776	1616219
17	745766	1616258

Nota. Plano para derecho de servidumbre de la finca privada donde pasaría la red de distribución. Elaboración Propia, realizado con Autocad.

ANEXOS

Anexo 1.

Constancia de ingreso de la propuesta de diseño a la distribuidora EEGSA

EEGSA Grupo-epm

CENTROS DE SERVICIO
DEPARTAMENTO DE ATENCION AL CLIENTE

Guatemala, 01.10.2019

Ingeniero
Juan Carlos Morales
Departamento de Construccion y Nuevos Suministros
GERENCIA DE ACTIVOS Y COMERCIAL

Estimado Ingeniero:

Por este medio solicito se realicen los estudios de Diseño y Presupuesto de los siguientes proyectos, con la información adjunta.

DATOS DE LA SOLICITUD:

No. Estudio : R-19-6292-1
Tipo servicio : R RESIDENCIAL Tipo de instalación : 1AEREO Tipo de solicitante :P PARTICULAR
Nombre : HIPOLITO
Apellidos : CUC ANDRES
Departamento : SACATEPÉQUEZ Municipio: Jocotenango ZONA: 00
Dirección : 2 CALLE LOTE 25 ALDEA MANO DE LEON JOCOTENANGO

INFORMAR A:

Nombre : CUC ANDRES HIPOLITO
Departamento : SACATEPEQUEZ Municipio: Sumpango ZONA: 00
Dirección : ALDEA EL REJON 3 2 AVENIDA
Telefono : 4250-7027 / 3479-8627 Fax : E-mail :

	FUERZA	MOTORES	CARGA ILUMINACION	CARGA FLUCTUATIVA	ACTUAL	DEMANDA KVA
Carga Monofasica KW:	25	25	25			
Carga Trifasica KW:						

Observaciones : CLIENTE SOLICITA 25 SERVICIOS CARGA 3KW C/U POSTE 451042 DISTANCIA
: 200 VOLTAJE A 240 MF AEREO

PROYECTOS SOLICITADOS

CLASE	DESCRIPCION	SERVICIOS	VOLTAJE	OBSERVACION
DM	Derivacion individual > 200 m	25	120/240V MF 3 KW C/U	

Noelia Viviana Licardie Farfán
Trabajador No. [illegible]

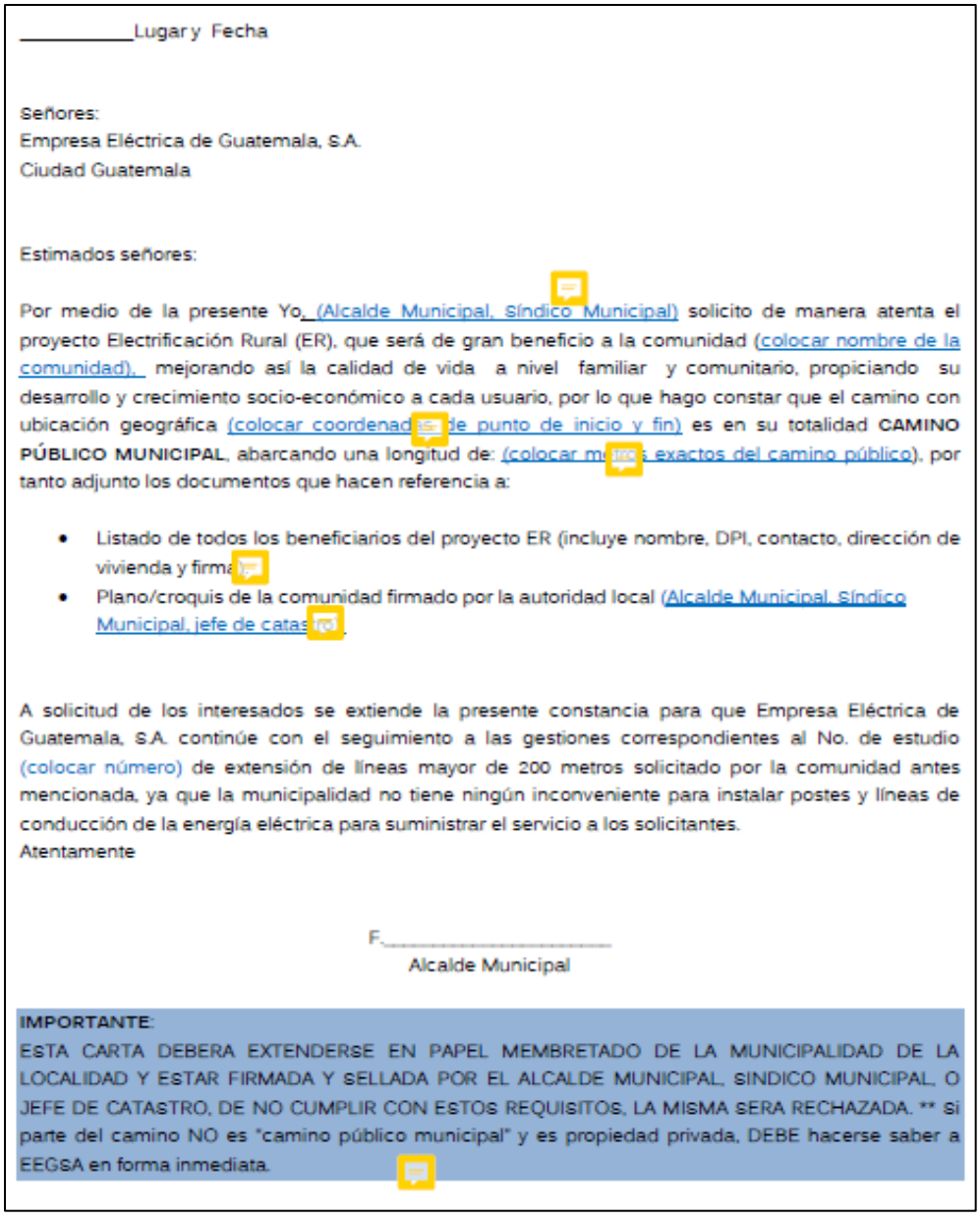
Noelia Viviana Licardie Farfán
Centros de Servicio
Departamento de Atencion al Cliente

1/1

Nota. Constancia de solicitud ante EEGSA como proyecto rural. Obtenido de EEGSA (2019). *Solicitud y presupuesto del proyecto*. Centros de servicio, Departamento de atención al cliente

Anexo 2.

Carta para solicitud de proyecto de electrificación rural



_____Lugar y Fecha

Señores:
Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A.
Ciudad Guatemala

Estimados señores:

Por medio de la presente Yo, (Alcalde Municipal, Síndico Municipal) solicito de manera atenta el proyecto Electrificación Rural (ER), que será de gran beneficio a la comunidad (colocar nombre de la comunidad), mejorando así la calidad de vida a nivel familiar y comunitario, propiciando su desarrollo y crecimiento socio-económico a cada usuario, por lo que hago constar que el camino con ubicación geográfica (colocar coordenadas de punto de inicio y fin) es en su totalidad **CAMINO PÚBLICO MUNICIPAL**, abarcando una longitud de: (colocar metros exactos del camino público), por tanto adjunto los documentos que hacen referencia a:

- Listado de todos los beneficiarios del proyecto ER (incluye nombre, DPI, contacto, dirección de vivienda y firma)
- Plano/croquis de la comunidad firmado por la autoridad local (Alcalde Municipal, Síndico Municipal, jefe de catastro).

A solicitud de los interesados se extiende la presente constancia para que Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. continúe con el seguimiento a las gestiones correspondientes al No. de estudio (colocar número) de extensión de líneas mayor de 200 metros solicitado por la comunidad antes mencionada, ya que la municipalidad no tiene ningún inconveniente para instalar postes y líneas de conducción de la energía eléctrica para suministrar el servicio a los solicitantes.
Atentamente

F._____
Alcalde Municipal

IMPORTANTE:
ESTA CARTA DEBERA EXTENDERSE EN PAPEL MEMBRETADO DE LA MUNICIPALIDAD DE LA LOCALIDAD Y ESTAR FIRMADA Y SELLADA POR EL ALCALDE MUNICIPAL, SINDICO MUNICIPAL, O JEFE DE CATASTRO, DE NO CUMPLIR CON ESTOS REQUISITOS, LA MISMA SERA RECHAZADA. ** si parte del camino NO es "camino público municipal" y es propiedad privada, DEBE hacerse saber a EEGSA en forma inmediata.

Nota. Propuesta de carta para ingresar un proyecto rural ante EEGSA. Obtenido de la unidad de solicitudes (2019). *Carta de solicitud.* Municipalidad de Jocotenango.

Anexo 3.

Requisitos para los derechos de servidumbre con EEGSA

Gerencia Comercial
Departamento de Atención al Cliente
Unidad de Solicitudes

Guatemala, _____ de _____ de _____

Señores
Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A.
Ciudad Guatemala

Señores:

Por este medio, se hace constar que el camino o calle de acceso a la vivienda del señor _____, cuya dirección catastral es _____, ES DE DOMINIO MUNICIPAL.

A solicitud del interesado se extiende la presente constancia para que en Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., se continúe con las gestiones correspondientes al estudio de extensión de líneas número _____, solicitado por la persona antes mencionada, ya que esta Municipalidad no tiene inconveniente alguno para que se coloquen postes y líneas de conducción de energía eléctrica para suministrar el servicio al solicitante.

Atentamente,

_____
Alcalde Municipal, Síndico Municipal o Jefe Depto. De Catastro

IMPORTANTE:
ESTA CARTA DEBERÁ EXTENDERSE EN PAPEL MEMBRETADO DE LA MUNICIPALIDAD DE LA LOCALIDAD Y ESTAR FIRMADA Y SELLADA POR EL ALCALDE MUNICIPAL, SÍNDICO MUNICIPAL O JEFE DE CATASTRO. DE NO CUMPLIR CON ESTOS REQUISITOS, LA MISMA LE SERÁ RECHAZADA.

6a. Avenida 8-14, Zona 1 Guatemala, C. A.
PBX (502) 2420-4000
Teleservicio 2277-7000 ~ www.eegsa.com

Continuación del Anexo 3.

Gerencia Comercial
Departamento de Atención al Cliente
Unidad de Solicitudes

REQUISITOS PARA ELABORACIÓN DE CONVENIO DE CONSTRUCCIÓN Y SERVIDUMBRE DE CONDUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA RESIDENCIALES

El interesado deberá presentarse a la Unidad de Estudios y Clientes Corporativos con los siguientes documentos completos:

I) Para PERSONAS JURÍDICAS: (SOCIEDADES, ASOCIACIONES O EMPRESAS):

ES INDISPENSABLE INCLUIR DENTRO DEL EXPEDIENTE NÚMERO DE TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL PROPIETARIO DEL INMUEBLE, NOTARIO Y/O REPRESENTANTE LEGAL DE LA ENTIDAD QUE SOLICITA LA SERVIDUMBRE (propietario del inmueble)

- ✓ Fotocopia del nombramiento vigente del Representante Legal de la entidad; quien deberá tener facultades suficientes para firmar contrato de servidumbre o bien gravar la propiedad de su representada y compra o donación de red en nombre de la entidad, caso contrario será necesario un acta notarial en donde conste que fue debidamente autorizado para firmar los contratos a favor de EEGSA.
- ✓ Fotocopia de DPI del representante legal de la entidad.
- ✓ Plano de registro, original con medidas registrales, colindancias y azimuts (el área debe incluir ancho de calle y banquetas) el mismo debe ser firmado, timbrado y sellado por Ingeniero Civil, Agrónomo o Arquitecto que lo elabore, el plano debe ser original y presentado en tamaño mínimo carta o máximo doble oficio, si existe duda en la elaboración del plano, por favor comunicarse a la Unidad de Estudios y Clientes Corporativos o al Departamento de Jurídico, al teléfono: 2420-4000, extensiones: 2109, 2111, 2116 y 1422. Adicionalmente, si dichos azimuts contaran con un número mayor de veinte, se deberá transcribir los mismos en letras en formato Word y presentarse grabados en un CD con la identificación del proyecto. DICHOS PLANOS DEBEN TRAER EL Vo.Bo. DE LA UNIDAD DE ESTUDIOS Y CLIENTES CORPORATIVOS DE EEGSA o UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN, según corresponda.
- ✓ Adjuntar los planos eléctricos autorizados por el Departamento de Construcción o Unidad de Clientes Corporativos (según corresponda) y carta de Diseño Aprobado (La misma será entregada por EEGSA en la Unidad correspondiente).
- ✓ Certificación de propiedad del inmueble sobre el cuál pesará la servidumbre, la cual deberá ser reciente* y original, extendida por el Registro de la Propiedad y contener el **HISTORIAL COMPLETO** **(*no debe tener más de un mes de haber sido extendida por el Registro).**
- ✓ En caso la propiedad tenga vigente un gravamen hipotecario o esté otorgada en fideicomiso, se debe contar con la autorización expresa del acreedor o fiduciario, para constituir la servidumbre por lo que se debe acompañar la documentación de dicha persona o entidad para que comparezca en escritura y si es banco copia de la resolución en donde se autoriza la constitución de la servidumbre. En el caso que la finca soporte un usufructo vitalicio, debe comparecer el usufructuario a dar su autorización y adjuntar copia de su DPI. (En los anteriores casos el contrato de servidumbre deberá ser elaborado por un notario de confianza del cliente, debiendo adjuntar al expediente la minuta para aprobación de nuestro Departamento Jurídico)
- ✓ Si el inmueble se encuentra Inmovilizado ante el Registro de la Propiedad, es necesario que previo a la gestión del contrato de servidumbre, a su costa el cliente cancele la referida inmovilización.

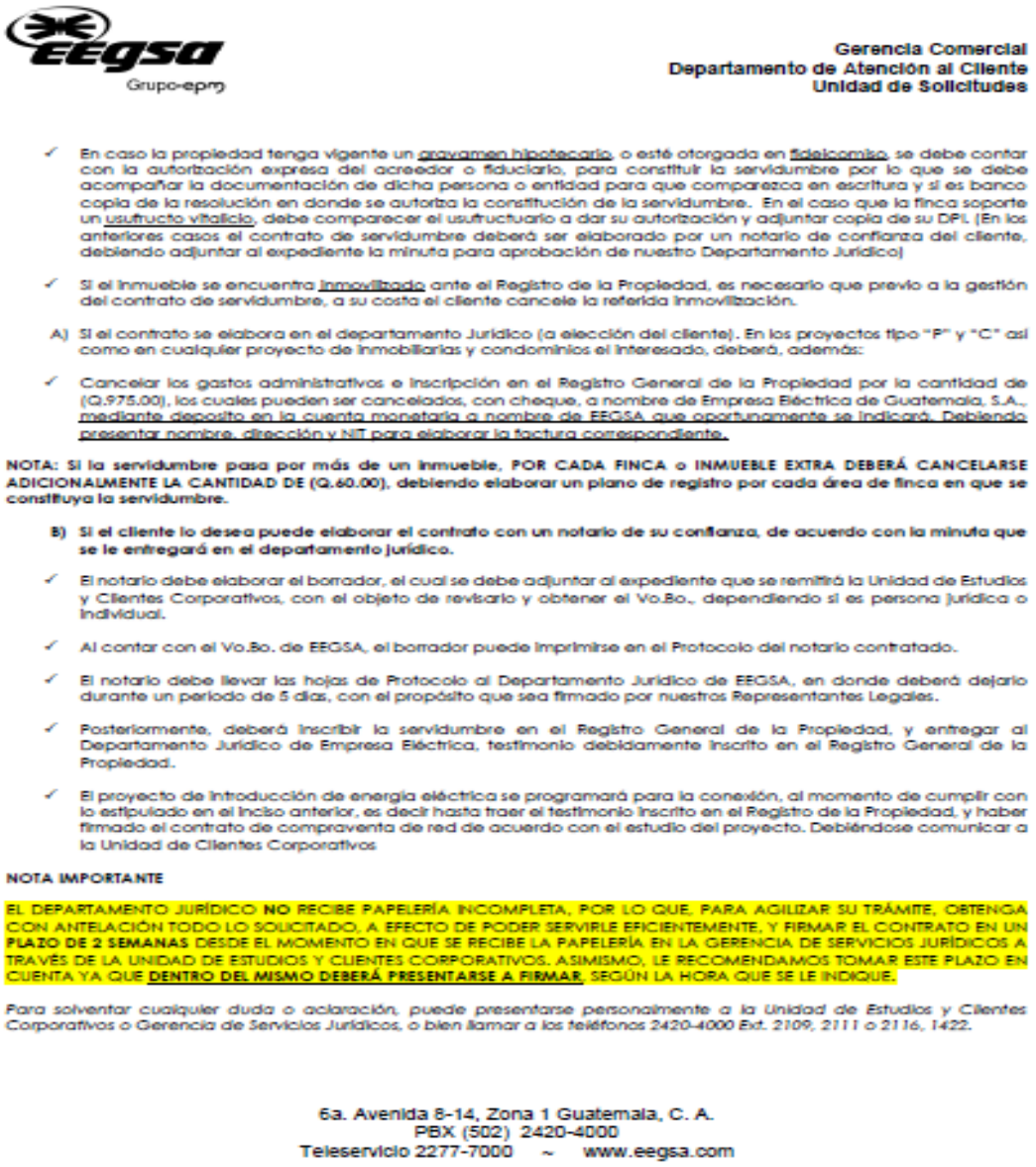
II) Para PERSONAS INDIVIDUALES:

ES INDISPENSABLE INCLUIR DENTRO DEL EXPEDIENTE NÚMERO DE TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL PROPIETARIO DEL INMUEBLE Y/O NOTARIO QUE SOLICITA LA SERVIDUMBRE (propietario del inmueble)

- ✓ Fotocopia de DPI del dueño del terreno.
- ✓ Plano de registro, original con medidas registrales, colindancias y azimuts, el mismo debe ser firmado, timbrado y sellado por Ingeniero Civil, Agrónomo o Arquitecto que lo elabore, el plano debe ser original y presentado en tamaño mínimo carta o máximo doble oficio, si existe duda en la elaboración del plano, por favor comunicarse a la Unidad de Estudios y Clientes Corporativos o al Departamento de Jurídico, al teléfono: 2420-4000, extensiones: 2105 o 2110. Adicionalmente, si dichos azimuts contaran con un número mayor de veinte, se deberá transcribir los mismos en letras y presentarse grabados en un CD con la identificación del proyecto. DICHOS PLANOS DEBEN TRAER EL Vo. Bo. DE LA UNIDAD DE ESTUDIOS Y CLIENTES CORPORATIVOS DE EEGSA

6a. Avenida 8-14, Zona 1 Guatemala, C. A.
PBX (502) 2420-4000
Teleservicio 2277-7000 ~ www.eegsa.com

Continuación del Anexo 3.



Gerencia Comercial
Departamento de Atención al Cliente
Unidad de Solicitudes

- ✓ En caso la propiedad tenga vigente un gravamen hipotecario, o esté otorgada en fideicomiso, se debe contar con la autorización expresa del acreedor o fiduciario, para constituir la servidumbre por lo que se debe acompañar la documentación de dicha persona o entidad para que comparezca en escritura y si es banco copia de la resolución en donde se autoriza la constitución de la servidumbre. En el caso que la finca soporte un usufructo vitalicio, debe comparecer el usufructuario a dar su autorización y adjuntar copia de su DPI. (En los anteriores casos el contrato de servidumbre deberá ser elaborado por un notario de confianza del cliente, debiendo adjuntar al expediente la minuta para aprobación de nuestro Departamento Jurídico)
- ✓ Si el inmueble se encuentra Inmovilizado ante el Registro de la Propiedad, es necesario que previo a la gestión del contrato de servidumbre, a su costa el cliente cancele la referida Inmovilización.

A) Si el contrato se elabora en el departamento Jurídico (a elección del cliente). En los proyectos tipo "P" y "C" así como en cualquier proyecto de Inmobiliarias y condominios el interesado, deberá, además:

- ✓ Cancelar los gastos administrativos e inscripción en el Registro General de la Propiedad por la cantidad de (Q.975.00), los cuales pueden ser cancelados, con cheque, a nombre de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., mediante deposito en la cuenta monetaria a nombre de EEGSA que oportunamente se indicará. Debiendo presentar nombre, dirección y NIT para elaborar la factura correspondiente.

NOTA: Si la servidumbre pasa por más de un inmueble, POR CADA FINCA o INMUEBLE EXTRA DEBERÁ CANCELARSE ADICIONALMENTE LA CANTIDAD DE (Q.60.00), debiendo elaborar un plano de registro por cada área de finca en que se constituya la servidumbre.

B) Si el cliente lo desea puede elaborar el contrato con un notario de su confianza, de acuerdo con la minuta que se le entregará en el departamento jurídico.

- ✓ El notario debe elaborar el borrador, el cual se debe adjuntar al expediente que se remitirá la Unidad de Estudios y Clientes Corporativos, con el objeto de revisarlo y obtener el Vo.Bo., dependiendo si es persona jurídica o individual.
- ✓ Al contar con el Vo.Bo. de EEGSA, el borrador puede imprimirse en el Protocolo del notario contratado.
- ✓ El notario debe llevar las hojas de Protocolo al Departamento Jurídico de EEGSA, en donde deberá dejarlo durante un periodo de 5 días, con el propósito que sea firmado por nuestros Representantes Legales.
- ✓ Posteriormente, deberá inscribir la servidumbre en el Registro General de la Propiedad, y entregar al Departamento Jurídico de Empresa Eléctrica, testimonio debidamente inscrito en el Registro General de la Propiedad.
- ✓ El proyecto de introducción de energía eléctrica se programará para la conexión, al momento de cumplir con lo estipulado en el inciso anterior, es decir hasta traer el testimonio inscrito en el Registro de la Propiedad, y haber firmado el contrato de compraventa de red de acuerdo con el estudio del proyecto. Debiéndose comunicar a la Unidad de Clientes Corporativos

NOTA IMPORTANTE

EL DEPARTAMENTO JURÍDICO **NO** RECIBE PAPELERÍA INCOMPLETA, POR LO QUE, PARA AGILIZAR SU TRÁMITE, OBTENGA CON ANTELACIÓN TODO LO SOLICITADO, A EFECTO DE PODER SERVIRLE EFICIENTEMENTE, Y FIRMAR EL CONTRATO EN UN **PLAZO DE 2 SEMANAS** DESDE EL MOMENTO EN QUE SE RECIBE LA PAPELERÍA EN LA GERENCIA DE SERVICIOS JURÍDICOS A TRAVÉS DE LA UNIDAD DE ESTUDIOS Y CLIENTES CORPORATIVOS. ASIMISMO, LE RECOMENDAMOS TOMAR ESTE PLAZO EN CUENTA YA QUE **DENTRO DEL MISMO DEBERÁ PRESENTARSE A FIRMAR**, SEGÚN LA HORA QUE SE LE INDIQUE.

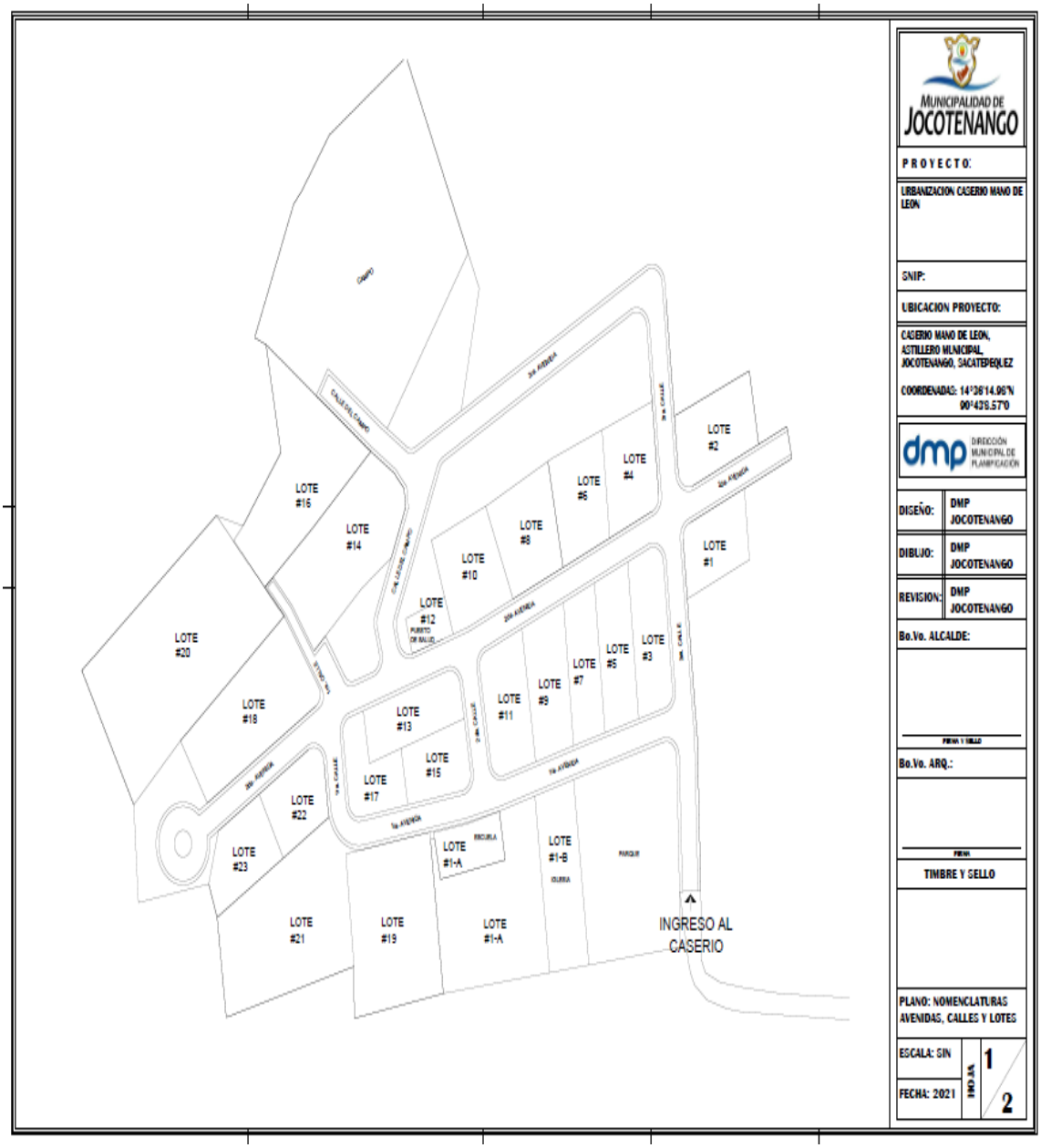
Para solventar cualquier duda o aclaración, puede presentarse personalmente a la Unidad de Estudios y Clientes Corporativos o Gerencia de Servicios Jurídicos, o bien llamar a los teléfonos 2420-4000 Ext. 2109, 2111 o 2116, 1422.

6a. Avenida 8-14, Zona 1 Guatemala, C. A.
PBX (502) 2420-4000
Teleservicio 2277-7000 ~ www.eegsa.com

Nota. Requisitos para solicitar la distribuidora de energía EEGSA para proyectos rurales. Obtenido de EEGSA (2019). *Requisitos para la elaboración de convenio de construcción y servidumbre de conducción de energía eléctrica para residenciales.* Gerencia comercial, Departamento de atención al cliente, Unidad de Solicitudes.

Anexo 4.

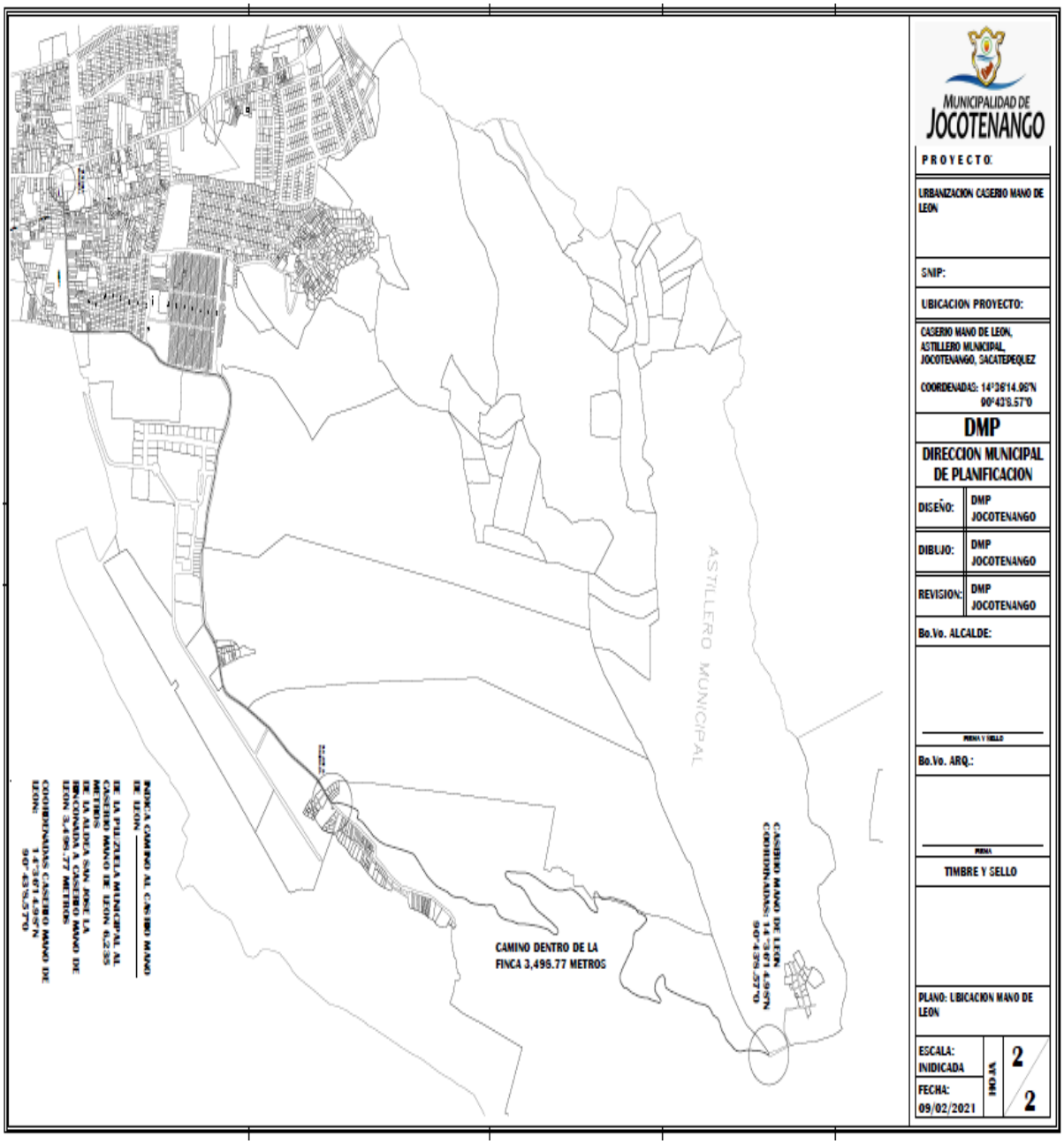
Plano de distribución territorial caserío Mano de León



Nota. Plano territorial del caserío municipal Mano de León. Obtenido por la dirección de catastro de Jocotenango (2019). *Plano de distribución territorial caserío Mano de León*. Dirección municipal de planificación.

Anexo 5.

Plano de ubicación caserío Mano de León



Nota: plano de ubicación geográfica del caserío municipal mano de león, obtenido de la municipalidad de Jocotenango (2019). *Plano caserío Mano de León*. Dirección municipal de planificación.

Anexo 6.

Cotización de materiales y mano de obra en EEGSA

Guatemala ,20.07.2021
Número Estudio :N-21-2448-1
Fecha Creación :14.07.2021

CALCULO DE PRESUPUESTO
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION

DATOS DE LA SOLICITUD:

Solicitante :PROYECTO RURAL ALDEA MANO DE LEON
Departamento :SACATEPÉQUEZ Municipio :Jocotenango
Dirección Solic:ALDEA MANO DE LEON JOCOTENANGO Zona :0

DATOS DEL SERVICIO

Dirección Servi:ALDEA MANO DE LEON JOCOTENANGO Zona :0
Departamento :SACATEPÉQUEZ Municipio :Jocotenango
Circuito :000 Kva a Instalar :00000 Planos :
Metros Alta :00000 Metros Media :00000 Metros Baja :00000
Postes Alta :0000 Postes Media :0000 Postes Baja :0000
Conductor Primario : Conductor Secundario : Conductor Neutral :

OBSERVACIONES DEL PRESUPUESTO

TOTAL PRESUPUESTO

CLASE	DESCRIPCION	COSTO MATERIAL	COSTO MANO OBRA	COSTO TOPOGRAFIA	COSTO INSPECCION	COSTO DERECHOS	COSTO SALVAMENTO
DM	Derivacion individua	269,805.49	223,015.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTALES		269,805.49	223,015.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TOTAL APORTE ENEEA (DX) :Q 0.00

TOTAL DIRECTOS :Q 492,820.49
TOTAL GASTOS GENERALES :Q 98,564.10
TOTAL SIN IVA :Q 591,384.59
TOTAL IVA :Q 70,966.15
TOTAL (PRESUPUESTO) :Q 662,350.74
TOTAL DESCUENTO :Q 0.00
TOTAL A PAGAR (CLIENTE) :Q 662,350.74

DETALLE DEL PRESUPUESTO

CLASE DESCRIPCION DE CLASE
DM Derivacion individual > 200 m (Ret. Lin) 1/2

Continuación del Anexo 6.

Guatemala ,20.07.2021
Número Estudio :N-21-2448-1
Fecha Creación :14.07.2021

CALCULO DE PRESUPUESTO
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION

UNIDAD	CONTRATISTA	CEO MATERIAL	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO
1	4000	4000	COSTO DE MANO DE OBRA	00223015	223,015.00
2	1000	0710024	Cinta plástica 3/4" c/negro	00000001	8.51
2	1000	0770020	ANCLA DE 2 CAVE CON 2 GANCHOS	00000066	44,737.44
2	1000	0770053	ANCLAJE ENTRE POSTES, TIRANTE 1/4" C/TOR	00000012	795.36
2	1000	0770700	MATERIAL P/1 TRANSFORMADOR C/TUBULARES E	00000001	258.46
2	1000	0770810	CADENA DE REMATE DE 2 A 1/0 C/TUBULAR	00000036	8,283.60
2	1000	0771040	TANGENTE TRIPLEX 53.5 MM2(1/0) MEN	00000007	402.64
2	1000	0771044	REMATE SENCILLO TRIPLEX 53.5 mm2(1/0	00000013	1,420.51
2	1000	0771080	TANGENTE CABLE NO. 53.5 MM2(1/0) N.	00000033	1,898.16
2	1000	0771084	REMATE SENCILLO CABLE NO. 53.5 MM2(1/0)	00000039	4,158.96
2	1000	0771131	SOPORTE SENCILLO DE EXTENSION PRIMARIA D	00000019	3,561.93
2	1000	0771136	SOPORTE DOBLE DE EXTENSIÓN PRIMARIA DE 2	00000016	4,805.44
2	1000	0771142	STUB DE MADERA DE 25' CON ANCLA	00000002	2,963.16
2	1000	0771144	STUB DE CONCRETO DE 25' CON ANCLA	00000001	1,286.61
2	1000	0771151	CADENA DE SUSPENSION COMPLETA P/CABLE 2	00000002	557.82
2	1000	0771210	PUESTA A TIERRA P/POSTE DE MADERA.	00000001	517.37
2	1000	300052	Poste madera 9.20 m (30') C-5	00000011	16,664.89
2	1000	300054	Poste madera 10.70m (35') Cl-4	00000046	101,384.46
2	1000	300056	Poste madera 12.20m (40') Cl-4	00000002	6,261.36
2	1000	300086	Poste Conc. 10.60 m (35') C750	00000007	11,023.88
2	1000	310242	Alambre Alum #4 AWG P/Anarrad	00000102	198.90
2	1000	310342	Cable Alum. #1/0 ACSR (6/1WG)	00002605	13,936.75
2	1000	310344	Cable de Aluminio 1/0 AWG ACSR Forrado	00002565	21,751.20
2	1000	310403	Cable Alum 3#1/0 t/forr.	00000400	8,052.00
2	1000	320098	Cortacircuitos 100 Amp. p/15 kV	00000001	384.11
2	1000	320160	PARARRAYOS DE 10 KV. PORCELANA	00000011	2,062.94
2	1000	330004	Abrazadera doble 6" a 8"	00000002	101.80
2	1000	330258	Conector compres. de 1/0 a 1/0 AWG	00000003	18.57
2	1000	330264	Conector compres. de 4/0 a 1/0 AWG	00000003	20.22
2	1000	330482	Cubierta Plástica C-7	00000006	23.64
2	1000	330508	Ancla espan. P/pie poste	00000006	2,581.86
2	1000	330680	Retribo univ. p/cable 1/0 AWG	00000002	168.72
2	1000	330732	Grapa Univ. Ranra P/Cable 1/0 AWG	00000002	144.56
2	1000	332120	Tornillo carruaje 1/2" x 6"	00000004	25.60
2	1000	332690	Varilla 5/8"x8' Galvanizada	00000001	60.90
2	1000	423082	Trafo.Mon.25Kva Cap 120/240V	00000001	9,265.54
2	1000	431262	Conector Tierra Tanq/Trafo.	00000001	17.62

Oscar Ramí Choc Quin
Centros de Servicio
Departamento de Atencion al Cliente

2/2

Nota. Presupuesto de los trabajos que se deben realizar. Obtenido de EEGSA (2021). *Cálculo de presupuesto*. Departamento de ingeniería y construcción.