



*Tesis para la obtención del grado
de
Máster en
Gerencia de Proyectos de
Desarrollo*

TITULO DE LA TESIS

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
PARA LA COMUNIDAD VIDA CAÑO SECO DEL MUNICIPIO EL
TUMA – LA DALIA DEL DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**

Elaborado por:

- ✓ Ing. Ulises José Fariñas Morales
- ✓ Ing. Jorge Dimitrie Bendaña García

Tutor de tesis:

- ✓ Msc. Mario Caldera

Managua Nicaragua Diciembre, 2023

Dedicatoria

El esfuerzo realizado y resultado de esta tesis de culminación de estudios la dedico primeramente a Dios (Padre, Hijo y Espíritu Santo), por su infinita misericordia, amor y dirección al camino correcto.

A mis padres, Juan Rafael Fariñas Chavarría fallecido por COVID-19 el 07 de junio de 2021 y Santos Morales Ramírez por el inmenso apoyo recibido durante el curso de estudio de postgrado.

Se cita la palabra de Dios en señal de obediencia “Jehová es mi fortaleza y mi escudo: En él esperó mi corazón, y fui ayudado; Por lo que se gozó mi corazón, Y con mi canción le alabaré” (Salmos 28:7).

Ulises José Fariñas Morales

Dedicatoria

A Dios,

Por qué sin su apoyo, guía y bendición no sería nada, también me brindo la fuerza y perseverancia para culminar esta maestría.

A mi esposa e hijos,

Mi princesa Melanie y el pequeño George quienes con su amor me recargan de energía para levantarme una y muchas veces. Mi esposa Beatriz por su inmenso apoyo y compañía me hace pensar que todo lo puedo.

A mis padres,

Por darme muchos valiosos consejos y animo a cada proyecto que emprendo.

Sé que estas palabras no son suficientes para expresar mi agradecimiento, pero espero que, con ellas, se den a entender mis sentimientos de aprecio y cariño a todos ellos.

Jorge Dimitrie Bendaña García

Agradecimiento

Agradecemos primeramente a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto; por otorgar salud, ser la fuente de vida, fortaleza y darnos lo necesario para seguir adelante con el esfuerzo diario hasta lograr nuestros objetivos y metas. Además, agradecemos a nuestros padres por proporcionarnos las bases, principios y valores necesarios para culminar con éxito y júbilo este proyecto de tesis.

A nuestro tutor Mario Caldera y universidad por permitir y brindar la oportunidad de llevar esta maestría en “Gerencia en Proyectos de Desarrollo”, donde fue un privilegio recibir clases de docentes con mucha experiencia y conocimiento en el campo de la gestión de proyectos.

Ulises José Fariñas Morales

Jorge Dimitrie Bendaña García

Resumen de la tesis

El presente documento aborda un **“estudio de prefactibilidad de sistemas fotovoltaicos para la comunidad Vida Caño Seco del municipio El Tuma – La Dalia del departamento de Matagalpa”**, con el fin de incursionar en la viabilidad de implementación de un sistema a base de energía renovable y de alcanzar el lineamiento del Plan Nacional de Desarrollo Humano y Lucha Contra la Pobreza, al igual que el acuerdo de Paris 2015 realizado en Naciones Unidas, donde se proporciona a los países desarrollados una ruta para que ayuden a las naciones en desarrollo a mitigar y adaptarse al cambio climático, creando un marco para un control y una información transparentes sobre los objetivos climáticos de estos países.

En perspectiva se evaluarán dos alternativas; la primera “sistema fotovoltaico autónomo” y como segunda “extensión de la red de distribución”, donde se identificará la más conveniente para el país principalmente desde un enfoque socioeconómico.

Se desarrollan las secciones para la identificación del proyecto, árbol de problemas, árbol de objetivos y matriz de marco lógico, donde se emplea la metodología de marco lógico. Esta también incorpora los estudios de mercado, estudio técnico, estudio financiero, estudio socioeconómico y estudio de impacto ambiental.

Cabe mencionar que la presente tesis es útil como herramienta de consulta para candidatos al grado de master y todo aquel que le resulte de interés debido a su contenido relacionado a estudios de preinversión, los cuales forman parte del ciclo de vida de un proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	3
RESUMEN DE LA TESIS.....	4
1. ASPECTOS GENERALES.....	10
1.1. Introducción	10
1.2. Antecedentes.....	11
1.3. El Planteamiento situacional (P-N-O)	12
1.4. Objetivos.....	14
1.4.1. Objetivo general	14
1.4.2. Objetivos específicos.....	14
1.5. Justificación	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Estructura geográfica del área de influencia.....	16
2.2. Sistemas fotovoltaicos	17
2.2.1. Principio de funcionamiento de un sistema fotovoltaico	17
2.2.2. Sistemas fotovoltaicos autónomos	18
2.2.2.1. Componentes de un sistema fotovoltaico autónomo (OFF-GRID):.....	18

2.3.	Formulación y evaluación de proyectos.....	21
2.3.1.	Marco Lógico	21
2.3.2.	Estudio de prefactibilidad.....	22
2.3.2.1.	Estudio de mercado	22
2.3.2.2.	Estudio técnico.....	23
2.3.2.3.	Estudio financiero.....	24
2.3.2.4.	Estudio económico.....	26
2.3.2.5.	Estudio de impacto ambiental	26
3.	IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	27
3.1.	Diagnóstico de la situación actual	27
3.2.	Diagnóstico del área de influencia.....	27
3.3.	Diagnóstico del servicio	29
3.4.	Diagnóstico de los involucrados	30
3.5.	Análisis del problema.....	31
3.5.1.	Problema central	31
3.5.2.	Causas y efectos	31
3.6.	Análisis de objetivos	34
3.6.1.	Objetivo central.....	34
3.6.2.	Medios y fines.....	34

3.7.	Análisis de alternativas de solución	38
3.8.	Matriz de marco lógico.....	39
4.	ESTUDIO DE MERCADO	43
4.1.	Objetivos del Estudio de Mercado	43
4.2.	Caracterización del mercado donde se desarrollará el proyecto	43
4.3.	Definición del producto o servicio	43
4.4.	Análisis de la demanda.....	44
4.4.1.	Presentación de datos y análisis de fuentes.....	44
4.5.	Análisis de la oferta.	52
4.5.1.	Oferta sin proyecto	52
4.5.2.	Oferta con proyecto	53
4.6.	Proyección de la brecha oferta-demanda	53
5.	ESTUDIO TÉCNICO	54
5.1.	Objetivos del estudio de técnico	54
5.2.	Localización del proyecto	54
5.3.	Capacidad tecnológica	55
5.4.	Determinación del censo de carga eléctrico	55
5.5.	Alternativa de implementación de un kit de sistema fotovoltaico autónomo por vivienda.....	56

5.5.1. Diseño sistema fotovoltaico	56
5.5.2. Presupuesto de inversión de Sistema fotovoltaico OFF-GRID	61
5.5.3. Montaje de equipos	62
5.5.4. Plan de mantenimiento de sistema fotovoltaico OFF-GRID	64
5.6. Alternativa Extensión de la red de distribución eléctrica Disnorte-Dissur ...	65
5.6.1. Diseño de red de distribución eléctrica	65
5.6.1.1. Distribución de planta.....	73
5.6.2. Presupuesto de inversión para red de baja tensión y media tensión en comunidad Vida caño Seco.....	75
5.7. Seguridad	77
5.8. Aspectos Organizativos	78
5.8.1. Organización para la ejecución	78
5.8.2. Organización para la operación.....	78
5.9. Aspectos legales	79
6. ESTUDIO FINANCIERO	80
6.1. Objetivos del estudio financiero.....	80
6.2. Alternativa de implementación de un kit de sistema fotovoltaico autónomo por vivienda.....	80
6.3. Alternativa Extensión de la red de distribución eléctrica Disnorte-Dissur ...	84
7. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO	87

7.1.	Objetivos del estudio económico	87
7.2.	Alternativa de implementación de un kit de sistema fotovoltaico autónomo por vivienda.....	87
7.3.	Alternativa Extensión de la red de distribución eléctrica Disnorte-Dissur ...	96
8.	ESTUDIO AMBIENTAL.....	100
8.1.	Objetivo del estudio ambiental.....	100
8.2.	Impactos ambientales del proyecto	101
8.3.	Conclusiones de estudio de impacto ambiental.....	102
9.	CONCLUSIONES GENERALES.....	103
10.	RECOMENDACIONES.....	105
11.	BIBLIOGRAFIA.....	106
12.	ANEXOS.....	109
12.1.	Anexo 1: Ficha técnica de panel fotovoltaico.....	109
12.2.	Anexo 2: Ficha técnica de batería	111
12.3.	Anexo 3: Ficha técnica inversor hibrido	112
12.4.	Anexo 4: Fotos de topografía de comunidad Vida Caño Seco	113
12.5.	Anexo 5: Gasto de operación y mantenimiento a precio de mercado para sistema fotovoltaico	115
12.6.	Anexo 6: Gasto de operación y mantenimiento a precio social para sistema fotovoltaico	115

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El presente trabajo se ubica en la comunidad “Vida Caño Seco” del municipio de El Tuma – La Dalia en el departamento de Matagalpa, internamente se divide en dos sectores; “La Sonia” y “San Juan”. Sus viviendas se encuentran muy dispersas entre sí, desde 80 metros hasta 300 metros de distancia entre ellas.

En esta localidad se tienen 58 casas, una escuela y una iglesia evangélica, con un total de 310 habitantes (censo 2021). Estas se dedican principalmente a la ganadería y el cultivo de granos básicos (café, arroz y frijol).

Los pobladores de la comunidad Vida Caño Seco manifiestan diversas situaciones tales como; alimentos en descomposición e inseguridad en las noches por robos debido a carencia del servicio eléctrico; así mismo, se ha incrementado los costos por compra de insumos o sustitutos de este tipo de servicio (baterías, candelas, kerosene, etc.). Actualmente la red de distribución eléctrica se encuentra a unos 980 mts del primer caserío “sector la Sonia” y a 3.7 kms del sector San Juan; situación que se agrava por las dificultades en sus vías de acceso en donde los caminos son de tierra con anchura de 3 a 4 metros.

El estudio analiza la prefactibilidad de la instalación de un sistema fotovoltaico para suplir la necesidad de tener un servicio de energía eléctrica de calidad y continuidad.

Para ello, se realiza un levantamiento in situ con el fin de establecer la capacidad de demanda o la potencia a instalar en el lugar, que permita un diseño homogéneo adaptado al ambiente según las condiciones de las viviendas. Por último, se evalúan indicadores financieros y económicos para su viabilidad.

1.2. Antecedentes

En Nicaragua como en muchos países, los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (SFV-A) han sido la mejor alternativa de electrificación para sitios alejados de la red de distribución comercial. El uso de energía solar resulta ser hasta 80% más barata que la energía generada por térmico búnker, pese a esa ventaja en Nicaragua solo el 0.47% de la demanda energética es solventada con ese tipo de energía.

La energía solar tiene dos usos: uno para aplicaciones rurales que son sin conexión a la red, es decir, paneles solares con baterías; y dos, la conectada a la red que se usa en el área urbana.

Actualmente la Matriz de generación en Nicaragua según La Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica ENATREL (2022), comprende una demanda Máxima de 765.8 MW con una generación total de 1,638.04 GWh, dicha generación se conforma por un 29.98% Térmica (491.01 GWh) y 70.02 % Generación Renovable (1,147.03 GWh), de la cual solamente el 0.47% (7.77 GWh) corresponden a fuente Solar.

Estos sistemas fotovoltaicos se han implementado en diversas zonas del país, por ejemplo: El Archipiélago de Solentiname con una inversión de C\$ 22.24 millones, a los pobladores se les entrego un panel de 300 Watts y el sistema de instalación interna, un sistema moderno, robusto, que viene con su controlador e inversor, este tiene una población de 1355 habitantes y 260 viviendas existentes. Y al mes de marzo 2021 se ha logrado la recepción final de 2,005 Sistemas Fotovoltaico en los Municipios de El Castillo, San Miguelito y San Carlos del Departamento de Rio San Juan. En el mes de enero y febrero del 2021 se ha inaugurado las comunidades de los Municipios de San Miguelito y algunas comunidades del Municipio de San Carlos y El Castillo. (ENATREL, 2021)

Según caracterizaciones de la comunidad Vida Caño Seco, esta se encuentra dentro de las más pobres del sector, con un porcentaje de desempleo de 76%, la mayoría de sus habitantes se dedican a la agricultura de subsistencia (granos básicos) practicando cultivo de laderas y comercializándolo a compradores que llegan a la zona para revender en el mercado municipal.

El 100% de los habitantes de esta sociedad en estudio corresponde a 310 personas y actualmente el tipo de energía que se utiliza es por medio de keroseno en candiles y candelas para iluminación, uso de baterías para radio y focos, uso de leña para cocinar, se logró identificar en el sitio que existen dos viviendas que cuentan con un kit artesanal de panel solar, pero sin baterías o bien inyección directa destinados para comercio en la carga de batería de celulares de la población. Cabe mencionar que para la compra de estos sustitutos de energía los residentes deben acudir a proveedores que venden a precios exorbitantes y que además se encuentran fuera de la comunidad Vida Caño Seco.

1.3. El Planteamiento situacional (P-N-O)

Actualmente el punto de entronque a la red de distribución de Disnorte – Dissur se encuentra a una distancia de 0.98 km aproximadamente del primer caserío llamado “La Sonia” y a 3.7 km del segundo caserío llamado “San Juan”. En visita al sitio se observan las siguientes situaciones:

En la comunidad Vida Caño Seco, los pobladores han mencionado que viven inseguridad en sus hogares, la iglesia y escuela debido a altos índices de robos en horarios nocturnos, provocándoles pérdidas considerables. De igual manera, mencionan que incurren en grandes gastos mensuales en compra de keroseno para candiles, candelas, Ocote y baterías para focos, siendo estos los sustitutos de energía que actualmente utiliza la población.

Además, algunos habitantes que cuentan con teléfonos celulares mencionan que deben pagar para cargar las baterías de sus móviles en lugares que cuentan con un medio específico, como un pequeño kit de sistema fotovoltaico. Se logró constatar que la escuela solo brinda educación en horarios diurnos, impidiendo que personas que laboran durante el día puedan recibir educación en horario nocturno. Otra situación que se vive actualmente, es que los productos lácteos y carnes son de consumo inmediato debido a la ausencia de almacenamiento adecuado, como termos o mantenedoras.

Es importante señalar que la topografía de acceso al lugar presenta un obstáculo para la prolongación de la red de distribución, aunque el circuito de media tensión ETM4010 cuenta con el 47% de disponibilidad de potencia.

Debido a las condiciones mencionadas, se determina que los pobladores de la comunidad Vida Caño Seco tienen la necesidad de acceder al servicio eléctrico y sus beneficios.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Elaborar un estudio de prefactibilidad de sistemas fotovoltaicos para la comunidad Vida Caño Seco del municipio de El Tuma – La Dalia del departamento de Matagalpa.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis prospectivo de la situación actual de la comunidad Vida Caño Seco con utilización de herramienta de marco lógico con el fin de estructurar la planificación del proyecto.
- Determinar la demanda potencial del servicio eléctrico en la comunidad Vida Caño Seco del municipio de El Tuma - La Dalia del departamento de Matagalpa.
- Establecer la tecnología, tamaño o capacidad, los componentes y requerimientos técnicos generales y otros parámetros que permitan la instalación y diseño de sistemas fotovoltaicos para la comunidad Vida Caño Seco.
- Identificar cuáles son los impactos positivos y negativos que se producen sobre el medio ambiente en las etapas de ejecución y operación del proyecto “sistemas fotovoltaicos para la comunidad Vida Caño Seco del municipio de El Tuma – La Dalia del departamento de Matagalpa”.
- Determinar la conveniencia o rentabilidad financiera del proyecto instalación de sistemas fotovoltaicos para la comunidad Vida Caño Seco.

- Obtener la evaluación socio-económica del proyecto a través de los beneficios y costos directos generados a partir de la instalación de sistemas fotovoltaicos en la comunidad Vida Caño Seco.

1.5. Justificación

El presente estudio de prefactibilidad que se desarrolla en este documento, es con el fin de fomentar el uso de sistemas alternativos o bien energía limpia, en vista que nuestro país goza con zonas propicias para implementar sistemas fotovoltaicos. Además, se logra reducir las importaciones por el uso de combustibles fósiles usado para la generación eléctrica con lo cual se logra disminuir los costos en que incurre el país, y redireccionar la liberación de estos recursos a nuevos proyectos que desarrollen la economía.

Contribuir con la ruta del plan nacional de desarrollo el cual promueve la utilización de energías alternativas y colaborar con el acceso a la energía eléctrica a como lo dicta el artículo 105 de la Constitución Política de la República de Nicaragua¹.

Los beneficios directos que se generen con este proyecto a la comunidad Vida Caño Seco serán recibidos primeramente por la población, sector educación, sector agrícola y sector ganaderos. Algunos de estos beneficios son:

- Iluminación adecuada que garantice un confort visual y contribuya con la seguridad en horario nocturno.
- Dinamismo para nuevos emprendimientos como pulperías, talleres de automotor, carpintería, costura entre otros.

¹ **Art. 105:** Es obligación del estado promover, facilitar y regular la prestación de los servicios públicos básicos de **energía**, comunicación, agua, transporte, infraestructura vial, puertos y aeropuertos a la población, y es derecho inalienable de la misma el acceso a ellos.

- Facilidad para realizar reuniones de encuentros sociales y religiosas por las noches.
- Capacidad para almacenar productos alimenticios que requieran refrigeración.
- Reducción sustancial en gasto de insumos para energía (candelas, keroseno, baterías, carga de celulares, etc.).
- Posibilidad de acopiar productos lácteos de los ganaderos.
- Capacidad de implementar sistemas de riego haciendo uso de los paneles solares.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estructura geográfica del área de influencia

Para esclarecer la tipología geográfica de nicaragua se cita la Ley No. 59 (Ley de división política administrativa) en sus siguientes artículos:

- a. Artículo 2.- El territorio nacional se divide para su administración en Regiones, Departamentos y Municipios que esta ley establece.
- b. Artículo 3.- El Poder Ejecutivo y el Poder judicial se ajustarán, para su organización y funcionamiento, a las divisiones y jerarquía territorial determinadas por esta Ley.
- c. Artículo 4.- El Municipio, es la unidad base de la división política administrativa del país. Los departamentos se conforman por agrupación de municipios y las regiones por uno o varios departamentos.
- d. Artículo 5.- Todo municipio pertenecerá a un sólo departamento y todo departamento a una sola región. El territorio de las circunscripciones de la división política administrativa será conexo.

Se debe agregar la **definición de municipio** conforme Ley No. 40 (Ley de municipios), que en su artículo 1 menciona que; El Municipio es la unidad base de la división político administrativa del país. Se organiza y funciona a través de la participación popular para la gestión y defensa de los intereses de sus habitantes y de la nación. Son elementos esenciales del Municipio: el territorio, la población y el gobierno

2.2. Sistemas fotovoltaicos

2.2.1. Principio de funcionamiento de un sistema fotovoltaico

En cuanto a sistemas fotovoltaicos **Hulshorst (s.f.)** asegura que estos convierten la luz solar directamente en electricidad, utilizando las conocidas “celulas solares”. Estas celulas solares estan hechas de material semiconductor dispuestas en dos capas: P y N (ver figura No. 1). Cuando la luz solar irradia la célula fotovoltaica, la linea de separación entre P y N actúa como un diodo. Los electrones pasan de la capa P a la capa N si fotones con suficiente energía inciden en la célula. En el lado P se produce un deficit de electrones mientras que en el lado N un exceso de electrones se acumula. La diferencia de potencial o voltaje se produce por la diferencia entre la cantidad de electrones de la capa P y capa N, dicho voltaje puede ser usado como fuente de energía. La diferencia de potencial se mantiene mientras la luz siga incidiendo en el panel, incluso en días nublados debido a la radiacion difusa de la luz. (pág. 4)

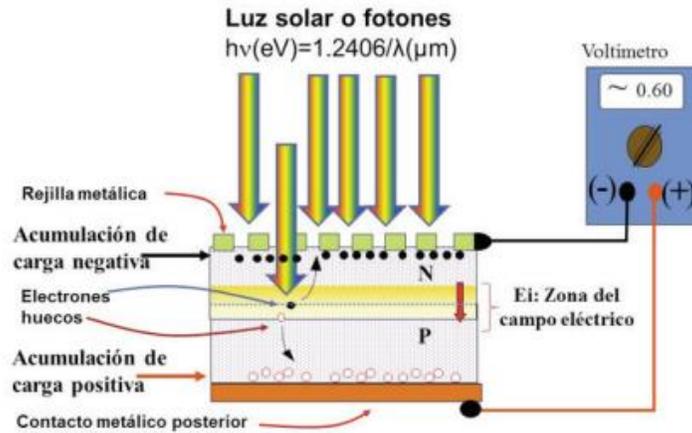


Figura No. 1: Representación esquemática de una celda solar y del efecto fotovoltaico.
(Sánchez et al., 2017, pág. 119)

2.2.2. Sistemas fotovoltaicos autónomos

Por otra parte, el autor Perpiñán (2012) afirma que los sistemas fotovoltaicos autónomos (SFA) funcionan de la siguiente manera; este genera energía eléctrica para garantizar el consumo de cargas eléctricas que no están conectadas a la red, los cuales utilizan acumuladores o baterías para satisfacer los periodos en los que la generación es menor al consumo. (pág. 64)

2.2.2.1. Componentes de un sistema fotovoltaico autónomo (OFF-GRID):

También es fundamental mencionar y describir los componentes de los sistemas fotovoltaicos autónomos, entre los que tenemos:

Según el autor **Biomass Users Network (2002)** el **Acumulador electroquímico**: es una batería secundaria o recargable, que puede almacenar energía eléctrica a través de una transformación de energía electroquímica. Tiene la capacidad de dar autonomía al sistema fotovoltaico y satisfacer los requerimientos de consumo en cualquier momento, sin importar que se esté generando o no. Además, aporta al

funcionamiento del sistema al brindar los picos de intensidad que pueden ser superiores a los que suministra el generador fotovoltaico y estabiliza el voltaje del sistema, evitando transitorios dañinos para los equipos de consumo. (págs. 8-9)

El autor **Grupo de Nuevas Actividades profesionales** (2007) señala la función de un **Inversor DC-AC**: en donde la señal de potencia suministrada por un sistema fotovoltaico iluminado este dado en tensión continua, la cual debe ser acondicionada para conectarse a la carga o consumidor, este requiere tensión alterna. Por tal razón la función del inversor es convertir la tensión o corriente continua DC en tensión o corriente alterna AC. (pág. 18)

El autor continúa al mencionar un último elemento que interviene en los sistemas fotovoltaicos autónomos; el **Regulador o controlador de carga**: este modula el voltaje de la batería para evitar sobrecarga. También se encarga de desconectar el sistema cuando la batería tiene niveles muy bajos de corriente. (pág. 37)

En la figura No. 2 se puede apreciar un esquema simple de un sistema fotovoltaico domiciliario. Sin embargo, estos sistemas fotovoltaicos autónomos también pueden implementarse a través de los siguientes arreglos típicos (Figura No. 3):

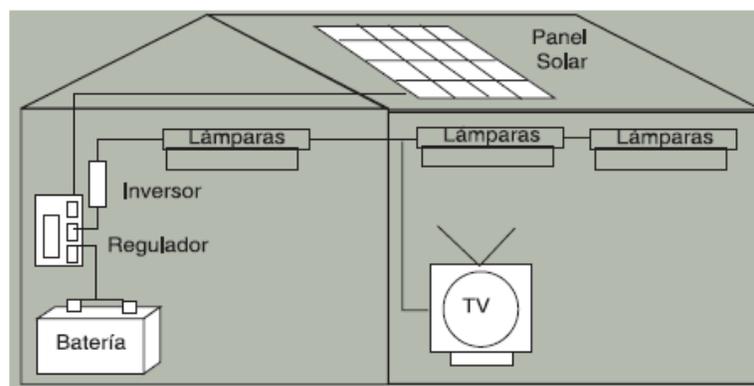


Figura No. 2: Esquema simple de un sistema fotovoltaico. (Biomass Users Network (BUN-CA), 2002, pág. 06)

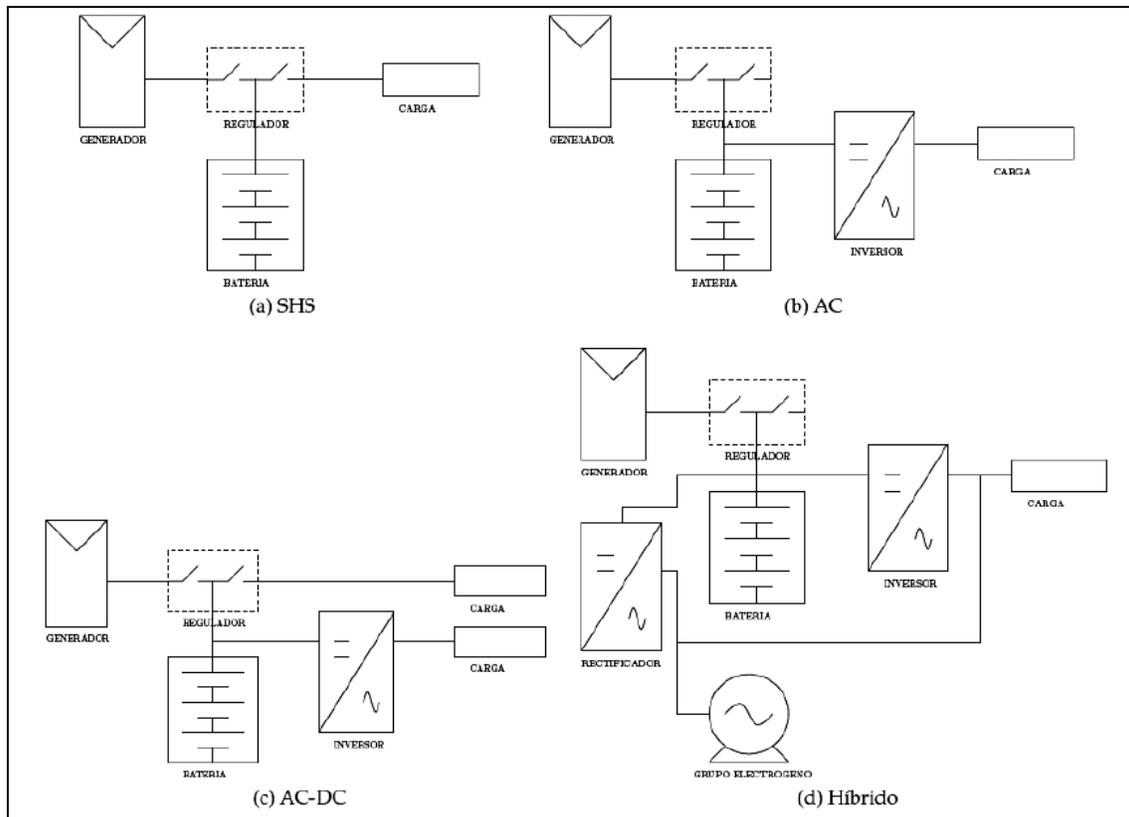


Figura No. 3: Configuraciones típicas. (Perpiñan, 2012, pág. 66)

Para complementar lo anterior se mencionan las ventajas y desventajas de estos sistemas fotovoltaicos autónomos (OFF-GRID):

El autor Sánchez et al. (2017) afirma que “las celdas solares transforman la luz en electricidad de una manera silenciosa ya que no hay partes mecánicas, al no usar combustibles fósiles para su operación no generan desechos contaminantes, y prácticamente, no requieren de algún operador para su funcionamiento.” (pág. 139)

El autor prosigue reiterando que “las celdas solares trabajan muy bien con la radiación directa, pero también lo hacen con la radiación difusa y en días nublados. Su respuesta es inmediata ante los cambios en la irradiancia. Presentan el inconveniente de que si se somborean completamente no generan electricidad. Tiene un buen número de cualidades que las hacen candidatos óptimos para generar

electricidad de una manera limpia y confiable. Sin embargo, para obtener una energía útil para la mayoría de las aplicaciones, la potencia generada por las celdas solares es muy pequeña, de aquí la necesidad de crear con ellas estructuras que produzcan la suficiente potencia para una aplicación práctica.” (pág. 139)

2.3. Formulación y evaluación de proyectos

Según la guía de fundamentos para la dirección de proyectos 6ta edición publica por el **PMI - Project Management Institute** (2017), “un **Proyecto** es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. (pág. 43)

El autor Córdoba (2011), expresa que en la preparación y evaluación de proyectos se definen varias etapas; primero se origina de una necesidad, problema u oportunidad, luego surge una idea y se entra a la etapa de pre-inversión o preparación del proyecto (Planificación y Organización), posteriormente se entra a la etapa de ejecución en donde se lleva a cabo el monitoreo y control, siguiendo la etapa de operación y termina con el cierre del proyecto. (pag.9-16)

En esta investigación se aborda hasta la etapa de pre inversión o preparación del proyecto, a nivel de prefactibilidad.

2.3.1. Marco Lógico

Se debe agregar que en este estudio de prefactibilidad según el autor Carbonel (2016), se puede hacer uso de la herramienta de marco lógico la cual facilita la gestión, planificación y evaluación ex post del proyecto en donde se puede decir que el marco lógico (ML) es un complemento de la etapa de identificación, especialmente del árbol de objetivos y los relaciona con los indicadores (metas), medios de verificación y supuestos importantes. (pág. 63).

Así mismo el autor persiste afirmando que la identificación es un proceso que consta de cuatro pasos debidamente establecidos: diagnóstico situacional, definición del problema, planteamiento de objetivos y determinación de propuestas alternativas mutuamente excluyentes. (pág.56)

2.3.2. Estudio de prefactibilidad

Siendo así, el autor Fontaine (2008) afirma que el estudio de prefactibilidad busca reducir riesgos en la toma de decisiones de las autoridades competentes sobre la ejecución del proyecto, para la realización de este estudio se recurre a fuentes primarias de información obtenidas en el terreno por medio de investigación y fuentes secundarias que entregan rangos de variación bastantes amplios para los costos y beneficios. El autor también afirma que el ejercicio de formular el estudio de prefactibilidad exige una interacción entre la preparación técnica del proyecto y su evaluación. (pág. 37)

2.3.2.1. Estudio de mercado

En vista de que dentro del estudio del proyecto (prefactibilidad) se realiza el estudio de mercado, estudio técnico, estudio financiero, estudio económico y estudio de impacto ambiental.

El autor Tarco (2006) menciona que el estudio de mercado radica en la estimación de la cantidad de bienes y servicios proveniente de una unidad de producción nueva, y la disposición de la comunidad para adquirirlo a un determinado precio. Esta cantidad o quantum representa la demanda potencial insatisfecha desde el punto de vista del proyecto, la cual es especificada para un periodo convencional. (pág.20)

Según Sapag (2008) el estudio de mercado “es más que el análisis y la determinación de la oferta y la demanda, o de los precios del proyecto” (p. 45). Adicionalmente el autor menciona que muchos de los costos de operación pueden predecirse simulando la situación futura, estableciendo políticas y procedimientos para una estrategia comercial adecuada.

Prosigue afirmando el autor que metodológicamente los aspectos que deben estudiarse para el proyecto son tres. (pág.45)

- El consumidor y las demandas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.
- La competencia y las ofertas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.
- Los proveedores, así como la disponibilidad y el precio de los insumos, actuales y proyectados.

2.3.2.2. Estudio técnico

Así pues, se enuncio anteriormente que el estudio técnico es también parte del estudio de pre inversión y tiene por objeto proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área.

El autor Baca (2013) declara que “El estudio técnico puede subdividirse a su vez en cuatro partes, que son: determinación de la localización óptima de la planta, determinación del tamaño óptimo de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal” (pág. 06).

Sigue afirmando el autor que para la **determinación de la localización óptima del proyecto** hay que tomar en cuenta factores cualitativos como apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad y otros, y no solo factores cuantitativos como

costos de transporte de materia prima y del producto terminado. La **determinación del tamaño óptimo** es fundamental en esta parte del estudio ya que es difícil determinarlo, no existe un método preciso y directo para hacer el cálculo, ya que las técnicas existentes para determinarlo son iterativas. En cuanto a la **ingeniería del proyecto** técnicamente se puede decir que existen procesos productivos opcionales tales como los automatizados y los manuales, en donde la elección de cualquiera de ellos depende de la disponibilidad de capital, aquí también se comprende el análisis y elección de los equipos necesarios, y la distribución física de estos. También hay aspectos que no se analizan con profundidad como el **organizativo, el administrativo y el legal**, debido a que por su importancia y delicadeza merecen ser tratados a fondo en la etapa de proyecto definitivo. (pág. 06).

La definición del tamaño o la tecnología involucrada en el proceso, tanto de producción como de comercialización del proyecto, son fundamentales para la determinación de las inversiones y de los costos que se derivan del estudio técnico.

2.3.2.3. Estudio financiero

Se debe agregar que los objetivos de esta etapa (estudio financiero) son ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionaron las etapas anteriores, elaborar los cuadros analíticos y datos adicionales para la evaluación del proyecto y estudiar los antecedentes para determinar su rentabilidad.

A su vez Morales (2009) asevera que esta actividad tiene como propósito elaborar información financiera que brinde datos sobre la cantidad de inversión, ingresos, gastos, utilidad de la operación del proyecto de inversión, capital de trabajo, depreciaciones, nivel de inventarios requeridos, sueldos, amortizaciones, etc., a fin de ser precisos en la identificación del monto de inversión y el flujo de efectivo que producirá el proyecto. (pág. 164)

Entre los criterios de evaluación de proyectos tenemos:

Según Mete (2014) el **Valor actual neto (VAN)**; plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual. El VAN como criterio representa una medida de valor o riqueza, es decir, al calcular un VAN se busca determinar cuánto valor o desvalor generaría un proyecto para una compañía o inversionista en el caso de ser aceptado. El autor prosigue al afirmar que la **Tasa interna de retorno (TIR)**; evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual, en donde si el valor de la TIR es igual o mayor a la tasa de descuento, se considera un proyecto rentable, sin embargo, si el valor de la TIR es menor a la tasa de descuento entonces el proyecto no es rentable, la aceptación de un proyecto cuya TIR es igual a la tasa de descuento está basado en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de un proyecto cuyo VAN es cero. (págs. 4-5)

Por otra parte, Murcia (2009) declara que el indicador de la **razón beneficio costo (R B/C)**; consiste en la separación de los ingresos y los egresos del proyecto y la relación existente entre ellos. Para este caso se hace una suma algebraica de todos los ingresos y egresos de cada periodo del proyecto, se calculan los valores presentes de ingresos y egresos, y después se calcula la razón entre ellos (**$R B/C = VAN_{\text{Ingresos}} / VAN_{\text{Egresos}}$**). Si la relación da como resultado un número mayor o igual a 1, entonces se considera que el proyecto es rentable y si es menor a 1 significa que no conviene realizar el proyecto. (pág. 343)

2.3.2.4. Estudio económico

Así mismo el estudio económico es similar al estudio financiero, es decir, según manifiesta el autor **Ferra (1999)**, a través de un flujo de efectivo se evalúa la rentabilidad económica, donde para la inversión o costos se utilizan factores de corrección, para insumos nacionales se usa un factor mayor a 1, ya que representa ingreso de dinero al país y con insumos de origen extranjeros (importados) se usa un factor menor a 1, ya que es dinero que sale del país, también se consideran las externalidades, tanto positivas como negativas, que genera la inversión. Mientras las externalidades positivas corresponden a los beneficios generados por un proyecto y percibidos por agentes económicos distintos a los que pagan por los bienes y servicios que el proyecto ofrece, las externalidades negativas son los costos que asumen miembros de la sociedad distintos a los que se benefician de dichos bienes y servicios. (pág. 14-19)

2.3.2.5. Estudio de impacto ambiental

No solo los estudios anteriores sino también la evaluación de impacto ambiental es fundamental, ya que el autor **Sapag (2008)**, sustenta que los objetivos del EIA para el proyecto consisten en definir mecanismos y responsabilidades que aseguren acciones tales como: “La identificación preventiva de los peligros, la evaluación de los riesgos, las medidas de control y la verificación del cumplimiento oportuno de todas las situaciones susceptibles de provocar daño a las personas, al medio ambiente, a la comunidad del entorno y a los bienes físicos durante todo el ciclo de vida de los proyectos”. Continúa afirmando el autor que estas acciones también se definen para “La protección de las personas, del medio ambiente, de la comunidad del entorno y de los bienes físicos durante el desarrollo de los proyectos, su construcción, montaje, puesta en marcha y operación”. (pág. 52)

A su vez el autor Arboleda (2013) menciona que es importante la identificación de los impactos y efectos que tiene el proyecto sobre los entornos geográfico y social, los cuales pueden ser **impactos directos**; que ocurren por el desarrollo de una actividad propia del proyecto, **impactos indirectos**; son los que tienen un vínculo causa – efecto o relación directa con determinada actividad del proyecto, **impactos acumulativos**; estos resultan de la interacción de actividades del proyecto con otras actividades que se ejecutan de forma simultánea o secuencial, **impactos residuales**; son aquellos que aún después de haber puesto en marcha y ejecutado las medidas de mitigación se mantienen. (pág. 420)

3. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

3.1. Diagnóstico de la situación actual

Este comprende un compendio de diagnóstico que se incluyen en los acápite; diagnóstico del área de influencia, diagnóstico del servicio, diagnóstico de los involucrados, análisis del problema, análisis de objetivos y alternativas de solución.

3.2. Diagnóstico del área de influencia

En este apartado se constatan los siguientes aspectos:

El clima del municipio reúne las características de la clase bioclimática bosque subtropical, semihúmedo, corresponde al tropical semilluvioso, con precipitación entre los 2,000 y 2,500 mm. La temperatura oscila entre los 22° y 24°C. La Hidrografía; El Municipio El Tuma - La Dalia se divide en ocho microcuencas del Este al Oeste, estos son: Río Tuma: Oeste, Río Yasica, Río Carateras, Río Wasaka, Río Tuma Sur, Río Tuma Norte, Río Bull Bull y Río Bijao. Todas estas microcuencas forman parte del río Tuma ya que cruza el Municipio de Oeste a Este. La más cercana a la comunidad Vida Caño Seco, se encuentra a 1.5 Km y es el Río Tuma.

Además, la comunidad Vida Caño Seco se destaca por la actividad económica de ganadería y el cultivo de granos básicos (café, arroz y frijol). Adicional se puede mencionar que geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM 650196.00m E 1440826.00 m N (figura No. 4), encontrándose a 21Km al este del poblado El Tuma.

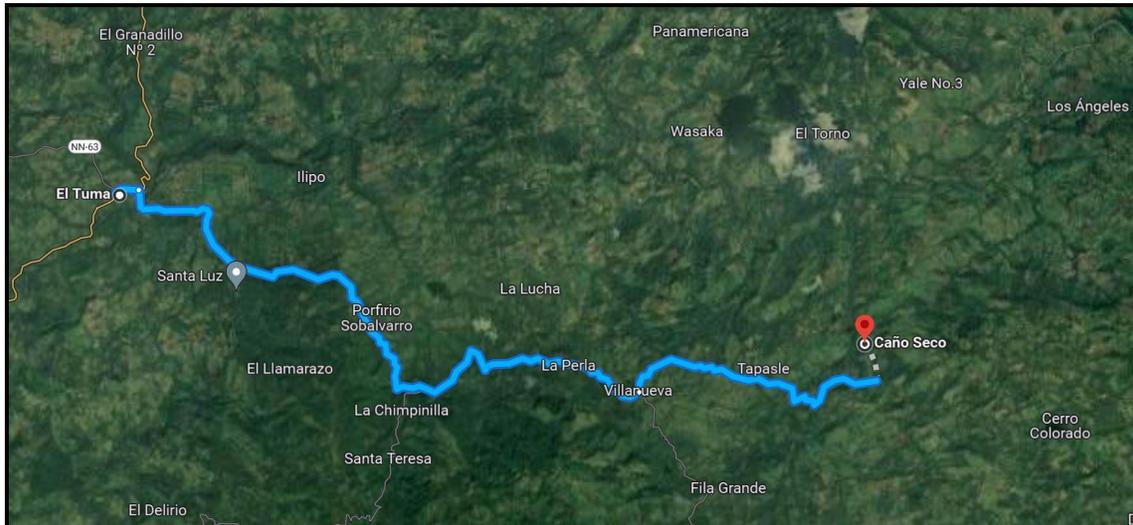


Figura No. 4: Carretera El Tuma hacia comunidad Caño Seco (Fuente: Google Earth)

En cuanto a su relieve, describe un terreno accidentado y montañoso con muchas elevaciones, cuenta con tierras planas en poca cantidad, después presenta también cerros en menor cantidad, lo que hace indicar que posee un tipo de tierras variadas, a su cercanía aproximadamente a 5.2Km al este se encuentra el Cerro Colorado. Se puede estimar que un 40% del terreno es plano y el 60% es accidentado. Se observa las características del terreno en la figura No. 5.

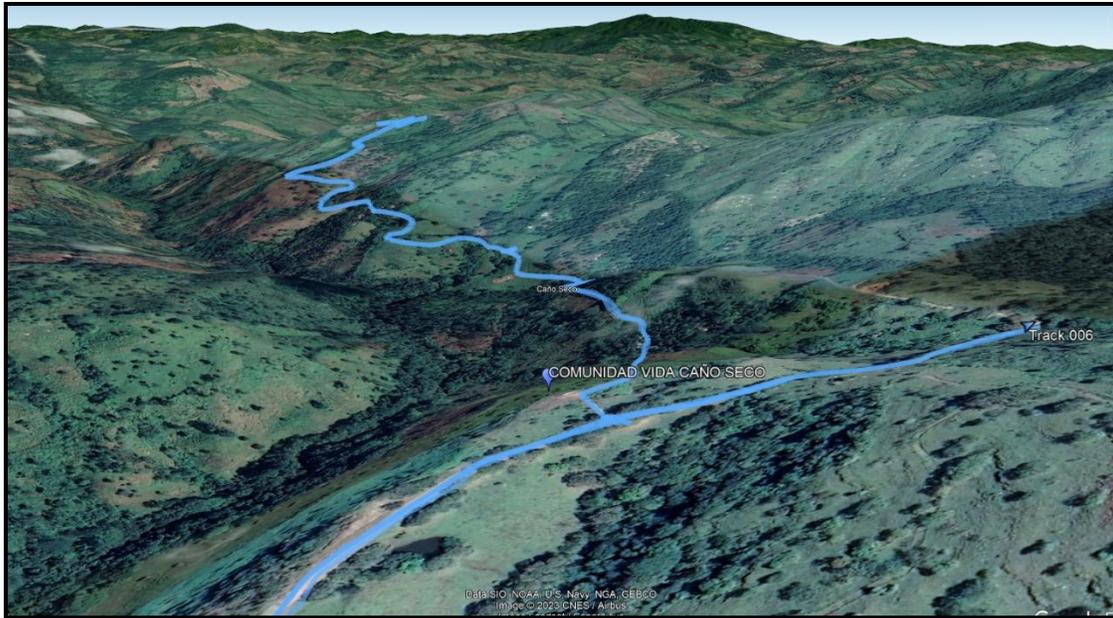


Figura No. 5: Relieve comunidad Vida Caño Seco (Fuente: Google Earth)

3.3. Diagnóstico del servicio

Actualmente la comunidad Vida Caño Seco dispone de un servicio de energía distinto al convencional, el cual es limitado ya que corresponde a formas alternas o sustitutas del servicio, como es el uso de keroseno para candiles, candelas, Ocote y baterías para focos.

De igual manera se encontró que una vivienda cuenta con kit de panel solar, con el cual se comercializa al ofrecer el servicio de carga de celulares a las personas que poseen teléfonos móviles.

Con lo anterior se puede observar que existe una necesidad del servicio eléctrico, para mejorar las condiciones de vida de los pobladores al reducir el costo mensual de los insumos que adquieren de proveedores locales y de sectores aledaños. Se puede agregar que, el acceso al servicio eléctrico contribuye al desarrollo económico y social de la comunidad.

3.4. Diagnóstico de los involucrados

A partir de este acápite se inicia el desarrollo de la metodología de marco lógico, para con ello obtener al final la matriz de marco lógico. La cual inicia con el análisis de involucrados que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla No. 1: Análisis de involucrados

Análisis de Involucrados			
Grupos Involucrados	Intereses	Problemas percibidos	Recursos y mandatos
1. Alcaldía municipal	satisfacción de la comunidad con el desarrollo, mejoramiento del nivel de vida.	Inseguridad nocturna en la comunidad	Mandatos, autoridad legal para tomar decisiones, para <u>promover el proyecto.</u>
		<p>Ralentización en el desarrollo de las actividades económicas.</p> <p>Recreación ciudadana, actividad nocturna.</p>	Recursos para administrar la gestión de los sistemas fotovoltaicos.
2. Familias (jefe de hogar)	<p>Mejorar el confort de las familias</p> <p>Realización de sus actividades cotidianas.</p>	<p>Dificultad para almacenar productos que requieren refrigeración.</p> <p>Limitación para adquirir productos sustitutos de energía eléctrica a precios justos.</p>	Ingresos y formas de organización.
3. Iglesia evangélica (pastor)	Llevar la fe cristiana a la comunidad	<p>Ausencia de pobladores en cultos diurnos, e imposibilidad de realizar cultos nocturnos por insuficiente iluminación de las instalaciones.</p> <p>Falta de utilización de medios para transmitir audiencias mayores.</p>	<p>Recolección de diezmos.</p> <p>Capacidad de organización para estado de opinión e influencia para promover la realización del proyecto.</p>
4. Escuela	Mayor estado educativo de la comunidad.	Dificultad para implementación de bibliotecas virtuales y posibilidad de apertura de modalidades educativas.	<p>Presupuesto para los gastos operativos.</p> <p>Mandato, educación de la comunidad.</p>
5. PNER/ENATREL	Incrementar la cobertura de la matriz energética nacional.	<p>Altos costos para instalación de red eléctrica.</p> <p>Lejanía de red de distribución convencional (circuito ETM4010) respecto a la comunidad.</p>	<p>Ampliar cobertura nacional energética</p> <p>Recurso, presupuesto.</p>

3.5. Análisis del problema

A partir del planteamiento situacional se puede construir el árbol de problemas que se muestra a continuación:

3.5.1. Problema central

Limitado acceso al servicio de energía eléctrica en comunidad Vida Caño Seco; los pobladores muestran la necesidad de adquirir este servicio básico para facilitar la realización de sus actividades diarias, tanto comerciales como sociales.

3.5.2. Causas y efectos

Causas

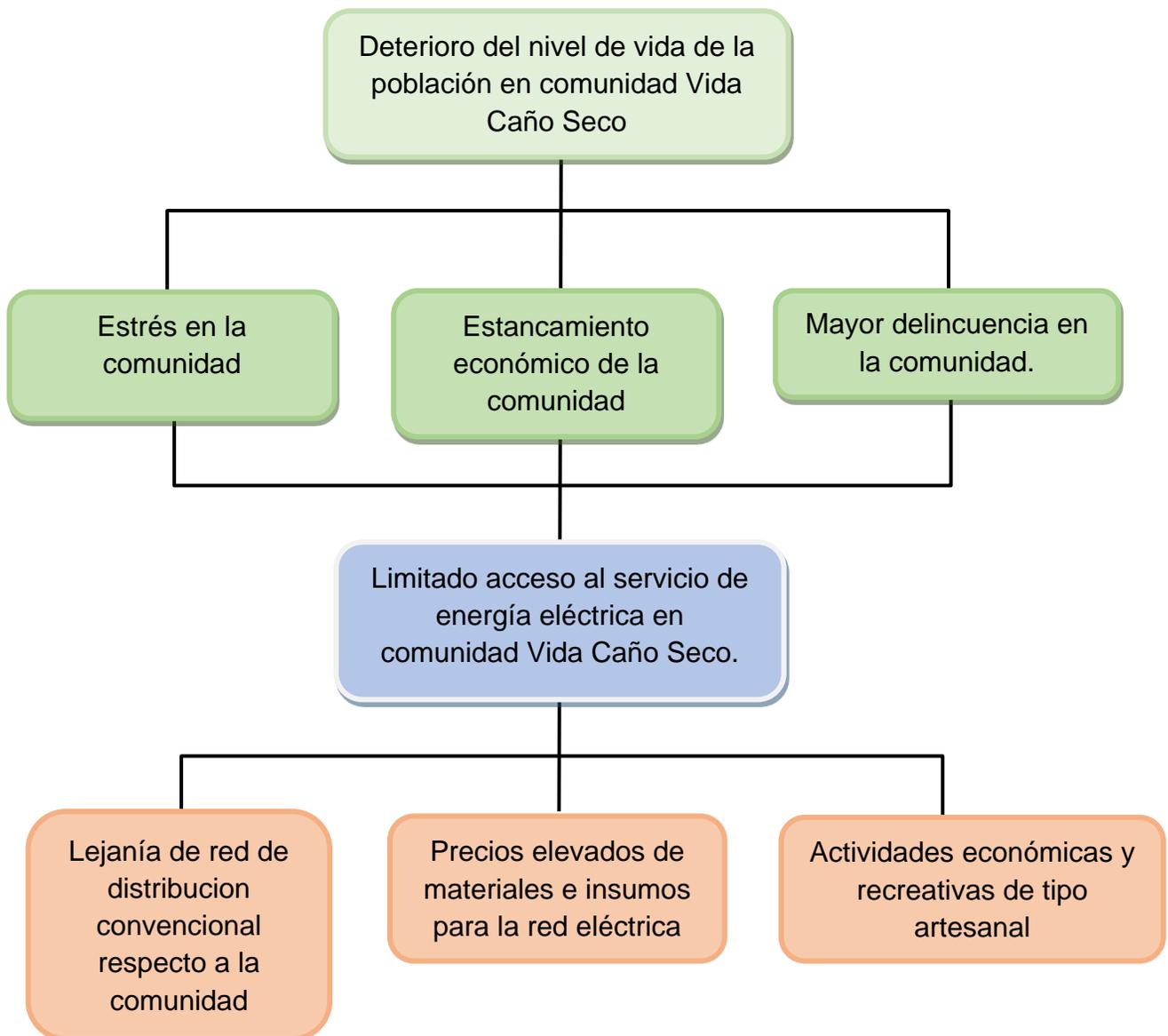
- **Lejanía de la red de distribución convencional respecto a la comunidad;** la red de distribución proveniente de la subestación El Tuma, con numero de circuito ETM4010 se encuentra a 3.7 Km del caserío, lo que implicaría extender dicha red hasta la comunidad Vida Caño Seco.
- **Precios elevados de materiales e insumos para la red eléctrica;** para la construcción de una red de distribución eléctrica (baja y media tensión) se requieren de insumos que tienen altos costos para su adquisición y traslado al sitio, tales como: posteria (concreto/madera), cableado eléctrico (bobinas), herrajes con accesorios, protecciones y transformadores, entre otros. Dicha construcción se encarece también por la inaccesibilidad de la zona, gran dispersión entre viviendas y lejanía de las mismas respecto al camino principal en la comunidad.
- **Actividades económicas y recreativas de tipo artesanal;** en esta comunidad las actividades sociales y productivas son limitadas, por lo que no cuenta con zonas comerciales, parques, centro de salud, plazas públicas, estas características vuelven poco atractivas las inversiones a gran escala

(red de distribución eléctrica) por parte del sector energético, lo que ocasiona la búsqueda de otras alternativas.

Efectos

- ***Estrés en la comunidad;*** debido a la falta de interacción o relaciones sociales, poco confort y dificultad en la realización de las actividades del día a día, se propician situaciones de conflicto debido a los estados de ánimo desfavorables de la población.
- ***Estancamiento económico de la comunidad;*** debido a los pocos emprendimientos en la comunidad, baja productividad agropecuaria y poca integración en el mercado (oferta-demanda) de la municipalidad.
- ***Mayor delincuencia en la comunidad;*** al no existir iluminación artificial en horario nocturno, genera situaciones de peligrosidad y hurto en la zona.
- ***Deterioro del nivel de vida de la población en comunidad Vida Caño Seño;*** esperanza o expectativa de vida disminuye considerablemente: la aparición de enfermedades en la población, surgimiento de revueltas o problemas sociales, aumento del malestar producto de una baja calidad de vida.

Figura. No. 6: Árbol de problemas



3.6. Análisis de objetivos

El árbol de objetivo se obtiene de convertir a positivo cada uno de los ítems del árbol del problema, en donde se generó el siguiente árbol:

3.6.1. Objetivo central

Ampliación del servicio de energía eléctrica a través de energías alternativa (energía solar) en la comunidad Vida Caño Seco; actualmente la red de distribución eléctrica por parte de Disnorte-Dissur se encuentra aproximadamente a 3.7 Km de la comunidad, a través del circuito ETM4010, lo que implicaría una prolongación de la nueva red hacia el área de influencia. Por lo mencionado anteriormente se requeriría de una gran inversión, volviéndolo poco viable y lo que origina la búsqueda de otras alternativas para ampliar la cobertura y satisfacer la necesidad de este sector.

3.6.2. Medios y fines

Medios

- ***Bajo costo de materiales e insumos para la red eléctrica;*** analizando las alternativas y considerando la dispersión de las viviendas, así como lo inaccesible de los caminos actuales en la comunidad, proponemos la implementación de sistemas fotovoltaicos autónomos (OFF-GRID) por casa, ya que representa un menor costo de inversión y una solución viable a la necesidad de los pobladores.
- ***Incremento de las actividades económicas y recreativas a través del uso de nuevas alternativas de tipo eléctrico;*** una vez cubierta la necesidad del servicio eléctrico como indica el plan nacional de desarrollo humano y lucha contra la pobreza (PNDH-LP), se ven estimuladas las actividades

económicas, productivas y sociales en la comunidad, ya que se mejoran las tecnologías agropecuarias, dinamizando los emprendimientos y facilitando la realización de reuniones sociales al disponer de medios audio-visuales e iluminación.

- ***Ampliación de la capacidad instalada con uso alternativas eléctricas eficientes;*** debido a los estudios socioeconómicos se concluyó con la selección de una alternativa de energía renovable (solar) de bajo costo y buen rendimiento.
- ***Mejora de la experticia del personal técnico en el manejo de los componentes del sistema eléctrico;*** durante la instalación de los kits fotovoltaicos a las viviendas se incluyen capacitaciones sobre manejo, control y mantenimiento, para asegurar el correcto uso tomando en cuenta la capacidad de potencia del sistema fotovoltaico, esto para evitar averías de los mismos y garantizar una óptima vida útil de los equipos.

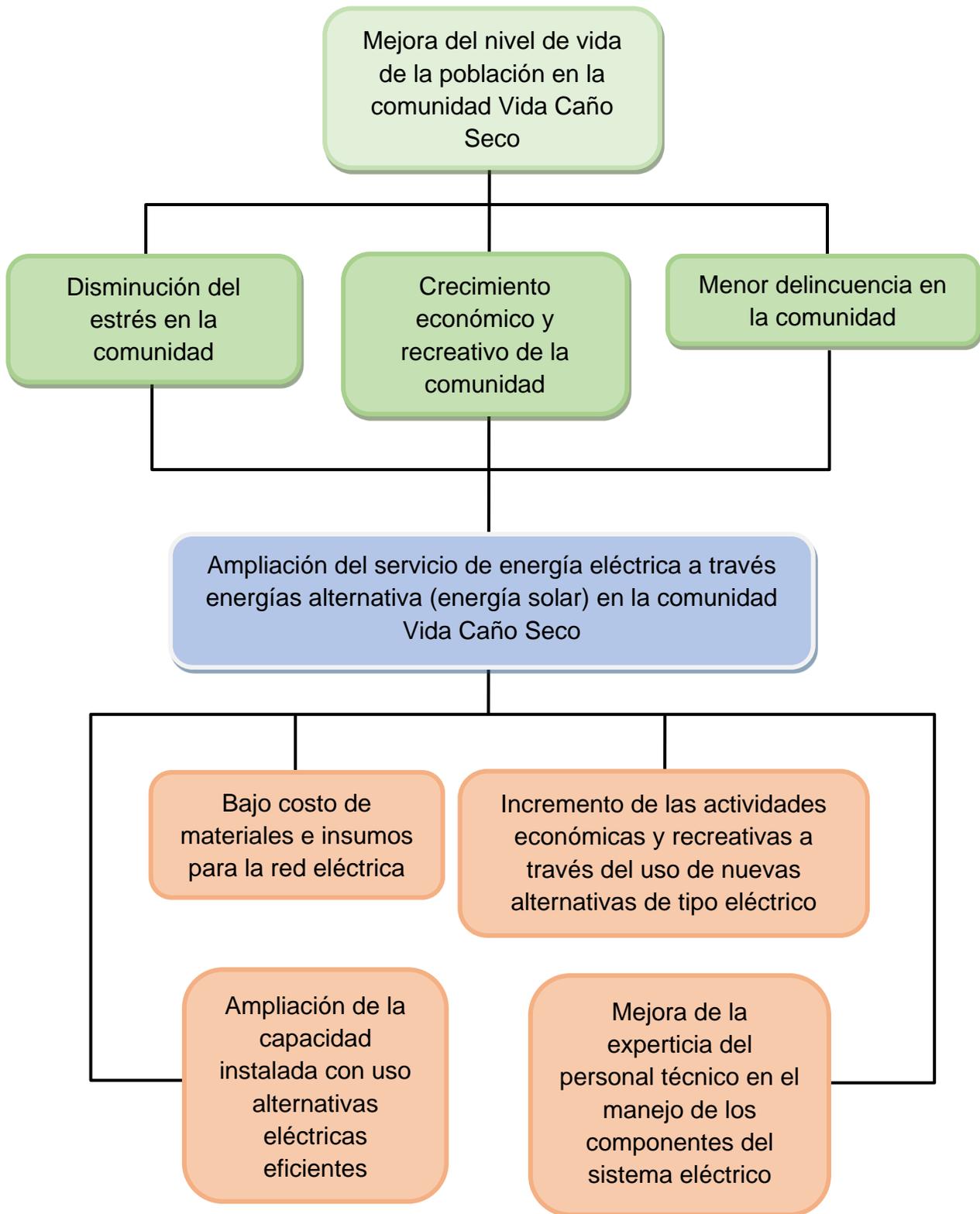
Fines

- ***Disminución del estrés en la comunidad;*** con la disponibilidad de la energía eléctrica para los pobladores de la comunidad, se consigue facilitar las actividades económicas, productivas y sociales, haciendo uso de tecnologías en el sector agropecuario, en los hogares con electrodomésticos, además permite la realización de reuniones sociales con el uso de equipos audio-visuales e iluminación artificial, lo cual reduce el esfuerzo físico y psicológico de los habitantes.
- ***Crecimiento económico y recreativo de la comunidad;*** se fomenta y estimula la incursión de nuevas tecnologías que funcionan con electricidad, en las actividades productivas, emprendimiento de los pobladores y posibilita

la práctica de actividades recreativas y sociales que brindan sosiego en la población.

- **Menor delincuencia en la comunidad;** la aparición de sistemas de iluminación artificial instaladas por los pobladores en el perímetro de sus viviendas reduce su vulnerabilidad ante sujetos con interés en lo ajeno y brinda seguridad física a las personas que transitan la comunidad en horas de la noche.
- **Mejora del nivel de vida de la población en la comunidad Vida Caño Seco;** como indica el lineamiento del sector energía del PNDH-LC, el cual promueve y fomenta el desarrollo y sostenibilidad de la red eléctrica, para brindar acceso a la población como derecho inalienable a los servicios públicos, según se mandata en la Constitución Política de la Republica de Nicaragua, ya que estos conducen por una senda de crecimiento económico, impulsando las actividades productivas y sociales de los poblados beneficiarios.

Figura. No. 7: Árbol de objetivos



3.7. Análisis de alternativas de solución

Con el objetivo común de garantizar el suministro de la energía eléctrica a la comunidad Vida Caño Seco se pueden mencionar distintas alternativas de solución, entre estas se presentan:

- a) ***Extensión de la red de distribución eléctrica Disnorte-Dissur;*** con esta opción se debe prolongar la red eléctrica a través de la construcción de una nueva línea aérea de media y baja tensión para la comunidad, en donde se encontró una gran dispersión entre viviendas y los caminos son muy accidentados. Todo esto implica un costo de inversión elevado tanto en los materiales, insumos, mano de obra, transporte, así misma capacitación para el uso racional de la energía y medios de pago de la factura eléctrica.
- b) ***Ampliación de la capacidad de generación eléctrica con fuente renovable eólica;*** esta alternativa contemplaría la instalación de aerogeneradores, transformador elevador y transformadores tipo poste convencionales para reducir tensión, red de distribución de media y baja tensión aérea (posteria, conductores, herrajes y protecciones), así mismo las instalaciones eléctricas domiciliarias con sus acometidas. Se identificaron algunas limitantes como son: tiempo de fabricación de aerogenerador largos (12 a 18 semanas), el proyecto implica una gran inversión, el daño ambiental es mayor, además se debe mencionar que la zona no cuenta con un potencial eólico adecuado e igual se incluiría la capacitación técnica para operación y mantenimiento del aerogenerador.
- c) ***Construcción de una pequeña central hidroeléctrica en uno de los ríos a la cercanía de la comunidad;*** sin embargo, la cantidad de beneficiarios vuelve poco viable la implementación de una solución tan costosa, ya que requiere de la construcción de la central hidroeléctrica y la red de distribución

aislada hasta la comunidad. Adicional se puede mencionar que el río más cercano se encuentra a 1.5 Km de la comunidad y es el río Tuma, esta alternativa produce impactos ambientales severos en todo el ecosistema en las proximidades del área de influencia.

- d) ***Por último, la alternativa propuesta (energía solar) es la implementación de un kit de sistemas fotovoltaicos autónomos para cada vivienda;*** la cual solo requiere la intención de conseguir el servicio por parte de los pobladores, la instalación del kit y sus accesorios, además de la instalación del sistema eléctrico de baja tensión domiciliar básico según características observadas en las visitas in situ. Esto representa un costo de inversión considerablemente menor que las alternativas anteriores y de igual forma satisface la demanda, con un impacto ambiental imperceptible. Con esta opción no se requiere mejorar los caminos de acceso y resulta bastante viable puesto que las viviendas se encuentran muy dispersas entre sí y a grandes distancias del camino principal. Sin embargo, la implementación de estos sistemas requiere la preparación técnica en materia de operación y mantenimiento de los equipos a los pobladores.

En el presente documento se elabora estudio técnico, financiero y socioeconómico a las alternativas a) y d) y así, determinar cuál es la más conveniente y rentable a elegir para el país.

3.8. Matriz de marco lógico

A partir de la información de las secciones anteriores se construye la **matriz de marco lógico** siguiente:

Tabla No. 2: Matriz de marco lógico – Sistema fotovoltaico autónomo para la comunidad Vida Caño Seco municipio El Tuma – La Dalia, Departamento de Matagalpa.

Resumen Narrativo	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de verificación	Supuestos / Riesgos Críticos
<p>Meta o Fin:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Se garantiza el acceso al servicio de la energía eléctrica de bajo costo a los habitantes de la comunidad Vida Caño Seco. ❖ Se desarrollan las actividades económicas-productivas de la comunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porcentaje de reducción de las enfermedades respiratorias. ✓ Aumento de la compra de electrodomésticos. ✓ Crecimiento de la economía de la municipalidad. ✓ Cantidad de bienes y servicios producidos por las actividades agropecuarias. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registros de ingresos al puesto de salud más cercano, a causa de enfermedades respiratorias. ✓ Encuesta a usuarios del servicio de energía eléctrica fotovoltaico. ✓ Observación directa de negocios creados a partir del acceso a energía eléctrica. ✓ Encuesta a productores locales. 	<p>Sostenibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Precios accesibles para el consumidor. ✓ Seguridad optima en la comunidad y sus alrededores. ✓ Aplicación efectiva y en tiempo estipulado del mantenimiento preventivo, y buen uso de los sistemas fotovoltaicos.
<p>Propósito:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El suministro de energía eléctrica a través de sistema fotovoltaicos a los pobladores en la comunidad Vida Caño Seco. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porcentaje de ahorro por costos de insumos sustitutos de energía durante el primer año de operación del sistema fotovoltaico. ✓ Tasa de reducción de incidentes delictivos por la noche, en el primer año de operación. ✓ Cantidad de técnicas agropecuarias tecnológicas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Encuesta a usuarios de los sistemas fotovoltaicos. ✓ Fuentes secundarias: estadísticas policiales de incidentes delictivos ocurridos en un periodo de un año luego de la ejecución del proyecto. ✓ Encuestas a usuarios sobre nuevas técnicas tecnológicas implementadas en las 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponibilidad de stock de repuestos en comercio local. ✓ Decremento de la delincuencia en la zona de influencia, como producto de la nueva iluminación por las noches. ✓ Adaptabilidad del uso de tecnologías modernas que promuevan el desarrollo de las actividades económicas

	<p>incorporadas a los procesos productivos de la comunidad, luego de 2 años de operación.</p> <p>✓ Cantidad de negocios originados por el acceso a electricidad, luego de 2 años de operación.</p>	<p>actividades económicas de la comunidad.</p> <p>✓ Observación directa de nuevo emprendimiento en la zona de influencia.</p>	
<p>Productos o componentes:</p> <p>1. Adquiridos e instalados el equipamiento de sistema fotovoltaico (panel, controlador, inversor y batería) por vivienda en la comunidad Vida Caño Seco.</p> <p>2. Adquiridos los materiales e insumos para las instalaciones eléctricas domiciliarias.</p> <p>3. Capacitados los usuarios en la instalación y mantenimiento preventivo del sistema fotovoltaico.</p>	<p>✓ Cantidad de unidades de kits fotovoltaicos instaladas, evaluados cada 2 meses durante el periodo de ejecución.</p> <p>✓ Cantidad de instalaciones domiciliarias instaladas.</p> <p>✓ Cantidad de personas que recibieron las capacitaciones.</p>	<p>✓ Informes generados por personal técnico responsable.</p> <p>✓ Observación directa y registro en bitácora del supervisor de proyecto.</p> <p>✓ Listado de asistencia de pobladores a eventos de capacitación programada.</p>	<p>✓ Disponibilidad en comercio de materiales y equipos para kits de sistemas fotovoltaicos e instalaciones eléctricas domiciliarias necesarios según diseño.</p> <p>✓ Interés de asistir a eventos de capacitación por parte de la población.</p> <p>✓ Condiciones climáticas favorables.</p> <p>✓ Transporte seguro de materiales y equipos.</p>
<p>Insumos o actividades:</p> <p>1.1. Invitar a empresas a presentar proformas para los estudios.</p>	<p>a. Costo administrativo por extender invitaciones a oferentes, evaluación de las propuestas recibidas con</p>	<p>✓ Libros contables.</p> <p>✓ Facturas de compras de equipos y materiales.</p>	<p>✓ Estabilidad en precios de mercado de los insumos.</p>

<p>1.2. Evaluar las propuestas.</p> <p>1.3. Adjudicar a la empresa seleccionada.</p> <p>2.1. Invitar a empresas a presentar proformas para los estudios.</p> <p>2.2. Evaluar las propuestas.</p> <p>2.3. Adjudicar a la empresa</p> <p>3.1. Crear las condiciones para las capacitaciones a pobladores (garantizar espacio físico, medios y gastos administrativos).</p> <p>3.2. Informar e incentivar a la población sobre la programación en que se impartirán los seminarios.</p>	<p>personal técnico y financiero, para la adjudicación de la empresa tendrá un costo de 700 US\$.</p> <p>b. La actividad correspondiente a las capacitaciones para los pobladores en materia de operación y mantenimiento de los kits solares tendrá un costo de 630 US\$. Lo que incluye toldos, sillas, mesas de trabajo, renta de vehículo de transporte, refrigerios. El personal y los equipos para la realización de las capacitaciones correrán por cuenta de la empresa adjudicada.</p>	<p>✓ Recibos de pago por servicios varios.</p>	<p>✓ Disponibilidad de especialistas (empresas locales).</p> <p>✓ Aceptación de las familias a la introducción de cambio tecnológicos.</p>
--	---	--	--

4. ESTUDIO DE MERCADO

4.1. Objetivos del Estudio de Mercado

El objetivo del estudio de mercado para nuestro caso, es identificar y determinar la oferta, demanda, condiciones de vida, actividades económicas y actual forma que satisfacen las necesidades en ausencia del servicio eléctrico en la comunidad vida caño seco.

4.2. Caracterización del mercado donde se desarrollará el proyecto

A como se menciona en diagnóstico del área de influencia y de servicio, el mercado en estudio es en la comunidad Vida Caño Seco, ubicada en el municipio de El Tuma La Dalia, conteniendo 310 habitantes, en 58 viviendas, 01 iglesia evangélica y una escuela primaria. La actividad económica es principalmente la agricultura comercializada con compradores aledaños a la zona. Actualmente no cuentan con energía eléctrica y usan sustitutos de la misma tales como: keroseno en candiles y candelas para iluminación, focos y radios de batería, existe 01 vivienda que cuentan con kit solar artesanal directo (sin batería) para carga de teléfonos.

4.3. Definición del producto o servicio

El servicio que se ofrece para suplir la necesidad energética es la implementación de kit fotovoltaico autónomo para cada vivienda en la comunidad vida caño seco, este kit cuenta con los siguientes productos: Panel Solar capacidad de 2x580Watt 48VDC, Inversor híbrido de 3KW/220V/48Vdc, Batería de Gel de 12V/200Ah, Sistema eléctrico Domiciliar básico (04 Bujía led 6w, 02 tomacorriente 15A 120V, 01 apagador doble 15A 120V y 01 apagador sencillo 15A 120V, panel eléctrico 04

espacios Barra 125A/120V BT², BN³ con 01 breaker 15A bipolar y 02 unipolar de 15A).

4.4. Análisis de la demanda

4.4.1. Presentación de datos y análisis de fuentes

Se realizó visita a cada vivienda en la comunidad vida caño seco, tanto en el sector la “La Sonia” como en “San Juan”, en donde se puede apreciar en la gráfica No.8 los diversos porcentajes que abarcan cada fuente de energía sustituta usada por los pobladores.

Dentro de este se puede ver que según encuesta la **demandada insatisfecha** con la información recabada de los 60 usuarios (310 habitantes), de acuerdo a tabla No. 4 se cuantifica la iluminación artificial requerida, así mismo, en tabla No. 5 se identifican los electrodomésticos necesitados por los habitantes con el uso de energía eléctrica. Y a partir de estos datos se construye censo de carga eléctrico promedio por vivienda (tabla No. 9/pág. 56) con el que se determina que la energía eléctrica consumida o consumo de energía eléctrica insatisfecha por mes es de 102.35 KWh/usuario y 6.141 MWh/mes por toda la comunidad Vida Caño Seco.

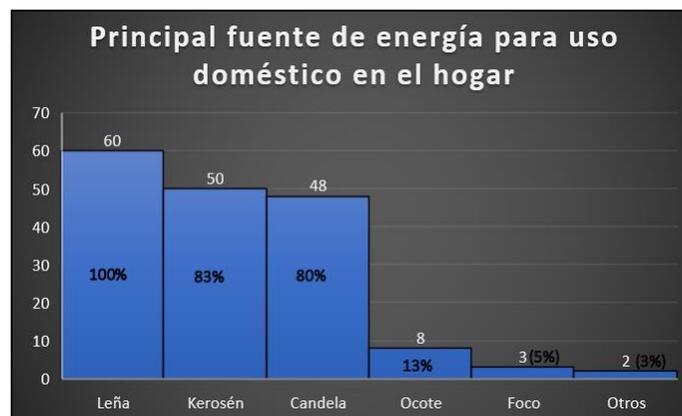


Figura No.8 Fuentes de energía doméstica. (Fuente propia)

² Barra de puesta a tierra.

³ Barra de neutro.

Nótese en la figura anterior, que el 100% de pobladores utilizan leña, 83% Keroseno, 80% candela, 13% Ocote, 5% Focos y 3% otros sustitutos (trapos, bolsas plásticas, cartones, cajillas de huevo, etc.).

En la comunidad Vida Caño Seco no se encontraron pulperías, por lo que los **medios de distribución** de estos sustitutos son visitando pulperías en comunidades vecinas como; comunidad Brasilia ubicada a 3.6 Km, un caserío “La Esperanza” ubicada a 1.1 Km y a 2.4 Km la comunidad Tapasle, distancias tomadas con referencia a la Comunidad Vida caño Seco.

De esta manera se obtuvo mediante observación directa **el precio o costos unitario** de los principales sustitutos de energía, donde la vela tiene un precio de US\$ 0.1, el keroseno US\$ 0.81, la pila o batería US\$ 0.48 y la carga de batería de celular de US\$ 1.43.

En la Figura No.9 se puede observar los rangos de costos mensuales incurridos por la compra de sustitutos de energía, así mismo los porcentajes de cada categoría de montos, en donde el 45% de los pobladores gastan entre C\$101.00 a C\$150.00 córdobas y el 25% gastan entre C\$151.00 a C\$200.00 córdobas al mes, siendo estos los más significativos.

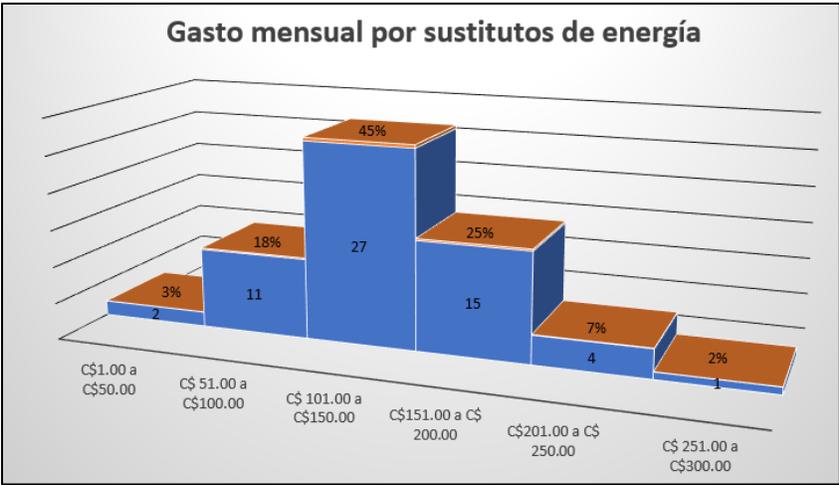


Figura No.9: Gasto mensual por sustitutos de energía. (Fuente propia)

En la figura No. 10 se indican los diversos incidentes que han pasado en el año 2022 relacionados con la falta de iluminación en la comunidad vida caño seco, nótese que los robos en las viviendas presentan mayor índice de ocurrencia con un 39% (07), seguido de los accidentes de los pobladores con un 22% (04), un 17% (03) de movilidad disminuida a causa de temor de transitar por la noches, otro 11% (02) relacionado con abigeatos y por ultimo un 11% (02) por otras causas (poca afinidad a existencia de sistema eléctrico).

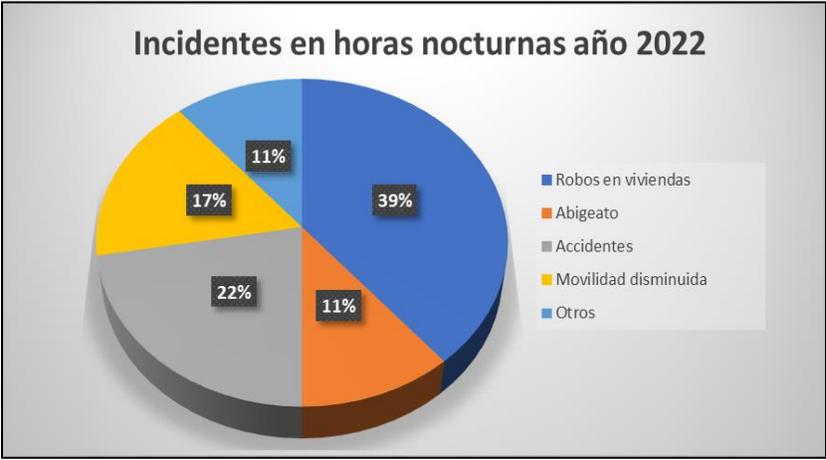


Figura No. 10: Incidentes en horas nocturnas en la comunidad, año 2022. (Fuente propia)

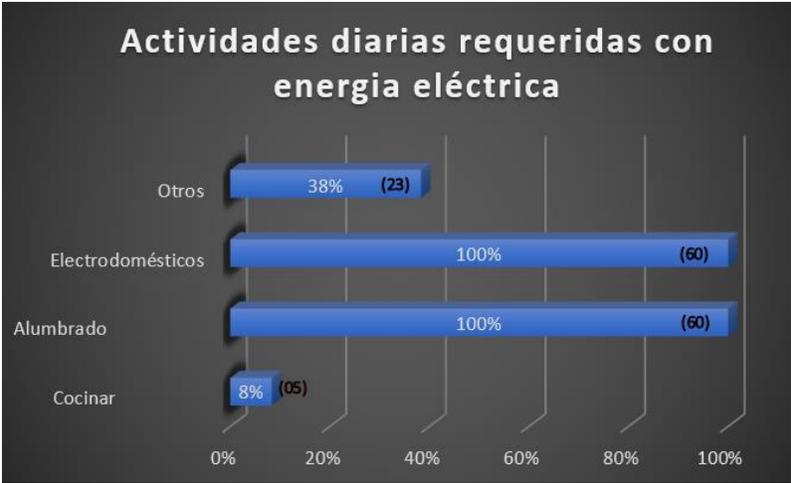


Figura No. 11: Actividades diarias requeridas con energía eléctrica. (Fuente propia)

En visita a la comunidad, mediante encuesta casa a casa se identificaron los diversos usos que los pobladores darían a la energía eléctrica en su vida cotidiana, en donde el 100% (60 servicios) usaran alumbrado y electrodomésticos mencionando; televisión, radios, cargas celulares, abanicos, refrigerador, etc. a su vez un 38% (23 viviendas) manifestaron el uso de la energía eléctrica en otras actividades tales como; agropecuaria, pequeños talleres de ebanistería. Por último, un 8% (05 viviendas) expresaron usar la energía eléctrica para uso de cocina, principalmente cafeteras o teteras (ver figura No 11).

En la figura No.12 se muestran los resultados extraídos y recopilados en encuesta a los pobladores, referente a la capacidad de pago para adquirir un kit solar para el uso de energía eléctrica. La mayoría con un 72% (43 viviendas) indico que podía pagar una cantidad no mayor de C\$ 50.00 mensual, otro 23% (14 viviendas) pudieran pagar una cantidad no mayor a C\$ 100.00 mensual y un 05% (03 viviendas) pudieran pagar una cantidad no mayor a C\$ 150.00 mensual. Estos datos se justifican debido al poco desarrollo económico de la comunidad.

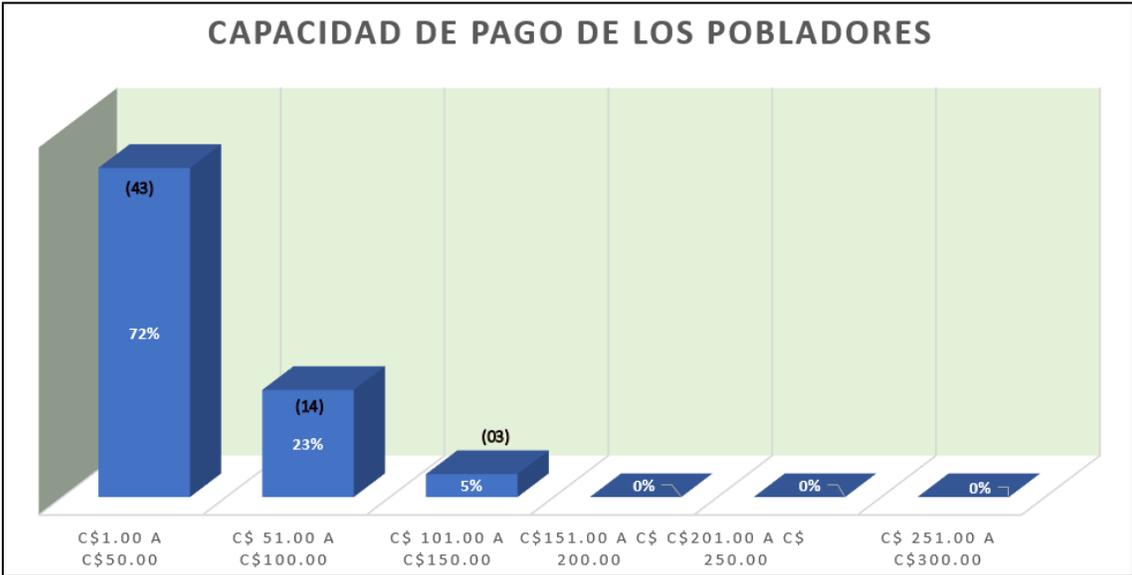


Figura No.12: Capacidad de pago de los pobladores de comunidad Vida Caño Seco.
(Fuente Propia)

Empleando las fuentes de verificación primarias (encuestas), pudimos denotar el tipo de infraestructura de las viviendas. Como se muestra en la Tabla No. 3 el 86.7% de las viviendas están construidas de madera, un 10% de concreto y 3.3% construcción a base de adobe y talquezal. Cabe mencionar que todos los techos de las casas están cubiertos con láminas de zinc.

Tabla No. 3: Tipo de vivienda según encuestas. (Fuente Propia)

Ítem	Descripción	Cant. Viviendas	% Viviendas
1	Casa de Madera	52	86.7%
2	Casa de Concreto	6	10.0%
3	Casa de Zinc	2	3.3%
4	Rancho de Adobe y talquezal	0	0.0%
5	Otro	0	0.0%
TOTAL		60	100%

De igual manera, se consultó a los encuestados sobre la cantidad de lámparas que requerirán para la iluminación de sus hogares. Observando en la Tabla No. 4, que el 65% propusieron usar 4 unidades, un 18.3% menciona que usaría 6 unidades, el 3.3% 02 unidades y un 13.3% hasta 8 unidades.

Tabla No. 4: Cantidad de lámparas por vivienda. (Fuente Propia)

Ítem	Descripción	Cant. Viviendas	% Viviendas
1	2 x 6W	8	13.3%
2	4 x 6W	39	65.0%
3	6 x 6W	11	18.3%
4	8 x 6W	2	3.3%
TOTAL		60	100%

Otro punto contemplado en la encuesta a los habitantes de la comunidad Vida Caño Seco son los tipos de electrodomésticos considerados a usar una vez que tengan el servicio eléctrico. En la Tabla No. 5 se muestran los resultados, siendo el televisor y la radio los que se usarían en un 100% de las viviendas, seguido por un 71.7% para carga de celulares, 63.3% uso de abanicos, 43.3% refrigerador, 18.3% licuadoras, 5% plancha eléctrica, 3.3% lavadora y por último con un 1.7% Microondas.

Tabla No. 5: Electrodomésticos a usar con energía eléctrica (Fuente Propia)

Ítem	Descripción	Cant. Viviendas	% Viviendas
1	Plancha	3	5.0%
2	Televisor	60	100.0%
3	Cargador de celular	43	71.7%
4	Lavadora	2	3.3%
5	Radio	60	100.0%
6	Abanico	38	63.3%
7	Licuadora	11	18.3%
8	Microonda	1	1.7%
9	Refrigerador	26	43.3%

Así mismo, en la Tabla No. 6 se presenta la diversificación por género y edad a detalle de los habitantes de la comunidad Vida Caño Seco, identificando como resultado del censo que son 310 habitantes, de los cuales el 47% (145) son hombres y 53% (165) son mujeres.

Tabla No. 6: Cantidad de habitantes por rango de edad. (Fuente Propia)

Rango edad (años)	Hombre		Mujer	
	Cantidad	%	Cantidad	%
0 – 4	6	2%	8	3%
5 – 9	9	3%	11	4%
10 – 14	11	4%	14	5%
15 – 19	13	4%	15	5%
20 - 24	11	4%	13	4%
25 – 29	21	7%	15	5%
30 – 34	17	5%	23	7%
35 – 39	5	2%	7	2%
40 - 44	15	5%	18	6%
45 – 49	8	3%	4	1%
50 – 54	5	2%	8	3%
55 – 59	12	4%	4	1%
60 – 64	3	1%	8	3%
65 – 69	4	1%	7	2%
70 - 74	2	1%	5	2%
75 - 79	2	1%	3	1%
80 - 100	1	0%	2	1%
Sub Total	145	47%	165	53%
Cantidad Total Habitantes			310	

También se logró determinar las actividades económicas y productivas a las que se dedican los jefes de hogar. Según Tabla No. 7 el 45% practican la agricultura, el 22% es comerciante, un 5% practica la ganadería, otro 3% es albañil y carpintero, el 2% es maestro de escuela y un 19% (otros) poseen empleo informal como venta de leña, entre otros.

Tabla No. 7: Actividad a que se dedican los jefes de hogar. (Fuente Propia)

Ítem	Descripción	Cant. Viviendas	% Viviendas
1	Agricultor	26	45%
2	Ganadero	3	5%
3	Comerciante	13	22%
4	Albañil	2	3%
5	Carpintero	2	3%
6	Maestro de escuela	1	2%
7	Otros	11	19%

Por último, en la encuesta se abordó el ingreso promedio mensual por familias u hogares, el cual se puede ver a detalle en la Tabla No. 8 y la figura No. 13, donde los predominantes fueron ingresos de C\$ 3,001 a C\$ 5000 en un 38% e ingresos entre C\$ 2,001 a C\$ 3,000 con un 26%. Con lo cual se puede concluir que los habitantes tienen un nivel de ingreso considerable, sin embargo, este análisis se debe al reconocimiento de la capacidad de pago de una cuota simbólica, con el fin de fomentar cultura de pago y apropiarle un valor al sistema fotovoltaico implementado, a la vez esto provoca que los usuarios cuiden los equipos según capacitaciones impartidas.

Tabla No. 8: Ingreso promedio mensual por familias

Ítem	Descripción	Cant. Viviendas	% Viviendas
1	01.00 C\$ – 1000.00 C\$	2	3%
2	1,001.00 C\$ - 2,000.00 C\$	6	10%
3	2,001.00 C\$ - 3,000.00 C\$	15	26%
4	3,001.00 C\$ - 5,000.00 C\$	22	38%
5	5,001.00 C\$ - 7,000.00 C\$	7	12%
6	7,001.00 C\$ - 10,000.00 C\$	4	7%
7	10,001.00 C\$ - a más	2	3%

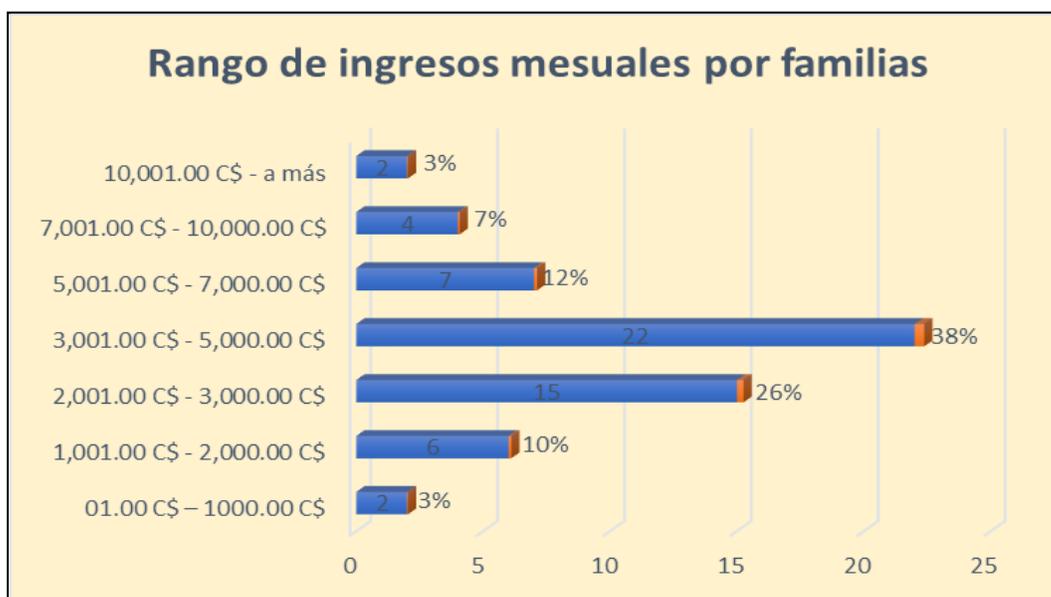


Figura No.13: Ingreso promedio mensual por familia. (Fuente propia)

4.5. Análisis de la oferta.

4.5.1. Oferta sin proyecto

En visita in situ a la comunidad Vida Caño Seco, se observó la ausencia de pulperías que suministren los sustitutos de energía eléctrica, por lo que los habitantes recurren a comunidades cercanas como: comunidad Brasilia ubicada 3.6 Km al noreste de Vida Caño Seco, en la cual se encuentran varias pulperías, también se identificó un caserío “La Esperanza” ubicada a 1.1 Km al noroeste de Vida Caño Seco, que cuenta con una pulpería, además a 2.4 Km al noroeste de la entrada de la comunidad Vida Caño Seco se identificó la comunidad Tapasle.

Adicional se observó que el habitante Enrique López presta el servicio de carga de batería de celulares, por medio de un kit fotovoltaico (sin batería), ubicado en la comunidad Vida Caño Seco a 300 mts al noroeste de la escuela que lleva el mismo nombre de la comunidad.

4.5.2. Oferta con proyecto

En base a datos e información recolectada por medio de encuestas realizadas en la comunidad Vida Caños Seco, se estima la instalación de un sistema fotovoltaico autónomo (OFF-GRID) con una capacidad de potencia instalada de 1.0 KW con los distintos componentes necesarios para su operación, los cuales son calculados en la sección de estudio técnico, con obras adicionales como son las instalaciones eléctricas domiciliarias (iluminación con accesorios y tomacorrientes).

4.6. Proyección de la brecha oferta-demanda

En la situación sin proyecto por más que la demanda trate de incrementarse, esta se mantendrá estática ya que depende del suministro u oferta de los sustitutos de energía equivalentes a 13.09 KWh/mes por usuario a un precio de US\$ 1.41 KWh (tabla No 28/pág. 89).

Sin embargo, en la situación con proyecto para la alternativa del sistema fotovoltaico autónomo la oferta y demanda está limitada por la capacidad del sistema de generación eléctrica local, cuya oferta o capacidad instalada de generación de energía es de 4.26 KWh/día por usuario considerando un factor de seguridad del 25% y una demanda promedio de energía de 3.41 KWh/día por usuario en base a censo de carga eléctrico (tabla No. 9/pág. 56) y un precio de US\$ 0.1462 KWh durante todo el horizonte de evaluación (tabla No.30/pág. 90).

En el caso de la alternativa de la extensión de la red de distribución de Disnorte-Dissur, la oferta se considera con la facultad de proveer cualquier demanda futura del área de influencia, esta demanda se incrementa a razón del aumento de los usuarios, lo que se puede observar en (tabla No. 30/pág. 90) como consumo total anual de energía en el transcurso de los 20 años de operación del horizonte de evaluación, estimando un consumo de energía por usuario de 102.35 KWh al mes

a un precio de US\$ 0.1462 KWh. Las tablas se ingresaron en las secciones donde corresponden en base a **metodologías del Sistema Nacional de Inversión Pública – SNIP**.

5. ESTUDIO TÉCNICO

5.1. Objetivos del estudio de técnico

Para el desarrollo del presente estudio, se abordan las 2 alternativas mencionadas en la sección alternativas de solución, como son; (i) **implementación de un kit de sistemas fotovoltaicos autónomos para cada vivienda** y (ii) **extensión de la red de distribución eléctrica Disnorte-Dissur**.

Iniciando con la elaboración de un censo de carga eléctrico promedio de los equipos que se utilizaran en las viviendas, y a partir de este se realiza y presentan los resultados del diseño de cada alternativa de solución de interés antes mencionadas.

5.2. Localización del proyecto

El proyecto se ubica en la comunidad Vida Caño Seco, del municipio El Tuma – La Dalia, Matagalpa. Este municipio se encuentra a 175 Km de la ciudad de Managua, además limita al norte con Jinotega, El Cuá y San José de Bocay, al sur con Matiguas y San Ramón, al este con Rancho Grande y al oeste con el municipio de Matagalpa.

Las coordenadas geográficas UTM de la comunidad Vida Caño Seco son 650196.00m E 1440826.00 m N, en donde para el caso de la alternativa del sistema fotovoltaico autónomo se ubica un kit fotovoltaico en cada vivienda y para la alternativa de extensión de la red de distribución la cobertura de esta será en toda la comunidad Vida Caño Seco.

5.3. Capacidad tecnológica

De acuerdo a diseños realizados en la sección de estudio técnico, el sistema fotovoltaico contara con una capacidad de energía de 4.26 KWh/día, paneles fotovoltaicos de 580W/48V, 04 baterías NEWMAX 12V/200A para un arreglo que se adecua a un sistema de 48V, un inversor EPEVER hibrido 3KW/220V/48VDC y la instalación eléctrica intradomiciliar. Ver ficha técnica de estos equipos en anexo 1, 2 y 3.

En el caso de la alternativa de la extensión de la red de distribución está considerando la tasa de crecimiento poblacional de la zona y la proyección de incremento de la energía eléctrica consumida por los usuarios se determina que la capacidad y tecnología son más que suficientes, en donde la red es tipo aérea para baja y media tensión, se utilizaran transformadores de tensión para convertir el voltaje de 24.9 KV a 240V/120V, medidores o contadores de energía para medir la energía y calcular la facturación de cada casa o usuario, y postes de concreto y madera de 30' y 35' donde las condiciones y características del relieve lo amerite.

5.4. Determinación del censo de carga eléctrico

En la tabla No. 9, se presenta el censo de carga eléctrico promedio aplicable a cada vivienda, estimado a partir de tabla No 5/pág. 49, en donde se puede apreciar que los equipos de mayor uso son; televisor, radio, abanico, carga de celulares, licuadora y refrigerador, además en tabla No 4/pág. 48 se observa que el número de lámparas requeridas en un 67 % de las viviendas es de 4 unidades.

Tabla No. 9: Censo de carga eléctrico promedio de viviendas (Fuente propia)

Equipos a Instalar				Carga monofasica				HRS/USO (diario)	KWh/dia (total)	KWh/mes (total)
Item	Cant	Descripción	Hilos	Vn (V)	In (A)	P (KW)	Total (KW)			
1	1	Refrigerador 9 pies cubicos	2+G	120	1.4	0.160	0.160	12	1.915	57.456
2	1	Abanico	2+G	120	0.5	0.060	0.060	6	0.360	10.800
3	1	Televisor 32"	2+G	120	1.1	0.125	0.125	4	0.502	15.048
4	2	Bujia LED interior	2+G	120	0.05	0.006	0.012	5	0.060	1.800
5	2	Bujia LED exterior	2+G	120	0.05	0.006	0.012	5	0.060	1.800
6	1	Licuada	2+G	120	3.6	0.410	0.410	0.5	0.205	6.156
7	1	Radio	2+G	120	0.45	0.051	0.051	6	0.308	9.234
8	1	Carga de celular	2+G	120	0.02	0.002	0.002	1	0.002	0.054
								Total	3.41	102.35
KW Monofásicos Instalados							0.83			
Factor de Demanda							0.65			
KW Monofásicos Máximos							0.54			
Factor de Carga							0.70			
KW Monofásicos Promedio							0.38			
Factor de Potencia							0.90			
KVA Monofásicos Promedio							0.42			

5.5. Alternativa de implementación de un kit de sistema fotovoltaico autónomo por vivienda

5.5.1. Diseño sistema fotovoltaico

Para la realización del diseño del sistema fotovoltaico se debe conocer las horas solares pico (HSP) del área de influencia, obtenido de la web de la nasa los datos de El Tuma – La Dalia, Matagalpa. En donde se puede ver que incluso para la inclinación óptima, la HSP más desfavorable es en el mes de julio con 4.21, se usa la más desfavorable ya que para los demás meses se cubre la demanda fácilmente.

Tabla No. 10: Horas solares pico de El Tuma – La Dalia por mes. (NASA, 2023)

PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	4.12	4.61	5.31	5.33	4.74	4.36	4.17	4.57	4.88	4.55	4.2	3.9
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	4.05	4.55	5.28	5.33	4.75	4.38	4.19	4.58	4.86	4.52	4.14	3.83
SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE	4.47	4.86	5.41	5.24	4.56	4.17	4.01	4.45	4.88	4.7	4.51	4.29
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	4.67	4.92	5.28	4.9	4.17	3.79	3.66	4.13	4.66	4.66	4.66	4.53
SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	3.13	2.79	2.31	1.63	1.58	1.55	1.51	1.53	1.93	2.46	2.98	3.13
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL	4.69	4.92	5.41	5.33	4.77	4.41	4.21	4.58	4.9	4.71	4.66	4.56
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG	31.5	20.5	9.5	-3	-9	-15	-11.5	-6.5	4.5	14.5	26.5	33
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG_ORT	S	S	S	N	N	N	N	N	S	S	S	S

Se debe seleccionar panel fotovoltaico a usar, cuyas características son las correspondientes a 580 W de la tabla No. 11, identificando Corriente de cortocircuito como $I_{sc} = 15.94$ A, Voltaje en circuito abierto como $V_{oc} = 46.3$ V.

Tabla No. 11: Ficha técnica de panel fotovoltaico. (ECAMI, s.f.)

DATOS ELÉCTRICOS (STC)					
Potencia Máxima Watts- P_{MAX} (Wp)*	560	565	570	575	580
Tolerancia de Potencia- P_{MAX} (W)	0 ~ +5				
Voltaje Máxima- V_{MPP} (V)	38.0	38.3	38.5	38.8	39.0
Corriente Máxima- I_{MPP} (A)	14.72	14.76	14.79	14.83	14.86
Tensión de Circuito Abierto- V_{OC} (V)	45.3	45.6	45.8	46.1	46.3
Corriente de Corto Circuito- I_{sc} (A)	15.76	15.81	15.85	15.90	15.94
Eficiencia del Módulo η_m (%)	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5

STC: Irradiación 1000W/m², Temperatura de Célula 25°C, Masa de Aire AM1.5 *Tolerancia de Medición: ±3%.

Calculando la energía generada por un panel fotovoltaico a partir de la siguiente fórmula, se obtiene:

$$E_{panel} = W_p \times HSP \times 0.9 = 580 \text{ W} \times 4.21 \times 0.9 = 2,197.62 \text{ Wh} = \mathbf{2.197 \text{ KWh}}$$

Continuando con el diseño se calcula el consumo diario de la siguiente manera:

$$\text{Consumo diario} = \text{KWh/día del censo} \times 1.25 = 3.41 \text{ KWh} \times 1.25 = \mathbf{4.26 \text{ KWh}}$$

Ahora se calcula el número de paneles necesarios en la instalación fotovoltaica de la siguiente manera:

$$\text{No. Paneles} = \frac{\text{Consumo diario}}{E_{\text{panel}}}$$

$$\text{No. Paneles} = \frac{4.26 \text{ KWh}}{2.197 \text{ KWh}} = 1.94$$

No. Paneles ≈ 2; los cuales se conectarán en paralelo, como se presenta en el diagrama de la figura No. 14

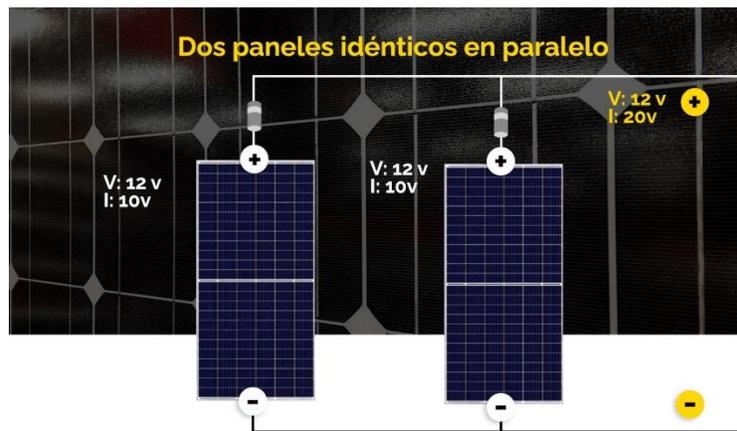


Figura No. 14: Paneles en conexión paralela. (SOLARAMA, s.f.)

Luego se calcula la capacidad del banco de batería a utilizar para almacenamiento de energía, de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad BAT.} = \frac{\text{Consumo diario} \times \text{días de autonomia} \times 1.15}{\text{Profundidad de descarga} \times \text{Tensión}}$$

$$\text{Capacidad BAT.} = \frac{4.26 \text{ KWh} \times 1 \times 1.15}{0.8 \times 48 \text{ V}} = 127.58 \text{ Ah}$$

Se selecciona batería de gel de 200Ah / 12 V, con lo cual se requieren 4 baterías conectadas en serie para completar los 48 V del voltaje de trabajo. Ver diagrama de conexión en figura No. 15.



Figura. No 15: Ejemplo de conexión en serie de baterías. (TRITEC, s.f.)

Para la selección del regulador o controlador de carga, se debe calcular la capacidad de corriente del regulador a partir de la corriente de cortocircuito total generada ($I_{SCtotalgen}$), de la siguiente manera:

$$I_{SCtotalgen} = I_{SCpanel} \times \text{No. de Paneles en paralelo} = 15.96 \text{ A} \times 2 = \mathbf{31.88 \text{ A}}$$

$$I_{regulador} = 1.25 \times I_{SCtotalgen} = 1.25 \times 31.88 \text{ A} = 39.85 \text{ A} \approx \mathbf{40 \text{ A}}$$

Por último, se calcula la potencia del inversor monofásico 220V a seleccionar, a partir de la potencia instalada, mostrada a continuación:

$$P_{inversor} = 1.25 \times P_{instalada} = 1.25 \times 833 \text{ W} = 1,041.25 \text{ W} \approx \mathbf{1 \text{ KW}}$$

“Se selecciona ***inversor híbrido EPEVER 3KW/220V/48Vdc***, el cual cumple con las características calculadas para el controlador 40 Amperes e inversor 1 KW, en un solo equipo, reduciendo los costos de la instalación y número de elementos que componen el sistema”.

Se debe ilustrar el tipo de estructura y montaje de los paneles sobre el techo de las viviendas. (ver figura No. 16)

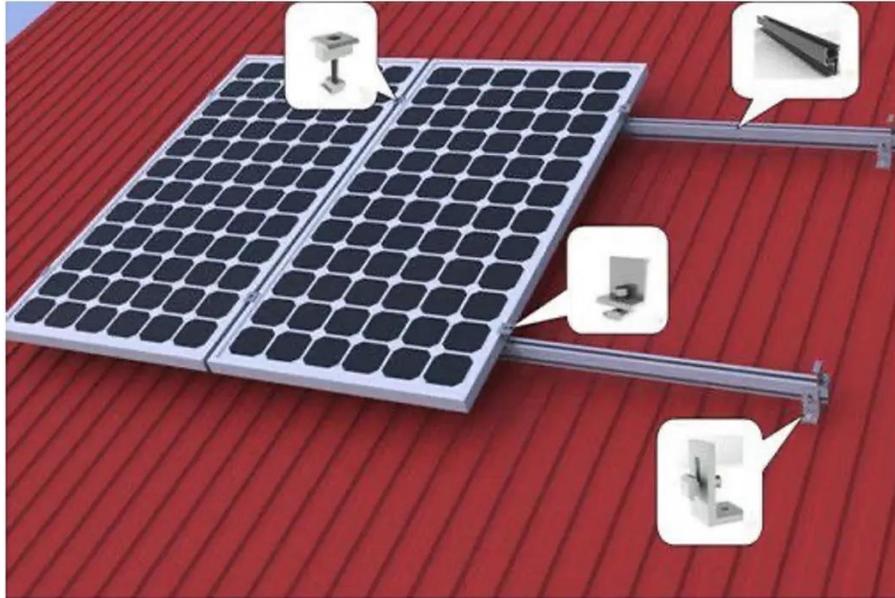


Fig. No. 16: Estructura de montaje para instalación paralela a techo. (DMUenergy, s.f.)

Para concluir, se presenta esquema de conexión del sistema fotovoltaico con sus componentes (ver figura No. 17). Cabe destacar que, entre los paneles y el inversor híbrido se debe colocar una protección termomagnética con ampacidad de 40 A, igual que la corriente del regulador de carga calculada previamente, y con conductor calibre 6 AWG. Y de 20 A entre inversor híbrido y baterías, con calibre de conductor 8 AWG, obtenido de:

$P_{\text{inversor}}: 1 \text{ KW}$

$$I_{\text{inversor}} = \frac{P_{\text{inversor}}}{\text{Voltaje inversor}}$$

$$I_{\text{inversor}} = \frac{1 \text{ KW}}{48 \text{ V}} = 20.83 \text{ A}$$

Adicional, se calcula la protección termomagnética entre el inversor híbrido y la carga domiciliar equivalente a 15 A (2 Polos), con calibre de conductor 8 AWG mínimo normado:

$$P_{\text{instalada}} = 833 \text{ W}$$

$$I_{\text{carga}} = \frac{P_{\text{instalada}} \times 1.25}{\text{Tensión de salida del inversor}}$$

$$I_{\text{carga}} = \frac{833 \text{ W} \times 1.25}{230 \text{ V}} = 4.53 \text{ A}$$

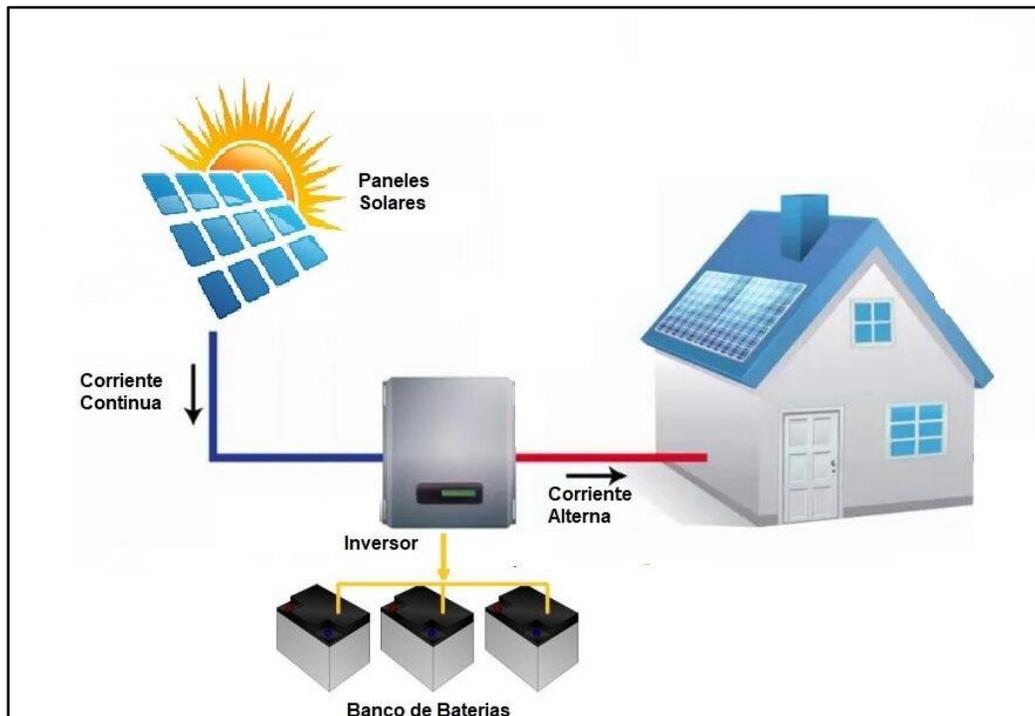


Figura No. 17: Esquema de sistema fotovoltaico OFF-GRID elegido. (SolarTechenergy, s.f.)

5.5.2. Presupuesto de inversión de Sistema fotovoltaico OFF-GRID

Como resultado del diseño del sistema fotovoltaico, se puede construir el presupuesto del mismo, el cual es equivalente al costo de inversión inicial para fines del estudio financiero y económico.

Tabla No. 12: Presupuesto de inversión de sistema fotovoltaico e instalaciones eléctricas domiciliarias

Descripción	Cantidad	Cantidad efectiva	Costo unitario (US\$)	Costo Total efectivo (US\$)
Panel fotovoltaico TRINA SOLAR VERTEX 580W	2	2	250	500.00
Baterías NEWMAX GEL 12V 200AH	4	4	360	1,440.00
Inversor EPEVER hibrido 3KW/120V/48VDC	1	1	800	800.00
Cable TSJ 2x6 AWG	1 m	30 m	9.23	276.90
Cable TSJ 3x8 AWG	1 m	35 m	5.34	186.90
Cable multifilar THHN 10 AWG - Caja de 100 M (72.5 US\$)	1 m	10 m	0.725	7.25
Panel CH monofasico 4 espacios (Tipo: CH4L125SP)	1	1	75.86	75.86
Interruptor termomagnetico 40 A - 2 Polos	2	2	23.14	46.28
Interruptor termomagnetico 20 A - 2 Polos	1	1	14.32	14.32
Breaker para panel CH 15 A - 2 Polos (Tipo: CH215)	1	1	19.64	19.64
Breaker para panel CH 15 A - 1 Polos (Tipo: CH115)	2	2	14.46	28.92
Riel DIN omega (3 M)	1 m	0.3 m	9.77	2.93
Mraíl de 4.15 m	2	2	33.9	67.80
Union de Mraíl	2	2	2.19	4.38
Accesorio L	6	6	3.3	19.80
Accesorio Mclamp (abrazadera intermedia)	10	10	3.14	31.40
Accesorio Eclamp (abrazadera final)	4	4	2.86	11.44
Cable No. 12 AWG -Caja 100 M (52 US\$)	100	300	156	156.00
Tomacorriente 120V/15A	4	4	0.96	3.84
Tubo conduit PVC 1/2" + accesorios	8	8	2	16.00
Apagador sencillo	1	1	1.03	1.03
Apagador doble	1	1	1.82	1.82
Caja 2x4 PVC	6	6	0.46	2.76
Caja 4x4 PVC	3	3	1.1	3.30
Cepo para lampara	4	4	0.88	3.52
Lampara LED 6W	4	4	1.36	5.44
			Total (US\$)	3,727.53

5.5.3. Montaje de equipos

Los pasos para el procedimiento de montaje de los paneles solares fotovoltaicos se describen a continuación (AUTOSOLAR.CO, s.f.):

1. **Montaje de los soportes de la instalación fotovoltaica:** antes de ubicar en su sitio los paneles solares, es obligatorio emplazar las estructuras que necesitan los mismos sobre el tejado, Según el tipo y la pendiente de éste, se diferenciará el modelo de estructura que se vaya a usar. Donde hay que buscar la inclinación idónea de los mismos y estabilizar la estructura con el fin de que no se produzca “el efecto vela” (es decir, que el viento no se lleve por delante la estructura y los paneles).

2. **Sujeción al tejado y de los paneles solares:** Una vez le hayamos encontrado una ubicación a la estructura, tendremos que sujetarla al tejado e instalar los paneles fotovoltaicos encima. Este proceso se realiza de distintas maneras, en función del tipo y pendiente de la cubierta.

Después de colocar y sujetar la estructura sobre el tejado, se instalarán los módulos sobre ella y se realizará la interconexión entre ellos, y finalmente se conectarán al inversor.

3. **La conexión al inversor eléctrico:** La interconexión de los paneles debe hacerse en serie entre los bloques de la misma fila y en paralelo entre las filas, todo ello teniendo en cuenta la configuración de los paneles y el inversor. Estas conexiones son facilitadas por los conectores MC4 ya sea entre los módulos en paralelo o de forma directa al inversor. Es muy recomendable que se ajuste perfectamente la conexión entre conectores ya que si hay una conexión eficiente repercutirá directamente de forma negativa al rendimiento de nuestra instalación, incluso llegando a ocasionar problemas como los conocidos puntos calientes, que pueden llegar a afectar incluso a la estructura del panel.

Así es como toda la generación eléctrica por parte de los paneles de nuestro sistema se reconduce a un único punto, el inversor.

Para finalizar, tendremos que hacer una conexión en paralelo, la cual puede realizarse sobre el inversor directamente, poniendo fin de esta forma a la parte de la instalación de corriente continua (CC), y conduciendo de esta forma toda la energía recogida por los paneles a través de la radiación solar en forma de corriente eléctrica hasta el inversor, el cual situaremos siempre próximo a nuestro cuadro eléctrico.

4. **Conexión de las baterías:** Hay de más de una forma de realizarlo, esta variara en función de la tensión y la capacidad que precisemos. La conexión de las baterías puede hacerse de tres formas: en paralelo, en serie o en serie y paralelo, pero siempre con baterías iguales. En el caso de realizar una conexión en paralelo lo que hacemos es duplicar la capacidad de las baterías manteniendo la misma tensión. Con una conexión en serie obtendremos el resultado opuesto, doblaremos la tensión manteniendo la capacidad de las baterías. Por último, si optamos por una conexión en serie y paralelo, tanto la capacidad como la tensión serán del doble

5.5.4. Plan de mantenimiento de sistema fotovoltaico OFF-GRID

Es de vital importancia el correcto mantenimiento del sistema fotovoltaico, por tal razón se presenta el siguiente plan de mantenimiento para sistemas fotovoltaicos OFF-GRID recomendado, para su optimo funcionamiento y garantía del cumplimiento de su vida útil. (ver tabla No. 13).

Tabla No. 13: Plan de Mantenimiento y Servicio de sistema fotovoltaico OFF-GRID

1	Inspección General	
Ítem	Descripción del Servicio	Frecuencia
1.1	Inspección visual de las condiciones generales del sitio, del arreglo, equipo eléctrico, estructura de montaje, generadores de sombras, daños por acción de animales, erosión, corrosión o decoloración de los módulos	Una vez al año
1.2	Inspección y corrección si fuese necesaria del estado de apriete de las conexiones eléctricas y puesta a tierra	Una vez al año
1.4	Prueba de interruptores y desconectores para asegurar que operen libremente	Una vez al año
2	Realizar mantenimiento preventivo del inversor de acuerdo con las instrucciones	
Ítem	Descripción del Servicio	Frecuencia
2.1	Limpieza del equipo	Una vez al año
2.3	Limpiar o remover polvo en los disipadores de calor del inversor de acuerdo con las especificaciones del fabricante	Una vez al año
2.4	Verificar torque y reapretar conexiones en el inversor.	Una vez al año
3	Mantenimiento del arreglo FV	

Ítem	Descripción del Servicio	Frecuencia
3.1	Lavado de todos los módulos con agua sin químicos utilizando un método aprobado por el propietario	Una vez al año
3.3	Remover restos de vegetación, semillas, nidos de aves, hojas u otros desechos	Una vez al año
4	Mantenimiento del banco de baterías	
Ítem	Descripción del Servicio	Frecuencia
4.1	Registrar tensiones en cada una de las baterías y controlador de carga	Una vez al año
4.2	Revisar presencia de animales en el banco de baterías	Una vez al año
4.4	Revisar que las baterías no presenten deformaciones o existan señales de derrame del electrolito.	Una vez al año
4.5	Verificar gravedad específica del electrolito si aplicable	Una vez al año
5	Preparación de Informe	
Ítem	Descripción del Servicio	
5.1	Documentar el detalle del trabajo de mantenimiento realizado, resultados de las observaciones, trabajo hecho, resultado de las mediciones y resultados de las	
5.2	Incluir no conformidades encontradas e identificar posibles problemas de corto y largo plazo	

5.6. Alternativa Extensión de la red de distribución eléctrica Disnorte-Dissur

5.6.1. Diseño de red de distribución eléctrica

Para la realización del diseño de la prolongación de red eléctrica que llegara hasta la comunidad Vida Caño Seco, se procede primero con un levantamiento in situ para evaluar las condiciones de la red existente y encontrar el punto de entronque donde empezaría la nueva red eléctrica.

El levantamiento consiste en ubicar las casas de los habitantes a través de un GPS coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) de la misma manera trazar el camino o Track para tener nociones de cómo es su trayectoria y saber la ubicación de los apoyos o postes de la red. Esto nos permitirá sacar las distancias de

acometidas domiciliarias respecto a los postes de concreto. Las características topográficas del área de influencia se pueden ver en el anexo 4.



Figura No. 18: Punto de entronque a red de distribución existente. (Fuente Propia)

En la foto anterior se puede observar un poste de concreto de 40' de altura con una estructura tipo MT-606/C (Doble remate de línea primaria en voltaje 14.4/24.9KV) según Norma ENEL 98. En este punto iniciaría la prolongación de la red hacia comunidad Vida Caño Seco.

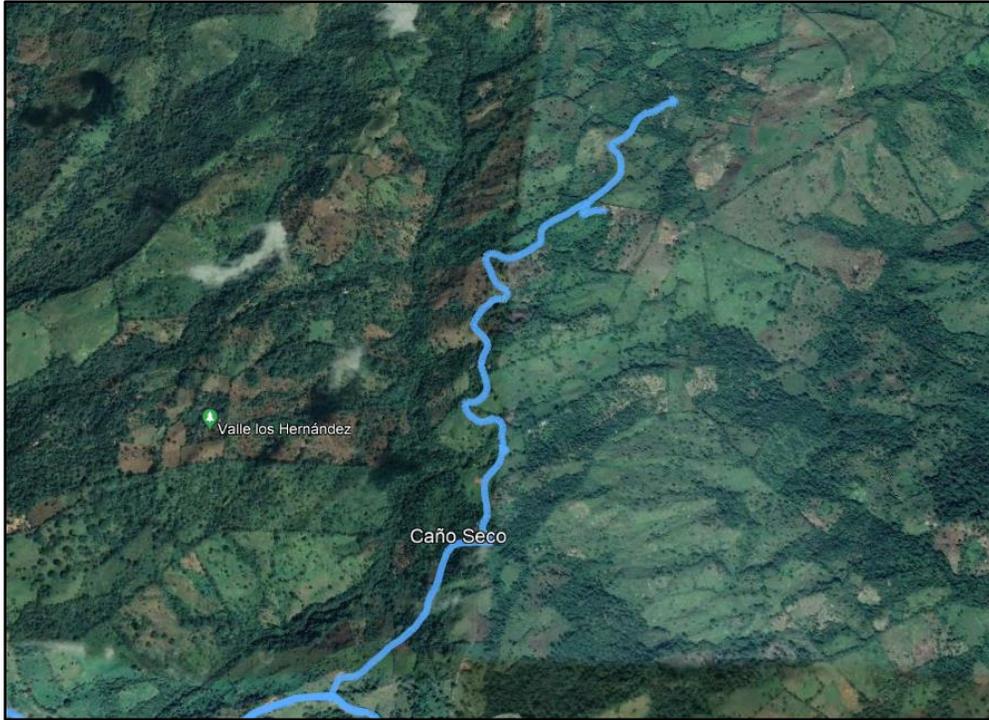


Figura No. 19: Trayectoria del camino en comunidad Vida Caño Seco. (Fuente Propia)

En la foto anterior, se muestra el Track o recorrido que se hizo para ubicar las casas de habitantes en la comunidad. Los datos del GPS se descargan en la computadora por medio de las herramientas “Garmin Mapsource” y “Basecamp”, luego se convierten a formato editable para el programa AutoCAD, en este caso usamos la versión del año 2022.

Una vez cargados los Tracks y Waypoints en AutoCAD procedemos con la realización del diseño analizando los ángulos y accidentes geográficos para la debida selección de los postes, estructuras y demás elementos que conforman el diseño de la red eléctrica, para ello nos apoyamos en las “Normas de Construcción de Redes Media y Baja Tensión en Postes Redondos de Concreto y Madera 14.4/24.9KV ENEL 98”.

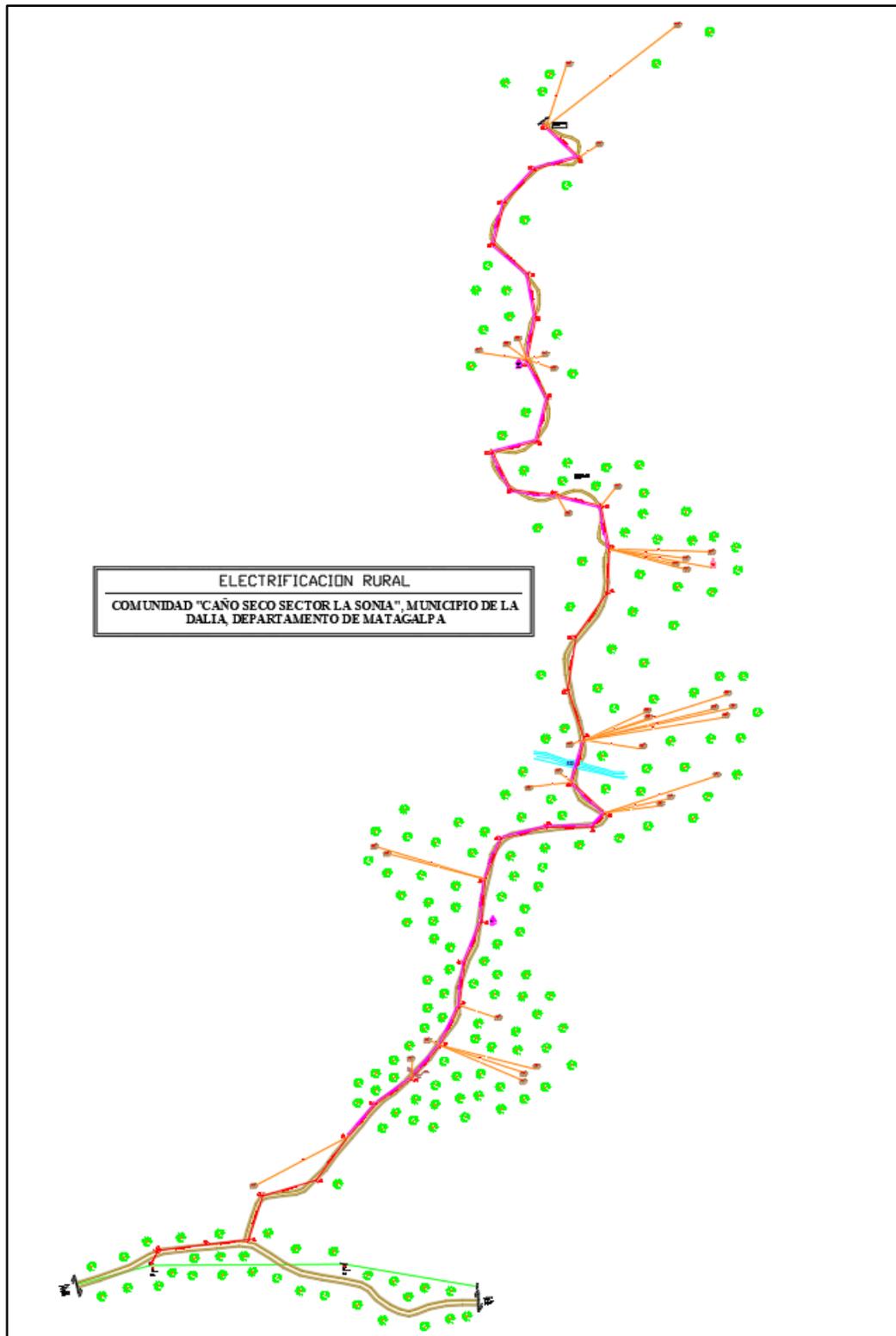


Figura No. 20: Diseño Red MT y BT Sector “La Sonia” comunidad Vida Caño Seco.
(Fuente Propia)

Tabla No. 14: Resumen de estructuras para Red MT y BT Sector "La Sonia" comunidad Vida Caño Seco. (Fuente Propia).

PROYECTO COMUNIDAD CAÑO SECO SECTOR LA SONIA MUNICIPIO DE LA DALIA DEPARTAMENTO DE MATAGALPA																	
ESTRUCTURAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS EN POSTES DE CONCRETO Y MADERA 14.4/24.9 KV																	
PUNTO Inicio	Postes			Vano (mts)	Ang. grds °	Conductor Mts			Estruc. Prim.	Estruc. Secund.	Acometidas Domiciliares	Polariz. / Protección	Inst. Retenidas	Transformadores	Observaciones		
	PC	PP				Prim.	Neutro	TPX									
PE									VA-5	1					Existe: PP-35, VA-2, 1) D1-1 (Propiedad Privada)		
P1	35 300 dnN	1		26	57°	1/0 ACSR	1/0 ACSR		F4-MT2 PR2-205.C	1 1	F2-BT	1	PAT-10M	1	HA-100B/C	1	
P2	35 300 dnN	1		75	0°	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-601.C	1							
P3	35 300 dnN	1		64	66°	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-604.C	1					HA-100A.C	2	
P4	35 300 dnN	1		73	56°	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-604.C	1			PAT-10M	1	HA-100B/C	2	
P5	35 300 dnN	1		85	38°	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-603.C	1					HA-100B/C	1	
P6	35 300 dnN	1		85	4°	1/0 ACSR	1/0 ACSR		EC2-MT1	1	F2-BT	1	IC-BT	1	HA-100A.C	1	
P7	35 300 dnN	1		67	14°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602.C	1			PAT-10M	1	HA-100B/C	1	
P8	35 300 dnN	1		67	14°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602.C	1		IC-BT	1		HA-100B/C	1	
P9	35 300 dnN	1		70	14°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602.C	1		IC-BT	4		HA-100B/C	1	
P10	35 300 dnN	1		70	18°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602.C	1		IC-BT	1	PAT-10M	1	HA-100B/C	1
P11	35 300 dnN	1		70	15°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602.C	1					HA-100B/C	1	
P12	40 300 dnN	1		70	17°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602.C TF10-14.4	1 1			PAT-12M	1	HA-100B/C	1	Transformador Autop. de 10 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 V
P13	35 300 dnN	1		68	16°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602.C	1		IC-BT	2		HA-100B/C	1	
P14	35 300 dnN	1		70	54°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-603.C	1					HA-108/C	1	
P15	35 300 dnN	1		70	14°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-602.C	1			PAT-10M	1	HA-100B/C	1	
P16	35 300 dnN	1		70	49°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-604.C	1					HA-100B/C	1	
P17	35 300 dnN	1		30	87°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-604.C	1		IC-BT	3		HA-100B/C	1	
P18	35 300 dnN	1		70	61°	1/0 ACSR		TPX 1/0	MT-604.C	1		IC-BT	2	PAT-10M	1	HA-100B/C	2
P19	35 300 dnN	1		70	33°	1/0 ACSR		TPX 1/0	SU2-MT	1	F2-BT	1	IC-BT	8	HA-100B/C HA-100A.C	1 1	
P20	35 300 dnN	1		85	25°	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-602.C	1					HA-100B/C	1	
P21	35 300 dnN	1		85	26°	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-602.C	1			PAT-10M	1	HA-100B/C	1	
P22	35 300 dnN	1		85	31°	1/0 ACSR	1/0 ACSR		MT-603.C	1					HA-100B/C	1	
P23	35 300 dnN	1		70	14°	1/0 ACSR	1/0 ACSR		EC2-MT2.C	1	F2-BT	1	IC-BT	5	HA-100B/C HA-100A.C	1 1	
P24		35	1	70	64°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-4	1		IC-BT	1	M2-1 10M	1	D1-1 MT	2
P25		35	1	70	8°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-2	1		IC-BT	1		D1-1 MT	1	
P26		35	1	70	58°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-4	1					D1-1 MT	2	
P27		35	1	66	100°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-4	1			M2-1 10M	1	D1-1 MT	2	
P28		35	1	70	61°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-4	1					D1-1 MT	2	

P29			35°	1	70	40°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-3	1							D1-2	1		
P30			40°	1	70	38°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-3	1		IC-BT	5	M2-1 12M	1		D1-1 MT	1	Transformador Autop. de 10 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 V	1
P31			35°	1	70	22°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-2	1							D1-1 MT	1		
P32			35°	1	70	37°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-3	1							D1-1 MT	1		
P33			35°	1	70	62°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-4	1			M2-1 10M	1			D1-1 MT	2		
P34			35°	1	70	27°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-2	1							D1-1 MT	1		
P35			35°	1	70	33°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-3	1							D1-1 MT	1		
P36			35°	1	70	60°	1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-4	1		IC-BT	1	M2-1 10M	1		D1-2	1		
P37			35°	1	70		1/0 ACSR		TPX 1/0	VA-5	1		IC-BT	2	M2-1 10M	1		D1-2	1		
TOTALES	35° 300 daN	22	35°	13	2,571		2 ACSR	2 ACSR	TPX 2	MT-601C	1	F2-BT	4	IC-BT	37	PAT-12M	1	HA-100B/C	21	Transformador Autop. de 10 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 V	2
	40° 300 daN	1	40°	1			0	0	0	MT-602C	10		0		0	PAT-10M	7	HA-100A/C	5		0
		0		0			1/0 ACSR	1/0 ACSR	TPX 1/0	MT-603C	3		0		0	M2-1 12M	1	HA-108/C	1		0
		0		0			2571	733	1838	MT-604C	5		0		0	M2-1 10M	5	D1-1 MT	16		0
		0		0			3/0 ACSR	3/0 ACSR	TPX 3/0	VA-2	3		0		0			D1-2	3		0
		0		0			0	0	0	VA-3	4		0		0				0		0
		0		0						VA-4	6		0		0				0		0
		0		0						VA-5	2		0		0				0		0
		0		0						EC2-MT1	1		0		0				0		0
		0		0						EC2-MT2C	1		0		0				0		0
		0		0						SU2-MT	1		0		0				0		0
		0		0						F4-MT2	1		0		0				0		0
		0		0						PR2-205C	1		0		0				0		0
		0		0						TF10-14.4	2		0		0				0		0

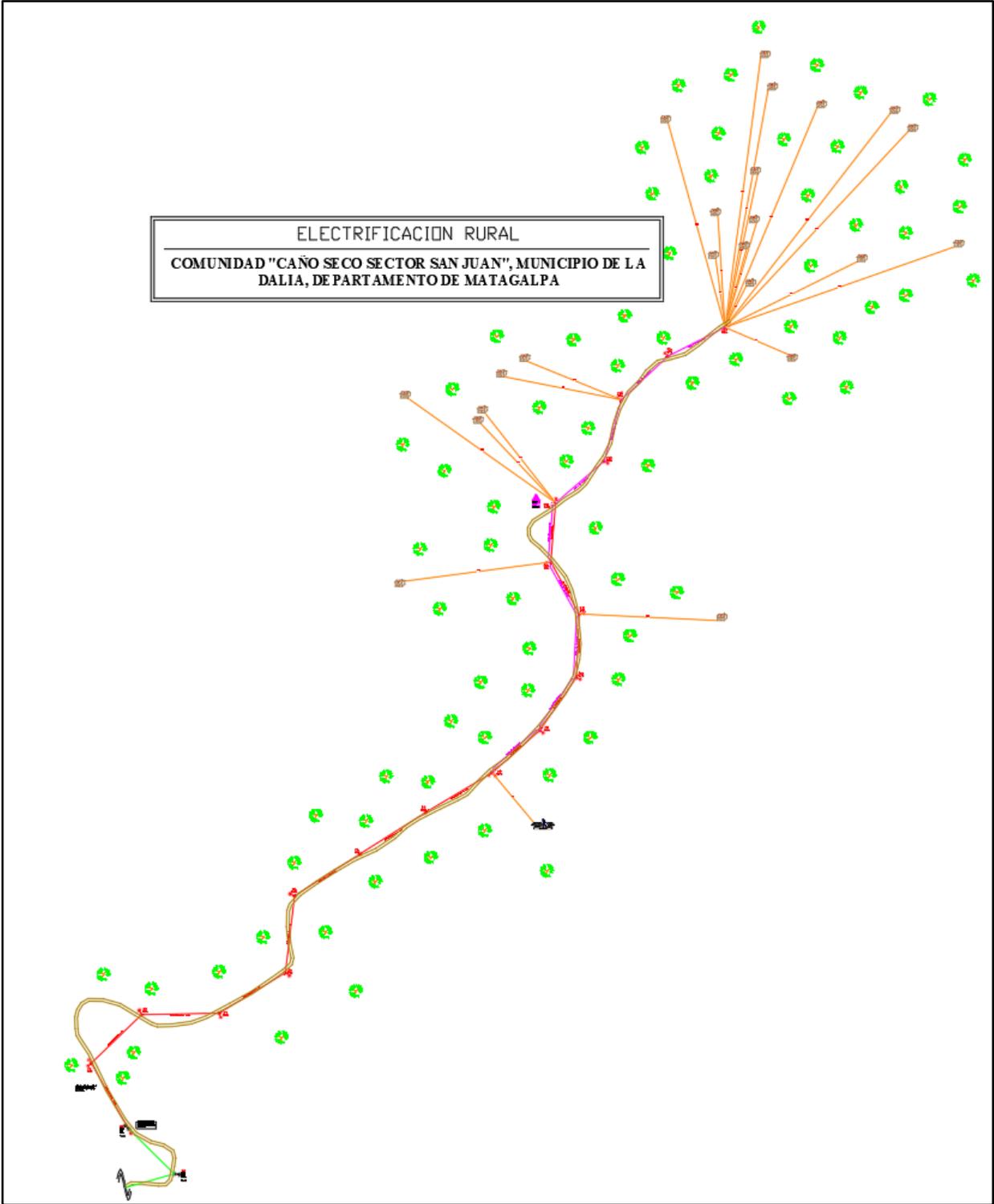


Figura No. 21: Diseño Red MT y BT Sector "San Juan" comunidad Vida Caño Seco.
(Fuente Propia)

Tabla No. 15: Resumen de estructuras para Red MT y BT Sector "San Juan" comunidad Vida Caño Seco. (Fuente Propia)

PROYECTO COMUNIDAD CAÑO SECO SECTOR SAN JUAN MUNICIPIO DE LA DALIA DEPARTAMENTO DE MATAGALPA																					
ESTRUCTURAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS EN POSTES DE CONCRETO Y MADERA 14.4/24.9 KV																					
PUNTO	Postes			Vano (mts)	Ang. grds °	Conductor Mis			Estruc. Prim.	Estruc. Secund.	Acometidas Domiciliares	Polariz. / Proteccion	Inst. Retenidas	Transformadores	Observaciones						
	Inicio	PC	PP			Prim.	Neutro	TPX													
PE									VA-5 EC2-MT/C	1 1			D1-2	1	Existe: PP-35, VA-5, 1) D1-2 2) ACOM						
P1			35°	1	83	76°	1/0 ACSR	1/0 ACSR	VA-4	1			M2-1 10M	1	D1-1 MT	2					
P2			35°	1	77	43°	1/0 ACSR	1/0 ACSR	VA-3	1			D1-2	1							
P3			35°	1	85	30°	1/0 ACSR	1/0 ACSR	VA-3	1			D1-1 MT	1							
P4			35°	1	85	52°	1/0 ACSR	1/0 ACSR	VA-3	1			M2-1 10M	1	D1-2	1					
P5			35°	1	85	50°	1/0 ACSR	1/0 ACSR	VA-3	1			D1-2	1							
P6			35°	1	85	0°	1/0 ACSR	1/0 ACSR	VA-1	1											
P7			35°	1	85	2°	1/0 ACSR	1/0 ACSR	VA-1	1			M2-1 10M	1							
P8			35°	1	85	11°	1/0 ACSR	1/0 ACSR	EC2-MT2C	1	J-16	1	IC-BT	1	D1-1 MT D1-1 BT	1 1					
P9			35°	1	70	14°	1/0 ACSR	TPX 1/0	VA-2	1			D1-1 MT	1							
P10			35°	1	70	32°	1/0 ACSR	TPX 1/0	VA-3	1			M2-1 10M	1	D1-1 MT	1					
P11			35°	1	70	31°	1/0 ACSR	TPX 1/0	VA-3	1		IC-BT	1	D1-1 MT	1						
P12			35°	1	65	33°	1/0 ACSR	TPX 1/0	VA-3	1		IC-BT	1	D1-1 MT	1						
P13			40°	1	65	44°	1/0 ACSR	TPX 1/0	VA-5 TF10-14.4	1 1	J-12	1	IC-BT	3	M2-1 12M	1	D1-1 MT D1-1 BT	1 1	Transformador Autop. de 10 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 V		
P14			30°	1	70	34°		TPX 1/0			J-10	1			D1-1 BT	1					
P15			30°	1	70	31°		TPX 1/0			J-10	1	IC-BT	2	D1-1 BT	1					
P16			30°	1	70	16°		TPX 1/0			J-10	1		M2-1 9M	1	D1-1 BT	1				
P17			30°	1	70			TPX 1/0			J-12	1	IC-BT	15	M2-1 9M	1	D1-1 BT	1			
TOTALES	35° 300 daN 40° 300 daN	0 0 0 0 0 0 0	30° 35° 40°	4 12 1	1290		2 ACSR 1/0 ACSR 1010 3/0 ACSR	2 ACSR 1/0 ACSR 670 3/0 ACSR	TPX 2 TPX 1/0 620 TPX 3/0	VA-1 VA-2 VA-3 VA-4 VA-5 EC2-MT/C EC2-MT2C TF10-14.4	2 1 7 1 2 1 1 1	J-10 J-12 J-16	3 2 1	IC-BT	23	M2-1 12M M2-1 10M M2-1 9M	1 4 2	D1-1 MT D1-1 BT D1-2	9 6 4	Transformador Autop. de 10 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 V	1

5.6.1.1. Distribución de planta

Se creó un modelo promedio para las viviendas, de la distribución de los equipos y componentes de los sistemas, en esta sección se presentan tanto la vista o corte de sección tanto para el sistema fotovoltaico autónomo (figura No. 22) como para la alternativa de extensión de red de distribución (figura No. 23), con el fin de comparar los esquemas de ambas opciones.

De igual manera, se desarrolla distribución de los equipos eléctricos homogenizado para ambas alternativas, en este se muestra las principales instalaciones eléctricas intradomiciliarias (figura No. 24).

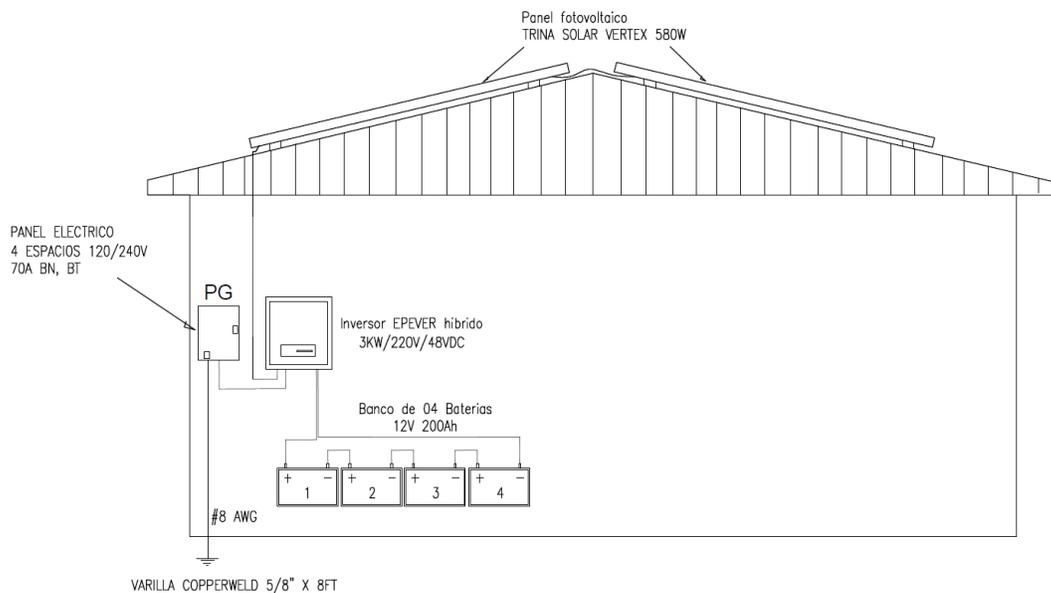


Figura No. 22: Detalle de elevación de sistema fotovoltaico

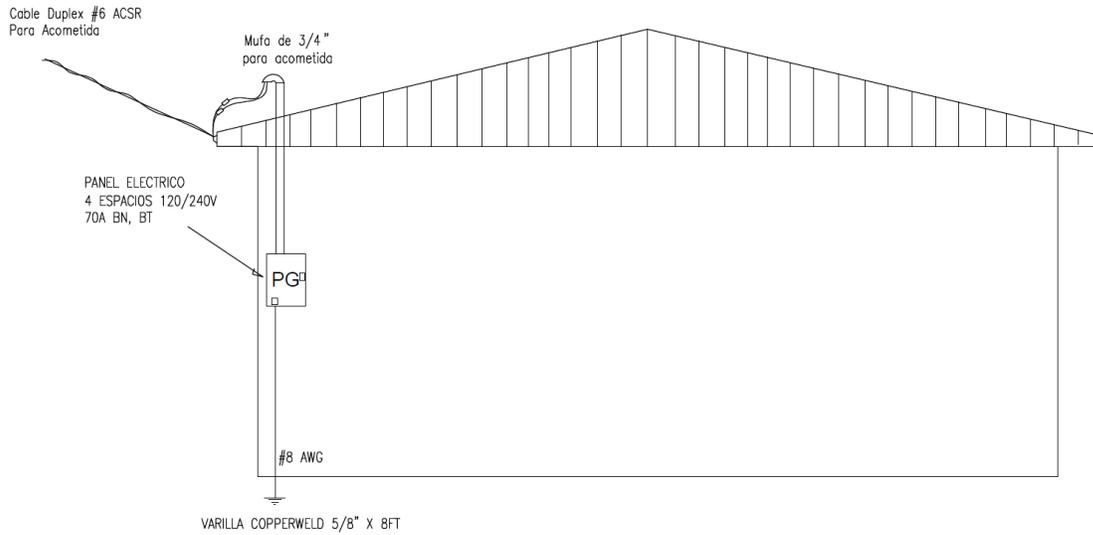
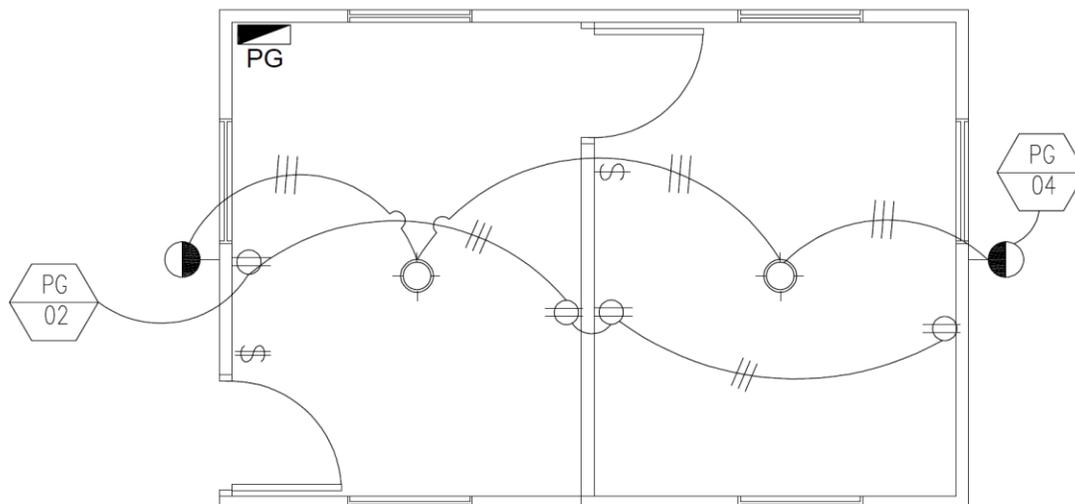


Figura No. 23: Detalle de elevación con red de distribución



SIMBOLOGIA ELECTRICA	
	INTERRUPCIÓN DOBLE POLARIZADO 110V-15AMP MARCA LEVITON O SIMILAR CAT#5325 COLOR BLANCO MODELO DECORA
	CEPO PLASTICO E27 MONTAJE PARED + BULBIA LED 6W
	CEPO PLASTICO E27 MONTAJE TECHO + BULBIA LED 6W
	INTERRUPCIÓN SENCILLO 15A-120V USO EMPOTRADO COLOR BLANCO MODELO DECORA
	INTERRUPCIÓN DOBLE SIMILAR AL ANTERIOR MODELO LEVITON O SIMILAR
	PANEL ELECTRICO
	IDENTIFICACION DE CIRCUITOS

Figura No. 24: Distribución eléctrica en vista de planta

5.6.2. Presupuesto de inversión para red de baja tensión y media tensión en comunidad Vida caño Seco

En la tabla No. 16 se presenta el presupuesto de inversión para la alternativa de la extensión de la red de distribución.

Tabla No. 16: Presupuesto de Inversión para construcción de Red MT y BT comunidad Vida Caño Seco. (Fuente Propia)

ITEM	DESCRIPCION	U/MED	CANT	MATERIALES		MANO DE OBRA		GRUA Y TRANSPORTE		GASTOS ADMON.		TOTALES	
				P. UNITARIO (US)	P. TOTAL (US)	P. UNITARIO (US)	P. TOTAL (US)	P. UNITARIO (US)	P. TOTAL (US)	P. UNITARIO (US)	P. TOTAL (US)	P. UNITARIO (US)	P. TOTAL (US)
1	MT-601/C	UND	1	\$ 43.75	\$ 43.75	\$ 15.31	\$ 15.31	\$ 8.75	\$ 8.75	\$ 4.38	\$ 4.38	\$ 72.19	\$ 72.19
2	MT-602/C	UND	10	\$ 63.75	\$ 637.50	\$ 22.31	\$ 223.13	\$ 12.75	\$ 127.50	\$ 6.38	\$ 63.75	\$ 105.19	\$ 1,051.88
3	MT-603/C	UND	3	\$ 117.50	\$ 352.50	\$ 41.13	\$ 123.38	\$ 23.50	\$ 70.50	\$ 11.75	\$ 35.25	\$ 193.88	\$ 581.63
4	MT-604/C	UND	5	\$ 140.00	\$ 700.00	\$ 49.00	\$ 245.00	\$ 28.00	\$ 140.00	\$ 14.00	\$ 70.00	\$ 231.00	\$ 1,155.00
5	VA-1	UND	2	\$ 60.66	\$ 121.33	\$ 21.23	\$ 42.46	\$ 12.13	\$ 24.27	\$ 6.07	\$ 12.13	\$ 100.09	\$ 200.19
6	VA-2	UND	4	\$ 120.13	\$ 480.50	\$ 42.04	\$ 168.18	\$ 24.03	\$ 96.10	\$ 12.01	\$ 48.05	\$ 198.21	\$ 792.83
7	VA-3	UND	11	\$ 118.50	\$ 1,303.50	\$ 41.48	\$ 456.23	\$ 23.70	\$ 260.70	\$ 11.85	\$ 130.35	\$ 595.53	\$ 2,150.78
8	VA-4	UND	7	\$ 137.50	\$ 962.50	\$ 48.13	\$ 336.88	\$ 27.50	\$ 192.50	\$ 13.75	\$ 96.25	\$ 226.88	\$ 1,588.13
9	VA-5	UND	4	\$ 68.75	\$ 275.00	\$ 24.06	\$ 96.25	\$ 13.75	\$ 55.00	\$ 6.88	\$ 27.50	\$ 113.44	\$ 453.75
10	EC2-MT/C	UND	1	\$ 31.25	\$ 31.25	\$ 10.94	\$ 10.94	\$ 6.25	\$ 6.25	\$ 3.13	\$ 3.13	\$ 51.56	\$ 51.56
11	EC2-MT2/C	UND	2	\$ 45.00	\$ 90.00	\$ 15.75	\$ 31.50	\$ 9.00	\$ 18.00	\$ 4.50	\$ 9.00	\$ 74.25	\$ 148.50
12	EC2-MT1	UND	1	\$ 40.00	\$ 40.00	\$ 14.00	\$ 14.00	\$ 8.00	\$ 8.00	\$ 4.00	\$ 4.00	\$ 66.00	\$ 66.00
13	SU2-MT	UND	1	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 29.75	\$ 29.75	\$ 17.00	\$ 17.00	\$ 8.50	\$ 8.50	\$ 140.25	\$ 140.25
14	F4-MT2	UND	1	\$ 101.25	\$ 101.25	\$ 35.44	\$ 35.44	\$ 20.25	\$ 20.25	\$ 10.13	\$ 10.13	\$ 167.06	\$ 167.06
15	PR2-205/C	UND	1	\$ 128.75	\$ 128.75	\$ 45.06	\$ 45.06	\$ 25.75	\$ 25.75	\$ 12.88	\$ 12.88	\$ 212.44	\$ 212.44
16	TR2-104/C	UND	2	\$ 350.00	\$ 700.00	\$ 122.50	\$ 245.00	\$ 70.00	\$ 140.00	\$ 35.00	\$ 70.00	\$ 577.50	\$ 1,155.00
17	TR2-105/C	UND	1	\$ 356.25	\$ 356.25	\$ 124.69	\$ 124.69	\$ 71.25	\$ 71.25	\$ 35.63	\$ 35.63	\$ 587.81	\$ 587.81
18	Transformador 10KVA 14.4/24.9KV 120-240V	UND	3	\$ 3,201.63	\$ 9,604.90	\$ 1,120.57	\$ 3,361.72	\$ 640.33	\$ 1,920.98	\$ 320.16	\$ 960.49	\$ 5,282.70	\$ 15,848.09
19	J-16	UND	1	\$ 15.00	\$ 15.00	\$ 5.25	\$ 5.25	\$ 3.00	\$ 3.00	\$ 1.50	\$ 1.50	\$ 24.75	\$ 24.75
20	J-10	UND	3	\$ 7.50	\$ 22.50	\$ 2.63	\$ 7.88	\$ 1.50	\$ 4.50	\$ 0.75	\$ 2.25	\$ 12.38	\$ 37.13
21	J-12	UND	2	\$ 10.00	\$ 20.00	\$ 3.50	\$ 7.00	\$ 2.00	\$ 4.00	\$ 1.00	\$ 2.00	\$ 16.50	\$ 33.00
22	F2-BT	UND	4	\$ 15.00	\$ 60.00	\$ 5.25	\$ 21.00	\$ 3.00	\$ 12.00	\$ 1.50	\$ 6.00	\$ 24.75	\$ 99.00
23	PAT-12M	UND	1	\$ 68.75	\$ 68.75	\$ 24.06	\$ 24.06	\$ 13.75	\$ 13.75	\$ 6.88	\$ 6.88	\$ 113.44	\$ 113.44
24	PAT-10M	UND	7	\$ 57.50	\$ 402.50	\$ 20.13	\$ 140.88	\$ 11.50	\$ 80.50	\$ 5.75	\$ 40.25	\$ 94.88	\$ 664.13
25	M2-1 12M	UND	2	\$ 72.50	\$ 145.00	\$ 25.38	\$ 50.75	\$ 14.50	\$ 29.00	\$ 7.25	\$ 14.50	\$ 119.63	\$ 239.25
26	M2-1 10.5M	UND	9	\$ 58.75	\$ 528.75	\$ 20.56	\$ 185.06	\$ 11.75	\$ 105.75	\$ 5.88	\$ 52.88	\$ 96.94	\$ 872.44
27	M2-1 9M	UND	2	\$ 50.00	\$ 100.00	\$ 17.50	\$ 35.00	\$ 10.00	\$ 20.00	\$ 5.00	\$ 10.00	\$ 82.50	\$ 165.00
28	HA-100B/C	UND	21	\$ 112.50	\$ 2,362.50	\$ 39.38	\$ 826.88	\$ 22.50	\$ 472.50	\$ 11.25	\$ 236.25	\$ 185.63	\$ 3,898.13
29	HA-100A/C	UND	5	\$ 57.50	\$ 287.50	\$ 20.13	\$ 100.63	\$ 11.50	\$ 57.50	\$ 5.75	\$ 28.75	\$ 94.88	\$ 474.38
30	HA-108/C	UND	1	\$ 83.75	\$ 83.75	\$ 29.31	\$ 29.31	\$ 16.75	\$ 16.75	\$ 8.38	\$ 8.38	\$ 138.19	\$ 138.19
31	D1-1 MT	UND	25	\$ 81.25	\$ 2,031.25	\$ 28.44	\$ 710.94	\$ 16.25	\$ 406.25	\$ 8.13	\$ 203.13	\$ 134.06	\$ 3,351.56
32	D1-1 BT	UND	6	\$ 65.00	\$ 390.00	\$ 22.75	\$ 136.50	\$ 13.00	\$ 78.00	\$ 6.50	\$ 39.00	\$ 107.25	\$ 643.50
33	D2-1	UND	7	\$ 120.00	\$ 840.00	\$ 42.00	\$ 294.00	\$ 24.00	\$ 168.00	\$ 12.00	\$ 84.00	\$ 198.00	\$ 1,386.00
34	POSTE DE CONCRETO 35' 300DAN	UND	22	\$ 400.00	\$ 8,800.00	\$ 140.00	\$ 3,080.00	\$ 80.00	\$ 1,760.00	\$ 40.00	\$ 880.00	\$ 660.00	\$ 14,520.00
35	POSTE DE CONCRETO 40' 300DAN	UND	1	\$ 475.00	\$ 475.00	\$ 166.25	\$ 166.25	\$ 95.00	\$ 95.00	\$ 47.50	\$ 47.50	\$ 783.75	\$ 783.75
36	POSTE DE PINO 30' CLASE 6	UND	4	\$ 326.25	\$ 1,305.00	\$ 114.19	\$ 456.75	\$ 65.25	\$ 261.00	\$ 32.63	\$ 130.50	\$ 538.31	\$ 2,153.25
37	POSTE DE PINO 35' CLASE 5	UND	25	\$ 370.00	\$ 9,250.00	\$ 129.50	\$ 3,237.50	\$ 74.00	\$ 1,850.00	\$ 37.00	\$ 925.00	\$ 610.50	\$ 15,262.50
38	POSTE DE PINO 40' CLASE 4	UND	2	\$ 400.00	\$ 800.00	\$ 140.00	\$ 280.00	\$ 80.00	\$ 160.00	\$ 40.00	\$ 80.00	\$ 660.00	\$ 1,320.00
39	CONDUCTOR ACSR TPLX #1/0	MTS	2458	\$ 5.13	\$ 12,597.25	\$ 1.79	\$ 4,409.04	\$ 1.03	\$ 2,519.45	\$ 0.51	\$ 1,259.73	\$ 8.46	\$ 20,785.46
40	CONDUCTOR ACSR 1/0	MTS	4984	\$ 2.81	\$ 14,017.50	\$ 0.98	\$ 4,906.13	\$ 0.56	\$ 2,803.50	\$ 0.28	\$ 1,401.75	\$ 4.64	\$ 23,128.88
41	INSTALACION INTERNA	UND	60	\$ 102.50	\$ 6,150.00	\$ 35.88	\$ 2,152.50	\$ 20.50	\$ 1,230.00	\$ 10.25	\$ 615.00	\$ 169.13	\$ 10,147.50
42	ACOMETIDA	UND	60	\$ 75.00	\$ 4,500.00	\$ 26.25	\$ 1,575.00	\$ 15.00	\$ 900.00	\$ 7.50	\$ 450.00	\$ 123.75	\$ 7,425.00
43	MEDIDORES	UND	60	\$ 35.00	\$ 2,100.00	\$ 12.25	\$ 735.00	\$ 7.00	\$ 420.00	\$ 3.50	\$ 210.00	\$ 57.75	\$ 3,465.00
44	CONSUMIBLES Y ACCESORIOS DE FIJACION	GBL	1	\$ 2,437.99	\$ 2,437.99	\$ 853.30	\$ 853.30	\$ 487.60	\$ 487.60	\$ 243.80	\$ 243.80	\$ 4,022.68	\$ 4,022.68
SUB TOTALES					\$ 85,804.22		\$ 30,031.48		\$ 17,160.84		\$ 8,580.42		\$ 141,576.96
												IMPUESTO MUNICIPAL	
												GRAN TOTAL SIN IVA	\$ 141,576.96

5.7. Seguridad

Para ambas alternativas de solución se implementan los procesos de seguridad conocidos como “las 5 reglas de oro de electricidad”:

1. **Desconectar:** La primera acción a realizar es desconectar todas las posibles fuentes de alimentación. Tener en cuenta la posible alimentación a través de grupos electrógenos y otros generadores, baterías, etc.
2. **Enclavamiento, bloqueo y señalización:** Prevenir cualquier posible reconexión, utilizar para ello medios mecánicos (por ejemplo, candados) para enclavar los dispositivos de mando. No utilizar cinta aislante, bridas y similares por ser fácilmente anulables. Señalizar que se están realizando trabajos en los dispositivos de mando enclavados. Advertir a otros compañeros de la acción que se va a realizar.
3. **Comprobación ausencia de tensión:** Comprobar la ausencia de tensión antes de iniciar cualquier trabajo, comprobar los elementos conductores más cercanos a la zona de trabajo, pues puede existir tensión residual.
4. **Puesta a tierra y corto circuito:** Con este paso se crea una “zona de seguridad” por lo que es muy importante. Si por accidente se volviese a poner en tensión el equipo o la línea, se produciría un cortocircuito y se derivaría la corriente de falta a Tierra, eliminando así el peligro.
5. **Señalización de la zona de trabajo:** La zona dónde se están realizando los trabajos se señalizará por medio de vallas, conos o dispositivos análogos. Si procede, también se señalizarán las zonas seguras para el personal que no está trabajando en la instalación.

Para normalizar el sistema se realiza a hacer el proceso inverso empezando por el paso 5 y terminando en el 1.

5.8. Aspectos Organizativos

La administración y organización de las actividades, funciones y operaciones del proyecto asegura el uso eficiente de todos los recursos involucrados en él, y por lo tanto el logro de los objetivos que los motivaron. Se puede clasificar como:

5.8.1. Organización para la ejecución

La ejecución del proyecto es llevada a cabo por el Ministerio de Energía y Minas a través de la Empresa Nacional de Transmisión eléctrica, la cual creara o utilizara una estructura existente física – financiera para la realización de las obras, actividades y manejo de recursos humanos, con el fin de garantizar la obtención de los indicadores de producto. Lo que involucra el uso de las maquinarias, equipamiento y adquisición de materiales en su mayoría importados, en donde ellos gozan de exoneraciones de impuestos.

5.8.2. Organización para la operación

Durante la operación del proyecto solar el encargado de realizar las gestiones de nuevo servicio, realización de mantenimiento especializado lo hace la alcaldía municipal, el cual es el contacto directo con ENATREL para la adquisición e instalación de un nuevo servicio, en el caso del mantenimiento especializado este es llevado a cabo por un técnico el cual es dependiente o supeditado a la alcaldía municipal.

En cuanto al mantenimiento rutinario lo realizan los mismos usuarios del servicio, que fueron capacitados durante la etapa de ejecución.

En caso de la alternativa de extensión de red de distribución, el mantenimiento de la infraestructura e instalación de nuevo servicio o conexión eléctrica está a cargo de la empresa Disnorte-Dissur, en donde los usuarios deberán hacer las solicitudes y gestiones correspondientes a las necesidades e imprevistos que se les presenten en el sistema eléctrico.

5.9. Aspectos legales

Durante todo el proceso de ejecución y operación ENATREL de acuerdo a Ley No. 583, artículo 4, esta es exenta del pago de todo tipo de impuestos o tasa contemplados en la legislación tributaria nacional, sean estos fiscales, municipales y de cualquier otro tipo, tanto en sus bienes, rentas, compraventas que realice, servicios que preste, entendiéndose estos últimos como servicios de transmisión eléctrica y similares, así como en las obras que ejecute. También está exenta de todos los derechos fiscales e impuestos que graven la importación o compra local de maquinarias, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente a la actividad de transmisión eléctrica y demás actividades conexas.

En el artículo 3 de la Ley No. 272, Ley de la industria eléctrica, establece que las actividades de transmisión y distribución constituyen servicios públicos de carácter esencial por estar destinados a satisfacer necesidades primordiales en forma permanente.

Se debe mencionar que en Ley No. 1056 (Ley de aseguramiento soberano y garantía del suministro de la energía eléctrica a la población nicaragüense), artículo 1, establece que, a fin de garantizar el suministro de energía eléctrica a la población nicaragüense, las empresas DISNORTE y DISSUR serán operadas y administrada por la o las instituciones y/o empresas que el estado a través del Ministerio de

Energía y Minas (MEM) autorice y o delegue para tal efecto. Lo cual fue delegado a la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica (ENATREL).

6. ESTUDIO FINANCIERO

6.1. Objetivos del estudio financiero

El objetivo de este es encontrar el resultado desde el punto de vista financiero, como si de un proyecto privado se tratase, a través del cálculo del valor actual neto y tasa interna de retorno, en donde se considera un escenario sin financiamiento, debido a ser los fondos de inversión del tipo; recursos del tesoro o recursos internos del país.

6.2. Alternativa de implementación de un kit de sistema fotovoltaico autónomo por vivienda.

Parámetros y supuestos para el desarrollo de la evaluación financiera.

- ❖ Para cálculo de depreciación esta con base en reglamento de ley No. 453 de equidad fiscal, artículo 57, el cual usa el método de la línea recta.
- ❖ Horizonte de evaluación 20 años (vida útil).
- ❖ Según ley No. 532, artículo 7, ENATREL está exenta del pago del Impuesto sobre la Renta (IR) y del pago mínimo definido del IR establecido en la Ley No. 453, Ley de Equidad Fiscal.
- ❖ El periodo de ejecución (montaje de equipos) de las obras es de 6 meses.
- ❖ El presupuesto de inversión está basado en la vivienda.
- ❖ El costo por capacitación es en general realizado en 2 meses, del año de ejecución.
- ❖ Las gestiones complementarias y adquisición de equipos de materiales tienen una duración de 4 meses, considerado en el año de ejecución.

- ❖ INIDE (2005), afirma que la tasa de crecimiento poblacional de Matagalpa al año 2020 es de 0.9.
- ❖ Ingresos por cuota o mensualidad cobrada a usuarios de US\$ 10.00 mensuales, equivalentes a US\$ 120 al año. (Censo local, 2023)
- ❖ Tasa de descuento de 8%. SNIP

Realizando el cálculo de la depreciación en base al presupuesto de inversión se obtienen el resultado de tabla No. 17, con valor de depreciación anual de US\$ 745.506.

Tabla No. 17: Calculo de depreciación Sistema Fotovoltaico Autónomo.

Descripción	Costo unitario (US\$)	Costo Total efectivo (US\$)	Vida Util	Depreciacion según Art. 57	Costo de depreciacion (US\$)
Panel fotovoltaico TRINA SOLAR VERTEX 580W	250	500.00	25	20%	100
Baterias NEWMAX GEL 12V 200AH	360	1,440.00	20	20%	288
Inversor EPEVER hibrido 3KW/120V/48VDC	800	800.00	25	20%	160
Cable TSJ 2x6 AWG	9.23	276.90	50	20%	55.38
Cable TSJ 3x8 AWG	5.34	186.90	50	20%	37.38
Cable multifilar THHN 10 AWG - Caja de 100 M (72.5 US\$)	0.725	7.25	50	20%	1.45
Panel CH monofasico 4 espacios (Tipo: CH4L125SP)	75.86	75.86	30	20%	15.172
Interruptor termomagnetico 40 A - 2 Polos	23.14	46.28	30	20%	9.256
Interruptor termomagnetico 20 A - 2 Polos	14.32	14.32	30	20%	2.864
Breaker para panel CH 15 A - 2 Polos (Tipo: CH215)	19.64	19.64	30	20%	3.928
Breaker para panel CH 15 A - 1 Polos (Tipo: CH115)	14.46	28.92	30	20%	5.784
Riel DIN omega (3 M)	9.77	2.93	40	20%	0.586
Mrail de 4.15 m	33.9	67.80	40	20%	13.56
Union de Mrail	2.19	4.38	40	20%	0.876
Accesorio L	3.3	19.80	40	20%	3.96
Accesorio Mclamp (abrazadera intermedia)	3.14	31.40	40	20%	6.28
Accesorio Eclamp (abrazadera final)	2.86	11.44	40	20%	2.288
Cable No. 12 AWG -Caja 100 M (52 US\$)	156	156.00	50	20%	31.2
Tomacorriente 120V/15A	0.96	3.84	30	20%	0.768
Tubo conduit PVC 1/2" + accesorios	2	16.00	40	20%	3.2
Apagador sencillo	1.03	1.03	30	20%	0.206
Apagador doble	1.82	1.82	30	20%	0.364
Caja 2x4 PVC	0.46	2.76	40	20%	0.552
Caja 4x4 PVC	1.1	3.30	40	20%	0.66
Cepo para lampara	0.88	3.52	30	20%	0.704
Lampara LED 6W	1.36	5.44	6	20%	1.088
Total (US\$)		3,727.53			745.506

Adicional se realiza cálculo de capacitaciones (Tabla No. 18) y mano de obra (Tabla No. 19), la cual es en su totalidad mano de obra calificada.

Tabla No. 18: Costo de capacitaciones

Capacitaciones	Unidad de medida	Cantidad	Costo (US\$)	Costo Total (US\$)
Capacitaciones de O&M a usuarios	GBL	1	600	600

Tabla No. 19: Costo de mano de obra

Cargo	Numero de puestos	Costo Unitario (US\$/mes)	Costo total (US\$/mes)	Costo total en 6 meses (US\$)
Tecnico electrico	2	200	400	2400
Supervisor electrico	1	400	400	2400
		Total	800	4800

También se calcula el costo de mano de obra durante la operación y manteniendo el cual produce como resultado US\$ 2,400 anual (anexo 5)

Para concluir se presenta en tabla No. 20, flujo financiero en donde se debe mencionar que en costo de mano de obra y capacitaciones corresponde a todo el año cero de ejecución y para los 60 usuarios, por lo que en el flujo se divide entre 60 para obtener el costo por usuario y luego para obtener el total de inversión inicial se suma la capacitación, costo de mano de obra y costo de materiales y equipos, y se multiplica por los 60 usuarios.

De esta forma se obtienen indicadores de rentabilidad desfavorables desde el punto de vista privado, es decir no conviene la realización de esta alternativa. Con un valor actual neto de **US\$ -180,964.599** y tasa interna de retorno de **-4.401%**.

Tabla No. 20: Flujo financiero “Alternativa de implementación de un kit de sistema fotovoltaico autónomo por vivienda”

Descripción/Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Ingresos totales	\$7,200.00	\$7,200.00	\$7,200.00	\$7,320.00	\$7,320.00	\$7,320.00	\$7,320.00	\$7,440.00	\$7,440.00	\$7,440.00	\$7,440.00	\$7,560.00	\$7,560.00	\$7,560.00	\$7,560.00	\$7,560.00	\$7,680.00	\$7,680.00	\$7,680.00	\$7,680.00	\$7,680.00	
Total de inversión (SFA - Inst.	\$229,051.80				\$3,927.53			\$3,927.53				\$3,927.53				\$3,927.53				\$3,927.53		
Inversión Inicial	\$3,817.53																					
Costo equipos y materiales	\$3,727.53																					
Costo de mano de obra	\$80.00																					
Costos de capacitación	\$10.00																					
Gasto O&M Total		\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,726.40	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,726.40	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	
Gasto O&M mano de obra		\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	\$2,400.00	
Total gastos de reposición								\$326.40							\$326.40							
Costo de reposición								\$5.44							\$5.44							
Depreciación		\$44,730.36	\$44,730.36	\$45,475.87	\$45,475.87	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$0.00	\$0.00	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51
Utilidad antes de impuesto		-\$39,930.36	-\$39,930.36	-\$40,555.87	-\$40,555.87	\$4,174.49	\$4,174.49	\$3,968.09	\$4,294.49	\$4,294.49	\$4,294.49	\$4,414.49	\$4,414.49	\$4,414.49	\$4,088.09	\$5,160.00	\$5,160.00	\$4,534.49	\$4,534.49	\$4,534.49	\$4,534.49	
Impuestos (IR)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Utilidad después de impuestos		-\$39,930.36	-\$39,930.36	-\$40,555.87	-\$40,555.87	\$4,174.49	\$4,174.49	\$3,968.09	\$4,294.49	\$4,294.49	\$4,294.49	\$4,414.49	\$4,414.49	\$4,414.49	\$4,088.09	\$5,160.00	\$5,160.00	\$4,534.49	\$4,534.49	\$4,534.49	\$4,534.49	
Depreciación		\$44,730.36	\$44,730.36	\$45,475.87	\$45,475.87	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$0.00	\$0.00	\$745.51	\$745.51	\$745.51	\$745.51	
Valor en libro																					\$38,202.26	
FNE	-\$229,051.80	\$4,800.00	\$4,800.00	\$4,920.00	\$992.47	\$4,920.00	\$4,920.00	\$786.07	\$5,040.00	\$5,040.00	\$5,040.00	\$1,232.47	\$5,160.00	\$5,160.00	\$4,833.60	\$1,232.47	\$5,160.00	\$5,280.00	\$5,280.00	\$1,352.47	\$43,482.26	

Tasa de descuento	8%	Valor actual neto Tasa interna de retorno
VAN	-\$180,964.60	
TIR	-4.4%	

6.3. Alternativa Extensión de la red de distribución eléctrica Disnorte-Dissur

Para esta alternativa también realizamos el cálculo de la depreciación conforme a la inversión, mostrándose en la tabla No. 21.

Tabla No. 21: Calculo de depreciación (Fuente Propia)

CALCULO DE DEPRECIACION							
ITEM	DESCRIPCION	U/MED	CANT	P. UNITARIO (U\$)	P. TOTAL (U\$)	Vida Util (Años)	Costo de Depreciación
1	MT-601/C	UND	1	\$ 43.75	\$ 43.75	30	\$ 1.46
2	MT-602/C	UND	10	\$ 63.75	\$ 637.50	30	\$ 21.25
3	MT-603/C	UND	3	\$ 117.50	\$ 352.50	30	\$ 11.75
4	MT-604/C	UND	5	\$ 140.00	\$ 700.00	30	\$ 23.33
5	VA-1	UND	2	\$ 60.66	\$ 121.33	20	\$ 6.07
6	VA-2	UND	4	\$ 120.13	\$ 480.50	20	\$ 24.03
7	VA-3	UND	11	\$ 118.50	\$ 1,303.50	20	\$ 65.18
8	VA-4	UND	7	\$ 137.50	\$ 962.50	20	\$ 48.13
9	VA-5	UND	4	\$ 68.75	\$ 275.00	20	\$ 13.75
10	EC2-MT/C	UND	1	\$ 31.25	\$ 31.25	30	\$ 1.04
11	EC2-MT2/C	UND	2	\$ 45.00	\$ 90.00	30	\$ 3.00
12	EC2-MT1	UND	1	\$ 40.00	\$ 40.00	30	\$ 1.33
13	SU2-MT	UND	1	\$ 85.00	\$ 85.00	30	\$ 2.83
14	F4-MT2	UND	1	\$ 101.25	\$ 101.25	30	\$ 3.38
15	PR2-205/C	UND	1	\$ 128.75	\$ 128.75	15	\$ 8.58
16	TR2-104/C	UND	2	\$ 350.00	\$ 700.00	20	\$ 35.00
17	TR2-105/C	UND	1	\$ 356.25	\$ 356.25	20	\$ 17.81
18	Transformador 10KVA 14.4/24.9KV 120-240V	UND	3	\$ 3,201.63	\$ 9,604.90	15	\$ 640.33
19	J-16	UND	1	\$ 15.00	\$ 15.00	20	\$ 0.75
20	J-10	UND	3	\$ 7.50	\$ 22.50	20	\$ 1.13
21	J-12	UND	2	\$ 10.00	\$ 20.00	20	\$ 1.00
22	F2-BT	UND	4	\$ 15.00	\$ 60.00	20	\$ 3.00
23	PAT-12M	UND	1	\$ 68.75	\$ 68.75	20	\$ 3.44
24	PAT-10M	UND	7	\$ 57.50	\$ 402.50	20	\$ 20.13
25	M2-1 12M	UND	2	\$ 72.50	\$ 145.00	15	\$ 9.67
26	M2-1 10.5M	UND	9	\$ 58.75	\$ 528.75	15	\$ 35.25
27	M2-1 9M	UND	2	\$ 50.00	\$ 100.00	15	\$ 6.67
28	HA-100B/C	UND	21	\$ 112.50	\$ 2,362.50	30	\$ 78.75
29	HA-100A/C	UND	5	\$ 57.50	\$ 287.50	30	\$ 9.58
30	HA-108/C	UND	1	\$ 83.75	\$ 83.75	30	\$ 2.79
31	D1-1 MT	UND	25	\$ 81.25	\$ 2,031.25	20	\$ 101.56
32	D1-1 BT	UND	6	\$ 65.00	\$ 390.00	20	\$ 19.50
33	D2-1	UND	7	\$ 120.00	\$ 840.00	20	\$ 42.00
34	POSTE DE CONCRETO 35' 300DAN	UND	22	\$ 400.00	\$ 8,800.00	40	\$ 220.00
35	POSTE DE CONCRETO 40' 300DAN	UND	1	\$ 475.00	\$ 475.00	40	\$ 11.88
36	POSTE DE PINO 30' CLASE 6	UND	4	\$ 326.25	\$ 1,305.00	25	\$ 52.20
37	POSTE DE PINO 35' CLASE 5	UND	25	\$ 370.00	\$ 9,250.00	25	\$ 370.00
38	POSTE DE PINO 40' CLASE 4	UND	2	\$ 400.00	\$ 800.00	25	\$ 32.00
39	CONDUCTOR ACSR TPLX #1/0	MTS	2458	\$ 5.13	\$ 12,597.25	30	\$ 419.91
40	CONDUCTOR ACSR 1/0	MTS	4984	\$ 2.81	\$ 14,017.50	30	\$ 467.25
41	INSTALACION INTERNA	UND	60	\$ 102.50	\$ 6,150.00	15	\$ 410.00
42	ACOMETIDA	UND	60	\$ 75.00	\$ 4,500.00	15	\$ 300.00
43	MEDIDORES	UND	60	\$ 35.00	\$ 2,100.00	15	\$ 140.00
44	CONSUMIBLES Y ACCESORIOS DE FIJACION	GBL	1	\$ 2,437.99	\$ 2,437.99	15	\$ 162.53
TOTAL (U\$)					\$ 85,804.22		\$ 3,849.21

Así mismo, se presenta la tabla No. 22 con el cálculo de los gastos de operación y mantenimiento de esta alternativa de solución.

Tabla No. 22: Gastos de Operación y Mantenimiento (Fuente Propia)

ITEM	DESCRIPCION	U/MED	CANT	P. UNITARIO (U\$)	P. TOTAL (U\$)
GASTOS ANUALES DE OPERACIÓN					
1	GESTOR DE MEDIDA Y PAPELERIA RECIBOS	GBL	1	\$ 1,249.32	\$ 1,249.32
GASTOS ANUALES DE MANTENIMIENTO DEL CIRCUITO					
1	DESPEJES ANUALES	UND	4	\$ 220.00	\$ 880.00
2	DESRRAMES DE ARBOLES	UND	4	\$ 650.00	\$ 2,600.00
3	MANTENIMIENTO GENERAL A LINEAS MT Y BT	UND	1	\$ 850.00	\$ 850.00
4	REPARACIONES POR EFECTOS ATMOSFERICOS	GBL	1	\$ 500.00	\$ 500.00
TOTAL GASTOS					\$ 3,980.00

Para concluir, se pone en tabla No. 23 flujo financiero, donde se puede observar un valor actual neto desfavorable de **- US\$ 71,230.72** y una tasa interna de retorno de **1.843%** inferior a la tasa de descuento (8%), por lo que se considera que esta alternativa no conviene desde el punto de vista privado.

Tabla No. 23: Flujo Financiero Alternativa Prolongación de Red MT y BT Eléctrica (Fuente Propia)

Descripcion/Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Total Ingresos		\$10,771.20	\$10,771.20	\$10,950.72	\$10,950.72	\$10,950.72	\$10,950.72	\$11,130.24	\$11,130.24	\$11,130.24	\$11,130.24	\$11,309.76	\$11,309.76	\$11,309.76	\$11,309.76	\$11,309.76	\$11,309.76	\$11,489.28	\$11,489.28	\$11,489.28	\$11,489.28
Total Inversion (LAMT y BT)	\$141,576.96			\$350.63				\$350.63				\$350.63						\$350.63			
Inversion Inicial	\$2,359.62																				
Total Gastos O&M		\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,555.72	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,555.72	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32	\$5,229.32
Costo de operación		\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32	\$1,249.32
Costo de mantenimiento		\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00	\$3,980.00
Total costo de reposicion								\$326.40							\$326.40						
Costo de reposicion								\$5.44							\$5.44						
Depreciacion		\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21
Utilidad antes de impuestos		\$1,692.67	\$1,692.67	\$1,872.19	\$1,872.19	\$1,872.19	\$1,872.19	\$1,725.31	\$2,051.71	\$2,051.71	\$2,051.71	\$2,231.23	\$2,231.23	\$2,231.23	\$1,904.83	\$2,231.23	\$2,231.23	\$2,410.75	\$2,410.75	\$2,410.75	\$2,410.75
Impuesto (IR)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad despues de impuestos		\$1,692.67	\$1,692.67	\$1,872.19	\$1,872.19	\$1,872.19	\$1,872.19	\$1,725.31	\$2,051.71	\$2,051.71	\$2,051.71	\$2,231.23	\$2,231.23	\$2,231.23	\$1,904.83	\$2,231.23	\$2,231.23	\$2,410.75	\$2,410.75	\$2,410.75	\$2,410.75
Depreciacion		\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21	\$3,849.21
Valor en libro																					\$64,592.69
FNE	-\$141,576.96	\$5,541.88	\$5,541.88	\$5,370.78	\$5,721.40	\$5,721.40	\$5,721.40	\$5,223.90	\$5,900.92	\$5,900.92	\$5,900.92	\$5,729.82	\$6,080.44	\$6,080.44	\$5,754.04	\$6,080.44	\$6,080.44	\$5,909.34	\$6,259.96	\$6,259.96	\$70,852.66

Tasa de descuento	8%
VAN	-\$71,230.72 Valor actual neto
TIR	1.84% Tasa interna de retorno

7. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

7.1. Objetivos del estudio económico

El estudio económico tiene como fin evaluar la conveniencia para el país de la ejecución del proyecto, tomando como referencia la rentabilidad social medida a través de los indicadores; valor actual neto económico VANE y tasa interna de retorno económica TIRE. Dentro de la cual se estiman los beneficios sociales (beneficio por aumento de consumo y beneficio por liberación de recursos), se convierten los precios de mercados a precios sociales de los costos de inversión.

7.2. Alternativa de implementación de un kit de sistema fotovoltaico autónomo por vivienda.

En base a las premisas contempladas en el estudio financiero, para la realización de la evaluación socioeconómica se calcula los precios sociales de los costos de inversión, tomando como referencia los factores de corrección social publicados en el sitio web del SNIP.

Tabla No. 24: Precios sociales básicos de Nicaragua (SNIP, 2012)

Recurso	Factor de corrección (precio social)
Mano de obra calificada (MOC)	0.82
Mano de obra no calificada (MOSC)	0.54
Divisa	1.015
Capital (Tasa social de descuento)	8%

Cabe mencionar que la mano de obra total para el proyecto es calificada, ya que son técnicos eléctricos y supervisores eléctricos, los equipos y materiales son de

fabricación externa al país, es decir son importados, por lo que se usa el factor de corrección de 1.015 y tasa social de descuento de 8 %.

Dado lo antes mencionado, se presenta el presupuesto de inversión con sus precios sociales en la tabla No. 25.

Tabla No. 25: Presupuesto de inversión convertidos a precios sociales (SFA)

Descripción	Cantidad	Cantidad efectiva	Costo unitario (US\$)	Costo Total efectivo (US\$)	Factor de corrección	Costo social de la inversión (US\$)
Panel fotovoltaico TRINA SOLAR VERTEX 580W	2	2	250	500.00	1.015	507.50
Baterias NEWMAX GEL 12V 200AH	4	4	360	1,440.00	1.015	1,461.60
Inversor EPEVER híbrido 3KW/120V/48VDC	1	1	800	800.00	1.015	812.00
Cable TSJ 2x6 AWG	1 m	30 m	9.23	276.90	1.015	281.05
Cable TSJ 3x8 AWG	1 m	35 m	5.34	186.90	1.015	189.70
Cable multifilar THHN 10 AWG - Caja de 100 M (72.5 US\$)	1 m	10 m	0.725	7.25	1.015	7.36
Panel CH monofasico 4 espacios (Tipo: CH4L125SP)	1	1	75.86	75.86	1.015	77.00
Interruptor termomagnético 40 A - 2 Polos	2	2	23.14	46.28	1.015	46.97
Interruptor termomagnético 20 A - 2 Polos	1	1	14.32	14.32	1.015	14.53
Breaker para panel CH 15 A - 2 Polos (Tipo: CH215)	1	1	19.64	19.64	1.015	19.93
Breaker para panel CH 15 A - 1 Polos (Tipo: CH115)	2	2	14.46	28.92	1.015	29.35
Riel DIN omega (3 M)	1 m	0.3 m	9.77	2.93	1.015	2.97
Mraíl de 4.15 m	2	2	33.9	67.80	1.015	68.82
Union de Mraíl	2	2	2.19	4.38	1.015	4.45
Accesorio L	6	6	3.3	19.80	1.015	20.10
Accesorio Mclamp (abrazadera intermedia)	10	10	3.14	31.40	1.015	31.87
Accesorio Eclamp (abrazadera final)	4	4	2.86	11.44	1.015	11.61
Cable No. 12 AWG -Caja 100 M (52 US\$)	100	300	156	156.00	1.015	158.34
Tomacorriente 120V/15A	4	4	0.96	3.84	1.015	3.90
Tubo conduit PVC 1/2" + accesorios	8	8	2	16.00	1.015	16.24
Apagador sencillo	1	1	1.03	1.03	1.015	1.05
Apagador doble	1	1	1.82	1.82	1.015	1.85
Caja 2x4 PVC	6	6	0.46	2.76	1.015	2.80
Caja 4x4 PVC	3	3	1.1	3.30	1.015	3.35
Cepo para lampara	4	4	0.88	3.52	1.015	3.57
Lampara LED 6W	4	4	1.36	5.44	1.015	5.52
Total (US\$)				3,727.53		3,783.44

La corrección a precios sociales también se debe hacer al costo de las capacitaciones (tabla No. 26) y al costo de mano de obra (tabla No. 27).

Tabla No. 26: Costo social de capacitaciones

Capacitaciones	Unidad de medida	Cantidad	Costo (US\$)	Costo Total (US\$)	Factor de corrección	Costo social (US\$)
Capacitaciones de O&M a usuarios	GBL	1	600	600	0.82	492

Tabla No. 27: Costo social de mano de obra

Cargo	Numero de puestos	Costo Unitario (US\$/mes)	Costo total (US\$/mes)	Costo total en 6 meses (US\$)	Factor de corrección	Costo Social (US\$)
Tecnico electrico	2	200	400	2400	0.82	1968
Supervisor electrico	1	400	400	2400	0.82	1968
Total			800	4800		3936

También se calcula el costo de la mano de obra por operación y mantenimiento anual, cuyo precio sombra es de US\$ 1,968 (anexo 6).

Se calcula consumo de energía y precio sin proyecto (tabla No. 28), en donde se identifican los sustitutos de la energía y en base a estos y su equivalente en KWh de energía, se encuentra el precio del KWh sin proyecto dividiendo el gasto mensual de sustitutos entre la energía equivalente consumida en el mes por esos sustitutos, resultando precio de KWh de 1.41 US\$/KWh y el consumo de 13.1 KWh.

Tabla No. 28: Consumo de energía y precio de KWh sin proyecto

Elemento energetico	Medida	Factor de conversion	Cantidad	Energia equivalente KWh	Precio Unitario US\$	Gasto mensual US\$
Vela	Unidad	0.045	10	0.45	0.1	1
Kerosene	Litros	0.8	15	12	0.81	12.15
Pila	Unidad	0.056	8	0.45	0.48	3.84
Carga de batería	Unidad	0.192	1	0.19	1.43	1.43
				13.09		18.42
				<p>Precio del KWh 1.41 US\$/KWh Consumo 13.09 KWh/usuario-mes</p>		

Para el siguiente calculo se debe conocer la tarifa residencial T0, ver tabla No. 29

Tabla No. 29: Pliego tarifario residencial a Julio 2023 (INE, 2023)

Tramo de consumo		Consumo (KWh/mes)	Consumo acumulado	Precio (C\$ /KWh)	Precio (US\$ /KWh)
A	Primeros	25	25	2.4703	0.0686
B	Siguientes	25	50	5.9091	0.1641
C	Siguientes	50	100	6.1953	0.1721
D	Siguientes	50	150	8.2349	0.2287
E	Siguientes	350	500	8.3546	0.2321
F	Siguientes	500	1000	13.2698	0.3686
G	Adicionales a	1000	>=2000	15.1189	0.4200

Ahora se debe mostrar el cálculo del consumo de energía y precio US\$/KWh con proyecto, es decir con la alternativa de implementación del sistema fotovoltaico autónomo OFF-GRID (tabla No. 30).

Tabla No. 30: Consumo de energía y precio de KWh con proyecto

Consumo y precios con proyecto											
Consumo Censo de carga		102.35	KWh/mes-								
Energía generada Por SFA		4.26	KWh/día	127.8	KWh/mes						
Año	Usuarios	Consumo por usuario KWh/mes	Tramo A	Tramo B	Tramo C	Tramo D	Tramo E	Tramo F	Gasto (US\$/KWh-mes)	Precio (US\$/KWh)	Consumo total anual (KWh/año)
0	60					-	-	-			
1	61	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	74,920.20
2	63	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	77,376.60
3	65	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	79,833.00
4	67	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	82,289.40
5	69	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	84,745.80
6	71	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	87,202.20
7	73	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	89,658.60
8	75	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	92,115.00
9	77	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	94,571.40
10	79	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	97,027.80
11	81	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	99,484.20
12	83	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	101,940.60
13	85	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	104,397.00
14	87	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	106,853.40
15	89	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	109,309.80
16	91	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	111,766.20
17	93	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	114,222.60
18	95	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	116,679.00
19	97	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	119,135.40
20	99	102.35	25	25	50	2.35	-	-	14.96	0.1462	121,591.80

Para el cálculo de los beneficios directo planteamos el siguiente razonamiento conceptual, citado textualmente de la metodología de energía publicada por el SNIP:

“**Liberación de recursos:** En la situación sin proyecto, los beneficiarios consumían la cantidad de energía Q_{sp} , a un precio P_{sp} . En la situación con proyecto, los beneficiarios podrán acceder a consumir esa misma cantidad de energía (Q_{sp}) pero a un precio inferior P_{cp} , lo que significa un ahorro de recursos para la población beneficiaria. El beneficio por Liberación de recursos se muestra en el gráfico acotado por el rectángulo **$P_{sp}AC P_{cp}$** .” (SNIP-Metodologiaenergia, 2012)

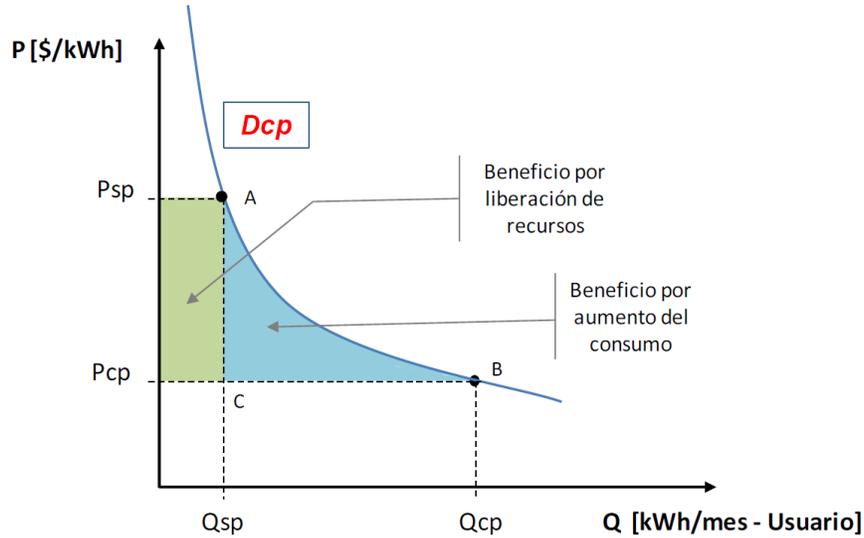
$$✓ \text{ Beneficio por Liberación de Recursos} = (P_{sp} - P_{cp}) \times Q_{sp}$$

“**Aumento del consumo:** En la situación con proyecto, debido a nuevos usos de la energía y precio de oferta menor, los beneficiarios aumentan su consumo, pasando de Q_{sp} a Q_{cp} , la energía será consumida al precio P_{cp} . Debido a que la curva de demanda representa la máxima disposición a pagar por la última unidad consumida de Q_{cp} , el beneficio por Aumento de consumo está acotado por el área **ABC**.” (SNIP-Metodologiaenergia, 2012)

$$✓ \text{ Beneficio por Aumento del Consumo} = \text{Área ABC}$$

$$\text{Área ABC} = \left[\eta * \frac{\left[Q_{cp}^{\frac{1+\eta}{\eta}} - Q_{sp}^{\frac{1+\eta}{\eta}} \right]}{a_1^{\frac{1}{\eta}} * (1+\eta)} \right] - (Q_{cp} - Q_{sp}) * P_{cp}$$

Figura No. 25: Equilibrio de mercado con proyecto y sin proyecto



Donde D_{cp} es el nuevo punto de equilibrio con proyecto y está dada por la función hiperbólica:

$$Q = a * P^\eta$$

A demás;

η_t es la elasticidad-precio de la Demanda. El subíndice t indica que se trata del valor de la elasticidad de la demanda para el año t, valor que deberá calcularse para cada año.

$$\eta_t = \frac{\ln\left(\frac{Q_{sp}}{Q_t}\right)}{\ln\left(\frac{P_{sp}}{P_t}\right)}$$

A_t es una constante cuyo valor debe ser calculada para cada año t del horizonte de evaluación. La constante está definida por la expresión:

$$a_t = \frac{Q_{sp}}{P_{sp}^{\eta_t}}$$

Por tanto, el beneficio directo neto total para un mes será:

$$BN_{MES} = [Q_{sp}*(P_{sp}-P_{cp})] + \left[\eta * \frac{\left[Q_{cp}^{\frac{1+\eta}{\eta}} - Q_{sp}^{\frac{1+\eta}{\eta}} \right]}{\frac{1}{a_1^{\eta}}*(1+\eta)} \right] - (Q_{cp}-Q_{sp}) * P_{cp} (\$/mes - familia)$$

Al cuantificar los beneficios netos de manera anual se obtiene la siguiente formula:

$$BN_t = BN_{MES} * 12 * N_t (\$/año)$$

Dado lo anterior, se muestra la estimación de curva de demanda por usuarios en la tabla No. 31 y beneficios sociales mensuales por usuario en la tabla No. 32.

Tabla No. 31: Estimación de curva de demanda por usuario

Estimacion de curvas de demanda por usuario		
Año	Elasticidad e	Constante a
1	-0.91	17.86
2	-0.91	17.86
3	-0.91	17.86
4	-0.91	17.86
5	-0.91	17.86
6	-0.91	17.86
7	-0.91	17.86
8	-0.91	17.86
9	-0.91	17.86
10	-0.91	17.86
11	-0.91	17.86
12	-0.91	17.86
13	-0.91	17.86
14	-0.91	17.86
15	-0.91	17.86
16	-0.91	17.86
17	-0.91	17.86
18	-0.91	17.86
19	-0.91	17.86
20	-0.91	17.86

Tabla No. 32: Beneficios sociales mensuales por usuario

Beneficios sociales mensual por usuario			
Año	Liberacion de recursos (US\$/usuario-mensual)	Aumento de consumo (US\$/usuario-mensual)	Beneficio total (US\$/usuario-mensual)
1	16.51	21.22	37.73
2	16.51	21.22	37.73
3	16.51	21.22	37.73
4	16.51	21.22	37.73
5	16.51	21.22	37.73
6	16.51	21.22	37.73
7	16.51	21.22	37.73
8	16.51	21.22	37.73
9	16.51	21.22	37.73
10	16.51	21.22	37.73
11	16.51	21.22	37.73
12	16.51	21.22	37.73
13	16.51	21.22	37.73
14	16.51	21.22	37.73
15	16.51	21.22	37.73
16	16.51	21.22	37.73
17	16.51	21.22	37.73
18	16.51	21.22	37.73
19	16.51	21.22	37.73
20	16.51	21.22	37.73

Por último, se concluye que el proyecto le conviene al país, ya que resulto en sus indicadores de rentabilidad con un valor actual neto económico de US\$ 205,925.46 mayor que cero y una tasa interna de retorno de 17.39% superior a la tasa social de descuento de 8%, (Ver tabla No. 33).

Tabla No. 33: Flujo económico alternativa sistema fotovoltaico autónomo.

Descripción/Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Beneficio anual por usuarios		\$27,618.36	\$28,523.88	\$29,429.40	\$30,334.92	\$31,240.44	\$32,145.96	\$33,051.48	\$33,957.00	\$34,862.52	\$35,768.04	\$36,673.56	\$37,579.08	\$38,484.60	\$39,390.12	\$40,295.64	\$41,201.16	\$42,106.68	\$43,012.20	\$43,917.72	\$44,823.24
Total ingresos		\$10,950.72	\$11,309.76	\$11,668.80	\$12,027.84	\$12,386.88	\$12,745.92	\$13,104.96	\$13,464.00	\$13,823.04	\$14,182.08	\$14,541.12	\$14,900.16	\$15,259.20	\$15,618.24	\$15,977.28	\$16,336.32	\$16,695.36	\$17,054.40	\$17,413.44	\$17,772.48
Gastos O&M Totales		\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$2,299.30	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$2,299.30	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00
Gasto O&M mano de obra		\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00	\$1,968.00
Total costos de reposición		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$331.30	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$331.30	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Total de inversion (SFA + Inst.	\$231,434.58				\$3,947.44			\$3,947.44				\$3,947.44				\$3,947.44				\$3,947.44	
Inversion inicial	\$3,857.24																				
Costos de materiales y equipos	\$3,783.44																				
Costo de mano de obra	\$65.60																				
Costo de capacitacion	\$8.20																				
FNE	-\$231,434.58	\$36,601.08	\$37,865.64	\$39,130.20	\$36,447.32	\$41,659.32	\$42,923.88	\$39,909.70	\$45,453.00	\$46,717.56	\$47,982.12	\$45,299.24	\$50,511.24	\$51,775.80	\$52,709.06	\$50,357.48	\$55,569.48	\$56,834.04	\$58,098.60	\$55,415.72	\$60,627.72

Tasa de descuento	8%
VANE	\$205,925.46
TIRE	17.39%

7.3. Alternativa Extensión de la red de distribución eléctrica Disnorte-Dissur

De manera similar a los supuestos planeados para la alternativa con sistema fotovoltaico, se presenta evaluación económica para la opción de prolongación de la red de distribución eléctrica.

Primero se aplican los factores de corrección según rubro en el presupuesto de inversión (tabla No. 34) y gastos de operación y mantenimiento.

Tabla No. 34: Presupuesto de inversión convertidos a precios sociales, alternativa extensión de red de distribución

ITEM	DESCRIPCION	U/MED	CANT	MATERIALES			MANO DE OBRA			GRÚA Y TRANSPORTE			GASTOS ADMON.			P. TOTAL (US\$)
				P. UNITARIO (US\$)	Factor de Corrección	P. TOTAL (US\$)	P. UNITARIO (US\$)	Factor de Corrección	P. TOTAL (US\$)	P. UNITARIO (US\$)	Factor de Corrección	P. TOTAL (US\$)	P. UNITARIO (US\$)	Factor de Corrección	P. TOTAL (US\$)	
1	MT-601/C	UND	1	\$ 43.75	1.015	\$ 44.41	\$ 15.31	0.82	\$ 12.56	\$ 8.75	0.82	\$ 7.18	\$ 4.38	0.82	\$ 3.59	\$ 67.73
2	MT-602/C	UND	10	\$ 63.75	1.015	\$ 647.06	\$ 22.31	0.82	\$ 182.96	\$ 12.75	0.82	\$ 104.55	\$ 6.38	0.82	\$ 52.28	\$ 986.85
3	MT-603/C	UND	3	\$ 117.50	1.015	\$ 357.79	\$ 41.13	0.82	\$ 101.17	\$ 23.50	0.82	\$ 57.81	\$ 11.75	0.82	\$ 28.91	\$ 545.67
4	MT-604/C	UND	5	\$ 140.00	1.015	\$ 710.50	\$ 49.00	0.82	\$ 200.90	\$ 28.00	0.82	\$ 114.80	\$ 14.00	0.82	\$ 57.40	\$ 1,083.60
5	VA-1	UND	2	\$ 60.66	1.015	\$ 123.14	\$ 21.23	0.82	\$ 34.82	\$ 12.13	0.82	\$ 19.90	\$ 6.07	0.82	\$ 9.95	\$ 187.81
6	VA-2	UND	4	\$ 120.13	1.015	\$ 487.71	\$ 42.04	0.82	\$ 137.90	\$ 24.03	0.82	\$ 78.80	\$ 12.01	0.82	\$ 39.40	\$ 743.81
7	VA-3	UND	11	\$ 118.50	1.015	\$ 1,323.05	\$ 41.48	0.82	\$ 374.10	\$ 23.70	0.82	\$ 213.77	\$ 11.85	0.82	\$ 106.89	\$ 2,017.82
8	VA-4	UND	7	\$ 137.50	1.015	\$ 976.94	\$ 48.13	0.82	\$ 276.24	\$ 27.50	0.82	\$ 157.85	\$ 13.75	0.82	\$ 78.93	\$ 1,489.95
9	VA-5	UND	4	\$ 68.75	1.015	\$ 279.13	\$ 24.06	0.82	\$ 78.93	\$ 13.75	0.82	\$ 45.10	\$ 6.88	0.82	\$ 22.55	\$ 425.70
10	EC2-MT/C	UND	1	\$ 31.25	1.015	\$ 31.72	\$ 10.94	0.82	\$ 8.97	\$ 6.25	0.82	\$ 5.13	\$ 3.13	0.82	\$ 2.56	\$ 48.38
11	EC2-MT2/C	UND	2	\$ 45.00	1.015	\$ 91.35	\$ 15.75	0.82	\$ 25.83	\$ 9.00	0.82	\$ 14.76	\$ 4.50	0.82	\$ 7.38	\$ 139.32
12	EC2-MT1	UND	1	\$ 40.00	1.015	\$ 40.60	\$ 14.00	0.82	\$ 11.48	\$ 8.00	0.82	\$ 6.56	\$ 4.00	0.82	\$ 3.28	\$ 61.92
13	SU2-MT	UND	1	\$ 85.00	1.015	\$ 86.28	\$ 29.75	0.82	\$ 24.40	\$ 17.00	0.82	\$ 13.94	\$ 8.50	0.82	\$ 6.97	\$ 131.58
14	F4-MT2	UND	1	\$ 101.25	1.015	\$ 102.77	\$ 35.44	0.82	\$ 29.06	\$ 20.25	0.82	\$ 16.61	\$ 10.13	0.82	\$ 8.30	\$ 156.74
15	PR2-205/C	UND	1	\$ 128.75	1.015	\$ 130.68	\$ 45.06	0.82	\$ 36.95	\$ 25.75	0.82	\$ 21.12	\$ 12.88	0.82	\$ 10.56	\$ 199.31
16	TR2-104/C	UND	2	\$ 350.00	1.015	\$ 710.50	\$ 122.50	0.82	\$ 200.90	\$ 70.00	0.82	\$ 114.80	\$ 35.00	0.82	\$ 57.40	\$ 1,083.60
17	TR2-105/C	UND	1	\$ 356.25	1.015	\$ 361.59	\$ 124.69	0.82	\$ 102.24	\$ 71.25	0.82	\$ 58.43	\$ 35.63	0.82	\$ 29.21	\$ 551.48
18	Transformador 10KVA 14.4/24.9KV 120-240V	UND	3	\$ 3,201.63	1.015	\$ 9,748.98	\$ 1,120.57	0.82	\$ 2,756.61	\$ 640.33	0.82	\$ 1,575.20	\$ 320.16	0.82	\$ 787.60	\$ 14,868.39
19	J-16	UND	1	\$ 15.00	1.015	\$ 15.23	\$ 5.25	0.82	\$ 4.31	\$ 3.00	0.82	\$ 2.46	\$ 1.50	0.82	\$ 1.23	\$ 23.22
20	J-10	UND	3	\$ 7.50	1.015	\$ 22.84	\$ 2.63	0.82	\$ 6.46	\$ 1.50	0.82	\$ 3.69	\$ 0.75	0.82	\$ 1.85	\$ 34.83
21	J-12	UND	2	\$ 10.00	1.015	\$ 20.30	\$ 3.50	0.82	\$ 5.74	\$ 2.00	0.82	\$ 3.28	\$ 1.00	0.82	\$ 1.64	\$ 30.96
22	P2-BT	UND	4	\$ 15.00	1.015	\$ 60.90	\$ 5.25	0.82	\$ 17.22	\$ 3.00	0.82	\$ 9.84	\$ 1.50	0.82	\$ 4.92	\$ 92.88
23	PAT-12M	UND	1	\$ 68.75	1.015	\$ 69.78	\$ 24.06	0.82	\$ 19.73	\$ 13.75	0.82	\$ 11.28	\$ 6.88	0.82	\$ 5.64	\$ 106.43
24	PAT-10M	UND	7	\$ 57.50	1.015	\$ 408.54	\$ 20.13	0.82	\$ 115.52	\$ 11.50	0.82	\$ 66.01	\$ 5.75	0.82	\$ 33.01	\$ 623.07
25	M2-1 12M	UND	2	\$ 72.50	1.015	\$ 147.18	\$ 25.38	0.82	\$ 41.62	\$ 14.50	0.82	\$ 23.78	\$ 7.25	0.82	\$ 11.89	\$ 224.46
26	M2-1 10.5M	UND	9	\$ 58.75	1.015	\$ 536.68	\$ 20.56	0.82	\$ 151.75	\$ 11.75	0.82	\$ 86.72	\$ 5.88	0.82	\$ 43.36	\$ 818.51
27	M2-1 9M	UND	2	\$ 50.00	1.015	\$ 101.50	\$ 17.50	0.82	\$ 28.70	\$ 10.00	0.82	\$ 16.40	\$ 5.00	0.82	\$ 8.20	\$ 154.80
28	HA-100B/C	UND	21	\$ 112.50	1.015	\$ 2,397.94	\$ 39.38	0.82	\$ 678.04	\$ 22.50	0.82	\$ 387.45	\$ 11.25	0.82	\$ 193.73	\$ 3,657.15
29	HA-100A/C	UND	5	\$ 57.50	1.015	\$ 291.81	\$ 20.13	0.82	\$ 82.51	\$ 11.50	0.82	\$ 47.15	\$ 5.75	0.82	\$ 23.58	\$ 445.05
30	HA-108/C	UND	1	\$ 83.75	1.015	\$ 85.01	\$ 29.31	0.82	\$ 24.04	\$ 16.75	0.82	\$ 13.74	\$ 8.38	0.82	\$ 6.87	\$ 129.65
31	D1-1 MT	UND	25	\$ 81.25	1.015	\$ 2,061.72	\$ 28.44	0.82	\$ 582.97	\$ 16.25	0.82	\$ 333.13	\$ 8.13	0.82	\$ 166.56	\$ 3,144.38
32	D1-1 BT	UND	6	\$ 65.00	1.015	\$ 395.85	\$ 22.75	0.82	\$ 111.93	\$ 13.00	0.82	\$ 63.96	\$ 6.50	0.82	\$ 31.98	\$ 603.72
33	D2-1	UND	7	\$ 120.00	1.015	\$ 852.60	\$ 42.00	0.82	\$ 241.08	\$ 24.00	0.82	\$ 137.76	\$ 12.00	0.82	\$ 68.88	\$ 1,300.32
34	POSTE DE CONCRETO 35' 300DAN	UND	22	\$ 400.00	1.015	\$ 8,932.00	\$ 140.00	0.82	\$ 2,525.60	\$ 80.00	0.82	\$ 1,443.20	\$ 40.00	0.82	\$ 721.60	\$ 13,622.40
35	POSTE DE CONCRETO 40' 300DAN	UND	1	\$ 475.00	1.015	\$ 482.13	\$ 166.25	0.82	\$ 136.33	\$ 95.00	0.82	\$ 77.90	\$ 47.50	0.82	\$ 38.95	\$ 735.30
36	POSTE DE PINO 30' CLASE 6	UND	4	\$ 326.25	1.015	\$ 1,324.58	\$ 114.19	0.82	\$ 374.54	\$ 65.25	0.82	\$ 214.02	\$ 32.63	0.82	\$ 107.01	\$ 2,020.14
37	POSTE DE PINO 35' CLASE 5	UND	25	\$ 370.00	1.015	\$ 9,388.75	\$ 129.50	0.82	\$ 2,654.75	\$ 74.00	0.82	\$ 1,517.00	\$ 37.00	0.82	\$ 758.50	\$ 14,319.00
38	POSTE DE PINO 40' CLASE 4	UND	2	\$ 400.00	1.015	\$ 812.00	\$ 140.00	0.82	\$ 229.60	\$ 80.00	0.82	\$ 131.20	\$ 40.00	0.82	\$ 65.60	\$ 1,238.40
39	CONDUCTOR ACSR TPLX #1/0	MTS	2458	\$ 5.13	1.015	\$ 12,786.21	\$ 1.79	0.82	\$ 3,615.41	\$ 1.03	0.82	\$ 2,065.95	\$ 0.51	0.82	\$ 1,032.97	\$ 19,500.54
40	CONDUCTOR ACSR 1/0	MTS	4984	\$ 2.81	1.015	\$ 14,227.76	\$ 0.98	0.82	\$ 4,023.02	\$ 0.56	0.82	\$ 2,298.87	\$ 0.28	0.82	\$ 1,149.44	\$ 21,699.09
41	INSTALACION INTERNA	UND	60	\$ 102.50	1.015	\$ 6,242.25	\$ 35.88	0.82	\$ 1,765.05	\$ 20.50	0.82	\$ 1,008.60	\$ 10.25	0.82	\$ 504.30	\$ 9,520.20
42	ACOMETIDA	UND	60	\$ 75.00	1.015	\$ 4,567.50	\$ 26.25	0.82	\$ 1,291.50	\$ 15.00	0.82	\$ 738.00	\$ 7.50	0.82	\$ 369.00	\$ 6,966.00
43	MEDIDORES	UND	60	\$ 35.00	1.015	\$ 2,131.50	\$ 12.25	0.82	\$ 602.70	\$ 7.00	0.82	\$ 344.40	\$ 3.50	0.82	\$ 172.20	\$ 3,250.80
44	CONSUMIBLES Y ACCESORIOS DE FIJACION	GBL	1	\$ 2,437.99	1.015	\$ 2,474.56	\$ 853.30	0.82	\$ 699.70	\$ 487.60	0.82	\$ 399.83	\$ 243.80	0.82	\$ 199.91	\$ 3,774.00
SUB TOTALES						\$ 87,091.28			\$ 24,625.81			\$ 14,071.89			\$ 7,035.95	\$ 132,824.93
															IMPUESTO MUNICIPAL	
															GRAN TOTAL SIN IVA \$ 132,824.93	

La corrección a precios sociales también se debe hacer al costo de gastos de operación y mantenimiento (tabla No. 35).

Tabla No. 35: Gastos de operación y mantenimiento convertido a precios sociales

ITEM	DESCRIPCION	U/MED	CANT	P. UNITARIO (U\$)	P. TOTAL (U\$)	Factor de correccion	Costo social de la inversion (U\$)
GASTOS ANUALES DE OPERACIÓN							
1	GESTOR DE MEDIDA Y PAPELERIA RECIBOS	GBL	1	\$ 1,249.32	\$ 1,249.32	0.82	\$ 1,024.44
GASTOS ANUALES DE MANTENIMIENTO DEL CIRCUITO							
1	DESPEJES ANUALES	UND	4	\$ 220.00	\$ 880.00	0.82	\$ 180.40
2	DESRRAMES DE ARBOLES	UND	4	\$ 650.00	\$ 2,600.00	0.82	\$ 533.00
3	MANTENIMIENTO GENERAL A LINEAS MT Y BT	UND	1	\$ 850.00	\$ 850.00	0.82	\$ 697.00
4	REPARACIONES POR EFECTOS ATMOSFERICOS	GBL	1	\$ 500.00	\$ 500.00	0.82	\$ 410.00
TOTAL GASTOS					\$ 3,980.00		\$ 1,820.40

Una vez obtenido los precios sociales utilizamos los valores obtenidos en la alternativa anterior mostrados en tabla No.30/pág. 90 “Consumo de energía y precios con proyecto”, Tabla No. 31/pág. 93 para la “estimación de curva de demanda por usuario” y la tabla No.32/pág. 94 “beneficios sociales mensuales por usuario”, para proceder a realizar la matriz de evaluación socioeconómica (tabla No. 36).

En la tabla siguiente, podemos analizar que esta alternativa es viable y demuestra tener una rentabilidad prometedora, es decir, un valor actual neto económico de **US\$ 266,727.27** superior a cero y una tasa interna de retorno de **27.88%**, siendo esta última mayor a la tasa social de descuento, por lo anterior se concluye que esta alternativa le conviene al país socioeconómicamente.

Tabla No. 36: Flujo económico alternativa extensión red de distribución

Descripcion/Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Beneficio anual para usuarios		\$27,618.36	\$28,523.88	\$29,429.40	\$30,334.92	\$31,240.44	\$32,145.96	\$33,051.48	\$33,957.00	\$34,862.52	\$35,768.04	\$36,673.56	\$37,579.08	\$38,484.60	\$39,390.12	\$40,295.64	\$41,201.16	\$42,106.68	\$43,012.20	\$43,917.72	\$44,823.24
Total Ingresos		\$10,771.20	\$10,771.20	\$10,950.72	\$10,950.72	\$10,950.72	\$10,950.72	\$11,130.24	\$11,130.24	\$11,130.24	\$11,130.24	\$11,309.76	\$11,309.76	\$11,309.76	\$11,309.76	\$11,309.76	\$11,309.76	\$11,489.28	\$11,489.28	\$11,489.28	\$11,489.28
Gastos O&M + costos de reposicion		\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,555.69	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,555.69	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04	\$4,288.04
Total de inversion (Red - Inst. Intradomiciliar)	\$132,824.93			\$328.95				\$328.95				\$328.95						\$328.95			
FNE	-\$132,824.93	\$34,101.52	\$35,007.04	\$35,763.13	\$36,997.60	\$37,903.12	\$38,808.64	\$39,297.08	\$40,799.20	\$41,704.72	\$42,610.24	\$43,366.33	\$44,600.80	\$45,506.32	\$46,144.19	\$47,317.36	\$48,222.88	\$48,978.97	\$50,213.44	\$51,118.96	\$52,024.48

Tasa social de descuento	8%
VANE	\$266,727.27
TIRE	27.88%

8. ESTUDIO AMBIENTAL

8.1. Objetivo del estudio ambiental

La evaluación de impacto ambiental tiene por objetivo determinar los impactos ambientales, valoración y cuantificación de los daños, medidas de reducción de riesgo y adaptación al cambio climático, estipulados en la ley No. 217 “ley general del medio ambiente y los recursos naturales”, artículo 25⁴ y siendo rector de esta el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA).

Así mismo, según artículo 14, 15, 16, 17 y 18 del decreto ejecutivo No. 20-2017 “Sistema de evaluación ambiental”, el proyecto entra en la categoría IV, los cuales pueden causar impactos ambientales bajos, estos quedan sujetos a medidas ambientales que se integran en un programa de gestión ambiental como condición para la emisión de autorización ambiental otorgada por MARENA, lo que queda a cargo de las delegaciones territoriales del MARENA, por lo cual no requiere de un estudio de impacto ambiental. Es decir, que solamente se debe presentar el formulario ambiental que el MARENA establezca como requisito para el permiso respectivo.

⁴ **Artículo 25.-** Los Proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro al ambiente o a los recursos naturales, deberán obtener, previo a su ejecución, el Permiso Ambiental otorgado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. El Reglamento establecerá la lista específica de tipo de obras y proyectos.

Los proyectos que no estuvieren contemplados en la lista específica, estarán obligados a presentar a la municipalidad correspondiente el formulario ambiental que el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales establezca como requisito para el permiso respectivo.

8.2. Impactos ambientales del proyecto

Se realiza identificación de impactos ambientales para ambas alternativas de solución, en base a la escala donde se consideran los riesgos como; A: Bajo, B: Moderado y C: Alto, tanto para la etapa de construcción como de funcionamiento.

Tabla No. 37: Impactos ambientales de sistema solar fotovoltaico autónomo

Tipo	Construcción (Nivel de Daño)	Funcionamiento (Nivel de Daño)	Medidas de reducción de riesgo.
Suelo	A	A	No se requiere, no hay afectaciones en el la superficie terrestre.
Hídrico	A	A	No se requiere, sin afectaciones de los cuerpos de aguas de los alrededores.
Ambiente (Ruido)	A	A	No se requiere, el sistema fotovoltaico no produce contaminación por ruido aparente.
Flora	B	B	No se requiere, las afectaciones a la vegetación se limitan a podas controladas de árboles.
Fauna	A	A	No se requiere, sin repercusión en la vida animal.

Tabla No. 38: Impactos ambientales de alternativa de extensión de red de distribución

Tipo	Construcción (Nivel de Daño)	Funcionamiento (Nivel de Daño)	Medidas de reducción de riesgo.
Suelo	B	B	Requeridas, afectaciones al momento de perforaciones en suelo para izado de postes, retenidas y puestas a tierra
Hídrico	A	A	No se requiere, sin afectaciones de los cuerpos de aguas de los alrededores.
Ambiente (Ruido)	A	A	No se requiere, en caso de red de distribución no produce contaminación por ruido aparente.
Flora	B	B	Requeridas, existen afectaciones a la vegetación al momento del izado de postes y poda para trayecto de conductores de media y baja tensión.
Fauna	A	A	Es poco el impacto, principalmente para aves que tengan nidos en ramas afectadas por la poda.

8.3. Conclusiones de estudio de impacto ambiental

Según artículos citados, solamente se requiere de llenar formularios para solicitud de permisos ambientales correspondientes, otorgados por MARENA. De igual manera la identificación de los impactos y su magnitud revelo que las incidencias son controlables durante toda la fase de construcción y operación del proyecto, por lo que se concluye que no posee riesgo ambiental e impactos que puedan afectar los ecosistemas, biodiversidad y medio ambiente en general.

9. CONCLUSIONES GENERALES

Para finalizar el presente estudio de prefactibilidad se concluye que:

- En vista del análisis de los datos e información recabada in situ en la sección de estudio de mercado, se logra caracterizar la oferta, demanda y brecha de oferta demanda, en donde se observa que existe interés por parte de la población de adquirir el servicio de energía eléctrica, cuentan con capacidad de pago para la cuota de US\$ 10.00 mensuales para el sistema fotovoltaico autónomo y costo de la factura eléctrica de US\$ 14.96 KWh para la extensión de la red de distribución.
- Se realizó en estudio técnico el censo de carga donde se obtuvo un consumo promedio de energía por vivienda de 3.41 KWh/día y 102.35 KWh/mes, capacidad de energía instalada de sistema fotovoltaico de 4.26 KWh/día, suficiente para satisfacer la demanda. En caso de la alternativa de extensión de red de distribución esta fue dimensionada técnicamente para suministrar la demanda proyectada aun en años posteriores al 20 del horizonte de evaluación.
- En caso de la evaluación financiera, se concluye conforme a los indicadores de rentabilidad VAN y TIR que el estudio de prefactibilidad del proyecto de **sistema fotovoltaico autónomo en comunidad Vida Caño Seco del departamento de Matagalpa** no conviene desde el punto de vista privado, al igual se observó que en la alternativa de extensión red de distribución no conviene, lo cual se usa como costos de referencia para la evaluación económica.
- Al ser un proyecto de carácter social, donde la intención es garantizar el servicio de la energía eléctrica a la población de acuerdo a Plan Nacional de Desarrollo Humano y Lucha Contra la Pobreza y Constitución Política

Nacional, la mayor importancia lo tiene la evaluación socioeconómica, donde el sistema fotovoltaico autónomo por vivienda resulta ser conveniente para el país. Sin embargo, el indicador VANE de esta alternativa no es mejor que el de la alternativa de extensión de red de distribución.

- Cabe destacar que los proyectos pueden resultar en sus estudios de prefactibilidad, rentable financiera y económicamente, no rentable financiera y económicamente o que solo una de las dos evaluaciones sea rentable (financiero rentable – económico no rentable, financiero no rentable – económico rentable). En cualquier caso, todos los resultados son de utilidad, ya son un soporte para la toma de decisiones al momento de invertir o no invertir (generando un bienestar financiero y/o socioeconómico).
- Desde un enfoque ambiental ambos proyectos producen un impacto ambiental bajo, ya que se encuentran dentro de la categoría IV de la clasificación de proyectos, por lo que únicamente requieren llenar y presentar formularios para la solicitud de permisos ambientales correspondiente, emitidos por MARENA. Esto con base a DECRETO EJECUTIVO No. 20-2017, en sus artículos 14, 15, 16, 17 y 18. Sin embargo, se elaboró tablas identificando los impactos ambientales para ambas alternativas, siendo estos bajos o moderados.
- Se debe mencionar que el sistema fotovoltaico propuesto tiene la bondad de poder ampliar su capacidad instalada y de generación de energía eléctrica, lo que la prepara para futuros incrementos en las necesidades de consumo de los usuarios, debido a que cuenta con un inversor híbrido con capacidad de 3 KW y que de acuerdo a diseño actual se utilizara 1 KW, además de disponer de un arreglo de baterías de 4 x 200 Ah, cuya capacidad de acumulación es superior al calculado.

10. RECOMENDACIONES

En vista de los resultados del presente estudio de prefactibilidad se recomienda que:

La decisión de elegir una de las 2 alternativas de solución es en base a las evaluaciones económicas, donde muestra ser más beneficiosa para el país la alternativa de extensión de la red de distribución, ya que su VANE es superior. Sin embargo, esto puede cambiar al momento en que oficialmente se publique el precio social de una tonelada equivalente de CO₂, lo que provoca que los beneficios para la alternativa de solución de energía renovable incrementen e igual incrementan los costos de generación con energía a base de combustible fósil.

Lo anterior, no es garantía de que muestre mejores resultados económicos la alternativa del sistema solar fotovoltaico que la extensión de la red de distribución, ya que la energía en el sistema de distribución no es solamente a base de energía no renovable, sino que la matriz de energía eléctrica nacional está compuesta por energía renovable un 67.46%, energía no renovable un 20% y energía importada desde el mercado eléctrico regional por 12.05% (la cual es principalmente a base de combustible fósil). (ENATREL, 2023)

En consideración de lo anterior se propone realizar un estudio de prefactibilidad para futuros trabajos de tesis, donde se incorporen los efectos del precio social del carbono, una vez estos sean publicados oficialmente por el **Sistema Nacional de Inversión Pública – SNIP**.

11. BIBLIOGRAFIA

- Arboleda Vélez, G. (2013). *Proyectos, identificación, formulación, evaluación y gerencia*. Colombia: Alfaomega Colombiana S.A.
- AUTOSOLAR.CO. (s.f.). Obtenido de <https://autosolar.co/energia-solar/guia-completa-para-instalar-paneles-solares-en-4-pasos>
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de proyectos*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Biomass Users Network (BUN-CA). (2002). *Manuales sobre energía renovable solar fotovoltaica*. Costa Rica: C.R. : Biomass Users Network (BUN-CA).
- Carbonel Valdivia, J. (2016). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. Perú: Empresa Editora Macro EIRL.
- Cordoba Padilla, M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos*. Colombia: Ecoe Ediciones.
- DMUenergy. (s.f.). Obtenido de <https://dmu.cl/kit-solar-1-dmu-energy>
- ECAMI. (s.f.). Obtenido de <https://www.ecami.com.ni/catalogo/paneles-solares/panel-solar-trina-solar-vertex-570w/>
- ENATREL. (07 de Abril de 2021). *Programa Nacional de Electrificación Sostenible y energía renovable*. Obtenido de https://www.enatrel.gob.ni/wp-content/uploads/2021/01/INFORME-SEMANTAL-DEL-25-MARZO-AL-07-ABRIL_NP.pdf
- ENATREL. (01 de Mayo de 2022). *Matriz de generación*. Obtenido de <https://www.enatrel.gob.ni/matriz-de-generacion-2022/>
- ENATREL. (05 de 03 de 2023). Obtenido de <https://www.enatrel.gob.ni/matriz-de-generacion-2022/>
- Ferra, C. (1999). *Evaluación Socioeconómica de proyectos*. Argentina: Universidad Nacional de Cuyo.
- Fontaine, E. R. (2008). En *Evaluación social de proyectos* (pág. 37). Mexico: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- Grupo de Nuevas Actividades Profesionales. (2007). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Colegio Oficial de ingenieros de Telecomunicación.

- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodologia de la Investigacion* (6ta Edición ed.). Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hulshorst, W., & Criado, V. (s.f.). *Manual Practico energia fotovoltaica*. Obtenido de www.leonardo-energy.org/espanol
- INE. (Julio de 2023). Obtenido de https://www.ine.gob.ni/wp-content/uploads/2023/07/baja_tension_1_julio23.pdf
- INIDE. (2005). *Censo 2025 INIDE*. Obtenido de <https://www.inide.gob.ni/docu/censos2005/CifrasMun/Matagalpa/Matagalpa.pdf>
- Morales Castro, A., & Morales Castro, J. A. (2009). *Proyectos de inversion - Evaluacion y formulacion*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Murcia, J. D. (2009). *Proyectos, Formulación y criterios de evaluacion*. Colombia: Alfaomega Colombiana S.A.
- NASA. (16 de Julio de 2023). *POWER Data Access Viewer*. Obtenido de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Perpiñan Lamigueiro, O., Colmenar Santos, A., & Castro Gil, M. A. (2012). *Diseño de sistemas fotovoltaicos*. Madrid-España: 2012 Promotora General de Estudios, S.A.
- Project Management Institute (PMI). (2017). *Guía del PMBOK*. Estados Unidos: Project Management Institute, Inc.
- Sanchez Juarez, A., Martinez Escobar, D., Magdaleno, R. S., Ortega Cruz, J., & Sanchez Perez, P. A. (2017). *Aplicaciones fotovoltaicas de la energia solar en los sectores residencial, servicio e industrial*. Mexico: D.R. 2017 Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & Sapag Puelma, J. M. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- SNIP. (2012). Obtenido de <http://www.snip.gob.ni/Docs/metodologias/MetodologiaGeneral.pdf>

- SNIP-Metodologiaenergia. (2012). Obtenido de <http://www.snip.gob.ni/Docs/metodologias/MetodologiaEnergia.pdf>
- SOLARAMA. (s.f.). Obtenido de <https://solarama.mx/blog/paneles-solares-en-paralelo/>
- SolarTechenergy. (s.f.). Obtenido de <https://solartech-energy.com.ar/sistema-conexion-a-red-hibridos/>
- Tarco Sanchez, A. (2006). En *Elementos basicos de formulacion y evaluacion de proyectos privados* (pág. 20). Peru: Imprenta Cumbre EIRL.
- TRITEC. (s.f.). Obtenido de <https://tritec-intervento.cl/calculo-y-diseno-de-un-banco-de-baterias/>

12. ANEXOS

12.1. Anexo 1: Ficha técnica de panel fotovoltaico

Vertex

MÓDULO MONOCRISTALINO MONOFACIAL

PRODUCTO: TSM-DE19R

RANGO DE POTENCIA: 560-580W

580W

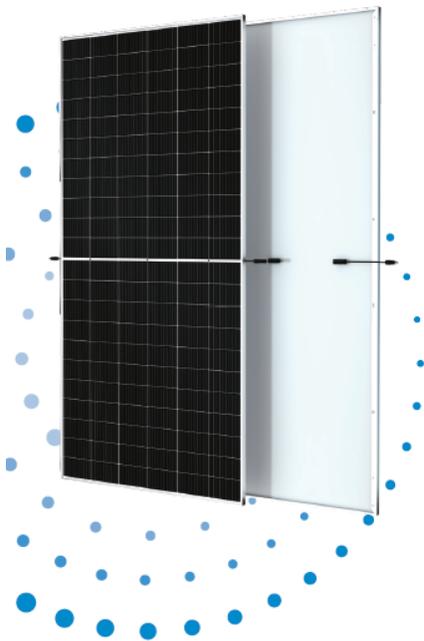
POTENCIA MÁXIMA

0~+5W

TOLERANCIA POSITIVA

21.5%

EFICIENCIA MÁXIMA



Alto Valor Añadido

- Menor LCOE (costo nivelado de la energía), reducción del costo de BOS (Equilibrio del sistema), menor tiempo de amortización.
- Baja degradación en el primer año y anual.
- Diseñado para la compatibilidad con los componentes principales del sistema existentes.
- Mayor retorno de la inversión.



Alta Potencia hasta 580W

- Hasta 21.5% de eficiencia del módulo con tecnología de interconexión de alta densidad
- Tecnología Multi-busbar para un mejor efecto de captura de luz, menor resistencia en serie y una mejor colección de corriente.



Alta Confiabilidad

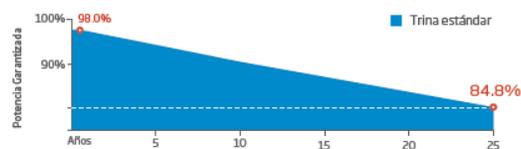
- Microfisuras minimizadas con innovadora tecnología de corte no destructivo
- Resistencia a PID asegurada por el control de materiales y del proceso de fabricación
- Rendimiento mecánico hasta 5400 Pa de carga positiva y 2400 Pa de carga negativa



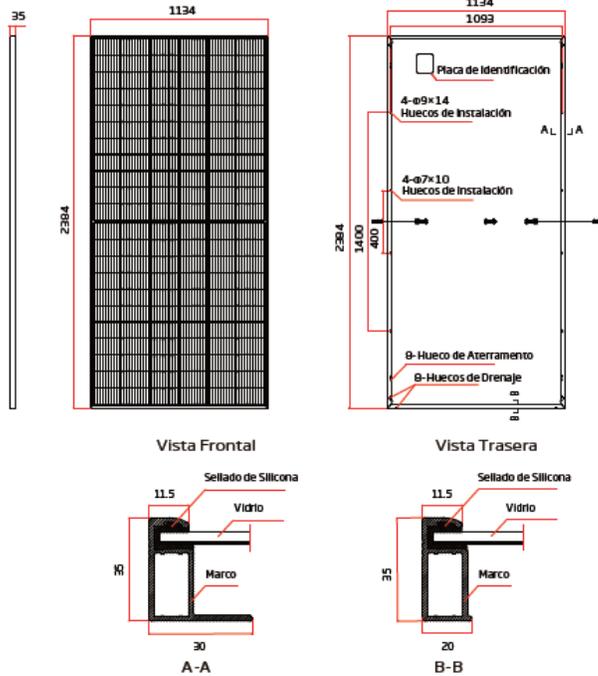
Alta Generación de Energía

- Excelente desempeño IAM (Modificador de Ángulo Incidente) y de performance en baja irradiación validados por terceros.
- El diseño único proporciona una producción de energía optimizada en condiciones de sombreado entre filas.
- Menor coeficiente de temperatura (-0,34%) y temperatura de funcionamiento

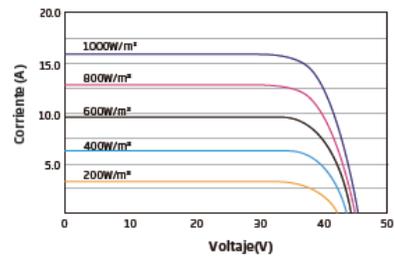
Garantía de Performance Trina Solar



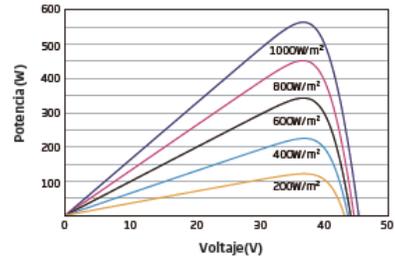
DIMENSIONES DEL MÓDULO(mm)



CURVAS I-V DEL MÓDULO(570 W)



CURVAS P-V DEL MÓDULO(570 W)



DATOS ELÉCTRICOS (STC)

Parámetro	560	565	570	575	580
Potencia Máxima P_{max} (Wp)*	560	565	570	575	580
Tolerancia de Potencia- P_{max} (W)	0 ~ +5				
Voltaje Máxima- V_{mp} (V)	38.0	38.3	38.5	38.8	39.0
Corriente Máxima- I_{mp} (A)	14.72	14.76	14.79	14.83	14.86
Tensión de Circuito Abierto- V_{oc} (V)	45.3	45.6	45.8	46.1	46.3
Corriente de Corto Circuito- I_{sc} (A)	15.76	15.81	15.85	15.90	15.94
Eficiencia del Módulo η (%)	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5

STC: Irradiación 1000W/m², Temperatura de Célula 25°C, Masa de Aire 1.5 *Tolerancia de Medición: ±3%

DATOS ELÉCTRICOS(NCOT)

Parámetro	423	428	431	435	439
Potencia Máxima- P_{max} (Wp)	423	428	431	435	439
Voltaje Máxima- V_{mp} (V)	35.1	35.3	35.5	35.8	35.9
Corriente Máxima- I_{mp} (A)	12.06	12.10	12.13	12.17	12.20
Tensión de Circuito Abierto- V_{oc} (V)	42.6	42.9	43.1	43.4	43.6
Corriente de Corto Circuito- I_{sc} (A)	12.70	12.74	12.77	12.81	12.84

NCOT: Irradiación de 800W/m², Temperatura Ambiente 20°C, Velocidad del Viento 1m/s

DATOS MECANICOS

Células Solares	Monocristalina
No. de células	132 células
Dimensiones del Módulo	2384x1134x35 mm (93.86x44.65x1.38 pulgadas)
Peso	29.1 kg (64.2 lb)
Cristal	3.2 mm (0.13 pulgadas), Alta Transmisión, Anti-Reflejo, Óxido Termoadherido
Material Encapsulante	EVA/POE
Backsheet	Blanca
Marco	35 mm (1.38 pulgadas) Aleación de aluminio anodizado
J-Box	IP68
Cables	Cable de tecnología fotovoltaica 4.0mm² (0.006 pulgadas²) Retrato: 350/280 mm (13.78/11.02 pulgadas) Paisaje: 1400/1400 mm (55, 12/55, 12 pulgadas) Largo del cable customizable
Conectores	MC4 EVO2/ TS4*

*Verificar el conector con el vendedor local

COEFICIENTES DE TEMPERATURA

NOCT (Temp. de Operación Nominal de la célula)	43°C (±2°C)
Coefficiente de Temperatura P_{max}	-0.34%/°C
Coefficiente de Temperatura V_{oc}	-0.25%/°C
Coefficiente de Temperatura I_{sc}	0.04%/°C

LIMITES OPERACIONALES

Temperatura de Operación	-40 ~ +85°C
Voltaje Máxima del Sistema	1500V DC (IEC)
Capacidad Máxima del Fusible	30A

GARANTÍA

12 Años de Garantía de integridad del producto
25 Años de Garantía de regeneración de energía
2% Degradación del primer año
0.55% Degradación anual de la energía

(Consulta la garantía de producto para más informaciones)

CONFIGURACIONES DE EMBALAJE

Módulos por caja: 31 unidades
Módulos por Contenedor 40': 620 unidades

12.2. Anexo 2: Ficha técnica de batería




THE NEW SG SERIES DIFFERENCE



MaxPress™ Grid Technology
Patent pending grid compressing technology which increases the density of the lead grain of the grids. The grain density is typically 400% greater than that of the conventional casting method. This up-to-date grid technology enables our batteries to survive even the toughest deep discharge and PSOC applications.



ThixoPure™ GEL Technology
Application of refined pure thixotropic colloidal silica GEL technology to battery electrolyte has greatly increased the cycle life by both preventing plate stratification and providing extra temperature protection against heat and cold. We are the first Korean company to successfully commercialize the GEL technology in the VRLA battery industry.



FlexSealing™ Anti Explosion Filter
Patent pending proprietary cap filtering and sealing technology. Battery cell caps are sealed simultaneously using specially designed o-rings and explosion filters to prevent leakage and gassing more effectively than ever before.



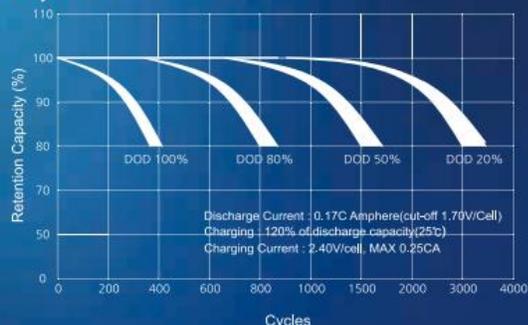
ActiveCarbon™
In every Newmax battery, proprietary micro carbon additive is used in the active material for both positive and negative plates to enhance charge acceptance and cycle endurance. ActiveCarbon™ works to strengthen charge pathways to improve performance consistency and enhance performance at partial state of charge (PSOC) environment.



Highly Resistive Heat Protection Case
Specially formulated heat and flame resistant polypropylene case material is used to effectively block ambient heat thus preventing heat related malfunctions such as thermal runaway. This proprietary high rigidity case material has heat deflection rating of 140°C and complies to RoHS Compliant EU Directive 2002/95/EC. Additional UL94-V0 protection option also available.

FEATURES AND BENEFITS

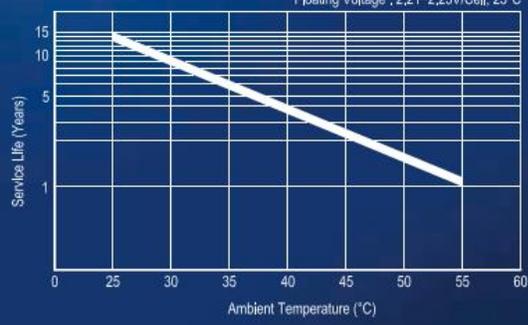
Cycle Life Characteristic



Retention Capacity (%) vs Cycles

Discharge Current : 0.17C Ampere (cut-off 1.70V/Cell)
Charging : 120% of discharge capacity (25°C)
Charging Current : 2.40V/cell, MAX 0.25CA

Floating Life Characteristics



Service Life (Years) vs Ambient Temperature (°C)

Floating Voltage : 2.21~2.23V/Cell, 25°C

12 Voltage SG Series Battery Specifications

Battery Type	Nominal Voltage	Capacity (Ampere)	Dimension (mm)				Weight (kg)	packing /pallet
			Length	Width	Height	T.Height		
SG 800H	12	90	371	174	205	219	27.5	60pcs
SG 1000H	12	100	371	174	205	219	30.0	60pcs
SG 1200H	12	120	371	174	205	219	32.5	50pcs
SG 1500H	12	150	524	241	215	221	42.6	36pcs
SG 2000H	12	200	524	241	215	221	57.0	30pcs
SG 2200H	12	220	524	241	215	221	59.0	30pcs

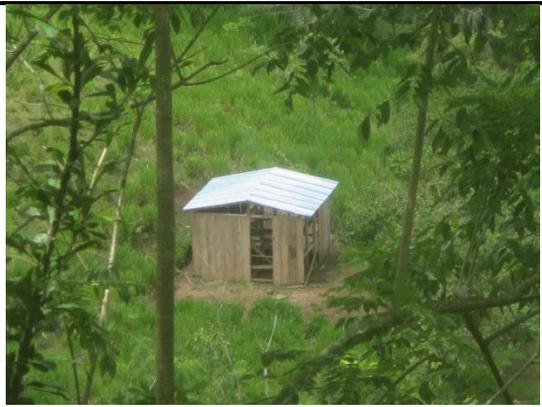
12.3. Anexo 3: Ficha técnica inversor híbrido

Item	UP2000-HM6022	UP3000-HM10022	UP3000-HM5042	UP5000-HM8042
Rated battery voltage	24VDC		48VDC	
Battery input voltage	21.6~32VDC		43.2~64VDC	
Max. battery current charging	60A	100A	50A	80A
Inverter output				
Continuous power output	2000W	3000W	3000W	5000W
Max. surge power(3S)	4000W	6000W	6000W	8000W
Output voltage range	220VAC(-6%~+3%), 230VAC(-10%~+3%)			
Output frequency	50/60±0.2%			
Output wave	Pure Sine Wave			
Load power factor	0.2-1(Load power ≤ Continuous output power)			
Distortion THD	THD≤3%(Resistive load)			
80% rated efficiency output	92%	92%	92%	92%
Max. Rated efficiency output	91%	91%	90%	91%
Max. output efficiency	93%	93%	93%	93%
Utility charging				
Utility input voltage	176VAC~264VAC (Default), 90VAC~280VAC(Programmable)			
Utility input frequency	40~65Hz			
Max. Utility charge current	60A(When the Utility input voltage is 90VAC~180VAC, the Max.utility charge current is 30A)	80A(When the Utility input voltage is 90VAC~180VAC, the Max. utility charge current is 40A)	40A(When the Utility input voltage is 90VAC~180VAC, the Max. utility charge current is 20A)	60A(When the Utility input voltage is 90VAC~180VAC, the Max. utility charge current is 30A)
Solar charging				
Max. PV open circuit voltage	450V, 395V		500V, 440V	
MPPT voltage range	80~350V		120~400V	
Max. PV input power	2500W	4000W	4000W	4000W
Max. PV charging power	1725W	2875W	2875W	4000W
Max. PV charging current	60A	100A	50A	80A
Equalize charging voltage	29.2V(AGM default)		58.4V(AGM default)	
Boost charging voltage	28.8V(AGM default)		57.6V(AGM default)	
Float charging voltage	27.6V(AGM default)		55.2V(AGM default)	
Low voltage disconnect voltage	21.6V(AGM default)		43.2V(AGM default)	
Tracking efficiency	≥99.5%			
Temp. compensate coefficient	-3mV/C/2V(Default)			
General				
Surge current	50A	60A	56A	95A
Zero load consumption	<1.8A		<1.2A	
	(without PV and utility connection, turn on the load output)			
Standby current	<1.2A		<0.7A	
	(without PV and utility connection, turn off the load output)			
Dimension(H x W x D)	607.5x381.6x127mm	642.5x381.6x149mm	607.5x381.6x149mm	642.5x381.6x149mm
Net Weight	15kg	19kg	18kg	19kg
Environment temperature	-20°C~50°C			
Relative humidity	< 95% (N.C.)			
Enclosure	IP30			

12.4. Anexo 4: Fotos de topografía de comunidad Vida Caño Seco



Sector San Juan



12.5. Anexo 5: Gasto de operación y mantenimiento a precio de mercado para sistema fotovoltaico

Cargo	Numero de puestos	Costo Unitario (US\$/mes)	Costo total (US\$/mes)	Costo total anual (US\$)
Tecnico electrico de Alcaldia municipal	1	200	200	2400
		Total	200	2400

12.6. Anexo 6: Gasto de operación y mantenimiento a precio social para sistema fotovoltaico

Cargo	Numero de puestos	Costo Unitario (US\$/mes)	Costo total (US\$/mes)	Costo total anual (US\$)	Factor de correccion	Costo Social (US\$)
Tecnico electrico de Alcaldia municipal	1	200	200	2400	0.82	1968
		Total	200	2400		1968