

**PROYECTO: “CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS INDIVIDUALES SOLARES
FOTOVOLTAICOS PARA LAS COMUNIDADES RURALES Y DISPERSAS DE LAS
ZNI DEL MUNICIPIO CURUMANÍ, DEPARTAMENTO DE CESAR”**

**Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones
Energéticas para las Zonas No Interconectadas – IPSE**

DOCUMENTO TÉCNICO

Yopal, mayo de 2024

Contenido

1	Datos básicos del proyecto	5
1.1	Nombre	5
1.2	Sector	5
1.3	Código BPIN	5
1.4	Datos del formulador	5
2	Contribución a la política pública	5
2.1	Contribución a Plan Nacional de Desarrollo	5
2.2	Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial/Plan de vida.....	6
2.3	Plan de Desarrollo Distrital o Municipal	6
3	Identificación y descripción del problema	6
3.1	Problema central	6
3.2	Descripción de la situación existente con respecto al problema	6
3.3	Magnitud actual del problema – indicadores de referencia.....	7
3.4	Causas que generan el problema.....	7
3.4.1	Causa directa.....	7
3.5	Efectos generados por el problema.....	7
3.5.1	Primer efecto directo	7
3.5.2	Segundo efecto directo	8
3.6	Árbol de problemas	8
4	Antecedentes	9
5	Justificación.....	11
6	Identificación y análisis de los participantes	13
6.1	Identificación de los participantes.....	13
6.2	Análisis de los participantes	14
7	Población afectada y objetivo.....	14
7.1	Población afectada por el problema	14
7.2	Población objetivo de la intervención	15
7.3	Características demográficas de la población objetivo	15
8	Objetivos generales y específicos	15
8.1	Objetivo general	15
8.2	Indicadores para medir el objetivo general	15
8.3	Relaciones entre causas y objetivos	15

8.4	Árbol de objetivos.....	16
9	Cronograma de actividades de implementación física	16
10	Programación financiera	18
10.1	Presupuesto	18
10.2	Flujo de fondos.....	19
10.2.1	Costos.....	19
10.2.2	Ingresos	21
10.2.3	Flujo durante la vida del proyecto.....	22
11	Alternativas de la solución	22
11.1	Estudio de las necesidades.....	23
11.1.1	Bien o servicio a entregar o demanda a satisfacer	23
11.2	Análisis técnico de la alternativa SISFV	24
11.3	Localización de la alternativa	24
11.4	Análisis de riesgo de la alternativa	25
12	Ingresos y beneficios	27
12.1	Generales de los SISFV	27
12.2	Análisis Costo/Beneficio.....	28
12.2.1	Costos.....	28
12.2.2	Beneficios	28
12.2.3	Relación costo beneficio	29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Criterios para la implementación del modelo de diseño	13
Tabla 2.	Análisis de participantes	13
Tabla 3.	Características demográficas de la población objetivo.....	15
Tabla 4.	Relaciones entre las causas y los objetivos.....	15
Tabla 5.	Presupuesto definitivo del Proyecto.....	18
Tabla 6.	Costos de AOM	19
Tabla 7.	Personal requerido por la empresa prestadora del servicio eléctrico	19
Tabla 8.	Resumen de costos administrativos	20
Tabla 9.	Costos de mantenimiento}	20
Tabla 10.	Coste de técnico electricista	20
Tabla 11.	Costos de mantenimiento preventivo.....	20
Tabla 12.	Costos de mantenimiento correctivo. Equipos	21
Tabla 13.	Costos de mantenimiento correctivo. Personal	21
Tabla 14.	Distribución de la facturación.....	22
Tabla 17	Análisis ponderativo de las alternativas	23

Tabla 18. Bien o servicio a entregar o demanda a satisfacer	23
Tabla 19. Análisis de riesgos de la alternativa	25
Tabla 15. Flujo de fondos año 0 a año 5	26
Tabla 16. Flujo de fondos año 6 a año 10	27
Tabla 20. Beneficios indirectos por reducción de emisiones.....	28
Tabla 21. Gasto mensual por usuario en sustitutos energéticos.....	29
Tabla 22 Beneficio incremento a la productividad.....	29
Tabla 23 Beneficio generación de empleo.....	29
Tabla 24 Flujo económico ingresos y beneficios del proyecto, sin aplicar RPC	31
Tabla 25 Flujo económico ingresos y beneficios del proyecto aplicando RPC	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de Problemas	8
Figura 2. Árbol de Objetivos	16
Figura 3. Cronograma de Actividades	17

Anexo1. Cronograma y flujo de fondos del proyecto

1 Datos básicos del proyecto

1.1 Nombre

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS INDIVIDUALES SOLARES FOTOVOLTAICOS PARA LAS COMUNIDADES RURALES Y DISPERSAS DE LAS ZNI DEL MUNICIPIO **CURUMANÍ**, DEPARTAMENTO DE CESAR.

1.2 Sector

Minas y energía

1.3 Código BPIN

Sin asignar

2 Contribución a la política pública

2.1 Contribución a Plan Nacional de Desarrollo

Programa:

2102 - Consolidación productiva del sector de energía eléctrica

Productos que tendrá disponibles en la cadena de valor para este programa:

Redes domiciliarias de energía eléctrica instaladas

Plan Nacional de Desarrollo

“(2022-2026) Colombia Potencia Mundial de la Vida”

Transformación: 4. Transformación productiva, internacionalización y acción climática

Catalizador: 1. Transición energética justa, basada en el respeto a la naturaleza, la justicia social y la soberanía con seguridad, confiabilidad y eficiencia.

Pilar: 03. Transición energética justa, segura, confiable y eficiente

2.2 Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial/Plan de vida

Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial/Plan de vida

Plan De Desarrollo Del Departamento Del Cesar "Lo Hacemos Mejor" 2020-2023

Estrategia

Eje estratégico III

Programa:

Programa III. Minería y Energía sostenible para un mejor futuro.

2.3 Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Plan Municipal de Desarrollo "Un compromiso con el pueblo 2020-2023"

Estrategia

Dimensión estratégica medio ambiente

Programa:

Servicios públicos

3 Identificación y descripción del problema

3.1 Problema central

Baja cobertura del servicio de energía eléctrica, en la zona rural dispersa del municipio de Curumaní en el departamento de Cesar.

3.2 Descripción de la situación existente con respecto al problema

Curumaní es un municipio del departamento de Cesar, que cuenta con 43.557 habitantes, según cifras de Terridata 2024, de los cuales el 29.9% (13.025 habitantes) se encuentra ubicada en el área rural y dispersa de este municipio.

Según cifras del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica - ICEE 2021 emitido por el UPME, el 44.28% tiene cobertura de servicio de energía eléctrica y un 55.72% no posee este servicio, un total de 2.419 viviendas de las 4342 viviendas del área rural no cuentan con el servicio de energía eléctrica, si tomamos como referencia 3 habitantes por vivienda, de acuerdo al promedio emitido por el DANE en su último CENSO poblacional.

La falta de acceso a este servicio de primera necesidad les impide a los habitantes una mejor calidad de vida, ya que no pueden contar con equipos de refrigeración que les permita conservar por más días sus alimentos, no pueden contar con un ventilador para sofocar en algo los calores inclementes que se aparecen en la zona, su horario de trabajos o labores en casa no se pueden extender a más de las 6 o 7 de la noche debido a que no cuentan con una fuente de iluminación, no pueden acceder a un televisor como fuente de ocio o a nivel informativo

La falta del servicio de energía genera la dependencia a otros sustitutos energéticos de iluminación como lo son los combustibles líquidos para los mecheros, las velas o velones, las baterías, plantas eléctricas, entre otras; aun así, su productividad no es la misma pues el uso de estos es limitado, contrario a sí contarán con el servicio de energía eléctrica.

3.3 Magnitud actual del problema – indicadores de referencia

La cobertura de energía eléctrica en la zona rural y dispersa, según los registros del ICEE 2021, corresponde al 44.28%, tomando una población de referencia para estimación, el total de la población rural del municipio se sitúa sobre los 13.025 habitantes (Terridata 2024), la población sin servicio (55.72%) equivalentes a 2.419 viviendas de las 4342 viviendas rurales, tomando como referencia de 3 usuarios por vivienda.

Con el desarrollo del proyecto se pretende beneficiar a 464 usuarios (458 viviendas y 6 instituciones educativas) que equivalen al 10.69% de la población rural, aumentando el índice de cobertura rural al 54.97%.

3.4 Causas que generan el problema

3.4.1 Causa directa

Difícil acceso y permeabilidad de sistemas de distribución de energía en las comunidades dispersas.

3.4.1.1 Causas indirectas

Limitadas alternativas de provisión de energía eléctrica para la población de la zona rural dispersa.

Inadecuado funcionamiento de los sistemas de provisión de energía alternativa existentes.

3.5 Efectos generados por el problema

3.5.1 Primer efecto directo

Bajo acceso a las comunicaciones y sistemas de información.

3.5.1.1 Efectos indirectos

Limitadas horas de estudio en el hogar.

Baja productividad en las tareas familiares diarias.

Disminución de las horas de trabajo y de actividades relacionadas con el ocio y la recreación.

3.5.2 Segundo efecto directo

Dependencia de combustibles tradicionales como combustibles líquidos, leña, carbón vegetal, velas, baterías.

3.5.2.1 Efectos indirectos

Transformación y daño ambiental.

Gastos en que incurren las familias por la compra de sustitutos energéticos.

3.6 Árbol de problemas

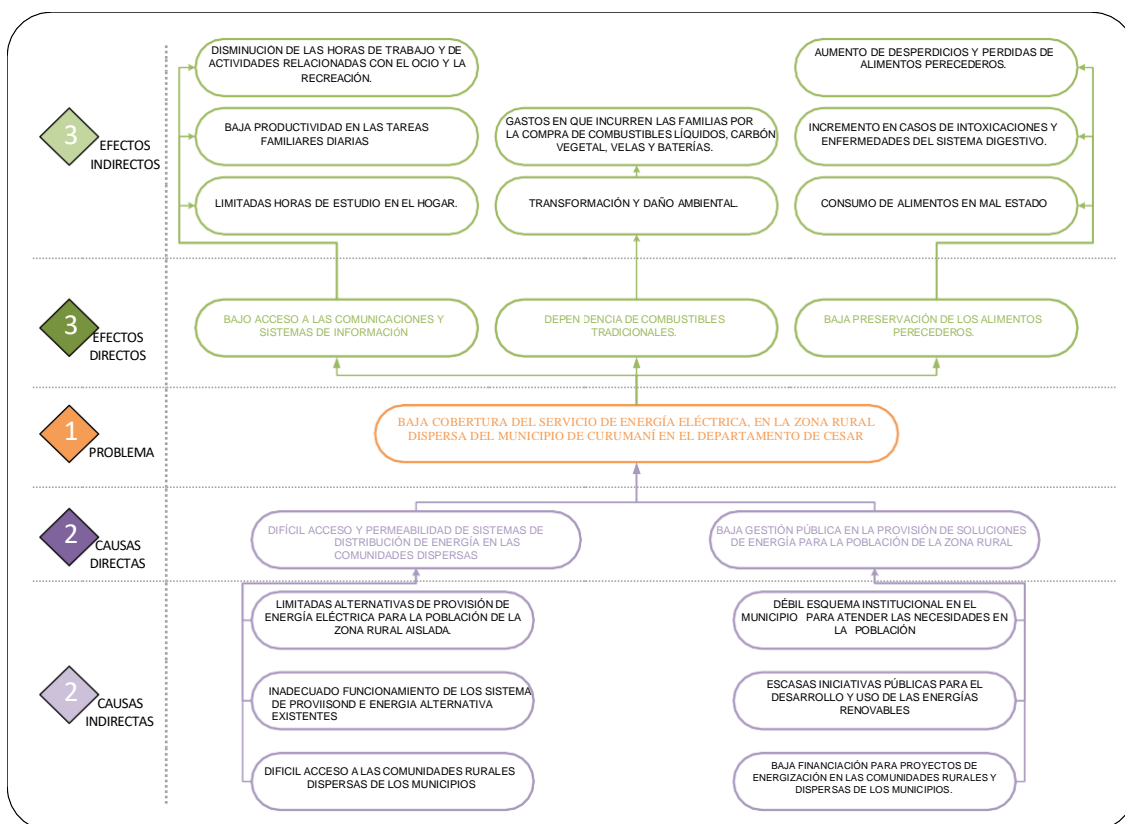


Figura 1. Árbol de Problemas

4 Antecedentes

En Colombia existen dos tipos de zonas en lo que se refiere a la prestación del servicio de energía eléctrica:

a. Las Zonas del Sistema Interconectado Nacional (SIN). Son las localidades donde se podrá construir, o ya se tiene construida, la infraestructura eléctrica que amplía la cobertura y procura la satisfacción de la demanda de energía, mediante las redes provenientes del Sistema Interconectado Nacional, SIN. Estas redes son un conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, incluyendo las interconexiones internacionales, que transportan la energía desde las plantas de generación a las subestaciones de transformación y finalmente al consumidor final.

b. Las Zonas No Interconectadas (ZNI), y de acuerdo con la normatividad vigente, son los municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectados al SIN, ya sea por aspectos geográficos, técnicos o como sucede en muchos casos por los elevados costos de conexión por usuario. Las ZNI están ubicadas en lugares de difícil acceso, carecen de servicios públicos, de infraestructura y presentan dificultad para acceder a la comunicación.

En 1968 se creó el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica “ICEL”, cuya función social se reflejaba en programas como el Plan Nacional de Electrificación Rural; para el año 1999, mediante el decreto 1140 del mismo año, se transforma el ICEL en el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas IPSE, quien está adscrito al Ministerio de Minas y Energía, y cuya función principal es la de identificar, promover, fomentar, desarrollar e implementar soluciones energéticas para las zona no interconectadas (ZNI), mejorando las condiciones de vida de sus pobladores, construyendo paz y equidad en el país, e impulsando el uso de las energías renovables.

El IPSE identificó que el modelo actual de expansión del sector eléctrico, presenta dificultades para llevar el servicio de energía eléctrica a la población que habita en las zonas rurales de los municipios por diferentes aspectos:

Zonas con características de difícil acceso, baja densidad de población, presencia de comunidades étnicas, restricciones ambientales, conflicto armado, bajo nivel de ingresos de sus pobladores, escaso desarrollo económico de los territorios, entre otros.

Ineficiente operación y mantenimiento de los sistemas de generación de energía eléctrica implementados para la prestación del servicio en las zonas no Interconectadas.

Difícil acceso a programas de capacitación y formación, por parte de las empresas prestadoras de servicio y de las comunidades de las ZNI.

Carencia de integración con los programas de desarrollo regional.

Elevados costos de prestación del servicio y bajos niveles de utilización del mismo.

Baja o nula rentabilidad de las inversiones realizadas.

Limitado aprovechamiento del potencial energético local, baja cobertura, reducido número de horas diarias de servicio y deficientes niveles de calidad y confiabilidad del servicio prestado.

Las Zonas No Interconectadas han sido definidas en la Ley 854 de 2003, la cual establece en su artículo 1º que: “Para todos los efectos relacionados con la prestación del servicio público de energía eléctrica, se entiende por ZNI, los municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectados al Sistema Interconectado Nacional, SIN”. Así mismo lo establece el artículo 5 de la Ley 1715 de 2014. Estas zonas representan el 53% del territorio nacional y se encuentran ubicadas en 18 Departamentos, 78 Municipios, allí se encuentran: 5 capitales departamentales, 28 cabeceras municipales y 1.916 Localidades en operación.

Desde esta mirada y conforme al Plan Indicativo de Expansión de la Cobertura, PIEC 2019-2023[3]-, publicado en diciembre de 2019, por la Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME, para la vigencia 2019, se estima que existen 338.383 viviendas ubicadas en las zonas aisladas o ZNI del país, que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, con una población total de 1.184.340 habitantes sin una solución energética sostenible.

Esta situación conlleva a plantear soluciones energéticas con fuentes no convencionales de energía, FNCE y de tipo Híbrido, de modo que se garantice un servicio de calidad, continuo, seguro, asequible, no contaminante, y que en la generación de energía eléctrica, se aprovechen los potenciales energéticos de las regiones donde sean implementados, e incluir como factor de sostenibilidad de dichos proyectos, la asistencia técnica a los prestadores del servicio y el fortalecimiento de las capacidades organizativas, además de capacitar a comunidades en eficiencia energética y en el Uso Racional de la Energía (URE).

Las constantes preocupaciones con el medio ambiente, la amenaza de escasez de combustible fósil, el inminente calentamiento global, los impactos generados por emisiones de gases de efecto invernadero y de dióxido de carbono son factores que impulsan el desarrollo de las energías renovables, limpias y sustentables. Es así como se plantea los sistemas solares fotovoltaicos, los cuales minimizan el impacto ambiental.

Este tipo de energía, generada por el sol, no necesita ser extraída como el caso de la energía fósil, no genera emisión de gases ni de ruido, ni precisa de combustibles para su funcionamiento, tampoco requiere de grandes construcciones para su implementación y tiene requerimientos mínimos de cuidado y mantenimiento. Su instalación puede llegar a ser más ventajosa que otras alternativas de solución desde el punto de vista económico, si se compara en muchos casos con la extensión de redes para conectarse al SIN.

Adicionalmente, Colombia es un país que cuenta con zonas que poseen un alto potencial energético solar por su ubicación y radiación, ya que se encuentra en la zona ecuatorial, lo que hace que se ubique en la zona tórrida o intertropical, región de bajas latitudes, ocasionando que cuente con la misma iluminación solar todo el año.

En términos generales, las Celdas Solares Fotovoltaicas consisten en instalaciones destinadas a convertir la radiación solar en energía eléctrica que suple una necesidad a bajo costo, cero impactos ambientales y que mejora la calidad de vida de los habitantes.

5 Justificación

Basados en los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo “(2022-2026) denominado “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, una de sus metas es aumentar la capacidad de generación con energías limpias en 1.500 MW, frente a 22,4 MW actuales; en su pacto Transformación 4. Transformación productiva justa, segura, confiable y eficiente”, en uno de sus catalizadores menciona “1. Transición energética justa, basada en el respeto a la naturaleza, la justicia social y la soberanía con seguridad, confiabilidad y eficiencia”.

La energía es un factor fundamental para el desarrollo de las comunidades urbanas y rurales; en nuestro país es evidente que aquellas comunidades apartadas en la geografía colombiana, en lo que algunos autores denominan la Colombia olvidada, presentan problemas de abastecimiento de agua, saneamiento básico, baja cobertura de luminosidad en la noche, falta de comunicaciones, entre otros, lo cual repercute en los índices de calidad de vida, competitividad y desarrollo.

Es así que, con el desarrollo de programas y propuestas se busca generar proyectos que cubran estas falencias, mediante la utilización de energías alternativas (la eólica o la solar fotovoltaica), que pretenden de alguna manera, remediar algunos problemas de estas comunidades y contribuir con la disminución de efectos negativos ambientales y de salubridad, como la deforestación y la generación de gases de invernadero en las áreas rurales. Los sistemas solares fotovoltaicos para la generación de electricidad presentan un desarrollo en capacidad instalada

Por su parte, Dentro de los países que aportan a este desarrollo se encuentran China, la Unión Europea, Japón, Israel, India. En Latinoamérica Brasil posee 2,4Gw. Colombia presenta 15.000 sistemas fotovoltaicos con una capacidad instalada de 9 Mw 22 al año 2008. El potencial energético fotovoltaico colombiano es de 4,5 Kwh / m², debido a su ubicación geográfica¹, a la posición en la región andina y a la variedad de climas y temperaturas, lo cual permite que se implemente en diferentes partes del país con condiciones favorables para la utilización de las energías solar². Energía fotovoltaica

¹ UPME. Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia. Sep.2010. Pág. 161. 23

² UPME. Evaluación de la radiación solar en Colombia

1995 a 2009 Gigawatios 26 térmica y fotovoltaica. Entidades como el Ministerio de Minas y Energía, la UPME y el IDEAM hacen aportes y suministran información de estudios realizados a nivel nacional sobre condiciones de brillo solar, radiación solar y radiaciones ultravioleta. Acorde con lo anterior y siguiendo a Dyner (2002), “(...) existen características especiales en Colombia donde se pueden dar soluciones energéticas alternas en buena parte de la geografía nacional”; Aunque sean energías renovables, según lo expresado por Forero en la Cumbre Iberoamericana de Energía, y son marginales en el contexto colombiano.[4]

La energía solar como fuente inagotable es un desafío para la técnica y la ingeniería; al captarla para fines de transformación busca elevar la calidad de vida para los habitantes citadinos y rurales, dejando un ambiente más amigable para las futuras generaciones. La radiación es la emisión de ondas electromagnéticas que se desplazan desde el sol y que llegan a la superficie terrestre en forma de rayos solares, los cuales tienen diferentes longitudes de onda; de acuerdo con Perales (2006)³ la banda radiante visible es del 47% de la radiación total, los infrarrojos el 46% y los ultravioletas el 7%. De estos, los rayos solares que inciden directamente son los aprovechables mediante el brillo solar - número de horas en el cual el sol brilla en una zona determinada- y es medida través de la irradiación. La transformación de la radiación electromagnética en electricidad se logra a través de la célula fotovoltaica. Los materiales más utilizados son los semiconductores, siendo el silicio el más difundido en el efecto fotovoltaico. La célula fotovoltaica une dos semiconductores generando un campo eléctrico debido a la difusión de los electrones; esta célula transforma la energía de la radiación solar en corriente eléctrica. Las aplicaciones generales de este tipo de energía en zonas rurales tienen que ver con electrificación rural de viviendas, sistemas de abastecimiento de agua, comunicaciones, centros de salud, iluminación, refrigeración de medicinas y neveras.[5]

Es así como "Los sistemas de energía solar fotovoltaica, además de la energía eólica y otras aplicaciones de energía renovable, son la única solución técnicamente viable para suministrar la energía necesaria a las comunidades rurales aisladas" afirma Gustavo Best, Coordinador Principal de Energía de la FAO. "Pequeñas cantidades de energía pueden representar una gran diferencia al mejorar la vida rural, incrementar la productividad agrícola y crear nuevas oportunidades de ganar ingresos⁴

El limitado acceso al servicio de energía eléctrica en las zonas rurales genera dificultad para refrigerar alimentos perecederos y aumento en los gastos de transporte para la compra de alimentos. La comunidad afectada presenta, adicionalmente, menor calidad de vida, debido a las limitadas horas de estudio en el hogar, generando bajos rendimientos escolares.

³ PERALES, Tomas. Energías Renovables. Editorial Limusa. 2006.

⁴ BEST, Gustavo. CAMPEN Van. Energía solar fotovoltaica para la agricultura y desarrollo sostenibles. Documento de trabajo sobre medio Ambiente y recursos Naturales, No 3. FAO, Roma, 2000.

Por eso es necesario que la población rural cuente con acceso a energía eléctrica, con el fin dar más oportunidades de desarrollo y así mejorar su calidad de vida.

Los usuarios deberán ser conscientes del cuidado del kit para el cumplimiento de los objetivos. Es importante tener en cuenta que el sistema necesita un mantenimiento periódico para alcanzar la vida útil de diseño.

Para el uso e implementación de este proyecto, se debe verificar el cumplimiento de las siguientes condiciones de entrada:

Tabla 1 Criterios para la implementación del modelo de diseño

Aspecto	Descripción	Requisito
Ubicación	Zona no interconectada o aislada	Se deberá verificar que no se encuentre en planes de interconexión de la empresa prestadora del servicio en los próximos 5 años. ⁷
Dispersión	Distancia entre los hogares a atender	Se debe verificar mediante georreferenciación el nivel de concentración de las viviendas
Usuarios	Número Viviendas mínimas para ejecución del proyecto	El proyecto no exige un número mínimo de usuarios sin servicio. Este dependerá del cierre financiero del proyecto.
Demanda máxima de consumo	40 – kW-h/Mes	La demanda de servicio se proyecta para un máximo de consumo en diferentes elementos eléctricos como: Lámpara LED, Licuadora, Nevera, Toma multipropósito, Radio AM/FM, TV Led, Cargador de Celular. Ver tabla 2 carga tipo.

Fuente: Ministerio de Minas y Energía.

6 Identificación y análisis de los participantes

6.1 Identificación de los participantes

Participante	Contribución o Gestión
Actor: Nacional Entidad: Ministerio De Minas Y Energía - Gestión General Posición: Cooperante Intereses o Expectativas: Garantizar el servicio de energía eléctrica en todas las zonas no conectadas del territorio nacional	Revisar y emitir concepto favorable a los proyectos presentados por las entidades territoriales

Actor: Nacional Entidad: Instituto De Planificación Y Promoción De Soluciones Energéticas Para Las Zonas No Interconectadas Posición: Cooperante Intereses o Expectativas: Garantizar el servicio de energía eléctrica en todas las zonas no conectadas del territorio nacional	Contratar la estructuración de proyectos con energías alternativas, para las zonas no interconectadas de Colombia.
Actor: Municipal Entidad: CURUMANÍ - CESAR Posición: Cooperante Intereses o Expectativas: Asegurar que se preste un servicio domiciliario de energía eléctrica eficiente en la zona rural, haciendo uso de fuentes no convencionales de energía renovables.	Acompañamiento para el levantamiento de la información de línea base para la formulación del proyecto. Apoyo en las labores de socialización con la comunidad y seguimiento al avance de las obra, ejecución, control y seguimiento del proyecto de inversión, certificar y garantizar la sostenibilidad del proyecto. Ejecución del AOM del proyecto.
Actor: Otro Entidad: Comunidad Posición: Beneficiario Intereses o Expectativas: Adquirir el servicio de energía eléctrica para mejorar su calidad de vida y productividad a un bajo costo.	Realización de veedurías ciudadanas durante la implementación y ejecución del proyecto; hacer uso del servicio de energía eléctrica y cuidar de los bienes dispuestos para tal fin.
Actor: Otro Entidad: Contribuyente privado Posición: Cooperante Intereses o Expectativas: Ejecutar obras de infraestructura que se puedan deducir de la declaración de renta	Destinar los recursos y ejecutar las obras de infraestructura permitidas en la modalidad de OXI

6.2 Análisis de los participantes

El aporte de cada uno de los actores que intervienen en este proyecto es fundamental para su desarrollo, la cooperación por parte de las entidades territoriales para con IPSE se basa en suministrar la información necesaria de la ubicación principal de los habitantes que sufren por el déficit de este servicio, así mismo son las encargadas de certificar que dichos usuarios se encuentran en sana posesión de sus predios y que no son viviendas transitorias o temporales, así como tampoco son terrenos de invasiones.

En el caso de IPSE, es el encargado de presentar un proyecto estructurado que cumpla con los lineamientos del DNP, el ministerio, y la fuente de financiación que para el caso se trata del SGR, por lo cual deberá propender por la realización de los diagnósticos poblacionales, diseños y estudios necesarios para dar viabilidad al proyecto.

La comunidad juega un papel muy importante puesto que serán los beneficiados de este servicio, ellos se encargarán en primera instancia de realizar el seguimiento por medio de veedurías, al desarrollo de las actividades propias de la construcción del proyecto, así mismo se comprometen a implementar el URE y a garantizar un buen uso de los sistemas instalados y el pago de la cuota por mantenimiento, con el fin de darle una vida útil y máximo provecho al proyecto.

La empresa encargada de la sostenibilidad del proyecto debe certificar la administración y mantenimiento de dichos sistemas, y será la encargada de recaudar los dineros derivados tanto de la comunidad como del subsidio por parte del gobierno, del pago generado para la utilización del servicio.

7 Población afectada y objetivo

7.1 Población afectada por el problema

TERRIDATA 2024, el 55.72% de la población rural (7257 personas) no tiene servicio de energía eléctrica, siendo la población rural de 13.025 personas.

promedio 3 personas por vivienda, que es lo que sugiere el censo poblacional DANE 2018.

promedio 3 personas por vivienda, que es lo que sugiere el censo poblacional DANE 2018.

7.2 Población objetivo de la intervención

En total se pretende beneficiar a por lo menos 1.392 habitantes del municipio de Curumaní, representados en por lo menos 464 viviendas, los cuales fueron encuestados y caracterizados dentro de este proyecto.

7.3 Características demográficas de la población objetivo

Clasificación	Detalle	Número de personas	Fuente de la información
Género	Masculino	690	TERRIDATA, población desagregada por género 49.6% Hombres
	Femenino	702	TERRIDATA, población desagregada por género 50.4% mujeres
Etaria (Edad)	20 a 59 años	697	Censo poblacional y vivienda DANE 2018 con proyección 2023
	0 a 14 años	417	Censo poblacional y vivienda DANE 2018 con proyección 2023
	15 a 19 años	125	Censo poblacional y vivienda DANE 2018 con proyección 2023
	Mayor de 60 años	153	Censo poblacional y vivienda DANE 2018 con proyección 2023

Tabla 3. Características demográficas de la población objetivo

8 Objetivos generales y específicos

8.1 Objetivo general

Aumentar el acceso al servicio de energía eléctrica en la zona rural dispersa de los municipios seleccionados.

8.2 Indicadores para medir el objetivo general

Indicador objetivo	Descripción	Fuente de verificación
Numero de viviendas con servicio de energía eléctrica	Meta: 464 viviendas	Sistema único de información de servicios públicos domiciliarios - SUI

8.3 Relaciones entre causas y objetivos

Tabla 4. Relaciones entre las causas y los objetivos

Tipo de causa	Causa relacionada	Objetivos específicos
1. Causa directa	Difícil acceso y permeabilidad de sistemas distribución de energía en las dispersas.	Implementar soluciones fotovoltaicas que permitan el acceso servicio de energía eléctrica en las ZNI.
1.1 Causa indirecta	Limitadas alternativas de provisión de energía eléctrica para la población aislada.	Aumentar alternativas de provisión de energía eléctrica para la población aislada.
1.2 Causa indirecta	Inadecuado funcionamiento de los sistemas de provisión de energía alternativa existentes.	Ampliar la implementación de sistemas de provisión de energía alternativa existentes y promover su buen uso.

8.4 Árbol de objetivos

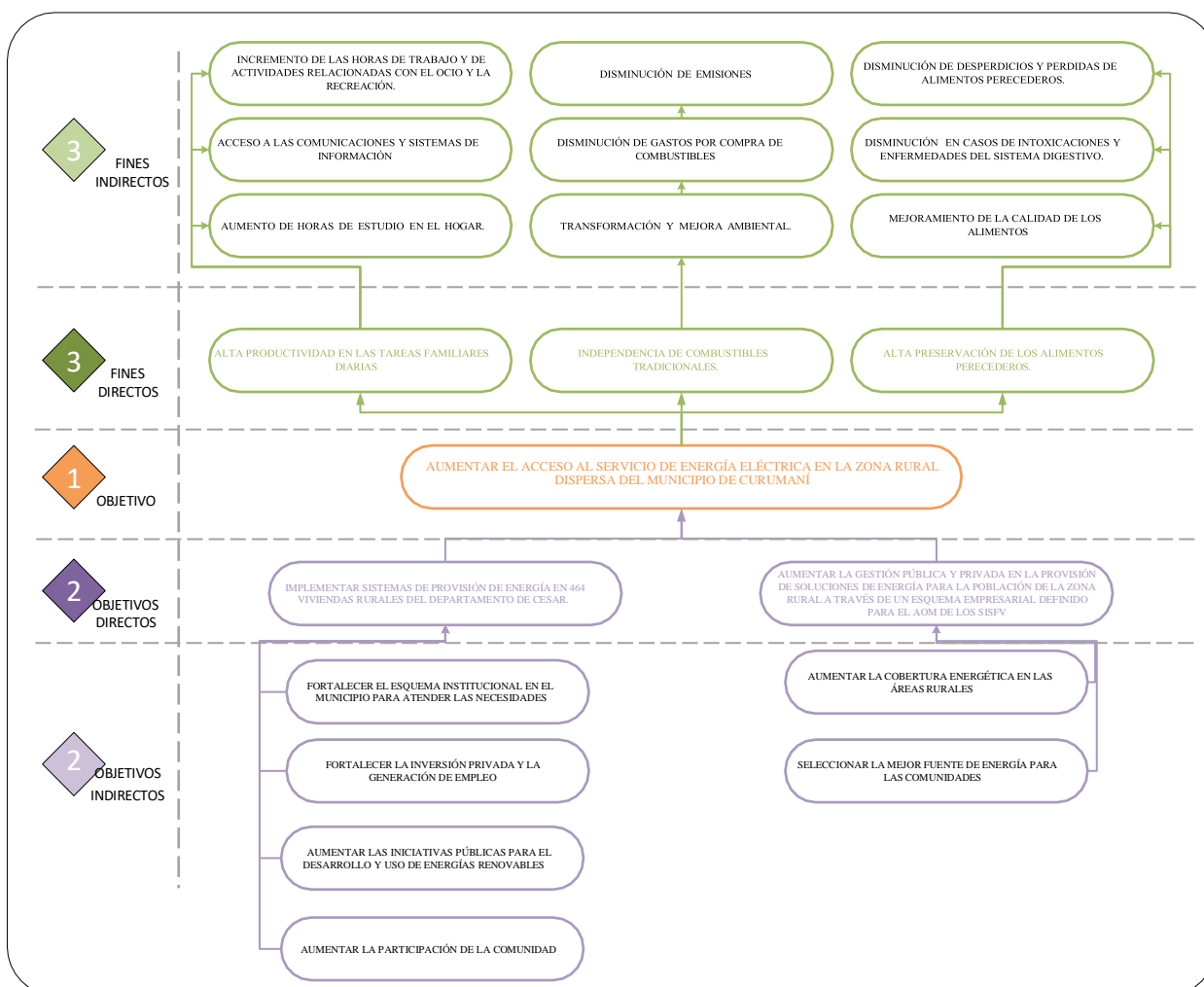


Figura 2. Árbol de
Objetivos

9 Cronograma de actividades de implementación física

El plazo de ejecución de la obra es de 12 meses, el proyecto contempla 5 meses para tramites precontractuales al inicio y 5 meses para cierre y liquidación de los contratos al finalizar la ejecución, por lo que el proyecto contempla 22 meses de ejecución. El cronograma podrá ser consultado en detalle en el Anexo 1. Cronograma y flujo de fondos del proyecto

10 Programación financiera

10.1 Presupuesto

Tabla 5. Presupuesto definitivo del proyecto

CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS INDIVIDUALES SOLARES FOTOVOLTAICOS PARA LAS COMUNIDADES RURALES Y DISPERSAS DE LAS ZNI DEL MUNICIPIO DE CURUMANÍ, DEPARTAMENTO DEL CESAR											
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO						VALOR PARCIAL	
				MATERIALES	EQ. & HERRAM.	TRANSPORTE	MANO DE OBRA CALIFICADA	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	
SISFV EN COMUNIDADES RURALES Y DISPERSAS EN EL MUNICIPIO DE CURUMANÍ EN EL DEPARTAMENTO DE CESAR											
1	Realizar replanteo de obra										
1.1	Replanteo de obra	UN	464	\$	-	\$ 3,483.00	\$ 70,091.00	\$ 26,604.00	\$ 20,394.00	\$ 120,572.00	\$ 55,945,408.00
2	Implementar y poner en funcionamiento equipos para la operación fotovoltaica										
2.1	Suministro e instalación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos tipo PERC "Half Cell" TIER 1 de 1100 Wp (2 paneles de 550 Wp cada uno) con las siguientes características: $\eta \geq 20\%$; tolerancia $\pm 3\%$ condiciones STC. Garantía de 12 años, producción de energía $\geq 90\%$ a los 12 años y $\geq 80\%$ a los 25 años, temperatura de trabajo de -40°C $+80^{\circ}\text{C}$, IEC61205. Certificación de Conformidad de Producto RETIE. Incluye acometida subterránea desde módulos hasta gabinete	UN	463	\$	2,124,586.00	\$ 24,200.00	\$ 101,820.00	\$ 106,417.00	\$ 81,574.00	\$ 2,438,597.00	\$ 1,129,070,411.00
2.2	Suministro e instalación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos tipo PERC "Half Cell" TIER 1 de 2200 Wp (4 paneles de 550 Wp cada uno) con las siguientes características: $\eta \geq 20\%$; tolerancia $\pm 3\%$ condiciones STC. Garantía de 12 años, producción de energía $\geq 90\%$ a los 12 años y $\geq 80\%$ a los 25 años, temperatura de trabajo de -40°C $+80^{\circ}\text{C}$, IEC61205. Certificación de Conformidad de Producto RETIE. Incluye acometida subterránea desde módulos hasta gabinete	UN	1	\$	5,008,582.00	\$ 60,500.00	\$ 319,036.00	\$ 298,041.00	\$ 203,935.00	\$ 5,858,094.00	\$ 5,858,094.00
2.3	Suministro e instalación de estructura metálica de soporte de dos (2) paneles. Incluye poste metálico redondo de Φ 4" x 3 mm espesor, galvanizado en caliente, altura libre de 3 m, marco superior en ángulo y cimentación en concreto con resistencia mínima de 21MPa	UN	465	\$	1,542,562.00	\$ 24,200.00	\$ 428,186.00	\$ 98,163.00	\$ 163,148.00	\$ 2,256,259.00	\$ 1,049,160,435.00
2.4	Suministro e instalación de regulador (controlador) de carga, 60A/12/24V MPPT Solar, eficiencia mínima del 96%, debe ser apto para cargar baterías tipo LiFePO4	UN	463	\$	1,395,401.00	\$ 6,050.00	\$ 10,182.00	\$ 26,604.00	\$ 20,394.00	\$ 1,458,631.00	\$ 675,346,153.00
2.5	Suministro e instalación de regulador (controlador) de carga, 60A/48V MPPT Solar, eficiencia mínima del 96%, debe ser apto para cargar baterías tipo LiFePO4	UN	1	\$	1,239,694.00	\$ 6,050.00	\$ 10,182.00	\$ 26,604.00	\$ 20,394.00	\$ 1,302,924.00	\$ 1,302,924.00
2.6	Suministro e instalación de batería de ión - litio tipo forjado de hierro (LiFePO4) de ciclo profundo de 200 Ah - 25.6 VDC - 4000 ciclos hasta el 80% DOD, con BMS integrado	UN	465	\$	8,734,434.00	\$ 12,100.00	\$ 74,868.00	\$ 53,208.00	\$ 40,787.00	\$ 8,915,197.00	\$ 4,145,566,605.00
2.7	Suministro e instalación de inversor tipo "off-grid" onda senoidal pura, potencia de 2000 W, 24 VDC entrada - 120 VAC salida, $f=60$ Hz, debe garantizar protección y desconexión por bajo voltaje en la batería, protección contra sobrecarga	UN	463	\$	1,377,256.00	\$ 8,067.00	\$ 20,364.00	\$ 35,472.00	\$ 27,191.00	\$ 1,468,350.00	\$ 679,840,050.00
2.8	Suministro e instalación de inversor tipo "off-grid" onda senoidal pura, potencia de 3000 W, 48 VDC entrada - 120 VAC salida, $f=60$ Hz, debe garantizar protección y desconexión por bajo voltaje en la batería, protección contra sobrecarga	UN	1	\$	2,171,556.00	\$ 9,680.00	\$ 35,637.00	\$ 42,567.00	\$ 32,630.00	\$ 2,292,070.00	\$ 2,292,070.00
2.9	Suministro e instalación de gabinete en lámina galvanizada, accesorios, conexonado, cableado, canalización, fijación y protecciones eléctricas incluye DPS, para el alojamiento de equipos y accesorios, tipo interior, para vivienda o institución educativa tipo I	UN	463	\$	3,400,830.00	\$ 24,200.00	\$ 118,790.00	\$ 106,417.00	\$ 81,574.00	\$ 3,731,811.00	\$ 1,727,828,493.00
2.10	Suministro e instalación de gabinete en lámina galvanizada, accesorios, conexonado, cableado, canalización, fijación y protecciones eléctricas incluye DPS, para el alojamiento de equipos y accesorios, tipo interior, para I.E. tipo IV	UN	1	\$	3,143,234.00	\$ 24,200.00	\$ 152,730.00	\$ 106,417.00	\$ 81,574.00	\$ 3,508,155.00	\$ 3,508,155.00
3	Implementar Sistema de medición y gestión de energía										
3.1	Suministro e instalación de medidor prepagado monofásico bifilar 5 (80) A, 120 V, calibrado	UN	464	\$	335,800.00	\$ 4,840.00	\$ 1,697.00	\$ 21,283.00	\$ 16,315.00	\$ 379,935.00	\$ 176,289,840.00
3.2	Suministro e instalación de sistema de gestión de recado, incluye equipos de comunicación "on-line y off-line" para medición prepagado, incluye telefonía	UN	464	\$	2,176,661.31	\$ 968.00	\$ 16,970.00	\$ 4,257.00	\$ 3,263.00	\$ 2,202,119.31	\$ 1,021,783,302.00
3.3	Suministro e instalación de sistema de puesta a tierra con varilla de cobre 2.4m x 5/8", bajante en cable de cobre desnudo temple duro No. 6 AWG, con terminales en cobre y tratamiento de suelo	UN	463	\$	839,165.00	\$ 29,601.00	\$ 67,880.00	\$ 53,208.00	\$ 40,787.00	\$ 1,030,641.00	\$ 477,186,783.00
3.4	Suministro e instalación de sistema de puesta a tierra con dos (2) varillas de cobre 2.4m x 5/8", dos (2) bajantes en cable de cobre desnudo temple duro No. 6 AWG, con terminales en cobre y tratamiento de suelo	UN	1	\$	1,436,398.00	\$ 67,953.00	\$ 127,275.00	\$ 106,417.00	\$ 81,574.00	\$ 1,819,617.00	\$ 1,819,617.00
4	Implementar instalaciones internas										
4.1	Instalaciones internas que incluyan cuatro salidas de alumbrado y cuatro tomacorrientes para vivienda. Se considera implementación de hasta 20 metros de tubería EMT de 3/4" y hasta 80 mts de cable de cobre aislado THHN No. 12 AWG	UN	458	\$	931,762.00	\$ 24,200.00	\$ 84,850.00	\$ 106,417.00	\$ 81,574.00	\$ 1,228,803.00	\$ 562,791,774.00
4.2	Instalaciones internas que incluyan seis salidas de alumbrado y cuatro tomacorrientes para institución educativa tipo I. Se considera implementación de hasta 30 metros de tubería EMT de 3/4" y hasta 120 mts de cable de cobre aislado THHN No. 12 AWG	UN	5	\$	1,853,508.00	\$ 30,250.00	\$ 101,820.00	\$ 133,021.00	\$ 101,968.00	\$ 2,220,567.00	\$ 11,102,835.00
4.3	Instalaciones internas que incluyan dieciocho salidas de alumbrado y ocho tomacorrientes para I.E. tipo IV. Se considera implementación de hasta 175 metros de tubería EMT de 3/4" y hasta 300 mts de cable de cobre aislado THHN No. 12 AWG	UN	1	\$	4,886,989.00	\$ 96,800.00	\$ 325,824.00	\$ 425,668.00	\$ 326,298.00	\$ 6,061,575.00	\$ 6,061,575.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS										\$	11,732,760,584.00
ADMINISTRACIÓN										13.64%	\$ 804,717,547.00
IMPREVISTOS										1.00%	\$ 117,327,606.00
UTILIDAD										5.00%	\$ 886,638,029.00
IVA SOBRE LA UTILIDAD (19%)										19.00%	\$ 111,461,226.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS (AUI)										20.59%	\$ 2,415,604,916.00
VALOR CONSTRUCCIÓN (COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)										\$	14,148,265,500.00
I; REALIZAR INTERVENTORÍA INTEGRAL (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)										5.69%	\$ 804,717,547.00
Gp; REALIZAR GERENCIA DE PROYECTO (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)										4.27%	\$ 604,433,735.00
F; REALIZAR FIDUCIA (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)										0.76%	\$ 107,338,922.00
Rc; RUBRO CONTINGENTE (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)										10.90%	\$ 1,173,276,068.00
Gs; REALIZAR GESTION SOCIAL (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)										0.69%	\$ 81,412,606.00
Pc; PÓLIZA CONTRIBUYENTE (% CON RESPECTO A LOS COSTOS Cd + Ci + I + Gp)										1.00%	\$ 155,574,168.00
PMA; IMPLEMENTAR PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)										0.12%	\$ 13,540,400.00
Gf; GRAVAMEN MOVIMIENTOS FINANCIEROS (% CON RESPECTO A LOS COSTOS Cd+Ci+H+Gp+Rc+Gs+Pc+PMA)										0.40%	\$ 68,354,224.00
VALOR TOTAL PROYECTO										\$	17,156,910,160.00
No. USUARIOS											464
VALOR COSTO / USUARIO										\$	36,976,099.00

El valor total del proyecto es la suma de \$ 17,156,910,160.00

Son: DIECISIETE MIL CIENTO CINCUENTA Y SEIS MILLONES NOVECIENTOS DIEZ MIL CIENTO SESENTA PESOS M/CTE

Distribuido por cada una de las 464 viviendas, nos da un valor por unidad fotovoltaica aproximado de \$ 36,976,099.00

10.2 Flujo de fondos

El flujo de fondos a lo largo de la vida útil del proyecto fue realizado de acorde con los parámetros establecidos en el documento tipo “esquema de sostenibilidad” disponible en la página web del IPSE. A continuación, se listan las principales consideraciones para el flujo de fondos del proyecto.

10.2.1 Costos

Los costos del proyecto están catalogados en: costos de administración, operación y mantenimiento. La Tabla 6 presenta los costos unificados del proyecto.

Componente Generacion	Costo Anual / Usuario	Costo Mensual / Usuario
Costo de Administración	\$ 413,404	\$ 34,450
Costos de Mantenimiento	\$ 336,231	\$ 28,019
Total	\$ 749,635	\$ 62,470

Tabla 6. Costos de AOM

10.2.1.1 Administración

Los costos de administración son aquellos relacionados al funcionamiento de la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica, así como al personal contratado para la sostenibilidad del proyecto. La Tabla 7 presenta los costos del personal requerido para el proyecto, mientras que la Tabla 8 presenta los costos administrativos totales. Los detalles de estos valores se encuentran detallados en el documento de esquema de sostenibilidad.

COSTOS DE PERSONAL NOMINA							
Descripción	Cantidad	% de Dedicación	Salario	Factor Prestacional	Auxilio de Transporte	Costo Mensual	Costo Anual
Gerente General	1	100%	\$ 10,000,000	0.60		\$ 16,000,000	\$ 192,000,000
Gerente Seccional	2	100%	\$ 5,000,000	0.60		\$ 8,000,000	\$ 192,000,000
Coordinador Comercial	1	100%	\$ 4,000,000	0.60		\$ 6,400,000	\$ 76,800,000
Coordinador AOM	1	100%	\$ 4,000,000	0.60		\$ 6,400,000	\$ 76,800,000
Profesional SGSST	1	100%	\$ 2,500,000	0.60		\$ 4,000,000	\$ 48,000,000
Profesional Social	3	100%	\$ 2,500,000	0.60		\$ 4,000,000	\$ 144,000,000
Analista de Facturación	1	100%	\$ 3,000,000	0.60		\$ 4,800,000	\$ 57,600,000
Analista de Procesos	1	100%	\$ 3,000,000	0.60		\$ 4,800,000	\$ 57,600,000
Asistente Administrativo	2	100%	\$ 1,899,408	0.60	\$ 162,000	\$ 3,298,253	\$ 79,158,072
Coordinador Técnico	3	100%	\$ 3,800,000	0.60		\$ 6,080,000	\$ 218,880,000
Auxiliar de Oficina	10	100%	\$ 1,300,000	0.60	\$ 162,000	\$ 2,339,200	\$ 280,704,000
Contador	1	100%	\$ 2,500,000	0.60		\$ 4,000,000	\$ 48,000,000
Auxiliar Contable	2	100%	\$ 2,260,780	0.60		\$ 3,617,248	\$ 86,813,952
Tesorero	1	100%	\$ 5,000,000	0.60		\$ 8,000,000	\$ 96,000,000
Revisor Fiscal	1	50%	\$ 5,600,000	0.60		\$ 4,480,000	\$ 53,760,000
Asesor Jurídico y Regulatorio	1	100%	\$ 5,000,000	0.60		\$ 8,000,000	\$ 96,000,000
Total	32					\$ 94,214,701	\$ 1,804,116,024

Tabla 7. Personal requerido por la empresa prestadora del servicio eléctrico

Costos de Administración	
Descripción	Valor Anual
Costos de Personal	\$ 1,804,116,024
Costos Oficina y Financieros	\$ 1,028,111,718
Costos de Administración	\$ 2,832,227,742
Costos de Administración por Usuario	\$ 413,404

Tabla 8. Resumen de costos administrativos

10.2.1.2 Operación

Dado que se trata de un sistema totalmente autónomo, no existen costos de operación

10.2.1.3 Mantenimiento

Los costos de mantenimiento se dividen en preventivos y correctivo. Los costos consolidados de mantenimiento se presentan en la Tabla 9.

Tipo de Mantemiento	Costo Anual / Usuario
Mantenimiento Preventivo SISFV	\$ 95,246
Mantenimiento Correctivo SISFV	\$ 240,985
Costo Total Anual Mantenimiento	\$ 336,231
Costo total mantenimiento	\$ 156,011,184

Tabla 9. Costos de mantenimiento

10.2.1.3.1 Mantenimiento preventivo

Corresponde a las revisiones periódicas que realiza la empresa prestadora del servicio para verificar el correcto funcionamiento de los sistemas instalados. La Tabla 10 y la Tabla 11 presentan la estructura de costes para estas actividades.

Tabla 10. Coste de técnico electricista

Personal Mantenimiento	Costos Mensuales *								Costo Anual
	Mano de Obra	Viáticos	Transporte	Herramientas	Seguridad y Salud en el trabajo	Prestaciones	Otros	Total	
Técnico Electricista	\$ 1,376,208	\$ 440,000	\$ 660,000	\$ 227,500	\$ 33,167	\$ 825,725	\$ 25,000	\$ 3,587,600	\$ 43,051,200

Tabla 11. Costos de mantenimiento preventivo

Preventivo	Nº Visitas al año / Usuario	Nº Usuarios	Total Visitas	Nº Visitas / Técnico al año	Costo Anual / Técnico	% Dedicación Técnico al año	Costo Total Anual	Costo Anual / Usuario
Limpieza de paneles, revisión de baterías, controladores e inversores, y ajuste de terminales	2	464	928	904	\$ 43,051,200	102.65%	\$ 44,194,152	\$ 95,246

Se tiene en cuenta que el año tiene 246 días hábiles en promedio y se restan 20 días improductivos por invierno y problemas de orden público, y un técnico puede realizar en promedio cuatro visitas al día = 904 visitas al año

10.2.1.3.2 Mantenimiento correctivo

Corresponde a los equipos que deben ser reemplazados por fallos. La Tabla 12 presenta la estructura de costos por concepto de mantenimiento correctivo.

Elementos	Tasa de Falla Anual*	Costo directo total	Costo Mantenimiento Correctivo	Elementos	Tasa de Falla Anual*	Costo directo total	Costo Mantenimiento Correctivo
Modulo Solar [W]	0.30%	\$ 1,890,736	\$ 5,672	Modulo Solar [W]	0.30%	\$ 3,781,472	\$ 11,344
Batería [Ah]	1.00%	\$ 8,680,237	\$ 86,802	Batería [Ah]	1.00%	\$ 17,360,474	\$ 173,605
Controlador [A]	0.75%	\$ 1,395,401	\$ 10,466	Controlador [A]	0.75%	\$ 1,239,694	\$ 9,298
Inversor [W]	0.75%	\$ 1,377,256	\$ 10,329	Inversor [W]	0.75%	\$ 2,171,556	\$ 16,287
Otros materiales (Tableros, protecciones, cables, conectores, mástil, puesta a tierra, etc.)	1.20%	\$ 9,514,827	\$ 114,178	Otros materiales (Tableros, protecciones, cables, conectores, mástil, puesta a tierra, etc.)	1.20%	\$ 16,399,710	\$ 196,797
Costo Total Anual de materiales para Mantenimiento Correctivo SISFV				Costo Total Anual de materiales para Mantenimiento Correctivo SISFV			

Distribución Facturación Proyecto	%	Valor mensual por usuario Dic. / 2023	Valor anual por usuario Dic. / 2023
Valor que asume el usuario subsidiado	38.39%	\$ 36,819.00	\$ 441,828
Subsidio del estado para ZNI	61.62%	\$ 59,093	\$ 709,116
Valor total energía a usuario con SISFV 1100 Wp	100%	\$ 95,912	\$ 1,150,944

Distribución Facturación Proyecto	%	Valor mensual por usuario Sept. / 2023	Valor anual por usuario Sept. / 2023
Valor que asume el usuario no subsidiado	100%	\$ 120,993	\$ 1,451,916
Subsidio del estado para ZNI	0%	\$ -	\$ -
Valor total energía a usuario con SISFV 2200 Wp	100%	\$ 120,993	\$ 1,451,916

Tabla 14. Distribución de la facturación

10.2.3 Flujo durante la vida del proyecto

Definiendo un horizonte de 10 años de vida útil y una tasa de descuento del 11.64%, se presentan el flujo de fondos del proyecto a lo largo de la vida útil. Cabe destacar que, aunque se generan utilidades anuales de manera consistente, desde un punto de vista de inversión privada no se logra recuperar la inversión realizada, siendo que el VPN del proyecto es de (\$ 14,470,508,896)COP. Es de anotar también que, desde el punto de vista de la empresa prestadora del servicio, se trata de un proyecto rentable, ya que, si no se tiene en cuenta la inversión, es decir, usando una inversión hueca, el VPN del proyecto es de COP \$ 651,322,120. También es importante acotar que, al tratarse de un proyecto de inversión social, el cierre financiero no es el único objetivo del proyecto, sino que involucra otras variables sociales y ambientales, factores que se exploran a mayor profundidad en la relación costo-beneficio.

11 Alternativas de la solución

La metodología para la selección de alternativas se desarrolla mediante la evaluación ponderativa de las diferentes fuentes de energía. En primera instancia se realiza una ponderación general de todas las fuentes posibles en función del recurso, costo nivelado de la energía (LCOE), afectación de la dispersión de la población a los costos, tipo de tecnología (renovable, no renovable), reducción en emisiones de CO₂ y dominancia tecnológica.

Las alternativas evaluadas son:

- Construcción de soluciones individuales fotovoltaicas
- Redes de distribución eléctrica

Evaluaciones a realizar: rentabilidad y, costo-eficiencia y costo mínimo.

Tabla 15 Análisis ponderativo de las alternativas

CRITERIO	PESO	SSIFV			REDES			PCHS		
		VALOR	PUNTAJE	PONDERADO	VALOR	PUNTAJE	PONDERADO	VALOR	PUNTAJE	PONDERADO
VPN	37.50%	-\$ 14,470,508,896	2,3	0,859	-\$ 36.746.276.158	1,0	0,375	-\$ 21.473.071.596	1,8	0,687
TIR	37.50%	8.05%	3,0	1,125	-33,24%	1,4	0,524	MENOR A -100%	1,0	0,375
AMBIENTAL	25%	3,7	2,2	0,555	3,1	1,9	0,465	3	1,8	0,45
TOTAL	100%			2,539			1,364			1,512

La alternativa más viable para el proyecto de energización en el municipio de Curumaní es el sistema solar fotovoltaico, soportado en un esquema de subsidios a la tarifa de energía que se ha fortalecido desde la emisión de la regulación CREG 091 de 2007 hasta la actualidad, y lo que permite, para el actual proyecto, subsidiar hasta el 61.62% de la tarifa. Por otra parte, la inversión, de alrededor de \$ 36,976,099.00 COP/usuarios, no configura un precio elevado para este tipo de proyectos considerando el panorama nacional y global de suministros.

Referente a las redes de distribución local, la distribución geográfica de los usuarios no permite alcanzar un umbral mínimo de sostenibilidad, con lo que los costos del tendido eléctrico son demasiado altos para las comunidades dispersas. Adicionalmente, en zonas boscosas y montañosas puede verse comprometida la viabilidad técnica del proyecto ante los sobre costos tanto ambientales como de infraestructura.

Finalmente, aunque la alternativa PCH presenta un bajo costo de inversión, similar al costo de la alternativa SSIFV, también presenta un TIR por debajo de -100% debido a los altos costos de operación que no logran ser compensados bajo el esquema de sostenibilidad planteado.

11.1 Estudio de las necesidades

11.1.1 Bien o servicio a entregar o demanda a satisfacer

Tabla 16. Bien o servicio a entregar o demanda a satisfacer

Bien o servicio	Medido a través	Descripción	Año inicial	Año final	Año final proyectado
Viviendas con el servicio de energía eléctrica en la zona rural del municipio de Curumaní	Número de usuarios	Construcción e instalación 464 sistemas fotovoltaicos en igual cantidad viviendas, en zona rural municipio de Curumaní.	2015	2023	2024

11.2 Análisis técnico de la alternativa SISFV

Esta alternativa consiste en instalar 464 soluciones individuales fotovoltaicas en la zona rural y dispersa del municipio de Curumaní en el departamento del Cesar, 1 con (4) paneles solares de 550wp y 463 constan de: (2) paneles solares de 550 wp, (1) poste metálico de 4" x 3m galvanizado 150kgf , (1) excavación de zanga para acometida principal, (1) acometida principal, (1) gabinete auto soportado en lámina galvanizada de de 100 x 80 x 30 cm en lámina CR calibre 16, (1) controlador de carga MPPT de 60A eficiencia mínima del 98%, apto para cargar baterías tipo LiFePO4 , (1) batería de Ion-Litio 200Ah, 4000 ciclos 80% DOD, (1) Inversor de onda pura de 2000Va, baja frecuencia, eficiencia mínima del 90% o superior a potencia nominal, (1) acometida parcial eléctrica desde el equipo de medida hasta el tablero de distribución (1) Medidor prepago monofásico bifilar de energía, (1) Sistema de puesta a tierra con varilla de cobre 5/8", instalaciones eléctricas interna residencial compuesta por: (1) Tablero de distribución, (2) interruptores automáticos, (4) salidas para alumbrado, (4) toma corrientes con polo a tierra.

Se instala un sistema de puesta a tierra SPT, con una varilla de cobre de 5/8" x 2,4 metros, cable de cobre desnudo #6AWG, soldadura exotérmica, suelo artificial y caja de inspección, de acuerdo a lo establecido en el RETIE.

Las capacitaciones se realizan periódicamente y por una sola vez, al 100% de los beneficiario

11.3 Localización de la alternativa

Municipio	Veredas o localidades
Curumaní	Sector rural del municipio De Curumani

11.4 Análisis de riesgo de la alternativa

Tabla 17. Análisis de riesgos de la alternativa

	Tipo de riesgo	Descripción del riesgo	Probabilidad e impacto	Efectos	Medidas de mitigación
1-Propósito (Objetivo general)	Administrativos	Falta de pago por parte de los usuarios	Probabilidad: 4. Probable Impacto: 3. Moderado	Aumentar la cartera y dejar de recibir el servicio de mantenimiento por parte de la empresa encargada	Cobrar tarifas asequibles a los usuarios, que sean acorde a su capacidad de pago
	Operacionales	Mal uso de los sistemas por parte del usuario o falta de mantenimiento	Probabilidad: 4. Probable Impacto: 4. Mayor	Que el sistema quede fuera de servicio y el usuario sin servicio de energía eléctrica	Realizar capacitaciones periódicas a la comunidad, a cerca del buen funcionamiento y cuidados que deben tener con los equipos instalados en sus viviendas
2-Componente (Productos)	De costos	El aumento de costos en el momento de ejecutar la obra por la variación en el dólar debido a que los equipos en su mayoría deben ser importados y comprados en moneda extranjera	Probabilidad: 4. Probable Impacto: 4. Mayor	Que se puedan generar sobrecostos	Adquirir los equipos dentro del país o solicitar precio fijo COP a los proveedores extranjeros
	Legales	Incumplimiento del contrato	Probabilidad: 3. Moderado Impacto: 5. Catastrófico	Retrasos o incumplimientos en la ejecución del proyecto	Generar las garantías contractuales que permitan la debia ejecución de la obra
3-Actividad y/o Entregable	Administrativos	Variación en el número de usuarios debido a que se hayan reubicado o desplazado del lugar en que inicialmente se caracterizaron, o porque no coincidan las coordenadas referenciadas	Probabilidad: 3. Moderado Impacto: 3. Moderado	Que se reduzca el número de sistemas a construir	En vista de que el predio sigue estando en el lugar pero la persona no es la misma, autorizar la instalación por el cambio de usuario
	Asociados a fenómenos de origen natural: atmosféricos, hidrológicos, geológicos, otros	Mal clima para la instalación de los paneles, que retrasen el tiempo de la obra	Probabilidad: 4. Probable Impacto: 4. Mayor	Retraso en la construcción y generación de sobrecostos	Programar época de verano para la construcción de los sistemas

Tabla 18. Flujo de fondos año 0 a año 5

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESO POR USUARIO SUBSIDIADO SISFV 1100 Wp		\$ 441,828	\$ 482,830	\$ 527,637	\$ 576,602	\$ 630,111
INGRESO POR USUARIO NO SUBSIDIADO SISFV 1100 Wp		\$ 1,150,944	\$ 1,257,752	\$ 1,374,471	\$ 1,502,022	\$ 1,641,410
INGRESO POR USUARIO NO SUBSIDIADO SISFV 2200 Wp		\$ 1,451,916	\$ 1,586,654	\$ 1,733,895	\$ 1,894,800	\$ 2,070,637
INGRESO TOTAL FACTURACIÓN USUARIOS		\$ 209,563,860	\$ 229,011,554	\$ 250,263,996	\$ 273,488,626	\$ 298,868,525
INGRESO SUBSIDIO POR USUARIO SISFV 1100 Wp		\$ 709,116	\$ 774,922	\$ 846,835	\$ 925,421	\$ 1,011,300
INGRESO TOTAL SUBSIDIO ZNI		\$ 324,775,128	\$ 354,914,276	\$ 387,850,430	\$ 423,842,818	\$ 463,175,400
PRÉSTAMO PARA LA FINANCIACIÓN POR DEMORA EN EL DESEMBOLSO DE SUBSIDIOS						
INGRESO SUBSIDIO ÚLTIMO TRIMESTRE						
TOTAL INGRESOS		\$ 534,338,988	\$ 583,925,830	\$ 638,114,426	\$ 697,331,444	\$ 762,043,925
COSTO ADMINISTRACIÓN POR USUARIO		\$ 413,404	\$ 451,768	\$ 493,692	\$ 539,507	\$ 589,573
COSTO TOTAL DE ADMINISTRACIÓN		\$ 191,819,456	\$ 209,620,352	\$ 229,073,088	\$ 250,331,248	\$ 273,561,872
COSTO COMERCIALIZACIÓN POR USUARIO		\$ 119,086	\$ 130,137	\$ 142,214	\$ 155,411	\$ 169,833
COSTO TOTAL DE COMERCIALIZACIÓN		\$ 55,255,904	\$ 60,383,568	\$ 65,987,296	\$ 72,110,704	\$ 78,802,512
COSTO MANTENIMIENTO POR USUARIO		\$ 336,231	\$ 367,433	\$ 401,531	\$ 438,793	\$ 479,513
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO		\$ 156,011,184	\$ 170,488,912	\$ 186,310,384	\$ 203,599,952	\$ 222,494,032
ABONO PRÉSTAMO DE FINANCIACIÓN POR DEMORA EN EL DESEMBOLSO DE SUBSIDIOS						
INTERESES PRÉSTAMO DE FINANCIACIÓN POR DEMORA EN EL DESEMBOLSO DE SUBSIDIOS						
COSTO DE DISPOSICIÓN DE BATERÍAS						
COSTO DE REPOSICIÓN						
TOTAL COSTOS		\$ 403,086,544	\$ 440,492,832	\$ 481,370,768	\$ 526,041,904	\$ 574,858,416
INVERSIÓN *	-\$ 17,156,910,160					
UTILIDAD TOTAL	-\$ 17,156,910,160	\$ 131,252,444	\$ 143,432,998	\$ 156,743,658	\$ 171,289,540	\$ 187,185,509
IMPUESTO DE RENTA (35%)		\$ 45,938,355	\$ 50,201,549	\$ 54,860,280	\$ 59,951,339	\$ 65,514,928
UTILIDAD NETA	-\$ 17,156,910,160	\$ 85,314,089	\$ 93,231,449	\$ 101,883,378	\$ 111,338,201	\$ 121,670,581
% UTILIDAD NETA		15.97%	15.97%	15.97%	15.97%	15.97%
Tasa de costo de oportunidad =	WACC	11.64%				
Valor presente neto sin inversión =	VPN	\$ 651,322,120				
Valor presente neto con inversión. =	VPN	(\$ 14,470,508,896)				
UTILIDAD NETA PROMEDIO		14.85%				

AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
\$ 688,585	\$ 752,486	\$ 822,317	\$ 898,628	\$ 982,021
\$ 1,793,733	\$ 1,960,191	\$ 2,142,097	\$ 2,340,884	\$ 2,558,118
\$ 2,262,792	\$ 2,472,779	\$ 2,702,253	\$ 2,953,022	\$ 3,227,062
\$ 326,603,387	\$ 356,912,322	\$ 390,033,924	\$ 426,229,066	\$ 465,783,270
\$ 1,105,149	\$ 1,207,707	\$ 1,319,782	\$ 1,442,258	\$ 1,576,100
\$ 506,158,242	\$ 553,129,806	\$ 604,460,156	\$ 660,554,164	\$ 721,853,800
				\$ -
\$ 832,761,629	\$ 910,042,128	\$ 994,494,080	\$ 1,086,783,230	\$ 1,187,637,070
\$ 644,285	\$ 704,075	\$ 769,413	\$ 840,815	\$ 918,843
\$ 298,948,240	\$ 326,690,800	\$ 357,007,632	\$ 390,138,160	\$ 426,343,152
\$ 185,594	\$ 202,817	\$ 221,638	\$ 242,206	\$ 264,683
\$ 86,115,616	\$ 94,107,088	\$ 102,840,032	\$ 112,383,584	\$ 122,812,912
\$ 524,012	\$ 572,640	\$ 625,781	\$ 683,853	\$ 747,315
\$ 243,141,568	\$ 265,704,960	\$ 290,362,384	\$ 317,307,792	\$ 346,754,160
				\$ 204,159,389
\$ 628,205,424	\$ 686,502,848	\$ 750,210,048	\$ 819,829,536	\$ 1,100,069,613
\$ 204,556,205	\$ 223,539,280	\$ 244,284,032	\$ 266,953,694	\$ 87,567,457
\$ 71,594,672	\$ 78,238,748	\$ 85,499,411	\$ 93,433,793	\$ 30,648,610
\$ 132,961,533	\$ 145,300,532	\$ 158,784,621	\$ 173,519,901	\$ 56,918,847
15.97%	15.97%	15.97%	15.97%	4.79%

Valor estimado inflación anual año 2023*
9.28%

Tabla 19. Flujo de fondos año 6 a año 10

12 Ingresos y beneficios

12.1 Generales de los SISFV

A continuación, se listan algunas de las ventajas de los sistemas solares

Los sistemas operan de manera autónoma, por lo que no es requerido personal especializado para la generación de energía.

Son sistemas “Plug and Play”, por lo que no son requeridas obras civiles más allá de la cimentación de las estructuras de soporte.

No se requiere el tendido de redes eléctricas ya que cada vivienda cuenta con un sistema de generación independiente.

12.2 Análisis Costo/Beneficio

La relación Costo – Beneficio (RCB) permite determinar el valor de un proyecto más allá de las variables financieras directas, permitiendo cuantificar variables sociales o ambientales que también influyen en la calidad de vida de los beneficiarios y del medio ambiente.

12.2.1 Costos

Dado que no existe un directo deterioro de la calidad de vida, los bienes o el medio ambiente durante la implementación u operación de los sistemas, los costos del proyecto se mantienen como los definidos en el apartado económico y financiero.

12.2.2 Ingresos y Beneficios

El principal beneficio del proyecto son los ingresos por concepto de facturas del servicio de energía eléctrica. No obstante, también se presentan dos componentes importantes y cuantificables que se incluyen como beneficios indirectos del proyecto. El primero es el ahorro por concepto de sustitutos energéticos como velas, Diesel o baterías, mientras que el segundo es la reducción potencial de emisiones de CO₂ al ambiente, ya que si bien es cierto que en muchas localidades no se cuenta con energía eléctrica de ninguna forma, el medio más accesible para dichas poblaciones son los generadores diésel, por lo que el proyecto no solo disminuye las emisiones presenten para los usuarios con plantas diésel sino que también previene el futuro consumo de combustibles fósiles para generación de energía eléctrica

Ingresos por venta de energía:

Tipo: Ingreso

Descripción: Ingreso por facturación de energía

Medido a través de: pesos

Bien producido: Otros

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.80

Descripción de la cantidad: Cantidad de viviendas beneficiadas 464

Descripción Valor Unitario: Para el cálculo de los ingresos por venta de energía, se toma el dato de \$ 1,151,593, del valor anual de la factura para las 464 instalaciones a construir 463 viviendas beneficiarias del proyecto y \$ 1,451,916 para la institución educativa (usuario no subsidiado) (Ver Anexo Esquema de Sostenibilidad).

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	464,00	\$1.151.593,00	\$534.339.152,00
2	464,00	\$1.258.461,00	\$583.925.904,00
3	464,00	\$1.375.247,00	\$638.114.608,00
4	464,00	\$1.502.869,00	\$697.331.216,00
5	464,00	\$1.642.336,00	\$762.043.904,00
6	464,00	\$1.794.745,00	\$832.761.680,00
7	464,00	\$1.961.298,00	\$910.042.272,00
8	464,00	\$2.143.306,00	\$994.493.984,00
9	464,00	\$2.342.205,00	\$1.086.783.120,00
10	464,00	\$2.559.563,00	\$1.187.637.232,00

Generación de Empleo:

Tipo: Beneficio

Descripción: Generación de Empleo

Medido a través de: Numero

Bien producido: Mano de obra no calificada rural

Razón Precio Cuenta (RPC): 1.00

Descripción de la cantidad: : Empleos generados durante la ejecución de las obras y durante la AOM del proyecto

Descripción Valor Unitario: Valor pagado a los trabajadores del proyecto y a los encargados de realizar la AOM del proyecto

Tabla 23 Beneficio generación de empleo

Generación de Empleo				
No.	Descripción	Valor Total	No. Empleos Generados	Valor / Empleo Generado
1	Mano de obra calificada durante la ejecución del proyecto (Año 0)	\$ 357,999,262	11	\$ 32,545,387
2	Mano de obra no calificada rural durante la ejecución del proyecto (Año 0)	\$ 323,714,866	11	\$ 29,428,624
3	Mano de obra Administración del operador del SISFV (Año 1)	\$ 191,819,456	8	\$ 23,977,432
4	Mano de obra Mantenimiento preventivo del operador del SISFV (Año 1)	\$ 16,952,934	1	\$ 16,952,934
5	Mano de obra Mantenimiento correctivo del operador del SISFV (Año 1)	\$ 2,776,774	1	\$ 2,776,774
Valor Total Generación de Empleo Año 0		\$ 681,714,132	22	\$ 30,987,006
Valor Total Generación de Empleo Año 1		\$ 145,690,470	10	\$ 14,569,047

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
0	22,00	\$30.987.006,00	\$681.714.132,00
1	10,00	\$14.569.047,00	\$145.690.470,00
2	10,00	\$15.921.055,00	\$159.210.550,00
3	10,00	\$17.398.529,00	\$173.985.290,00
4	10,00	\$19.013.112,00	\$190.131.120,00
5	10,00	\$20.777.529,00	\$207.775.290,00
6	10,00	\$22.705.684,00	\$227.056.840,00
7	10,00	\$24.812.771,00	\$248.127.710,00
8	10,00	\$27.115.396,00	\$271.153.960,00
9	10,00	\$29.631.705,00	\$296.317.050,00
10	10,00	\$32.381.527,00	\$323.815.270,00

Reducción de Emisiones de CO2:

Tipo: Beneficio

Descripción: Reducción de Emisiones de CO2

Medido a través de: Toneladas

Bien producido: Otro

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.8

Descripción de la cantidad: Se asume un valor de compensación por tonelada de CO₂ de \$ 160.000 COP de acuerdo a las estimaciones de los bonos de carbono para el año 2020 del Banco Mundial, se proyecta que cada kit instalado por beneficiario reduzca 1,03356TonCO₂/Usuario*año.

Descripción Valor Unitario: El Valor monetario de la tonelada equivale actualmente a \$191.074 pesos colombianos al año

Tabla 20. Beneficios indirectos por reducción de emisiones

[KWh/usuario*año]	[Ton CO ₂ /kWh]	[Ton CO ₂ /usuario*año]	COP/Ton CO ₂ * año
1072	0.0013	1.39938	\$ 191,074
			TOTAL AÑO 1 SIN RPC \$ 124,007,026
			TOTAL AÑO 1 CON RPC \$ 99,205,621

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	649,00	\$191.074,00	\$124.007.026,00
2	649,00	\$208.806,00	\$135.515.094,00
3	649,00	\$228.183,00	\$148.090.767,00
4	649,00	\$249.358,00	\$161.833.342,00
5	649,00	\$272.498,00	\$176.851.202,00
6	649,00	\$297.786,00	\$193.263.114,00
7	649,00	\$325.421,00	\$211.198.229,00
8	649,00	\$355.620,00	\$230.797.380,00
9	649,00	\$388.622,00	\$252.215.678,00
10	649,00	\$424.686,00	\$275.621.214,00

Reducción de consumo de sustitutos energéticos:

Tipo: Beneficio

Descripción: Reducción de consumo de sustitutos energéticos

Medido a través de: Número

Bien producido: Otro

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.8

Descripción de la cantidad: Viviendas beneficiadas por el proyecto

Descripción Valor Unitario: 'Este ítem es igual al gasto promedio en diferentes susitutos energéticos para iluminación y electrodomésticos manifestado por los usuarios a través de la encuesta socioeconómica

Tabla 21. Gasto mensual por usuario en sustitutos energéticos

Este ítem es igual al gasto promedio en diferentes susitutos energéticos para iluminación y electrodomésticos manifestado por los usuarios a través de la encuesta socioeconómica

ÍTEM	COSTO MENSUAL	RPC	COSTO ANUAL POR USUARIO SIN RPC
Baterías	\$ 1,601	0.79	\$ 19,212
Alcohol	\$ -	0.79	\$ -
Diésel	\$ 1,122	0.79	\$ 13,464
Gasolina	\$ 189	0.79	\$ 2,263
Kerosene	\$ 47	0.79	\$ 566
Petróleo	\$ 58	0.79	\$ 694
Velas	\$ 7,549	0.79	\$ 90,593
Otro	\$ 54,741	0.79	\$ 656,887
			TOTAL USUARIO SIN RPC \$ 783,679
			TOTAL AÑO 1 CON RPC \$ 287,265,374

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	464,00	\$783.679,00	\$363.627.056,00
2	464,00	\$856.404,00	\$397.371.456,00
3	464,00	\$935.878,00	\$434.247.392,00
4	464,00	\$1.022.727,00	\$474.545.328,00
5	464,00	\$1.117.636,00	\$518.583.104,00
6	464,00	\$1.221.353,00	\$566.707.792,00
7	464,00	\$1.334.695,00	\$619.298.480,00
8	464,00	\$1.458.555,00	\$676.769.520,00
9	464,00	\$1.593.909,00	\$739.573.776,00
10	464,00	\$1.741.824,00	\$808.206.336,00

Incremento de la productividad:

Tipo: Beneficio

Descripción: Incremento de la productividad:

Medido a través de: Número

Bien producido: Mano de obra no calificada rural

Razón Precio Cuenta (RPC): 1.00

Descripción de la cantidad: De acuerdo con la encuesta aplicada, se evidencia que el 53.60% de la población encuestada no tiene intención de iniciar o mantener un proyecto productivo, sin embargo, el 46.40% refiere interés en implementar un proyecto productivo, que corresponde a 215 viviendas

Valor Unitario: Este beneficio considera que las viviendas tendrán un incremento de 2 horas diarias en el trabajo potencial al disponer de energía eléctrica. Asumiendo 2 habitantes por vivienda que se verán beneficiados, a \$2.449.976 por año

Tabla 22 Beneficio incremento a la productividad

INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD			
*Este beneficio considera que el 50% (la mitad) de las viviendas tendrán un incremento de 2 horas diarias en el trabajo potencial al disponer de energía eléctrica. Asumiendo 2 habitantes por vivienda que se verán beneficiados, a un costo de jornal diario de \$ 33.333 COP			
ÍTEM	VALOR JORNAL DIARIO	BENEFICIO ANUAL VIVIENDA	VALOR ANUAL
Jornal horas extras	\$ 33,333	\$ 2,449,976	\$ 1,288,687,376
TOTAL AÑO 1 CON RPC			\$ 1,288,687,376

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	215,00	\$2.449.976,00	\$526.744.840,00
2	215,00	\$2.677.334,00	\$575.626.810,00
3	215,00	\$2.925.791,00	\$629.045.065,00
4	215,00	\$3.197.304,00	\$687.420.360,00
5	215,00	\$3.494.014,00	\$751.213.010,00
6	215,00	\$3.818.258,00	\$820.925.470,00
7	215,00	\$4.172.592,00	\$897.107.280,00
8	215,00	\$4.559.809,00	\$980.358.935,00
9	215,00	\$4.982.959,00	\$1.071.336.185,00
10	215,00	\$5.445.378,00	\$1.170.756.270,00

12.2.3 Relación costo beneficio

La relación costo beneficio se entiende como la diferencia entre la totalidad de los costes y los beneficios del proyecto a lo largo de su vida útil, a continuación, se presenta el resumen de estas variables para los 10 años de vida útil.

El proyecto se caracteriza por una alta inversión inicial que se sopesa en su mayor parte con los beneficios directos e indirectos del proyecto, no obstante sigue existiendo una diferencia cuantificable entre los beneficios y los costos, diferencia que se cierra cuando se tiene en cuenta el acceso a nuevas oportunidades para la comunidad, el incremento en la productividad, el acceso a telecomunicaciones y el mejoramiento en la cantidad y calidad de estudios en las comunidades, variables que afectan de manera directa la calidad de vida pero que son de una mayor dificultad al momento de monetizarlas.

TOMA DE DECISIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO.

Instalación De Soluciones Individuales Fotovoltaicas Para La Generación De Energía Eléctrica

En Zona Rural Dispersa Del Municipio De Paz de Ariporo En El Departamento De Casanare.

Tipo específico de gasto o programa presupuestal.

2156 – Consolidación productiva del sector de energía eléctrica.

4.1.2. Subprograma presupuestal.

1900 Intersubsectorial minas y energía.

Fuentes de financiación.

Etapa	Entidad	Tipo Entidad	Tipo de Recurso	Periodo	Valor
Inversión	EMPRESA PRIVADA	Privadas	Obras por impuestos	0	\$17.156.910.160,00
				Total	\$17.156.910.160,00
	Total Inversión				\$17.156.910.160,00
Total					\$17.156.910.160,00

PROGRAMACION DE INDICADORES

Indicadores de Producto y Meta:

Producto: Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas					
Indicador	Unidad	Meta	Año	Tipo de fuente	Fuente de verificación
Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas	Número de unidades	464	2024	Informe	Informe de interventoría

Indicadores de Gestión y Meta:

Indicador	Código	Unidad	Meta	Año	Tipo de fuente	Fuente verificación
Informes de interventoría revisados	0600G136	Número	13	2024	Informe	Informes de interventoría que contienen Actas firmadas por contratista de obra, interventoría y beneficiario, donde conste que fueron instaladas las soluciones solares en las viviendas y en estado de buen funcionamiento del sistema fotovoltaico.

Tabla 24 Flujo económico ingresos y beneficios del proyecto, sin aplicar RPC

Inflación	9.28%
No. usuarios	464
No. viviendas	215

Beneficios	RPC	FLUJO ECONÓMICO SIN RPC										
		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Unidad (Número usuarios)			464	464	464	464	464	464	464	464	464	464
Costo unitario			\$ 1,151,592.65	\$ 1,258,460.84	\$ 1,375,246.61	\$ 1,502,869.49	\$ 1,642,336.05	\$ 1,794,744.89	\$ 1,961,297.69	\$ 2,143,306.21	\$ 2,342,205.24	\$ 2,559,562.65
Total ingresos por facturación energía	0.79		\$ 534,338,988	\$ 583,925,830	\$ 638,114,426	\$ 697,331,444	\$ 762,043,925	\$ 832,761,629	\$ 910,042,128	\$ 994,494,080	\$ 1,086,783,230	\$ 1,187,637,070
Préstamo	0.80		\$ -									
Ingreso subsidio último trimestre	0.79											\$ -
Unidad (Número empleos)		22	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Costo unitario		\$ 30,987,006	\$ 14,569,047	\$ 15,921,055	\$ 17,398,529	\$ 19,013,112	\$ 20,777,529	\$ 22,705,684	\$ 24,812,771	\$ 27,115,396	\$ 29,631,705	\$ 32,381,527
Generación de empleo	1.00	\$ 681,714,132	\$ 145,690,470	\$ 159,210,550	\$ 173,985,290	\$ 190,131,120	\$ 207,775,290	\$ 227,056,840	\$ 248,127,710	\$ 271,153,960	\$ 296,317,050	\$ 323,815,270
Consumo anual energía / usuario			1,072	1,072	1,072	1,072	1,072	1,072	1,072	1,072	1,072	1,072
Unidad (Ton CO ₂)			649	649	649	649	649	649	649	649	649	649
Costo unitario			\$ 191,074	\$ 208,806	\$ 228,183	\$ 249,358	\$ 272,498	\$ 297,786	\$ 325,421	\$ 355,620	\$ 388,622	\$ 424,686
Reducción de emisiones de CO₂	0.80		\$ 124,007,026	\$ 135,515,094	\$ 148,090,767	\$ 161,833,342	\$ 176,851,202	\$ 193,263,114	\$ 211,198,229	\$ 230,797,380	\$ 252,215,678	\$ 275,621,214
Unidad (Número usuarios)			464	464	464	464	464	464	464	464	464	464
Costo unitario			\$ 783,679	\$ 856,404	\$ 935,878	\$ 1,022,727	\$ 1,117,636	\$ 1,221,353	\$ 1,334,695	\$ 1,458,555	\$ 1,593,909	\$ 1,741,824
Reducción de consumo de sustitutos energéticos	0.79		\$ 363,627,056	\$ 397,371,456	\$ 434,247,392	\$ 474,545,328	\$ 518,583,104	\$ 566,707,792	\$ 619,298,480	\$ 676,769,520	\$ 739,573,776	\$ 808,206,336
Unidad (Número viviendas)			215	215	215	215	215	215	215	215	215	215
Costo unitario			\$ 2,449,976	\$ 2,677,334	\$ 2,925,791	\$ 3,197,304	\$ 3,494,014	\$ 3,818,258	\$ 4,172,592	\$ 4,559,809	\$ 4,982,959	\$ 5,445,378
Incremento en la productividad	1.00		\$ 526,744,840	\$ 575,626,810	\$ 629,045,065	\$ 687,420,360	\$ 751,213,010	\$ 820,925,470	\$ 897,107,280	\$ 980,358,935	\$ 1,071,336,185	\$ 1,170,756,270
Valor de salvamento	0.79											\$ 18,679,043,419
Total Beneficios		\$ 681,714,132	\$ 1,694,408,380	\$ 1,851,649,740	\$ 2,023,482,940	\$ 2,211,261,594	\$ 2,416,466,531	\$ 2,640,714,845	\$ 2,885,773,827	\$ 3,153,573,875	\$ 3,446,225,919	\$ 22,445,079,579
Costos												
Inversión												
Materiales	0.79	\$ 12,817,299,066										
Equipo y herramienta	0.77	\$ 90,852,205										
Transporte	0.80	\$ 558,400,100										
Mano de Obra Calificada	1.00	\$ 357,999,262										
Mano de Obra No Calificada	0.60	\$ 323,714,866										
Trámites Importación	1.00	\$ -										
Interventoría	1.00	\$ 804,717,547										
Gerencia del proyecto	1.00	\$ 604,433,735										
Fiducia	0.80	\$ 107,335,922										
Plan de manejo ambiental	0.80	\$ 13,540,400										
Gestión Social	0.80	\$ 81,412,606										
Rubro Contingente	1.00	\$ 1,173,276,058										
Poliza contribuyente y gravamen financiero	1.00	\$ 155,574,168										
Gravamen Movimientos Financieros (GMF 4X1000)	0.80	\$ 68,354,224										
Total Inversión		\$ 17,156,910,160										
Administración (Mano de obra calificada)	1.00		\$ 191,819,456	\$ 209,620,352	\$ 229,073,088	\$ 250,331,248	\$ 273,561,872	\$ 298,948,240	\$ 326,690,800	\$ 357,007,632	\$ 390,138,160	\$ 426,343,152
Comercialización (Servicio de venta y distribución)	0.80		\$ 55,255,904	\$ 60,383,568	\$ 65,987,296	\$ 72,110,704	\$ 78,802,512	\$ 86,115,616	\$ 94,107,088	\$ 102,840,032	\$ 112,383,584	\$ 122,812,912
Mantenimiento (Maquinaria y equipo)	0.71		\$ 156,011,184	\$ 170,488,912	\$ 186,310,384	\$ 203,599,952	\$ 222,494,032	\$ 243,141,568	\$ 265,704,960	\$ 290,362,384	\$ 317,307,792	\$ 346,754,160
Abono préstamo	0.80		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -					
Intereses de financiación	0.80		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -					
Disposición de baterías (Mano de obra calificada)	1.00											\$ 204,159,389
Total Costos		\$ 17,156,910,160	\$ 403,086,544	\$ 440,492,832	\$ 481,370,768	\$ 526,041,904	\$ 574,858,416	\$ 628,205,424	\$ 686,502,848	\$ 750,210,048	\$ 819,829,536	\$ 1,100,069,613
Utilidad		-\$ 16,475,196,028	\$ 1,291,321,836	\$ 1,411,156,908	\$ 1,542,112,172	\$ 1,685,219,690	\$ 1,841,608,115	\$ 2,012,509,421	\$ 2,199,270,979	\$ 2,403,363,827	\$ 2,626,396,383	\$ 21,345,009,966

Tabla 25 Flujo económico ingresos y beneficios del proyecto aplicando RPC

[illegible]

