

CONTRATO No 101-2021

CONTRATANTE: IPSE

CONTRATISTA: CONSENER S.A.S

**CONSTRUCCIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES SOLARES FOTOVOLTAICAS
PARA LAS COMUNIDADES RURALES Y DISPERSAS DE LAS ZNI DEL MUNICIPIO
DE MAICAO, DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA**

DOCUMENTO TÉCNICO



Elaborado por:

JOHN JAIRO CORREA GARCÉS

Director de consultoría

Yopal, octubre del 2022

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	14
6.1	Identificación de los participantes.....	14
6.2	Análisis de los participantes	14
7	Población afectada y objetivo	15
7.1	Población afectada por el problema	15
7.2	Población objetivo de la intervención	15
7.3	Características demográficas de la población objetivo	15
8	Objetivos generales y específicos	16
8.1	Objetivo general	16
8.2	Indicadores para medir el objetivo general	16
8.3	Relaciones entre causas y objetivos	16

8.4	Árbol de objetivos.....	17
9	Alternativas de la solución.....	17
9.1	Estudio de las necesidades.....	19
9.1.1	Bien o servicio a entregar o demanda a satisfacer	19
9.2	Análisis técnico de la alternativa SISFV	19
9.3	Localización de la alternativa	20
9.4	Análisis de riesgo de la alternativa	20
10	Cronograma de actividades de implementación física	21
11	Programación financiera	23
11.1	Presupuesto.....	23
11.2	Flujo de fondos.....	23
11.2.1	Usuarios subsidiados	24
11.2.2	Costos administración.....	24
11.2.3	Ingresos	25
11.2.4	Flujo durante la vida del proyecto.....	25
11.2.5	Resumen fuentes de financiación.....	26
12	Beneficios.....	26
12.1	Generales de los SISFV.....	26
12.2	Análisis Costo/Beneficio.....	27
12.2.1	Costos.....	27
12.2.2	Beneficios	27
12.2.3	Relación costo beneficio	28
13	Resumen del proyecto.....	29
14	Bibliografía.....	32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Criterios para la implementación del modelo de diseño.....	13
Tabla 2.	Análisis de participantes	14
Tabla 3.	Características demográficas de la población objetivo.....	15
Tabla 4.	Relaciones entre las causas y los objetivos.....	16
Tabla 5	Valoración de las alternativas	18
Tabla 6	Análisis ponderativo de las alternativas	18
Tabla 7.	Bien o servicio a entregar o demanda a satisfacer	19
Tabla 8.	Análisis de riesgos de la alternativa	20
Tabla 9.	Presupuesto definitivo del Proyecto.....	23
Tabla 10	Usuarios subsidiados.....	24

Tabla 11. Costos de administración.....	24
Tabla 12 Costo personal por mantenimiento	24
Tabla 13 Costo por mantenimiento preventivo	24
Tabla 14 Costo mantenimiento correctivo sistema viviendas.....	25
Tabla 15. Distribución de la facturación usuario subsidiado 800Wp	25
Tabla 16. Flujo de fondos año 0 al año 10.....	26
Tabla 17 Resumen fuentes de financiación	26
Tabla 18 Beneficios indirectos por reducción de emisiones.....	28
Tabla 19 Gasto mensual por usuario en sustitutos energéticos.....	28
Tabla 20 Beneficio incremento a la productividad.....	28
Tabla 21 Beneficio generación de empleo.....	28
Tabla 22 Resumen del proyecto.....	29
Tabla 23 Flujo económico ingresos y beneficios del proyecto, sin aplicar RPC	30
Tabla 24 Flujo económico ingresos y beneficios del proyecto aplicando RPC.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de Problemas	8
Figura 2. Árbol de Objetivos	17
Figura 3. Cronograma de Actividades hoja 1	21
Figura 4 Cronograma de actividades hoja 2	22

1 Datos básicos del proyecto

1.1 Nombre

CONSTRUCCIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA LAS COMUNIDADES RURALES Y DISPERSAS DE LAS ZNI DEL MUNICIPIO DE MAICAO, DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA.

1.2 Sector

Minas y energía

1.3 Código BPIN

Sin asignar

1.4 Datos del formulador

Nombre: CONSENER SAS
Identificación: 900804048-9
Teléfono: (57) 8 633 3321- 310 7909507
Dirección: Calle 17 #28-29
Email: sigconsener@gmail.com

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

(2018-2022) Pacto por Colombia, pacto por la equidad

Pacto:

3008 - VIII. Pacto por la calidad y eficiencia de servicios públicos: agua y energía para promover la competitividad y el bienestar de todos

Línea:

300801 - 1. Energía que transforma: hacia un sector energético más innovador, competitivo, limpio y equitativo.

2.2 Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial/Plan de vida

Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial/Plan de vida

Plan de Desarrollo Departamental "Unidos por el cambio" 2020-2023

Estrategia

Línea estratégica 2: hacia una nueva economía diversa y sostenible

Programa:

Apuesta No. 5 Hacia una economía minero energética

2.3 Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Plan de Desarrollo Municipal "El verdadero cambio" 2020-2023

Estrategia

El verdadero cambio para el desarrollo económico

Programa:

Vivienda y 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 Maicao en el departamento de La Guajira.

3.2 Descripción de la situación existente con respecto al problema

Maicao es un municipio del departamento de La Guajira, que cuenta con 192.085 habitantes, según cifras del CENSO población y vivienda DANE 2018 con proyección 2022, de los cuales el 35,2% (67.662 habitantes) se encuentra ubicada en el área rural y dispersa de este municipio.

Según cifras de la UPME 2019, este municipio cuenta con un 25.3% de cobertura de energía eléctrica rural, por consiguiente, 50.544 habitantes, un aproximado de 10.109 viviendas del área rural, no cuentan con el servicio de energía eléctrica, si tomamos como

referencia 5 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 y de igual manera se les dificulta a los estudiantes poder cumplir con sus clases virtuales, producto de la pandemia.

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 contaran 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 corresponde al 25,3%, lo que indica que el 74,7% restante, no cuenta con este servicio. Lo anterior equivale aproximadamente a 10.109 viviendas, un aproximado de 50.544 habitantes que no cuentan con el servicio de energía eléctrica.

3.4 Causas que generan el problema

3.4.1 Causa directa

Deficientes sistemas de distribución y provisión de energía eléctrica, en las comunidades asentadas en el área rural y dispersa del municipio.

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, entre otros.

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

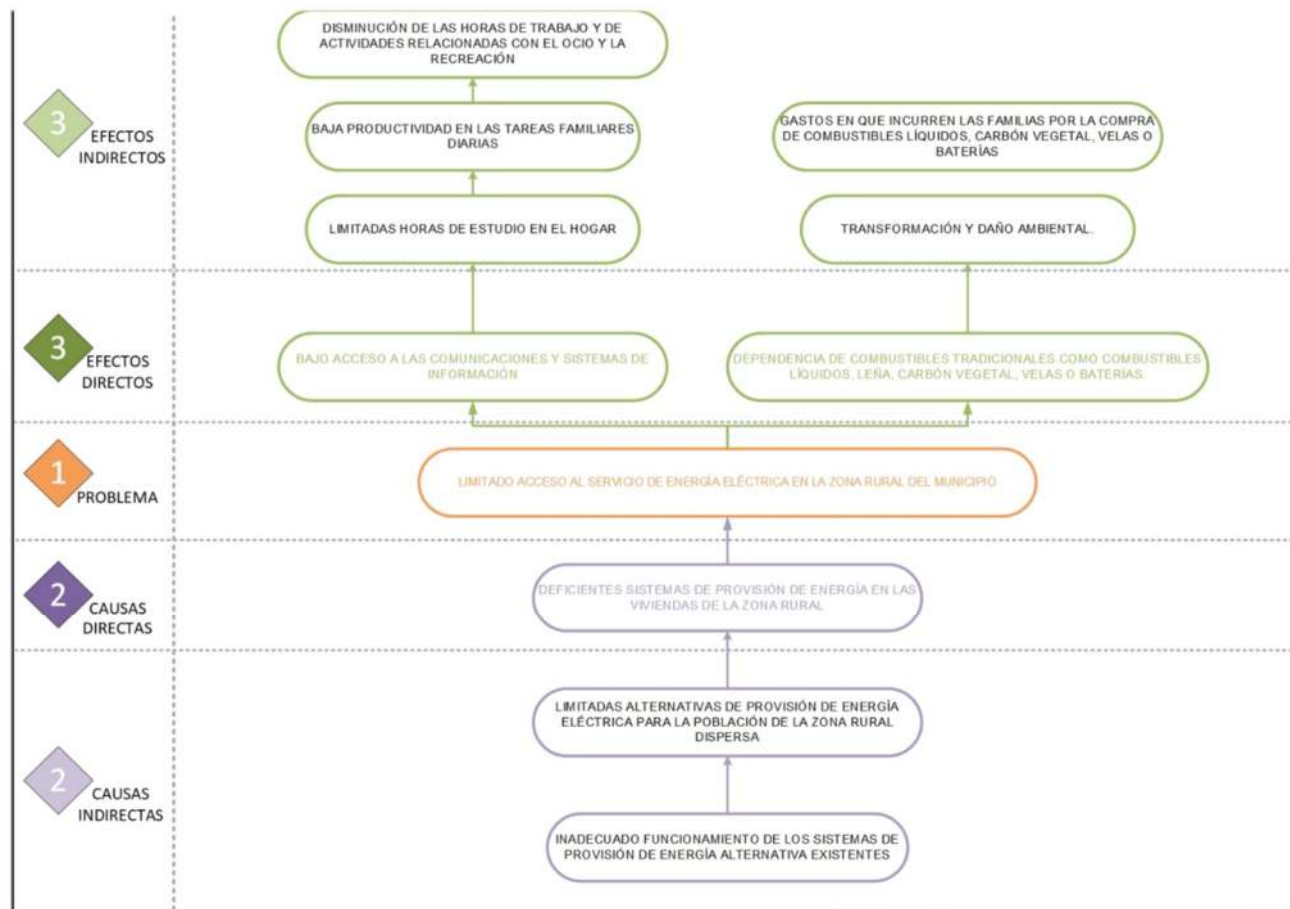


Figura 1. Árbol de Problemas

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 855 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 2018-2022, denominado “Pacto por Colombia, Pacto por la equidad”, 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 transversal “Pacto por la calidad y eficiencia de los servicios públicos”, en uno de sus objetivos menciona “Implementar soluciones alternativas para el acceso a los servicios públicos en las zonas más apartadas, así mismo una de sus estrategias es “Apoyaremos el desarrollo de proyectos de eficiencia energética que beneficien principalmente a usuarios de bajos recursos.

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.[1]

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.[2]

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

Tabla 2. Análisis de participantes

ACTOR	POSICIÓN	INTERESES O EXPECTATIVAS	CONTRIBUCIÓN O GESTIÓN
Comunidad	Beneficiario	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.
Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas IPSE	Cooperante	Garantizar el servicio de energía eléctrica en las zonas no interconectadas de Colombia.	Contratar la estructuración de proyectos con energías alternativas, con el fin de ampliar cobertura de la energía eléctrica, para las zonas no interconectadas de Colombia.
Municipio de Maicao	Cooperante	Asegurar la cobertura de los servicios públicos básicos, al total de su población.	Realizar el acompañamiento a la comunidad, durante la etapa de formulación y estructuración del proyecto, brindando su apoyo administrativo con el cumplimiento a los requerimientos que existan, así como también, orientar a los habitantes a hacer un buen uso del servicio de energía eléctrica, y de los equipos que se dejan instalados en la etapa de construcción.
HELIOS S.A. E.S.P.	Cooperante	Realizar la administración y mantenimiento de los SSIFV para que funcionen correctamente.	Certificar y garantizar la sostenibilidad del proyecto
Contribuyente Privado	Cooperante	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 IPSE es el encargado de estructurar proyectos energéticos para las ZNI, a través de su equipo de profesionales o por medio de la contratación de consultores, de igual manera cuenta con varios fondos para financiar estos proyectos o para gestionar los recursos y materializarlos, dentro de los fondos tenemos el de OXI que es el que aplica para este municipio en particular, sin embargo, existe el SGR, recursos propios del IPSE, FAER, FAZNI y FENOGE.

Los entes territoriales como lo son el departamento y/o el municipio, contribuyen con la información necesaria para identificar los déficits que existen en su territorio, se encargan de certificar que dichos usuarios no se encuentran en zona de alto riesgo, que cuentan con un predio en zana posesión y que actualmente no se encuentran con servicio de energía.

La comunidad beneficiaria de los proyectos debe concientizarse de realizar el aporte para el pago del mantenimiento de los sistemas que se instalen, de igual manera se

comprometen a dar un buen y racional uso a la energía, participan activamente en el desarrollo de veedurías para cuidar los recursos al momento de la ejecución.

El operador, que para este caso será HELIOS S.A. E.S.P., es el encargado de realizar la administración y mantenimiento de los sistemas, se encargan de facturar y cargar esta información al SUI para recibir el subsidio por parte del gobierno al que tiene derecho cada uno de los usuarios.

7 Población afectada y objetivo

7.1 Población afectada por el problema

Se toma como población afectada, el número total de habitantes que reside en la zona rural y dispersa del municipio, de acuerdo al dato que nos arroja el CENSO de población y vivienda DANE 2018 con proyección 2022, que para este caso es un total de 50.543 habitantes, que representan aproximadamente 10.109 viviendas, si tomamos como referencia en promedio 5 personas por vivienda, que es lo que sugiere el DANE en el último CENSO.

7.2 Población objetivo de la intervención

La población objetivo se toma del total de usuarios caracterizados para el presente proyecto, para este caso tenemos un total de 317 viviendas que aproximadamente sumarian un total de 1.585 habitantes que serían beneficiados con el presente proyecto.

7.3 Características demográficas de la población objetivo

Tabla 3. Características demográficas de la población objetivo

Clasificación	Detalle	Número de personas	Fuente de información
Etaria (edad)	0 a 14 años	358	Censo población y vivienda DANE 2018 con proyección 2022
Etaria (edad)	15 a 19 años	155	Censo población y vivienda DANE 2018 con proyección 2022
Etaria (edad)	20 a 59 años	933	Censo población y vivienda DANE 2018 con proyección 2022
Etaria (edad)	Mayor de 60 años	139	Censo población y vivienda DANE 2018 con proyección 2022
Grupos étnicos *	Población indígena	1.585	Censo población y vivienda DANE 2018 con proyección 2022
Género	Masculino	773	Censo población y vivienda DANE 2018 con proyección 2022
Género	Femenino	812	Censo población y vivienda DANE 2018 con proyección 2022

8 Objetivos generales y específicos

8.1 Objetivo general

Expandir la cobertura de acceso al servicio de energía eléctrica en la zona rural y dispersa del municipio.

8.2 Indicadores para medir el objetivo general

Indicador objetivo	Descripción	Fuente de verificación
Número de viviendas con servicio de energía eléctrica	Meta: 317 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 de distribución de energía en las comunidades dispersas.	Implementar soluciones con energías alternativas, que permitan ampliar la cobertura del servicio de energía eléctrica en las ZNI.
1.1 Causa indirecta	Limitadas alternativas de provisión de energía eléctrica para la población aislada.	Diversificar las soluciones con energías alternativas y autosostenibles, para ampliar la cobertura del servicio de energía eléctrica a las ZNI.
1.2 Causa indirecta	Inadecuado funcionamiento de los sistemas de provisión de energía alternativa existentes.	Concientizar a la comunidad sobre el uso y funcionamiento de energías alternativas, como fuentes de provisión de la energía eléctrica en las ZNI.

8.4 Árbol de objetivos

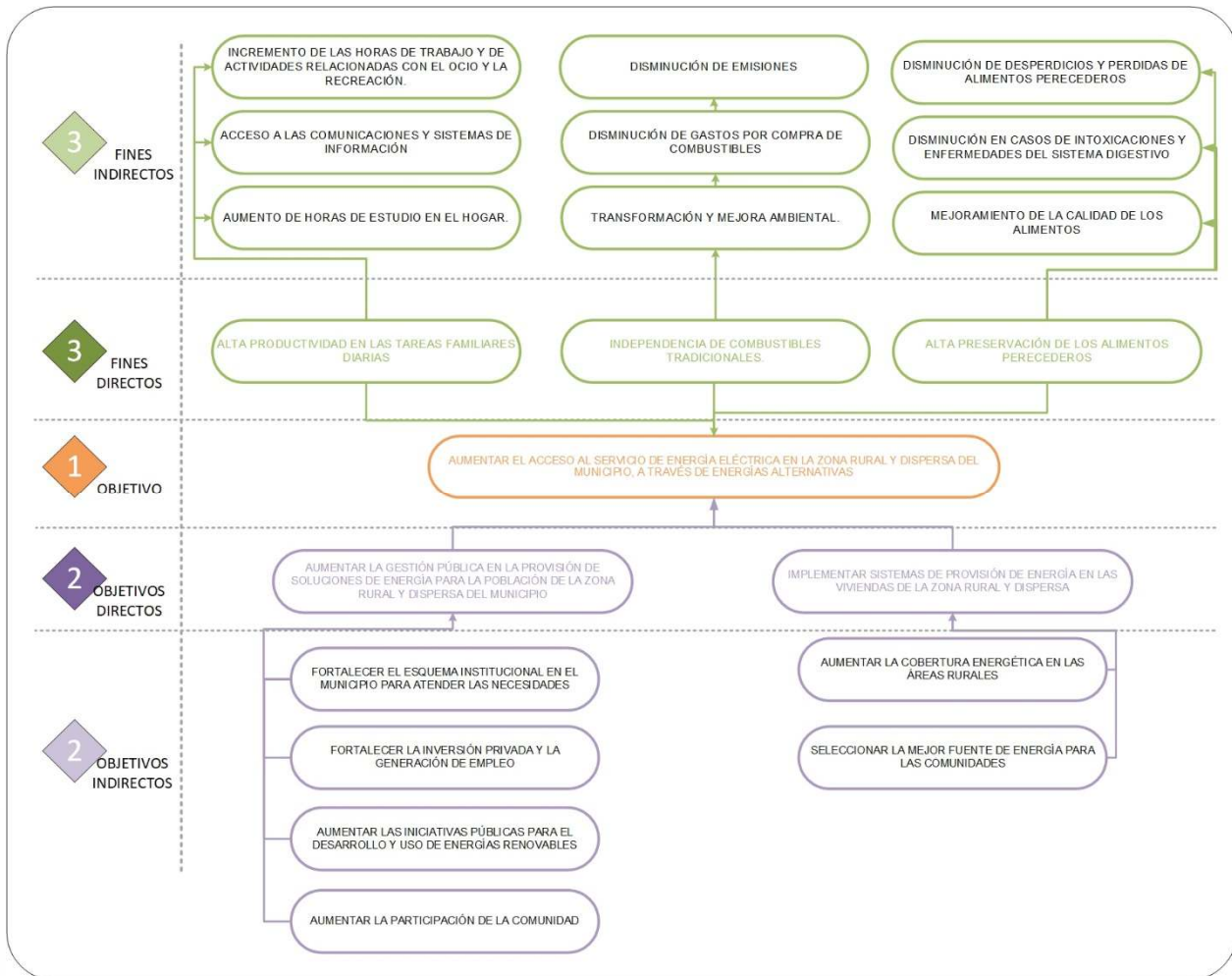


Figura 2. Árbol de Objetivos

9 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. Cada fuente de energía será evaluada en función de los criterios anteriormente descritos, con un valor cuantitativo de 1 a 3, siendo 1 el peor escenario posible y 3 el mejor escenario.

Las alternativas que se toman para esta valoración son generación por Diesel, redes de distribución, sistemas solares fotovoltaicos, biomasa y pequeñas PCHs. Tras la primera evaluación inicial de alternativas, la cual no será realizada en detalle, sino bajo criterio del consultor en base a su experiencia propia, otros proyectos o la literatura, dado el objeto principal del mismo, el cual es decantar las alternativas hacia únicamente las tres que presenten mejores características generales, y sobre las cuales se aplicará la evaluación en detalle de estas.

Para este estudio se decidió utilizar un sistema de ponderación simple en el cual se evaluarán únicamente dos aspectos: el componente costo-beneficio (acorde a lo establecido por la metodología general ajustada) y el componente ambiental. Se deja por fuera el componente social, ya que se considera que la mayoría de los aspectos sociales tienen sus fundamentos en las comunidades y no directamente sobre la fuente de generación, por lo que la influencia de los mismos sobre la selección de alternativas no es de mayor relevancia.

Tabla 5 Valoración de las alternativas

ANÁLISIS PONDERACIÓN ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS							
No.	Criterio	Diésel	Redes Eléctricas SIN	SISFV	Microcentral Hidroeléctrica	Eólica	Biomasa
1	Potencial Energético	Alto	Alto	Alto	Bajo	Alto	Alto
	1-Bajo						
	Puntaje 2-Medio 3-Alto	3.00	3.00	3.00	1.00	3.00	3.00
2	Valor [\$/Usuario]	\$ 48,123,306	\$ 44,195,928	\$ 22,379,381	N/A	\$ 67,055,863	\$ 64,009,124
	Puntaje	1.85	2.02	3.00	1.00	1.00	1.14
3	Valor [\$/KWh]	\$ 1,746.28	\$ 916.84	\$ 1,350.62	N/A	\$ 736.47	\$ 1,746.28
	Puntaje	1.00	2.64	1.78	1.00	3.00	1.00
4	Tiempo [Años]	4.57	25.00	10.00	N/A	10.00	6.85
	Puntaje	1.00	3.00	1.53	1.00	1.53	1.22
5	Valor [Usuarios/Km2]	14.78	14.78	N/A	N/A	14.78	14.78
	1-Bajo						
	Puntaje 2- Medio 3-Alto	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00
6	Tipo Fuente	No Renovable	Parcialmente Renovable	Renovable	N/A	Renovable	Renovable
	1-No Renovable						
	Puntaje 2-Parcialmente Renovable 3- Renovable	1.00	2.00	3.00	1.00	3.00	3.00
7	Valor [Kg CO ₂ /KWh]	0.267	0.147	0.00	N/A	0.00	0.00
	Puntaje	1.00	1.90	3.00	1.00	3.00	3.00
PUNTAJE TOTAL PONDERADO		1.63	2.38	2.67	1.10	2.45	2.14

Tabla 6 Análisis ponderativo de las alternativas

COMPARATIVA FLUJOS SOCIO-ECONÓMICOS (MGA)										
CRITERIO	PESO	SISFV			REDES			EÓLICA		
		VALOR	PUNTAJE	PONDERADO	VALOR	PUNTAJE	PONDERADO	VALOR	PUNTAJE	PONDERADO
VPN	35%	\$ 6,111,390,221	3.00	1.05	\$ 2,777,449,257	2.58	0.90	-\$ 9,747,307,508	1.00	0.35
TIR	30%	16.67%	3.00	0.90	3.41%	1.53	0.46	-1.35%	1.00	0.30
RBC	35%	1.73	3.00	1.05	1.20	1.69	0.59		1.00	0.35
TOTAL	100%			3.00			1.95			1.00

9.1 Estudio de las necesidades

9.1.1 Bien o servicio a entregar o demanda a satisfacer

Tabla 7. Bien o servicio a entregar o demanda a satisfacer

Bien o servicio	Medido a través de	Descripción	Año inicial histórico	Año final histórico	Año final proyectado
Construcción de SISFV para la provisión de energía eléctrica en el área rural y dispersa	Número de usuarios	Construcción e instalación de 317 sistemas individuales fotovoltaicos en zona rural del municipio de Maicao	2017	2022	2027

9.2 Análisis técnico de la alternativa SISFV

En Maicao se cuenta con un total de 317 viviendas a las cuales se les instalara una solución individual fotovoltaica, la cual se compone como se describe a continuación:

Dos (2) módulos solares fotovoltaicos monocristalinos de 400Wp potencia pico c/u conectados en serie, una (1) batería estacionaria de ion-litio tipo fosfato de hierro (LiFePO4) sellada, libre de mantenimiento, de ciclo profundo, de 150Ah-25,6 VDC-4000 ciclos hasta el 80% DOD con BMS integrado, un (1) regulador o controlador MPPT de 24V-40A con display LCD para baterías ion-litio con eficiencia mínima del 96%, un (1) inversor de 1.000 W de potencia 24VDC/120VDC 1Ø 60Hz onda senoidal pura con display LCD y eficiencia mínima del 90%; estructura metálica que consta de un (1) poste metálico galvanizado en caliente de 4" x 3 metros de largo x 3 mm de espesor, en la parte superior del poste se fija un soporte metálico galvanizado en caliente con 10° de inclinación para sostener los dos (2) módulos solares fotovoltaicos a instalar. En la parte inferior del poste se fija una platina metálica galvanizada en caliente de 25 x 25 cm x 9,5 mm de espesor. El poste se ancla a cuatro (4) pernos metálicos galvanizados en caliente de F 16 mm x 300 mm de largo embebidos en una base en concreto compuesta por una zapata de 50 x 50 x 30 cm y un pedestal de 30 x 30 x 80 cm. El concreto de la cimentación será de una resistencia de 3000 PSI y será reforzado con acero de 420 MPa de acuerdo a lo indicado en el plano del diseño de la estructura metálica. El poste se instala en la parte exterior de la construcción del usuario a una distancia entre 5 y 15 metros, puesta a tierra para el SISFV con una varilla de cobre de 5/8" x 2,4 metros, cable de cobre desnudo No. 4 AWG, soldadura exotérmica, suelo artificial y caja de inspección, de acuerdo a lo establecido en el RETIE. El cable de cobre desnudo No. 4 AWG hace un recorrido desde la estructura metálica en la parte superior del poste, entrando por dentro del poste hasta la parte inferior donde sale y luego se conecta a la varilla con soldadura exotérmica, y luego continua por dentro del suelo a una profundidad de 60 cm hasta llegar a la barra de tierra del gabinete dentro de la construcción del usuario, un gabinete metálico de conexiones y protecciones de dimensiones 1.0x0.8x0.3m de uso interior para albergar la batería, el regulador, el inversor, el medidor prepago, las protecciones y efectuar el respectivo conexionado, el gabinete se instala dentro de la construcción del

usuario, instalaciones eléctricas internas compuestas por un tablero de distribución 1 diámetro de 4 circuitos con sus protecciones de dos breakers termomagnéticos enchufables de 15 A, 120 V - 10 KA cada uno, para proteger dos circuitos ramales, uno de iluminación y otro de tomas. El circuito ramal de iluminación se compone de cuatro salidas de iluminación para el caso de las viviendas, para las instituciones tipo 1 se compone de 6, y el circuito ramal de tomas se compone de cuatro salidas para tomacorrientes dobles, en ambos casos. Los circuitos ramales se construyen en tubería metálica EMT de F 3/4", incluyendo grapas con tornillos para fijarlas a muros y techos, uniones, curvas, terminales, cajas metálicas, aparatos de tomas, suiches y plafones, y conductores en cable de cobre monopolar THHN 600 V - 90°C No. 12 AWG para la fase, el neutro y la tierra. Todos los elementos metálicos como cajas, tubería, tableros y accesorios deben estar equipotencializados.

9.3 Localización de la alternativa

Municipio	Veredas o localidades	
Maicao	CARRAIPIA MAJAYURA	LAT 11,3010051 LON -72,1934736
	JOTOJOROY	LAT 11,5609325 LON -72,0561008
	PARAGUACHON	LAT 11,3026092 LON -72,1912019

9.4 Análisis de riesgo de la alternativa

Tabla 8. Análisis de riesgos de la alternativa

	Tipo de riesgo	Descripción del riesgo	Probabilidad e Impacto	Efectos	Medidas de mitigación
1-Propósito (Objetivo general)	Operacionales	Problemas de orden público debido a la presencia de grupos armados ilegales en la zona.	Probabilidad: 5. Casi seguro Impacto: 4. Mayor	Demora en la ejecución del contrato de obra	Adelantar socializaciones en el área de influencia del proyecto antes de ingresar personal a la zona y si es del caso gestionar acompañamiento de la fuerza pública durante la ejecución de la obra
	Financieros	Incremento exorbitante del precio de insumos (baterías, Inversores, Controladores)	Probabilidad: 3. Moderado Impacto: 2. Menor	Incumplimientos del contratista al momento de la ejecución del contrato	Por medio de la interventoría del contrato debe verificar los precios de los insumos antes y durante la ejecución del plan de compras por parte del contratista, con el objeto de mantener un equilibrio financiero en el proyecto.
2-Componente (Productos)	Operacionales	Desplazamiento forzado de la población y posibles beneficiarios del proyecto	Probabilidad: 4. Probable Impacto: 4. Mayor	Desequilibrio contractual	Por medio de las alcaldías y gobernaciones se puede llevar a cabo un control sobre la cantidad de población beneficiaria del proyecto, a fin de que no se presente desequilibrio contractual.
	Asociados a fenómenos de origen natural: atmosféricos, hidrológicos, geológicos, otros	Fenómenos naturales que retrase el avance de ejecución del contrato.	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 3. Moderado	Demoras en la ejecución	Gestión de prórrogas a los contratos
3-Actividad	De calendario	Demoras en la fabricación y envío de los componentes	Probabilidad: 5. Casi seguro Impacto: 4. Mayor	Demoras e incumplimientos con el cronograma	Contemplar un tiempo prudencial no menor a 3 meses para tener los equipos disponibles para la construcción de los SISFV

10 Cronograma de actividades de implementación física

El plazo de ejecución de la obra es de 11 meses como se indica a continuación.

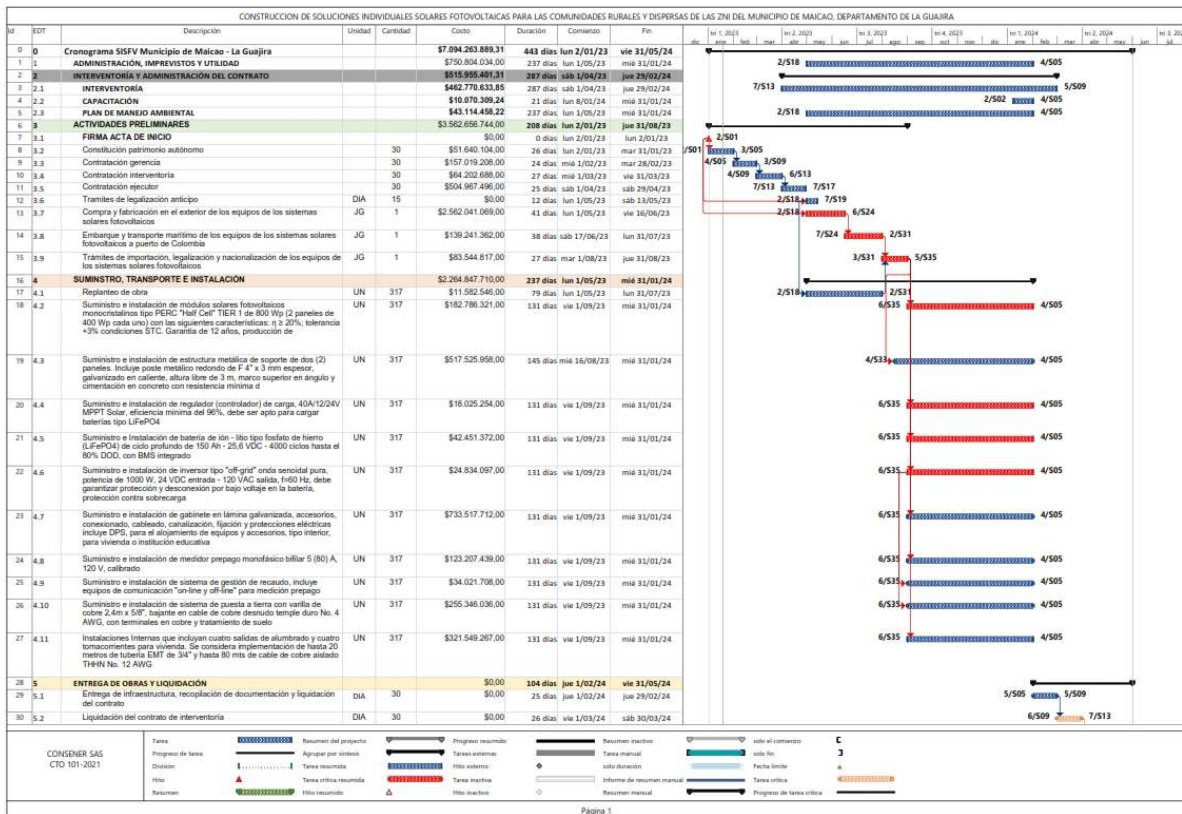


Figura 3. Cronograma de Actividades hoja 1



Figura 4 Cronograma de actividades hoja 2



11 Programación financiera

11.1 Presupuesto

Tabla 9. Presupuesto definitivo del Proyecto

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO					VALOR PARCIAL				
				MATERIALES	EQ. & HERRAM.	TRANSPORTE	MANO DE OBRA	VR. UNITARIO	MATERIALES	EQ. & HERRAM.	TRANSPORTE	MANO DE OBRA	VR. PARCIAL
CONSTRUCCION DE SOLUCIONES INDIVIDUALES SOLARES FOTOVOLTAICAS PARA LAS COMUNIDADES RURALES Y DISPERSAS DE LAS ZNI DEL MUNICIPIO DE MAICAO, DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA													
SISFV EN COMUNIDADES RURALES Y DISPERSAS EN EL MUNICIPIO DE MAICAO EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA													
1	Implementación y puesta en funcionamiento de equipos para la operación fotovoltaica												
1.1	Replanteo de obra	LN	317		\$ 3,483.00	\$ 15,120.00	\$ 17,935.00	\$ 36,538.00		\$ 1,104,111.00	\$ 4,793,040.00	\$ 5,685,395.00	\$ 11,582,546.00
1.2	Suministro e instalación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos tipo PERC "Half Cell" TIER 1 de 800 Wp (2 paneles de 400 Wp cada uno) con las siguientes características: η ≥ 20%; tolerancia +3% condiciones STC. Garantía de 12 años, producción de energía ≥ 90% a los 12 años y ≥ 80% a los 25 años, temperatura de trabajo de -40°C +80°C, IEC61205, Certificación de Conformidad de Producto RETIE. Incluye acometida subterránea desde módulos hasta gabinete	LN	317	\$ 2,134,633.00	\$ 24,200.00	\$ 37,860.00	\$ 188,104.00	\$ 2,384,797.00	\$ 676,678,661.00	\$ 7,671,400.00	\$ 12,001,620.00	\$ 59,628,968.00	\$ 755,980,649.00
1.3	Suministro e instalación de estructura metálica de soporte de dos (2) paneles. Incluye poste metálico redondo de ø 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	LN	317	\$ 1,236,154.00	\$ 24,200.00	\$ 112,630.00	\$ 259,590.00	\$ 1,632,574.00	\$ 991,860,818.00	\$ 7,671,400.00	\$ 35,703,710.00	\$ 82,290,030.00	\$ 517,525,958.00
1.4	Suministro e instalación de regulador (controlador) de carga, 40A/12/24V MPPT Solar, eficiencia mínima del 96%, debe ser apto para cargar baterías tipo LiFePO4	LN	317	\$ 726,846.00	\$ 6,050.00	\$ 3,786.00	\$ 47,026.00	\$ 783,708.00	\$ 230,410,162.00	\$ 1,917,650.00	\$ 1,200,162.00	\$ 14,907,242.00	\$ 248,435,436.00
1.5	Suministro e instalación de batería de Ión - litio tipo festate de Hierro (LiFePO4) de ciclo profundo de 150 Ah +25.5 VDC - 4000 ciclos hasta el 80% DOD, con BMS integrado	LN	317	\$ 5,209,109.00	\$ 12,100.00	\$ 27,764.00	\$ 94,052.00	\$ 5,343,025.00	\$ 1,651,287,553.00	\$ 3,835,700.00	\$ 8,801,188.00	\$ 29,814,484.00	\$ 1,693,738,925.00
1.6	Suministro e instalación de inversor tipo "off-grid" onda senoidal pura, potencia de 1000 W, 24 VDC entrada - 120 VAC salida, f=60 Hz, debe garantizar protección y desconexión por bajo voltaje en la batería, protección contra sobrecarga	LN	317	\$ 1,040,805.00	\$ 8,067.00	\$ 7,572.00	\$ 62,702.00	\$ 1,119,146.00	\$ 329,935,185.00	\$ 2,557,239.00	\$ 2,400,324.00	\$ 19,876,534.00	\$ 354,769,282.00
1.7	Suministro e instalación de gabinete en lámina galvanizada, accesorios, conexiones, cableado, canalización, fijación y protecciones eléctricas incluye DPS, para el alojamiento de equipos y accesorios, tipo interior, paso vivienda	LN	317	\$ 2,057,462.00	\$ 24,200.00	\$ 44,170.00	\$ 188,104.00	\$ 2,313,936.00	\$ 652,215,454.00	\$ 7,671,400.00	\$ 14,001,890.00	\$ 59,628,968.00	\$ 733,517,712.00
2	Sistema de medición y gestión de energía												
2.1	Suministro e instalación de medidor prepagado monofásico bifilar 5 (80) A, 120 V, calibrado	LN	317	\$ 345,576.00	\$ 4,840.00	\$ 631.00	\$ 37,620.00	\$ 388,667.00	\$ 109,547,592.00	\$ 1,534,280.00	\$ 200,027.00	\$ 11,925,540.00	\$ 123,207,439.00
2.2	Suministro e instalación de sistema de gestión de recaudo, incluye equipos de comunicación "on-line y off-line" para medición prepagado	LN	317	\$ 98,201.00	\$ 968.00	\$ 631.00	\$ 7,524.00	\$ 107,324.00	\$ 31,129,717.00	\$ 306,856.00	\$ 200,027.00	\$ 2,385,108.00	\$ 34,021,708.00
2.3	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. 4 AWG, con terminales en cobre y tratamiento de suelo	LN	317	\$ 656,615.00	\$ 29,601.00	\$ 25,240.00	\$ 94,052.00	\$ 805,508.00	\$ 208,146,955.00	\$ 9,383,517.00	\$ 8,001,080.00	\$ 29,814,484.00	\$ 255,346,036.00
3	Instalaciones internas												
3.1	Instalaciones Internas que Incluyen 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	LN	317	\$ 770,497.00	\$ 24,200.00	\$ 31,550.00	\$ 188,104.00	\$ 1,014,351.00	\$ 244,247,549.00	\$ 7,671,400.00	\$ 10,001,350.00	\$ 59,628,968.00	\$ 321,549,267.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					\$ 4,625,459,666.00	\$ 51,325,153.00	\$ 97,304,418.00	\$ 375,585,721.00	\$ 5,049,674,958.00	\$ 109,547,592.00	\$ 1,534,280.00	\$ 200,027.00	\$ 11,925,540.00
ADMINISTRACIÓN				7.92%	\$ 368,342,351.17	\$ 4,064,112.44	\$ 7,704,917.61	\$ 29,740,242.89	\$ 399,851,624.12	\$ 8,650,869.00	\$ 11,364,188.00	\$ 14,001,890.00	\$ 178,062,852.11
IMPREVISTOS				1.00%	\$ 46,254,597.13	\$ 513,251.62	\$ 973,043.97	\$ 3,755,857.09	\$ 50,496,749.81	\$ 1,136,407.00	\$ 1,364,188.00	\$ 1,700,927.00	\$ 21,773,834.91
UTILIDAD				5.00%	\$ 226,272,983.45	\$ 2,566,257.36	\$ 4,866,223.61	\$ 18,779,286.20	\$ 252,483,747.61	\$ 5,437,407.00	\$ 6,969,350.00	\$ 8,669,904.00	\$ 107,890,520.18
IVA SOBRE UTILIDAD				19.00%	\$ 42,991,866.54	\$ 487,589.29	\$ 924,391.81	\$ 3,664,064.68	\$ 47,971,912.32	\$ 1,167,367.00	\$ 1,401,188.00	\$ 1,770,927.00	\$ 22,133,852.31
Ci: TOTAL COSTOS INDIRECTOS (AII+IVA)				14.87%	\$ 672,861,798.28	\$ 7,631,210.71	\$ 14,467,574.01	\$ 55,843,450.86	\$ 750,804,033.86	\$ 18,363,644.00	\$ 22,735,726.00	\$ 28,145,815.00	\$ 346,893,162.50
Cd + Ci: COSTO CONSTRUCCIÓN (COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)					\$ 5,198,321,464.28	\$ 58,956,363.71	\$ 111,771,992.01	\$ 431,429,171.86	\$ 5,800,478,991.86	\$ 127,911,236.00	\$ 13,695,906.00	\$ 47,967,705.00	\$ 594,811,662.50
I: INTERVENTORIA INTEGRAL (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)				7.98%					\$ 462,770,633.85				\$ 594,811,662.50
Gp: GERENCIA PROYECTO (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)				2.71%									\$ 157,019,207.88
F: FIDUCIA (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)				0.89%									\$ 51,640,104.24
Rc: RUBRO CONTINGENTE (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)				10.00%									\$ 504,967,495.95
Ec: CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)				0.20%									\$ 10,070,309.24
Pc: PÓLIZA CONTRIBUYENTE (% CON RESPECTO A LOS COSTOS Cd + Ci + I + Gp)				1.00%									\$ 64,202,688.03
PMA: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)				0.85%									\$ 43,114,455.22
Ct = Cd + Ci + I + Gp + F + Rc + Ec + Pc + PMA: COSTO TOTAL PROYECTO "OBRAS POR IMPUESTOS"													\$ 7,094,263,895.27
VALOR COSTO / USUARIO													\$ 22,379,381.00

El valor total del proyecto es la suma de **\$ 7.094.263.899,00**

Son: SIETE MIL NOVENTA Y CUATRO MILLONES DOCIENTOS SESENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y NUEVE PESOS M/L

Distribuido por cada una de las 317 edificaciones, nos da un valor por unidad fotovoltaica aproximado de **\$ 22.379.381,00**

11.2 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.



11.2.1 Usuarios subsidiados

Para conocer el manejo de las tarifas de los usuarios, se debe primero diferenciar cuales de ellos aplican para el subsidio del gobierno y cuales no, en este caso en particular, el subsidio aplica para los 432 usuarios, a continuación, se relacionan los usuarios que aplican para el subsidio.

Tabla 10 Usuarios subsidiados

Nº Usuarios subsidiados SISFV 800 Wp	317
Nº Usuarios no subsidiados	0
Nº Total Usuarios	317

11.2.2 Costos administración

Los costos del proyecto están catalogados en: costos de administración, mantenimiento y gestión comercial como lo podemos ver en las siguientes tablas:

Tabla 11. Costos de administración

ADMINISTRACIÓN POR USUARIO	
Número de usuarios promedio atendidos en el último año por HELIOS ENERGIA S.A E.S.P	6337
Número de usuarios totales a atender	6654
Costos administrativos de HELIOS ENERGIA S.A E.S.P	\$ 2,809,572,023
Costos de Administración anual / Usuario	\$ 422,238
Costos de Administración total del proyecto	\$ 133,849,446

Tabla 12 Costo personal por mantenimiento

Personal Mantenimiento	Costos Mensuales *							Costo Anual	
	Mano de Obra	Viáticos	Transporte	Herramientas	Seguridad y Salud en el trabajo	Prestaciones	Otros		Total
Técnico Electricista	\$ 1.364.770	\$ 1.200.000	\$ 600.000	\$ 24.200	\$ 14.575	\$ 832.510	\$ 13.200	\$ 4.049.255	\$ 48.591.060

Tabla 13 Costo por 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	432	864	904	\$ 48.591.060	95,58%	\$ 46.441.013	\$ 107.502

Tabla 14 Costo mantenimiento correctivo sistema viviendas

Elementos	Tasa de Falla Anual*	Costo directo total	Costo Mantenimiento Correctivo
Modulo Solar [W]	0,25%	\$ 1.808.184	\$ 4.520
Batería [Ah]	1,50%	\$ 5.161.981	\$ 77.430
Controlador [A]	2,50%	\$ 726.846	\$ 18.171
Inversor [W]	5,00%	\$ 1.040.805	\$ 52.040
Otros materiales (Tableros, protecciones, cables, conectores, mástil, puesta a tierra, etc.)	1,20%	\$ 4.742.539	\$ 56.910
Costo Total Anual de materiales para Mantenimiento Correctivo SISFV			\$ 209.071

Elementos	Capacidad según diseño	No. De Elementos	Costo directo total
Modulo Solar [W]	400	2	\$ 904.092
Batería [Ah]	150	1	\$ 5.161.981
Controlador 24 V	40	1	\$ 726.846
Inversor [W]	1.000	1	\$ 1.040.805
Otros materiales (Tableros, protecciones)	-	1	\$ 4.742.539

11.2.3 Ingresos

La tarifa máxima a facturar mensualmente por el componente de generación para un SISFV, es calculada de acuerdo a la normatividad establecida en la Resolución del Ministerio de Minas y Energía No. 40292 de 2022 y la resolución CREG 101-026 de 2022, bajo las cuales se establece el componente de AMGC reconocible se calcula de acuerdo a un modelo establecido y este depende la energía prepagada y nivel de servicio, además se establece que la tarifa subsidiable debe ser calculada bajo una metodología.

Tabla 15. Distribución de la facturación usuario subsidiado 800Wp

Distribución Facturación Proyecto	%	Valor mensual por usuario Sept. / 2022	Valor anual por usuario Sept. / 2022
Valor que asume el usuario subsidiado	21.88%	\$ 19,500	\$ 234,000
Subsidio del estado para ZNI	77.52%	\$ 69,106	\$ 829,272
Valor total energía a usuario con SISFV 800 Wp	99.4%	\$ 88,606	\$ 1,063,272

11.2.4 Flujo durante la vida del proyecto

Definiendo un horizonte de 10 años de vida útil y una tasa de descuento del 12%, 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 -6,873,432,490 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 220,831,399. 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.

Tabla 16. Flujo de fondos año 0 al año 10

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	
INGRESO POR USUARIO SUBSIDIADO SISFV 800 Wp		\$ 234,000	\$ 253,375	\$ 274,354	\$ 297,071	\$ 321,668	\$ 348,302	\$ 377,141	\$ 408,368	\$ 442,181	\$ 478,794	
INGRESO POR USUARIO NO SUBSIDIADO SISFV 800 Wp		\$ 1,063,272	\$ 1,151,311	\$ 1,246,639	\$ 1,349,861	\$ 1,461,629	\$ 1,582,652	\$ 1,713,695	\$ 1,855,589	\$ 2,009,232	\$ 2,175,597	
INGRESO TOTAL FACTURACIÓN USUARIOS		\$ 74,178,000	\$ 80,319,875	\$ 86,970,218	\$ 94,171,507	\$ 101,968,756	\$ 110,411,734	\$ 119,553,697	\$ 129,452,656	\$ 140,171,377	\$ 151,777,698	
INGRESO SUBSIDIO POR USUARIO SISFV 800 Wp		\$ 621,954	\$ 897,936	\$ 972,285	\$ 1,052,790	\$ 1,139,961	\$ 1,234,350	\$ 1,336,554	\$ 1,447,221	\$ 1,567,051	\$ 1,696,803	
INGRESO TOTAL SUBSIDIO ZNI		\$ 197,159,418	\$ 284,645,712	\$ 308,214,345	\$ 333,734,430	\$ 361,367,637	\$ 391,288,950	\$ 423,687,618	\$ 458,769,057	\$ 496,755,167	\$ 537,886,551	
PRÉSTAMO PARA LA FINANCIACIÓN POR DEMORA EN EL DESEMBOLO DE SUBSIDIOS		\$ 65,719,806										
INGRESO SUBSIDIO ÚLTIMO TRIMESTRE											\$ 145,605,823	
TOTAL INGRESOS		\$ 337,057,224	\$ 364,965,587	\$ 395,184,563	\$ 427,905,937	\$ 463,336,393	\$ 501,700,684	\$ 543,241,315	\$ 588,221,713	\$ 636,926,544	\$ 635,270,072	
COSTO ADMINISTRACIÓN POR USUARIO		\$ 422,238	\$ 457,199	\$ 495,055	\$ 536,046	\$ 580,431	\$ 628,491	\$ 680,530	\$ 736,878	\$ 797,891	\$ 863,956	
COSTO TOTAL DE ADMINISTRACIÓN		\$ 133,849,446	\$ 144,932,083	\$ 156,932,435	\$ 169,926,582	\$ 183,996,627	\$ 199,231,647	\$ 216,728,010	\$ 233,590,326	\$ 252,931,447	\$ 273,874,052	
COSTO COMERCIALIZACIÓN POR USUARIO		\$ 120,025	\$ 129,963	\$ 140,724	\$ 152,376	\$ 164,993	\$ 178,654	\$ 193,447	\$ 209,464	\$ 226,808	\$ 245,588	
COSTO TOTAL DE COMERCIALIZACIÓN		\$ 38,047,925	\$ 41,198,271	\$ 44,609,508	\$ 48,303,192	\$ 52,302,781	\$ 56,633,318	\$ 61,322,699	\$ 66,400,068	\$ 71,898,136	\$ 77,851,396	
COSTO MANTENIMIENTO POR USUARIO		\$ 362,694	\$ 392,725	\$ 425,243	\$ 460,453	\$ 498,579	\$ 539,861	\$ 584,561	\$ 632,963	\$ 685,372	\$ 742,121	
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO		\$ 114,973,998	\$ 124,493,825	\$ 134,802,031	\$ 145,963,601	\$ 158,049,543	\$ 171,135,937	\$ 185,305,837	\$ 200,649,271	\$ 217,262,924	\$ 235,252,357	
ABONO PRÉSTAMO DE FINANCIACIÓN POR DEMORA EN EL DESEMBOLO DE SUBSIDIOS		\$ 16,429,952	\$ 16,429,952	\$ 16,429,951	\$ 16,429,951							
INTERESES PRÉSTAMO DE FINANCIACIÓN POR DEMORA EN EL DESEMBOLO DE SUBSIDIOS		\$ 6,815,144	\$ 5,111,358	\$ 3,407,572	\$ 1,703,786							
COSTO DE DISPOSICIÓN DE BATERÍAS											\$ 94,053,335	
COSTO DE REPOSICIÓN												
TOTAL COSTOS		\$ 310,116,465	\$ 332,165,489	\$ 356,181,497	\$ 382,327,112	\$ 394,348,951	\$ 427,000,902	\$ 462,356,546	\$ 500,639,685	\$ 542,092,507	\$ 681,031,140	
INVERSIÓN *		-\$ 7,094,263,888										
UTILIDAD TOTAL		-\$ 7,094,263,888	\$ 26,940,759	\$ 32,800,098	\$ 39,003,066	\$ 45,578,825	\$ 68,987,442	\$ 74,689,782	\$ 80,884,769	\$ 87,582,028	\$ 94,834,037	\$ 154,238,932
IMPUESTO DE RENTA (35%)			\$ 9,429,266	\$ 11,480,034	\$ 13,651,073	\$ 15,952,589	\$ 24,145,605	\$ 26,144,924	\$ 28,309,669	\$ 30,653,710	\$ 33,191,913	\$ 53,983,626
UTILIDAD NETA		-\$ 7,094,263,888	\$ 17,511,493	\$ 21,320,064	\$ 25,351,993	\$ 29,626,236	\$ 44,841,837	\$ 48,554,858	\$ 52,575,100	\$ 56,928,318	\$ 61,642,124	\$ 100,255,306
% UTILIDAD NETA			5.20%	5.84%	6.42%	6.92%	9.68%	9.68%	9.68%	9.68%	12.00%	
Tasa de costo de oportunidad =	WACC		12%									
Valor presente neto sin inversión =	VPN		\$ 220,831,399									
Valor presente neto con inversión =	VPN		(\$ 6,873,432,490)									

11.2.5 Resumen fuentes de financiación

El presente proyecto será ejecutado con recursos de obras por impuestos OXI, a través de la empresa privada.

Tabla 17 Resumen fuentes de financiación

Etapa	Entidad	Tipo Entidad	Tipo de Recurso	Periodo	Valor
Inversión	EMPRESA PRIVADA	Privadas	Obras por impuestos	0	\$7.094.263.889,00
				Total	\$7.094.263.889,00
	Total Inversión				\$7.094.263.889,00
Total					\$7.094.263.889,00

12 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 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, combustibles líquidos 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

La monetización en la reducción de actuales y potenciales emisiones de CO₂ se realiza en base a un precio de 160.000 COP/TonCO_{2eq}, de acuerdo con las previsiones del Banco Mundial para el año 2020 [3], utilizando un factor de emisiones de 2.61 kg de CO₂ por litro de diésel consumido y una conversión de 0.5 l/kWh . Para el caso de los costos por uso de sustitutos energéticos se toman los resultados obtenidos de la encuesta socioeconómica.

Tabla 18 Beneficios indirectos por reducción de emisiones

REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO ₂			
*Este ítem contempla la reducción actual y potencial de emisiones de gases de efecto invernadero por concepto de generación eléctrica a través de diésel. Se asume un valor de compensación por tonelada de CO ₂ de \$ 160.000 COP de acuerdo a las estimaciones de los bonos de carbono para el año 2020 del Banco Mundial			
Consumo / Usuario Año 1 [kWh/usuario*año]	Factor de conversión [Ton CO ₂ /kWh]	Emisiones [Ton CO ₂ /usuario*año]	Valor COP/Ton CO ₂ * año
792	0.0013	1.034	\$ 187,593
		TOTAL AÑO 1 SIN RPC	\$ 61,530,504
		TOTAL AÑO 1 CON RPC	\$ 49,224,403

Tabla 19 Gasto mensual por usuario en sustitutos energéticos

REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE SUSTITUTOS			
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	\$ 5,558	0.79	\$ 66,700
Alcohol	\$ 347	0.79	\$ 4,164
Diésel	\$ 2,596	0.79	\$ 31,155
Gasolina	\$ 126	0.79	\$ 1,514
Kerosene	\$ -	0.79	\$ -
Petróleo	\$ 1,237	0.79	\$ 14,839
Velas	\$ 230	0.79	\$ 2,763
Otro	\$ 13	0.79	\$ 151
		TOTAL USUARIO SIN RPC	\$ 121,286
		TOTAL AÑO 1 CON RPC	\$ 30,373,653

Tabla 20 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	\$ 776,642,392
		TOTAL AÑO 1 CON RPC	\$ 776,642,392

Tabla 21 Beneficio generación de empleo

GENERACIÓN DE EMPLEO			
*Este ítem contempla la generación de empleo durante la ejecución de la obra, así como por la administración y mantenimiento de la misma			
ÍTEM	BENEFICIO	RPC	BENEFICIO / EMPLEO SIN RPC
Mano de obra calificada durante la Implementación	\$ 231,447,377	1	\$ 21,040,671
Mano de obra no calificada rural durante la Implementación	\$ 199,981,794	1	\$ 18,180,163
Mano de obra Administración	\$ 133,849,446	1	\$ 133,849,446
Mano de obra Mantenimiento preventivo	\$ 11,485,808	1	\$ 11,485,808
Mano de obra Mantenimiento correctivo	\$ 4,927,665	1	\$ 4,927,665
		TOTAL AÑO 0 CON RPC	\$ 431,429,174
		TOTAL AÑO 1 CON RPC	\$ 150,262,920

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.

13 Resumen del proyecto

Tabla 22 Resumen del proyecto

Resumen narrativo	Descripción	Indicadores	Fuente	Supuestos
Objetivo General	Aumentar el acceso al servicio de energía eléctrica en la zona rural dispersa del municipio de Maicao	Número de viviendas con servicio de energía eléctrica	Tipo de fuente: Informe Fuente: Sistema único de información de servicios públicos domiciliarios - SUI	Gracias a las capacitaciones los usuarios dan buen uso a los equipos instalados., Los usuarios pagan con puntualidad su servicio de mantenimiento.
Componentes (Productos)	1.1 Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas (Producto principal del proyecto)	Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas	Tipo de fuente: Informe Fuente: Informes de interventoría	No hay variación en los precios, Se cumple a cabalidad con lo contratado
Actividades	1.1.1 - Realizar la compra y fabricación en el exterior de los equipos de los sistemas solares fotovoltaicos(*) 1.1.2 - Realizar el embarque y transporte marítimo de los equipos de los sistemas solares fotovoltaicos a puerto de Colombia(*) 1.1.3 - Realizar los trámites de importación, legalización y nacionalización de los equipos de los sistemas solares fotovoltaicos(*) 1.1.4 - Realizar el replanteo de obra(*) 1.1.5 - Realizar el suministro e instalación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos tipo PERC "Half Cell" TIER 1 de 800 Wp (2 paneles de 400 Wp cada uno) con las siguientes características: $\eta \geq 20\%$; tolerancia +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(*) 1.1.6 - Realizar el suministro e instalación	Nombre: Usuarios atendidos Unidad de Medida: Número Meta: 317.0000 Nombre: Interventorias Realizadas Unidad de Medida: Número Meta: 8.0000	Tipo de fuente: Fuente:	Se logra corroborar la totalidad de los usuarios en las viviendas georreferenciadas previamente.

(*) Actividades con ruta crítica

Tabla 23 Flujo económico ingresos y beneficios del proyecto, sin aplicar RPC

Inflación	8.28%
No. usuarios	317
No. viviendas	317

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)			317	317	317	317	317	317	317	317	317	317
Costo unitario			\$ 855,954	\$ 1,151,311	\$ 1,246,639	\$ 1,349,861	\$ 1,461,629	\$ 1,582,652	\$ 1,713,695	\$ 1,855,589	\$ 2,009,232	\$ 2,175,597
Total ingresos por facturación energía	0.79		\$ 271,337,418	\$ 364,965,587	\$ 395,184,563	\$ 427,905,937	\$ 463,336,393	\$ 501,700,684	\$ 543,241,315	\$ 588,221,713	\$ 636,926,544	\$ 689,664,249
Préstamo	0.80		\$ 65,719,806									
Ingreso subsidio último trimestre	0.79											\$ 145,605,823
Unidad (Número empleos)			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Costo unitario		\$ 19,610,417	\$ 50,087,640	\$ 54,234,897	\$ 58,725,546	\$ 63,588,021	\$ 68,853,109	\$ 74,554,146	\$ 80,727,229	\$ 87,411,444	\$ 94,649,112	\$ 102,486,058
Generación de empleo	1.00	\$ 431,429,174	\$ 150,262,920	\$ 162,704,691	\$ 176,176,638	\$ 190,764,063	\$ 206,559,327	\$ 223,662,438	\$ 242,181,687	\$ 262,234,332	\$ 283,947,336	\$ 307,458,174
Consumo anual energía / usuario			792	792	792	792	792	792	792	792	792	792
Unidad (Ton CO ₂)			328	328	328	328	328	328	328	328	328	328
Costo unitario			\$ 187,593	\$ 203,126	\$ 219,945	\$ 238,156	\$ 257,875	\$ 279,227	\$ 302,347	\$ 327,381	\$ 354,488	\$ 383,840
Reducción de emisiones de CO₂	0.80		\$ 61,530,504	\$ 66,625,328	\$ 72,141,960	\$ 78,115,168	\$ 84,583,000	\$ 91,586,456	\$ 99,169,816	\$ 107,380,968	\$ 116,272,064	\$ 125,899,520
Unidad (Número usuarios)			317	317	317	317	317	317	317	317	317	317
Costo unitario			\$ 121,286	\$ 131,328	\$ 142,202	\$ 153,976	\$ 166,725	\$ 180,530	\$ 195,478	\$ 211,664	\$ 229,190	\$ 248,167
Reducción de consumo de sustitutos energéticos	0.79		\$ 38,447,662	\$ 41,630,976	\$ 45,078,034	\$ 48,810,392	\$ 52,851,825	\$ 57,228,010	\$ 61,966,526	\$ 67,097,488	\$ 72,653,230	\$ 78,668,939
Unidad (Número viviendas)			317	317	317	317	317	317	317	317	317	317
Costo unitario			\$ 2,449,976	\$ 2,652,834	\$ 2,872,489	\$ 3,110,331	\$ 3,367,866	\$ 3,646,725	\$ 3,948,674	\$ 4,275,624	\$ 4,629,646	\$ 5,012,981
Incremento en la productividad	1.00		\$ 776,642,392	\$ 840,948,378	\$ 910,579,013	\$ 985,974,927	\$ 1,067,613,522	\$ 1,156,011,825	\$ 1,251,729,658	\$ 1,355,372,808	\$ 1,467,597,782	\$ 1,589,114,977
Valor de salvamento	0.79											\$ 6,570,108,565
Total Beneficios		\$ 431,429,174	\$ 1,363,940,702	\$ 1,476,874,960	\$ 1,599,160,208	\$ 1,731,570,487	\$ 1,874,944,067	\$ 2,030,189,413	\$ 2,198,289,002	\$ 2,380,307,309	\$ 2,577,396,956	\$ 9,506,520,247
Costos												
Inversión												
Materiales	0.79	\$ 4,942,410,625										
Equipo y herramienta	0.77	\$ 58,956,364										
Transporte	0.80	\$ 271,716,266										
Mano de obra calificada	1.00	\$ 231,447,377										
Mano de obra no calificada	0.60	\$ 199,981,794										
Trámites importación	1.00	\$ 95,966,565										
Interventoría	1.00	\$ 462,770,634										
Gerencia	1.00	\$ 157,019,208										
Fiducia	0.80	\$ 51,640,104										
Rubro contingente	1.00	\$ 504,967,496										
Capacitación	0.80	\$ 10,070,309										
Póliza	0.80	\$ 64,202,688										
Plan de manejo ambiental	1.00	\$ 43,114,458										
Total Inversión		\$ 7,094,263,888										
Administración (Mano de obra calificada)	1.00		\$ 133,849,446	\$ 144,932,083	\$ 156,932,435	\$ 169,926,582	\$ 183,996,627	\$ 199,231,647	\$ 215,728,010	\$ 233,590,326	\$ 252,931,447	\$ 273,874,052
Comercialización (Servicio de venta y distribución)	0.80		\$ 38,047,925	\$ 41,198,271	\$ 44,609,508	\$ 48,303,192	\$ 52,302,781	\$ 56,633,318	\$ 61,322,699	\$ 66,400,088	\$ 71,898,136	\$ 77,851,396
Mantenimiento (Maquinaria y equipo)	0.71		\$ 114,973,998	\$ 124,493,825	\$ 134,802,031	\$ 145,963,601	\$ 158,049,543	\$ 171,135,937	\$ 185,305,837	\$ 200,649,271	\$ 217,262,924	\$ 235,252,357
Abono préstamo	0.80		\$ 16,429,952	\$ 16,429,952	\$ 16,429,951	\$ 16,429,951						
Intereses de financiación	0.80		\$ 6,815,144	\$ 5,111,358	\$ 3,407,572	\$ 1,703,786						
Disposición de baterías (Mano de obra calificada)	1.00											\$ 94,053,335
Total Costos		\$ 7,094,263,888	\$ 310,116,465	\$ 332,165,489	\$ 356,181,497	\$ 382,327,112	\$ 394,348,951	\$ 427,000,902	\$ 462,356,546	\$ 500,639,685	\$ 542,092,507	\$ 681,031,140
Utilidad		\$ -6,662,834,714	\$ 1,053,824,237	\$ 1,144,709,471	\$ 1,242,978,711	\$ 1,349,243,375	\$ 1,480,595,116	\$ 1,603,188,511	\$ 1,735,932,456	\$ 1,879,667,624	\$ 2,035,304,449	\$ 8,825,489,107

Tabla 24 Flujo económico ingresos y beneficios del proyecto aplicando RPC

FLUJO SOCIO-ECONÓMICO CON RPC											
ÍTEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
BENEFICIOS											
Venta de energía eléctrica		\$ 214,356,560.22	\$ 288,322,813.73	\$ 312,195,804.77	\$ 338,045,690.23	\$ 366,035,750.47	\$ 396,343,540.36	\$ 429,160,638.85	\$ 464,695,153.27	\$ 503,171,969.76	\$ 544,834,756.71
Préstamo		\$ 52,575,844.80									
Ingreso subsidiado último trimestre											\$ 115,028,600.17
Generación de empleo	\$ 431,429,174.00	\$ 150,262,920.00	\$ 162,704,691.00	\$ 176,176,638.00	\$ 190,764,063.00	\$ 206,559,327.00	\$ 223,662,438.00	\$ 242,181,687.00	\$ 262,234,332.00	\$ 283,947,336.00	\$ 307,458,174.00
Reducción de emisiones de CO ₂		\$ 49,224,403.20	\$ 53,300,262.40	\$ 57,713,568.00	\$ 62,492,134.40	\$ 67,666,400.00	\$ 73,269,164.80	\$ 79,335,852.80	\$ 85,904,774.40	\$ 93,017,651.20	\$ 100,719,616.00
Reducción de consumo de sustitutos energéticos		\$ 30,373,652.98	\$ 32,888,471.04	\$ 35,611,646.86	\$ 38,560,209.68	\$ 41,752,941.75	\$ 45,210,127.90	\$ 48,953,555.54	\$ 53,007,015.52	\$ 57,396,051.70	\$ 62,148,461.81
Incremento en la productividad		\$ 776,642,392.00	\$ 840,948,378.00	\$ 910,579,013.00	\$ 985,974,927.00	\$ 1,067,613,522.00	\$ 1,156,011,825.00	\$ 1,251,729,658.00	\$ 1,355,372,808.00	\$ 1,467,597,782.00	\$ 1,589,114,977.00
Valor de salvamento											\$ 5,190,385,766.35
TOTAL BENEFICIOS	\$ 431,429,174.00	\$ 1,273,435,773.20	\$ 1,378,164,616.17	\$ 1,492,276,670.63	\$ 1,615,837,024.31	\$ 1,749,627,941.22	\$ 1,894,497,096.06	\$ 2,051,361,392.19	\$ 2,221,214,083.19	\$ 2,405,130,790.66	\$ 7,909,690,352.04
COSTOS											
Inversión	\$ 5,883,279,102.33										
Administración (Mano de obra calificada)		\$ 133,849,446.00	\$ 144,932,083.00	\$ 156,932,435.00	\$ 169,926,582.00	\$ 183,996,627.00	\$ 199,231,647.00	\$ 215,728,010.00	\$ 233,590,326.00	\$ 252,931,447.00	\$ 273,874,052.00
Comercialización (Servicio de venta y distribución)		\$ 30,438,340.00	\$ 32,958,616.80	\$ 35,687,606.40	\$ 38,642,553.60	\$ 41,842,224.80	\$ 45,306,654.40	\$ 49,058,159.20	\$ 53,120,070.40	\$ 57,518,508.80	\$ 62,281,116.80
Mantenimiento (Maquinaria y equipo)		\$ 81,631,538.58	\$ 88,390,615.75	\$ 95,709,442.01	\$ 103,634,156.71	\$ 112,215,175.53	\$ 121,506,515.27	\$ 131,567,144.27	\$ 142,460,982.41	\$ 154,256,676.04	\$ 167,029,173.47
Abono préstamo		\$ 13,143,961.60	\$ 13,143,961.60	\$ 13,143,960.80	\$ 13,143,960.80						
Intereses de financiación		\$ 5,452,115.20	\$ 4,089,086.29	\$ 2,726,057.47	\$ 1,363,028.73						
Disposición de baterías (Mano de obra calificada)											\$ 94,053,335.00
Reposición											
TOTAL COSTOS	\$ 5,883,279,102.33	\$ 264,515,401.38	\$ 283,514,363.44	\$ 304,199,501.68	\$ 326,710,281.84	\$ 338,054,027.33	\$ 366,044,816.67	\$ 396,353,313.47	\$ 429,171,378.81	\$ 464,706,631.84	\$ 597,237,677.27
UTILIDAD	-\$ 5,451,849,928.33	\$ 1,008,920,371.82	\$ 1,094,650,252.73	\$ 1,188,077,168.95	\$ 1,289,126,742.47	\$ 1,411,573,913.89	\$ 1,528,452,279.39	\$ 1,655,008,078.72	\$ 1,792,042,704.38	\$ 1,940,424,158.82	\$ 7,312,452,674.77
Tasa de Descuento		12%									
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 4,088,428,021										
Tasa Interna de Retorno (TIR)		23.8%									
Razón Beneficio Costo (RBC)		1.52									
SIN TENER EN CUENTA LA INVERSIÓN											
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 9,540,277,949										
Tasa Interna de Retorno (TIR)		NA									
Razón Beneficio Costo (RBC)		5.83									
SIN TENER EN CUENTA LOS COSTOS DEL AÑO 1 AL 10 (ESCENARIO PROYECTO TIPO)											
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 4,906,664,636										
Tasa Interna de Retorno (TIR)		26.1%									
Razón Beneficio Costo (RBC)		1.83									

14 Bibliografía

- [1] A. Rodríguez Hernández *et al.*, “PLAN ENERGETICO NACIONAL COLOMBIA: IDEARIO ENERGÉTICO 2050 REPÚBLICA DE COLOMBIA Ministerio de Minas y Energía Tomás González Estrada, Ministro UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA Ángela Inés Cadena Monroy Directora General Secretario General COLABORAD.”
- [2] UPME.GOV.CO, “Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia.”
- [3] B. Mundial, “Fijación del precio del carbono,” *Banco Mundial*, 2020. <https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/carbon-pricing> (accessed Nov. 05, 2020).