

**PROYECTO:** INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA  
LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO  
DE MAICAO EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA



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

**DOCUMENTO DE FORMULACIÓN**

Mayo del 2024

## TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	6
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	6
1.1.1. Nombre del proyecto.....	6
1.1.2. Ubicación.....	6
1.1.3. Fase del proyecto. ....	6
1.1.4. Alcance.....	6
1.1.5. Duración del proyecto.....	6
1.1.6. Costo total del proyecto. ....	6
1.1.7. Fuente de financiación del proyecto.....	6
2. IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD.....	7
2.1 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO A LA POLÍTICA PÚBLICA.....	7
2.1.1 Concordancia y pertinencia del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo.....	7
2.1.2. Concordancia con el Plan de Desarrollo Departamental.....	7
2.1.3. Plan de Desarrollo Municipal.....	7
2.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PARTICIPANTES.....	8
2.2.1. Concertación entre los participantes.....	9
2.3. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	10
2.3.1. Problema central.....	10

2.3.2. Descripción de la situación existente con respecto al problema.....	11
2.3.3. Justificación del proyecto .....	11
2.3.3.1. Conexidad Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera.....	13
2.3.3.2. Competitividad. ....	14
2.3.3.3. Conexidad con los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS.....	17
2.3.3.4 Marco legal y normativo. ....	18
2.3.4. Magnitud actual del problema (indicador línea base). ....	18
2.3.5. Causas y efectos. ....	19
2.3.4 ÁRBOL DE PROBLEMA .....	19
2.4. POBLACIÓN AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO.....	20
2.4.1. Población afectada por el problema: .....	20
2.4.1.1. Fuente de información.....	20
2.4.1.2. Ubicación.....	20
2.4.2. Población objetivo de la intervención.....	20
2.4.2.1. Fuente de información.....	21
2.5. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN OBJETIVO. ....	21
2.6. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO. ....	22
2.6.1. Objetivo general – propósito.....	22
2.6.2. Indicadores para medir el objetivo general.....	22

2.6.3. Relación entre causas y objetivos. ....	22
2.7. SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.....	23
2.7.1. Criterios de selección.....	23
2.7.2. Nombre de la alternativa.....	25
2.7.3. Año de inicio / final de la inversión .....	25
3.1. PREPARACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN .....	26
3.1.1. Análisis técnico de la alternativa .....	26
3.2. ESTUDIO DE NECESIDAD. ....	26
3.2.1. Bien o servicios. ....	26
3.2.1.1. Proyección de la demanda. ....	26
3.2.1.2. Descripción de la capacidad.....	27
3.2.1.3. Unidad de medida. ....	28
3.2.1.4. Total capacidad generada.....	28
3.2.2.2. Factores analizados.....	28
3.2.3. Estudio ambiental. ....	29
3.2.4. Análisis de riesgos.....	30
3.2.5. Costos de la alternativa. ....	30
3.2.5.1. Relación entre los objetivos específicos – productos – actividades.....	30
3.2.7. Cuantificación y valoración beneficios e ingresos. ....	32
3.2.7.1. Tipo de beneficio o ingreso.....	32

4. TOMA DE DECISIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO .....	35
4.1. NOMBRE DEL PROYECTO. ....	35
Instalación De Soluciones Individuales Fotovoltaicas Para La Generación De Energía Eléctrica En Zona Rural Dispersa Del Municipio De Maicao En El Departamento De La Guajira.....	35
4.1.1. Tipo específico de gasto o programa presupuestal. ....	35
4.1.2. Subprograma presupuestal.....	36
4.1.3. Fuentes de financiación. ....	36
4.2. PROGRAMACIÓN DE INDICADORES.....	36
4.2.1. Indicadores de producto y meta.....	36
4.2.2. Indicadores de gestión y meta.....	36

## **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

#### **1.1.1. Nombre del proyecto.**

Instalación de soluciones individuales fotovoltaicas para la generación de energía eléctrica en zona rural dispersa del municipio de Maicao en el departamento de La Guajira.

#### **1.1.2. Ubicación.**

La ejecución del proyecto se realizará en el municipio de Maicao, en el departamento de La Guajira.

#### **1.1.3. Fase del proyecto.**

Fase III (Factibilidad).

#### **1.1.4. Alcance.**

Realizar instalación de instalación de 232 soluciones de energía solar fotovoltaica en (232) viviendas aisladas en el municipio de Maicao en el departamento de La Guajira.

#### **1.1.5. Duración del proyecto.**

El tiempo de ejecución física y financiera del proyecto será de dieciocho meses, así: cinco (5) meses de etapa precontractual, 8 meses de obra y cinco (5) meses para la etapa de liquidación y cierre.

#### **1.1.6. Costo total del proyecto.**

El proyecto tiene un costo total de **COP \$8,661,657,728.00**, dentro de este valor se incluyen los costos de obra, interventoría, capacitación y socialización.

#### **1.1.7. Fuente de financiación del proyecto.**

Los recursos provenientes de la fuente de financiación del proyecto vienen desde la bolsa de obras por impuestos, así:

Etapa	Entidad	Tipo Entidad	Tipo de Recurso	Periodo	Valor
Inversión	EMPRESA PRIVADA	Privadas	Obras por impuestos	0	\$8.661.657.728,00
				Total	\$8.661.657.728,00
	Total Inversión				\$8.661.657.728,00
Total					\$8.661.657.728,00

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD.

### 2.1 CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO A LA POLÍTICA PÚBLICA.

#### 2.1.1 Concordancia y pertinencia del proyecto con el 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

Concordancia con el Plan de Desarrollo Departamental.

#### 2.1.2 Plan de Desarrollo Departamental: “Unidos por el Cambio” 2020-2023.

- **Programa:** Hacia una nueva economía minero-energética
- **Subprograma:** Participación accionaria en los proyectos de generación fotovoltaica

#### 2.1.3. Plan de Desarrollo Municipal.

Municipio de Maicao	Plan de Desarrollo Municipal: “Maicao, el verdadero cambio” 2020-2023.
	Programa: Maicao emprendedora y competitiva
	Subprograma: Cobertura de energía eléctrica

## 2.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PARTICIPANTES.

Nº	ACTOR	ENTIDAD	POSICIÓN	INTERESES O EXPECTATIVAS	CONTRIBUCIÓN O GESTIÓN
1	Municipal	Maicao - La Guajira	Cooperante	Que los habitantes de la zona rural del municipio de Maicao puedan tener acceso a energía eléctrica a través de fuentes no convencionales de energía renovables	<p>Apoyo en la estructuración del proyecto de inversión.</p> <p>Acompañamiento en el levantamiento de información de la línea base para la formulación del proyecto.</p> <p>Apoyo en las labores de socialización con la comunidad y seguimiento en el avance de las obras cuando el proyecto esté en ejecución.</p> <p>Realizar la gestión para asignar los recursos de OXI</p> <p>Ejecución, control y seguimiento a la construcción de las obras.</p> <p>Garantizar la sostenibilidad de los sistemas instalados</p>
2	Nacional	IPSE	Cooperante	Estructuración del proyecto de inversión pública bajo los lineamientos definidos por el documento "Orientaciones Transitorias para la Gestión de Proyectos de Inversión" del SGR u otro fondo y según las expectativas de la población.	Apoyo en la estructuración técnica del proyecto de inversión a través de la elaboración de diagnóstico, estudios, diseños y formulación del proyecto de inversión.
3	Nacional	Ministerio de Minas y Energía	Cooperante	Estructuración del proyecto de inversión pública bajo los lineamientos definidos por el documento "Orientaciones Transitorias para la Gestión de Proyectos de Inversión" del SGR y según las	<p>Apoyo en la estructuración técnica del proyecto de inversión.</p> <p>En caso de disposición de recursos y viabilidad social, económica, y ambiental aprobar los recursos financieros para ejecución del proyecto, a través de OXI.</p>

Nº	ACTOR	ENTIDAD	POSICIÓN	INTERESES O EXPECTATIVAS	CONTRIBUCIÓN O GESTIÓN
				expectativas de la población.  Gestión asignación de recursos al proyecto.	
4	Otro	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.
5	Otro	Las Juntas de Acción Comunal	Cooperante	A través de sus líderes Comunales, facilita las diferentes actividades de ejecución del proyecto, en especial la ubicación de beneficiarios en su respectiva.	Apoyo para la ubicación y comunicación con beneficiarios del proyecto.
5	Otro	Habitantes de las zonas rurales del municipio de Maicao en el departamento de La Guajira. .	Beneficiario	Que la construcción de la alternativa propuesta de la solución de energía fotovoltaica cumpla con las condiciones técnicas que garanticen el funcionamiento para la vivienda individual en el tiempo.	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.  Hacer uso responsable del servicio eléctrico, y cumplir con deberes de pago de servicio.

### 2.2.1. Concertación entre los participantes.

Durante los meses de marzo y abril, con el objetivo de valorar las necesidades y expectativas de la comunidad respecto al uso del servicio de energía, se realizó un ejercicio de caracterización socioeconómica de cada uno de los usuarios identificados en las veredas

priorizadas por las administraciones locales, con el fin de determinar la demanda requerida de energía para cada usuario y las condiciones de vida de las familias rurales. Adicionalmente, se realiza reunión con los presidentes de juntas, la administración local y el IPSE para poder socializar el alcance del proyecto a la comunidad.

La Alcaldía Municipal de Maicao, aporta su experiencia en trabajos relacionados con el estudio, análisis e intervención social en: Políticas públicas de inclusión social; Marcos jurídicos para la garantía de derechos fundamentales; Trabajo con población en situación de vulnerabilidad social; Relaciones entre las subjetividades de género y otras categorías sociales y políticas.

Además es la responsable de la sostenibilidad económica del servicio eléctrico, después de la ejecución de la obra, implementará los programas y planes de mantenimiento, administrará y operará los equipos de generación de energía fotovoltaica, cumpliendo en la tarificación del servicio eléctrico, la normatividad expedida por la CREG, y aplicando las normas eléctricas NTC 2050, y RETIE.

El IPSE apoya con recursos y orientación para la estructuración y formulación de proyectos de inversión pública, que benefician a comunidades en zonas no interconectadas.

Es Las familias beneficiarias del proyecto deben aportar con la concertación y coordinación para la puesta en marcha del proyecto asistiendo a las reuniones/capacitaciones con el ejecutor, la alcaldía Municipal y las secretarías correspondientes, donde se comprometen a participar activamente del proyecto, hacer uso responsable de los Sistemas Fotovoltaicos y ha cumplir los deberes del pago acordado del servicio.

## **2.3. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.3.1. Problema central.**

Limitado acceso al servicio de energía eléctrica en zona rural del municipio de Maicao en el departamento de La Guajira.

### **2.3.2. Descripción de la situación existente con respecto al problema.**

En el municipio de Maicao, tiene un índice de cobertura energética en la zona rural equivalente al 25%.

Estas viviendas se encuentran localizadas en veredas que no se encuentran incluidas dentro de los Planes de Expansión de AIR-E S.A. E.S.P., la cual presta el servicio al municipio de Maicao.

Lo anterior, ha generado la dependencia de las familias rurales al uso de combustibles líquidos, leña, carbón vegetal, velas y baterías, evidenciando la transformación y daño ambiental; además de la baja productividad en sus tareas limitando las horas de estudio de los niños y niñas, así como las horas de trabajo en el hogar, entre otras afectaciones sociales como el detrimento en las familias respecto a gastos de transporte para adquirir los elementos mencionados con anterioridad.

### **2.3.3. Justificación del proyecto**

Bajo el contexto presentado, y teniendo en cuenta la especial importancia que le ha dado el Gobierno Nacional al uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovables – FNCER, en la prestación del servicio de energía en las zonas que se encuentran más alejadas del Sistema Interconectado Nacional – SIN. El servicio de energía eléctrica en los hogares es de vital importancia, toda vez que se traduce en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades veredales e indígenas, así como nuevas oportunidades económicas para la población al tener la posibilidad de conectar electrodomésticos que les permitan organizar pequeños negocios.

Asimismo, la implementación de paneles solares para la generación de energía a partir de la radiación solar implica también un avance en tema medioambiental, ya que el uso de estas FNCER disminuye la generación de gases de efecto invernadero, además del notable esfuerzo a nivel internacional a través del ODS 7 Energía Asequible y No Contaminante, el cual impacta positivamente en compromiso de Maicao en la reducción del 20% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el año 2030 bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Para estas familias, contar con el acceso a la energía eléctrica aportaría significativamente a su desarrollo y a la mejora de sus condiciones de vida, toda vez que se disminuiría la dependencia de las familias al uso de combustibles líquidos, leña, carbón vegetal, velas y baterías, disminuyendo el impacto negativo al medio ambiente; y aumentaría la productividad en las tareas diarias para los niños y niñas al poder tener más tiempo para hacer sus actividades de estudio, disminuiría el desgaste ocular de todos los miembros de las familias por tener iluminación reducida. En resumen, la instalación de paneles solares fotovoltaicos en la zona rural del municipio de Maicao tendría impactos positivos a nivel ambiental, social y económico para las familias rurales.

Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo “(2022-2026) Colombia Potencia Mundial de la Vida en Transformación: 4. Transformación productiva, internacionalización y acción climática así como el Plan de Desarrollo Departamental de La Guajira “Unidos por la vida” 2020-2023, interpretan que la ampliación de cobertura de energía eléctrica promueve el crecimiento económico, la productividad y la formación de capital humano en los territorios, así mismo, se convierte en un pilar fundamental que sustenta la competitividad en las regiones, que mejora la calidad de vida de la población, y es crucial para promover y fortalecer el crecimiento, la equidad y el cierre de brechas sociales.

En tal virtud, se propende por la universalización y calidad en la prestación de servicios públicos para el cierre de brechas y el desarrollo de territorios con una visión energética integral de los recursos disponibles y la sostenibilidad en el largo plazo de la prestación del servicio. De forma que se oriente la ampliación de la cobertura bajo el concepto de cubrimiento de necesidades energéticas con una visión integral y subregionalización, para lo cual, juega un rol protagónico la autogeneración que involucra la masificación de las energías renovables no convencionales y la gestión eficiente de la energía, sobre todo en aquellos territorios de la Maicao profunda que están fuera del alcance del Sistema Interconectado Nacional.

### **2.3.3.1. Conexidad Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera.**

En el diagnóstico del Plan Marco de Implementación del Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera, se establece que, respecto a la infraestructura eléctrica, la brecha entre las zonas urbanas y las rurales resulta evidente. De acuerdo con el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica Nacional (ICEE), la cobertura en el país es de 96,9%, 99,7% en el área urbana y 87,8% en el área rural. En municipios priorizados por su alta afectación por conflicto armado, altos niveles de pobreza, baja institucionalidad y presencia de cultivos de economías ilícitas, la cobertura es de 90,5%, en la zona urbana es de 98,7%, y en áreas rurales es de 77,3%, situación que plantea un escenario realmente crítico (Unidad de Planeación Minero-Energética, 2016).

De igual manera, el Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera, en el punto 1. Hacia un Nuevo Campo Colombiano: Reforma Rural Integral - RRI, sienta las bases para la transformación estructural del campo, crea condiciones de bienestar para la población rural —hombres y mujeres— y de esa manera contribuye a la construcción de una paz estable y duradera.

Concibe el desarrollo rural integral como un elemento determinante para impulsar la integración de las regiones y el desarrollo social y económico equitativo del país. Así mismo, consagra que la RRI debe lograr la gran transformación de la realidad rural colombiana, que integre las regiones, erradique la pobreza, promueva la igualdad, asegure el pleno disfrute de los derechos de la ciudadanía y como consecuencia, garantice la no repetición del conflicto y la erradicación de la violencia.

Si bien este acceso a la tierra es una condición necesaria para la transformación del campo, no es suficiente, por lo cual deben establecerse planes nacionales financiados y promovidos por el Estado destinados al desarrollo rural integral para la provisión de bienes y servicios públicos como educación, salud, energía, recreación, infraestructura, asistencia técnica, alimentación y nutrición, entre otros, que brinden bienestar y buen vivir a la población rural -niñas, niños, hombres y mujeres.

El objetivo central de los planes nacionales para la Reforma Rural Integral es, por una parte, la superación de la pobreza y la desigualdad para alcanzar el bienestar de la población rural; y por otra, la integración y el cierre de la brecha entre el campo y la ciudad.

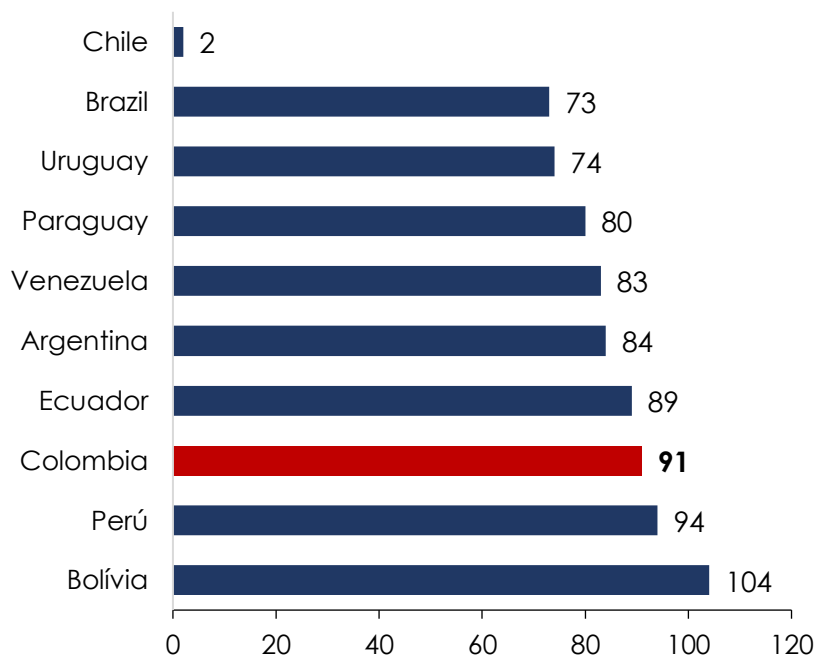
La superación de la pobreza no se logra simplemente mejorando el ingreso de las familias, sino asegurando que niños, niñas, mujeres y hombres tengan acceso adecuado a servicios y bienes públicos. Esa es la base de una vida digna. Por eso la superación de la pobreza en el campo depende, ante todo, de la acción conjunta de los planes nacionales para la Reforma Rural Integral, que, en una fase de transición de 15 años, logre la erradicación de la pobreza extrema y la reducción en todas sus dimensiones de la pobreza rural en un 50%, así como la disminución de la desigualdad y la creación de una tendencia hacia la convergencia en mejores niveles de vida en la ciudad y en el campo.

En este orden de ideas, la ampliación de cobertura que permita la universalización y el acceso a la energía eléctrica, así como la ampliación de la capacidad de generación de energía con fuentes No Convencionales (FNCER), sostenibles o híbridos en zonas No Interconectadas (ZNI), constituye un componente fundamental que contribuye a aumentar los índices de competitividad del campo colombiano, facilita a la población rural el acceso a servicios esenciales como salud y educación, y contribuye ostensiblemente al cierre de brechas sociales y a la erradicación de la pobreza, mitigando los factores que detonaron el desarrollo del conflicto en el país.

#### **2.3.3.2. Competitividad.**

El reporte de competitividad global del World Economic Forum – WEF 2019, en Pilar de Infraestructura en la variable de Acceso a la Electricidad, el país ocupó el puesto 91 entre 141 países a nivel mundial; en el análisis frente a los países de la región, nuestro país ocupó la antepenúltima posición, situación que refleja que Maicao presenta desafíos importantes en infraestructura para superar los rezagos en materia ampliación de cobertura que permita la universalización y el acceso a la energía eléctrica.

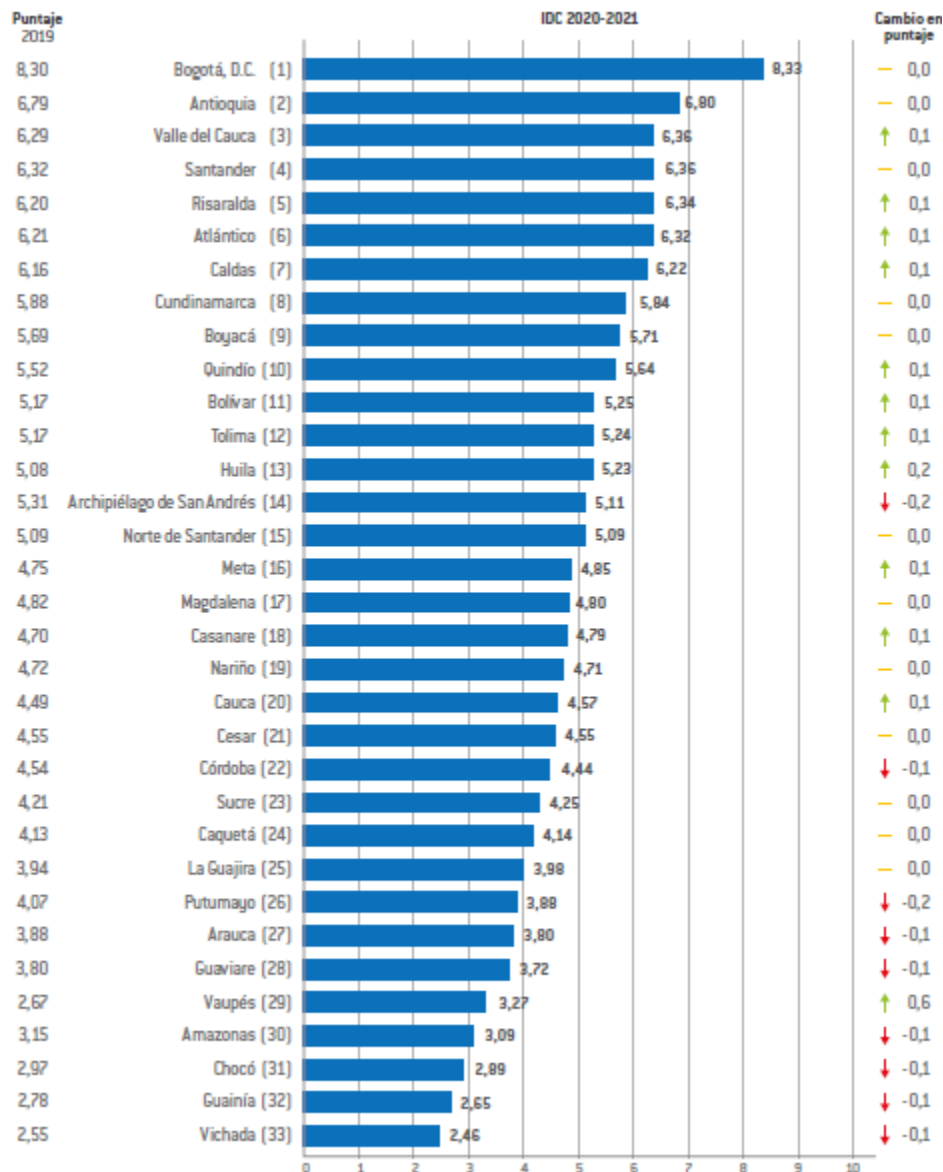
Gráfico 1 Ranking en Acceso a la Electricidad (WEF 2019).



Fuente: Elaboración propia con base en el reporte de competitividad global del World Economic Forum – WEF 2019.

El Índice Departamental de Competitividad (IDC) del Consejo Privado de Competitividad (CPC) y del Centro de Pensamiento en Estrategias Competitivas de la Universidad del Rosario (CEPEC), tiene el objetivo de medir, de manera robusta, diferentes aspectos que inciden sobre el nivel de competitividad de los departamentos. En la medición realizada en el año 2020 el Departamento de La Guajira obtuvo un índice de 3,94 a nivel nacional, ocupando el puesto número 25.

Gráfico 2 Puntaje general y posición en el IDC 2020.



Fuente: Consejo Privado de Competitividad (CPC) & CEPEC – Universidad del Rosario.

### 2.3.3.3. Conexidad con los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS.

Así mismo, la ejecución del proyecto aporta a las metas de trece (13) de los diecisiete (17) Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS, así:

Gráfico 3 conexidad del proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS.



Fuente: Elaboración propia con base en información del PNUD.

En este orden de ideas, la administración departamental, consciente de la relación directa que existe entre la ampliación de cobertura que permite la universalización y el acceso a la energía eléctrica, así como la ampliación de la capacidad de generación de energía con fuentes No Convencionales (FNCER), sostenibles o híbridos en zonas No Interconectadas (ZNI), y el incremento de los índices de competitividad del campo Maicao, el cierre de brechas sociales, la erradicación de la pobreza y la consolidación de una Paz Estable y Duradera, en el marco de la estrategia de la estrategia de “*Fortalecimiento de Capacidades en Estructuración de Proyectos a los Entes Territoriales*”.

#### 2.3.3.4 Marco legal y normativo.

- **Ley 1715 de 2014:** tiene como objeto promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas No Interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético.
- **Resolución 40257 De 2022 de la CREG:** Define los parámetros para acreditar la idoneidad, capacidad financiera y experiencia, por parte de los prestadores del servicio de energía eléctrica que se comprometan a garantizar la sostenibilidad de proyectos eléctricos individuales en las zonas no interconectadas que sean financiados con recursos públicos.
- **Resoluciones 101 026 de 2022 de la CREG:** por la cual se define la fórmula tarifaria general para establecer la remuneración de la prestación del servicio de energía eléctrica mediante Soluciones Individuales Solares Fotovoltaicas en Zonas No Interconectadas.
- **Resolución 40292 de 2022 del MME:** Por la cual se define el subsidio a la prestación del servicio público de energía eléctrica mediante Soluciones Individuales Solares Fotovoltaicas (SISFV) en las Zonas No Interconectadas (ZNI).
- **Ley 1530 de 2012:** Regula la organización y el funcionamiento del Sistema General de Regalías. En el Artículo 25 señala que los proyectos de inversión que sean presentados por las Entidades Territoriales a los Órganos Colegiados de Administración y Decisión – OCAD, deben estar acompañados de sus respectivos estudios y soportes, además deben estar armonizados con los Planes de Desarrollo Territoriales.

#### 2.3.4. Magnitud actual del problema (indicador línea base).

La cobertura de energía en el área rural municipio de Maicao es del 25%, presentando un déficit de 75% de cobertura de energía eléctrica en la zona rural.

### 2.3.5. Causas y efectos.

Se identificaron los problemas con base en la descripción de la situación existente presente en el municipio, la cual fue construida con los beneficiarios del proyecto, que son las personas directamente afectadas por la problemática del acceso al servicio de energía. A partir de estos insumos, se clasificaron los problemas en relación con su grado de influencia e importancia.

### 2.3.4 ÁRBOL DE PROBLEMA

Causas indirectas del primer nivel	Causas directas	Problema central	Efectos Directos	Efectos Indirectos del primer nivel
Limitadas alternativas de provisión de energía eléctrica para la población aislada.	Deficientes sistemas de provisión de energía en las viviendas de la zona rural de Maicao en el departamento de La Guajira.	<b>Limitado acceso al servicio de energía eléctrica en zona rural del municipio de Maicao en el departamento de La Guajira.</b>	Baja productividad en las tareas familiares diarias.	Limitadas horas de estudio en el hogar.
				Bajo acceso a las comunicaciones y sistemas de información.
				Disminución de las horas de trabajo y actividades relacionadas con información, cultura ocio y recreación
Inexistentes sistemas de provisión de energía alternativas existentes.			Dependencia de combustibles tradicionales como combustibles líquidos, leña, carbón vegetal, velas, baterías.	Trasformación y daño ambiental.
				Incremento en los gastos en que incurren las familias por la compra de combustibles líquidos, carbón vegetal, velas y baterías

Fuente: Elaboración propia.

## 2.4. POBLACIÓN AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO.

### 2.4.1. Población afectada por el problema:

	Municipio	Población rural afectada
1	192.085	55.827
	<b>Total población</b>	<b>55.827</b>

La población afectada por el problema corresponde a los habitantes localizados en la zona rural del municipio de Maicao que carecen de acceso al servicio de energía, según proyecciones del DANE (2018) para el año 2022.

#### 2.4.1.1. Fuente de información.

DANE (2018) Proyecciones a 2022.

#### 2.4.1.2. Ubicación.

Región	Departamento	Municipio	Centro Poblado	Resguardo	Específica
Caribe	La Guajira	Maicao	Rural		Zona rural

### 2.4.2. Población objetivo de la intervención.

Región	Departamento	Municipio	Vereda y/o Resguardo	Habitantes beneficiados
Caribe	La Guajira	Maicao	Sector rural del municipio de Maicao	928

La población objetivo de la intervención es aquella que habita en las viviendas encuestadas, las cuales cumplen con los siguientes criterios de priorización:

- ✓ Que pertenezcan a zonas no interconectadas.
- ✓ Que no estén incluidos en los planes de expansión del operador de red.
- ✓ Que no formen parte de proyectos en estructuración o ejecución.
- ✓ Que residan en las viviendas de manera permanente.

- ✓ Que pertenezcan a los estratos 1 o 2.

#### 2.4.2.1. Fuente de información.

Encuestas de caracterización socioeconómica aplicadas durante el trabajo de campo por parte del personal de la Unión Temporal Alianza Energética, contratado por IPSE, durante el mes de abril del año 2022.

### 2.5. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA POBLACIÓN OBJETIVO.

A continuación, se presenta un análisis demográfico de la población beneficiada del municipio de Maicao en el departamento de La Guajira. Dicho análisis contempla la distribución por rangos etarios, determinada con la información recolectada durante el trabajo de campo, la cual tiene en cuenta datos estadísticos básicos (sexo – edad) y rangos de edades por grupo poblacional.

POBLACIÓN OBJETIVO			
Edades	Masculino	Femenino	Total población
0-14	133	125	258
15-19	40	39	79
20-59	204	231	435
Mayor de 60 años	74	82	156
<b>TOTAL</b>	<b>451</b>	<b>477</b>	<b>928</b>

Fuente: Encuestas de caracterización socioeconómica aplicadas durante el trabajo de campo por parte del personal de la UT Alianza Energética, durante el mes de abril del año 2022.

Ahora bien, para efectos de análisis, se estimará el porcentaje de crecimiento de la población rural del departamento de La Guajira considerando la siguiente fórmula:

$$\%P = \frac{n - n_{n-1}}{n_{n-1}}$$

Donde:

- %P = % de Crecimiento Poblacional
- n= Año actual
- $n_{n-1}$  = Año anterior

A partir de lo anterior se determinó que la Tasa de Crecimiento Promedio de la Población Rural Dispersa en el municipio beneficiado:

Municipio	Tasa de crecimiento
Maicao	0,96

Lo anterior se considera analizando la media de los datos históricos de los porcentajes estimados del crecimiento poblacional, según el DANE (2018) en sus proyecciones para el año 2022.

## 2.6. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO.

### 2.6.1. Objetivo general – propósito.

Aumentar el acceso al servicio de energía eléctrica en la zona rural del municipio de Maicao en el departamento de La Guajira.

### 2.6.2. Indicadores para medir el objetivo general

	Indicador objetivo	Entidad Territorial	Medido a través de	Línea base	Meta	Tipo de Fuente	Fuente de verificación
1	Viviendas con acceso al servicio de energía eléctrica	Maicao	Número	0	232	Documento oficial	Actas firmadas de recibo de sistemas fotovoltaicos por beneficiarios, interventoría y contratista de obra, donde conste que fueron instaladas las soluciones solares en las viviendas y que dicho sistema está en funcionamiento.

### 2.6.3. Relación entre causas y objetivos.

Causas Directas	Objetivos Específicos
Deficientes sistemas de provisión de energía en las viviendas de la zona rural de Maicao en el departamento de La Guajira.	Incrementar los sistemas de provisión de energía en las viviendas de la zona rural de Maicao en el departamento de La Guajira.

Causas Indirectas	Objetivos Específicos
Limitadas alternativas de provisión de energía eléctrica para la población aislada.	Aumentar alternativas de provisión de energía eléctrica para la población aislada.

Inadecuado funcionamiento de los sistemas de provisión de energía alternativa existentes.	Mejorar el funcionamiento de los sistemas de provisión de energía alternativa existentes.
---	---

## 2.7. SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

De esta manera, para atender parte de la problemática que se presenta en las zonas rurales del departamento de La Guajira respecto a la prestación del servicio de energía, se presentan las siguientes alternativas de solución. La **alternativa A** consiste en la instalación de paneles solares fotovoltaicos individuales; la **alternativa B** consiste en la interconexión nacional con red aérea abierta y la **Alternativa C** consiste en la interconexión nacional con red aérea. A continuación, se establecen algunos criterios que permiten determinar cuál de las dos alternativas tiene un mayor impacto en referencia a la problemática a atender.

### 2.7.1. Criterios de selección.

Dentro de los factores analizados para determinar la mejor solución, se tuvieron en cuenta ventajas y desventajas en cada una de las alternativas, así:

ALTERNATIVAS	COSTO DE LA SOLUCIÓN INDIVIDUAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Energía Solar Fotovoltaica	\$37,334,731.59 (Según cálculos de la consultoría consignados en el numeral 6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil y rápida instalación en viviendas rurales aisladas.</li> <li>- No contaminante.</li> <li>- Proviene de una fuente renovable inagotable.</li> <li>- Cero costos de operación.</li> <li>- Vida útil promedio de 15 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variación de la eficiencia en función de la radiación solar, según la época del año.</li> <li>- Capacidad instalada limitada.</li> <li>- Disposición final de los paneles solares.</li> </ul>

ALTERNATIVAS	COSTO DE LA SOLUCIÓN INDIVIDUAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Microrred - parque solar fotovoltaico (para usuarios concentrados)	\$ 68.602.004 (Según lo descrito en el numeral 4.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No contaminante.</li> <li>- Proviene de una fuente renovable inagotable.</li> <li>- Vida útil promedio de 20 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coste de instalación elevado, considera costos de operación y mantenimiento.</li> <li>- Requiere de grandes extensiones de terreno</li> <li>- Variación de la eficiencia en función de la radiación solar, según la época del año.</li> <li>- Disposición final de los paneles solares.</li> <li>- Mayor porcentaje de perdidas.</li> </ul>
Sistema de interconexión nacional con red aérea abierta.	\$ 43.885.001 (Según lo descrito en el numeral 4.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor continuidad en el servicio.</li> <li>- Permite atender grandes demandas de energía.</li> <li>- Vida útil promedio de 20 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos costos de construcción, operación y mantenimiento para el sector rural aislado.</li> <li>- Menor confiabilidad por la espesa vegetación.</li> <li>- Alto impacto ambiental</li> </ul>

Fuente: UT Alianza Energética (2022). Documento: Análisis de Alternativas Maicao. Tabla 24, P. 83.

Con base en lo anterior, la energía solar constituye la fuente no convencional más viable para la generación de energía en las zonas rurales incluidas en el proyecto, dada su inagotabilidad, bajo costo y la posibilidad de implementar soluciones individuales ante la dispersión de las viviendas.

Las alternativas de interconexión a través de redes serían inviables también, toda vez que por ahora no está contemplado dentro de los planes de expansión del operador de red de la región (Air-e). Adicionalmente, dadas las grandes distancias que separan a los usuarios del último nodo actual del sistema y la dispersión de las viviendas lo que dificulta la optimización

del uso de las redes y los transformadores y elevaría los costos de esta infraestructura. Por esto, en una escala de 1 a 10, donde 10 constituye el más alto impacto y 1 el más bajo, la sumatoria resultante indicará la alternativa con el menor impacto global, recomendada como solución energética para vivienda rural dispersa en municipio de Maicao, así:

CRITERIO	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	REDES DEL SISTEMA INTERCONECTADO	
		ABIERTA	AISLADA
Tecnología propuesta.	5	8	8
Costo aproximado de la solución individual instalada.	5	6	10
Impacto ambiental.	2	10	7
Valor del [kWh]	5	10	10
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>35</b>

Como complemento a lo anterior, el factor de mayor incidencia y que hace inviable el suministro del servicio mediante las redes del sistema interconectado, es el factor ambiental, pues la construcción de redes aéreas implica la tala y poda de muchos árboles, aspecto de alta criticidad en una zona de gran componente boscoso y espesa vegetación. Por otra parte, el mantenimiento de estas redes implica un alto costo por la frecuente limpieza que demandaría el corredor de las líneas, para evitar fallas y contactos a tierra, con la consecuente reducción en la confiabilidad del servicio.

En consecuencia, la solución con más bajo impacto corresponde a los sistemas solares fotovoltaicos, por lo cual se recomienda la **Alternativa A** como suministro energético para vivienda rural dispersa en la zona rural del municipio de Maicao en La Guajira.

### 2.7.2. Nombre de la alternativa.

Instalación de paneles solares fotovoltaicos individuales.

### 2.7.3. Año de inicio / final de la inversión

2024-2034.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

#### 3.1. PREPARACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

##### 3.1.1. Análisis técnico de la alternativa

La alternativa consiste en la instalación de 232 soluciones de energía solar fotovoltaica autónomas en el municipio de Maicao

#### 3.2. ESTUDIO DE NECESIDAD.

##### 3.2.1. Bien o servicios.

Bien	Unidad de medida	Descripción	Año inicial histórico	Año final histórico	Proyección final
Viviendas con el servicio de energía eléctrica en la zona rural del municipio de Maicao	Número	El análisis tiene en cuenta una demanda dada por el número de viviendas rurales que requieren el servicio de energía eléctrica a través de FNCER. La oferta está dada por la capacidad de atender viviendas rurales nuevas con FNCER.	2022	2023	2032

##### 3.2.1.1. Proyección de la demanda.

Contextualizando la información anterior, se pretende proyectar la demanda futura para un periodo de 10 años. Para esta proyección, se tiene en cuenta que la demanda está medida en la cantidad de viviendas rurales que requieren el servicio de energía eléctrica.

Para el análisis de la proyección, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_{i+n} = P_i(1 + Tc)^n$$

Dónde:

- $P_i$  = Número de viviendas rurales que requieren el servicio de energía al iniciar el periodo de tiempo "i"
- $P_{i+n}$  = Número de viviendas que habrá "n" periodos después de tiempo "i"
- $Tc$  = Tasa de crecimiento promedio entre periodos consecutivos
- $n$  = Número de periodos que hay entre  $P_i$  y  $P_{i+n}$

Se conocen las siguientes variables:

- $P_i = 16917$  (Viviendas rurales que requieren el servicio de energía en el 2022)
- $T_c = 0,96\% \approx$  (Tasa de crecimiento anual de la población en la zona rural)
- $n = 10$  años

Dado que en el caso del municipio se espera generar una medición de la demanda en diferentes años, se aplica la formula anterior, pero de manera gradual (periodo a periodo), tal como se evidencia a continuación:

Año 0	16.917
Año 1	$P_{i+1} = 16.917(1 + 0,96\%)^1$
Año 2	$P_{i+2} = 16.917 (1 + 0,96\%)^2$
Año 3	$P_{i+3} = 16.917 (1 + 0,96\%)^3$
...	
Año 10	$P_{i+10} = 16.917 (1 + 0,96\%)^{10}$

Al cuantificar las variables en la formula presentada anteriormente, se obtiene la siguiente estimación de demanda del servicio de energía eléctrica a una escala futura de 10 años, tomando de referencia los datos al año 2022 proyectados en la tabla anterior y tomando la tasa media de crecimiento llegando hasta el año 2032:

Fuente: Elaboración propia

Este análisis muestra como la dotación de paneles solares fotovoltaicos podría mejorar las condiciones de aproximadamente 18.613 familias en los próximos diez (10) años.

### 3.2.1.2. Descripción de la capacidad.

La oferta está dada por el número de viviendas rurales con el servicio de energía eléctrica a los que las administraciones municipales proveen energía:

### 3.2.1.3. Unidad de medida.

La unidad de medida que se utilizará para la instalación de paneles solares fotovoltaicos es *número* de viviendas.

### 3.2.1.4. Total capacidad generada.

La capacidad generada corresponde a la instalación de 232 sistemas solares fotovoltaicos en la zona rural del municipio de Maicao en el departamento de La Guajira.

Año	Oferta	Demanda	Déficit
2022	2.959.00	16.917.00	-13.958.00
2023	2.959.00	17.079.00	-14.120.00
2024	2.959.00	17.243.00	-14.284.00
2025	2.959.00	17.409.00	-14.450.00
2026	2.959.00	17.576.00	-14.617.00
2027	2.959.00	17.745.00	-14.786.00
2028	2.959.00	17.915.00	-14.956.00
2029	2.959.00	18.087.00	-15.128.00
2030	2.959.00	18.261.00	-15.302.00
2031	2.959.00	18.436.00	-15.477.00
2032	2.959.00	18.613.00	-15.654.00

### 3.2.2.2. Factores analizados.

- i. **Aspectos administrativos y políticos:** Para la ejecución de este proyecto se partió de la priorización realizada por la administración municipal de Maicao, teniendo en cuenta los listados de las familias que carecen del servicio de energía en la zona rural.
- ii. **Cercanía a la población objetivo:** Por ser zonas rurales dispersas, el proyecto pretende generar algunos empleos que pueden ser llevados a cabo por gente de la región.
- iii. **Comunicaciones:** Este proyecto pretender mejorar las condiciones de conectividad de las familias que residen en las zonas rurales dispersas, toda vez que en un futuro se puede incentivar un proyecto que tenga en cuenta algún tipo de conexión a internet.
- iv. **Disponibilidad de servicios públicos domiciliarios (Agua, energía y otros):** Para este proyecto, se tuvo en cuenta precisamente la no disponibilidad del servicio público de energía para las viviendas beneficiarias.
- v. **Orden público:** Para la priorización de los usuarios, las administraciones municipales realizaron ejercicios articulados con los presidentes de junta, con el fin de poder

priorizar los usuarios en zonas que no fueran a presentar problemas de orden público al momento de la ejecución del proyecto.

### 3.2.3. Estudio ambiental.

A continuación, se listan los permisos o licencias ambientales requeridas para el proyecto:

Estudio	Se requiere
Licencia Ambiental	No
Diagnóstico ambiental	No
Plan de manejo ambiental	No
Otros permisos ambientales	No
Programa de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA)	Si

Aunque el proyecto no requiere licencia ambiental, se realizó el **Plan de manejo ambiental**, el cual tiene como objetivo generar las medidas necesarias para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales que se deriven en el transcurso de la ejecución del proyecto. En este Plan se describen los parámetros suficientes para el desarrollo del proyecto sin que se vean afectados de forma representativa los aspectos ambientales de la zona.

El **Plan de manejo ambiental** se realizó inicialmente con la recopilación de la información tomada en la visita de campo, y se complementó la información de la caracterización del área, de los componentes bióticos y abióticos, con el fin de identificar los posibles factores de deterioro ambiental y formular las medidas de manejo durante la ejecución del proyecto; luego se realizó el análisis de la información, se prosiguió con el procesamiento de la información recolectada en campo, con el objeto de evaluar y priorizar los factores de deterioro detectados.

### 3.2.4. Análisis de riesgos

Tipo de riesgo		Descripción del riesgo	Probabilidad e impacto	Efectos	Medidas de mitigación
1. Propósito (Objetivo General)	Administrativos	Falta de pago de los usuarios del servicio de energía eléctrica	<b>Probabilidad:</b> 4. Probable <b>Impacto:</b> 4. Mayor	No prestación del servicio de energía eléctrica e indisponibilidad del sistema ante fallas operativas	Actas de concertación con la comunidad en donde se hace socialización del proyecto y de los compromisos que se adquieren por el pago de administración y mantenimiento de las soluciones instaladas, como la prestación del servicio público de energía eléctrica.
	Operacionales	Mal uso de los sistemas solares fotovoltaicos por parte de los usuarios.	<b>Probabilidad:</b> 4. Probable <b>Impacto:</b> 4. Mayor	No continuidad del servicio de energía eléctrica.	Actas de concertación con la comunidad en donde se hace socialización del proyecto y capacitaciones en el buen uso del sistema solar fotovoltaico y realización de visitas periódicas para verificar el estado de los equipos.
2. Componente (Productos)	Asociados a fenómenos de origen tecnológico: químicos, eléctricos, mecánicos, térmicos	Mala calidad de los equipos o defectos de fábrica.	<b>Probabilidad:</b> 3. Moderado <b>Impacto:</b> 4. Mayor	Daño de los equipos o pérdida de su capacidad instalada	Constitución de pólizas de calidad y realización de mantenimiento preventivo para la identificación de fallas en los equipos.
	Asociados a fenómenos de origen natural: atmosféricos, hidrológicos, geológicos, otros	Los sistemas solares fotovoltaicos instalados podrían ser destruidos por ráfagas de viento, tormentas, caída de árboles o deslizamientos	<b>Probabilidad:</b> 4. Probable <b>Impacto:</b> 5. Moderado	Las familias quedarían sin el servicio de energía eléctrica.	Seleccionar un espacio de instalación del sistema, lejos de grandes árboles, lejos de pendientes o laderas con su debida certificación de zona libre de riesgo no mitigable.
3. Actividad	Operacionales	Poca disponibilidad de inventarios de los materiales y equipos en el mercado local.	<b>Probabilidad:</b> 4. Probable <b>Impacto:</b> 3. Moderado	Retrasos en el cronograma de ejecución del proyecto.	Realizar procesos de compra efectivos.
	Legales	Incumplimiento por parte de los contratistas.	<b>Probabilidad:</b> 2. Improbable <b>Impacto:</b> 4. Mayor	Retrasos injustificados, obras inconclusas o de mala calidad.	Seguimiento, control y establecimiento de pólizas de cumplimiento y calidad.
	Operacionales	Acceso limitado a las viviendas por dificultad de acceso a la zona.	<b>Probabilidad:</b> 4. Probable <b>Impacto:</b> 4. Mayor	Retrasos en el cumplimiento del cronograma del proyecto.	Alquilar medios de transporte con capacidad de carga y aptos para transitar en la región

### 3.2.5. Costos de la alternativa.

#### 3.2.5.1. Relación entre los objetivos específicos – productos – actividades.

INSTALACIÓN DE SOLUCIONES INDIVIDUALES FOTOVOLTAICAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE MAICAO, EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA.										
PRESUPUESTO GENERAL SISTEMA FOTOVOLTAICO										
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	EQUIPO Y HERRAMIENTAS	MATERIALES	TRANSPORTE	MANO DE OBRA CALIFICADA	MANO DE OBRA NO CALIFICADA	V/UNITARIO	V/TOTAL
<b>1</b>	<b>REALIZAR EL REPLANTEO DE OBRA</b>									
1.1	Replanteo de obra.	und	232	\$ -	\$ -	\$ 44,250	\$ 25,616	\$ 19,405	\$ 89,272	\$ 20,711,003
<b>2</b>	<b>IMPLEMENTAR Y PONER EN FUNCIONAMIENTO EQUIPOS PARA LA OPERACIÓN FOTOVOLTAICA.</b>									
2.1	Suministro e instalación de poste metálico poligonal de 3 m, 150kgf, galvanizado en caliente, contiene: pernos de anclaje, plantilla, soporte fijo para 2 paneles solares y dado de cimentación de 0,4 x 0,4 x 0,8 m.	und	232	\$ 18,611	\$ 1,494,619	\$ 405,634	\$ 58,882	\$ 44,236	\$ 2,021,982	\$ 469,099,791
2.2	Suministro e instalación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos 1100 Wp (2 paneles de 550 Wp) cada uno con las siguientes características: $\eta$ -21,33%+3%. Condiciones STC. Garantía de producción a 12 años del 90% y del 80% a 25 años, temperatura de trabajo de -40°C+85°C, IEC61205, con certificación de Conformidad de Producto Internacional.	und	232	\$ 9,000	\$ 2,003,325	\$ 90,845	\$ 12,808	\$ 9,703	\$ 2,125,680	\$ 493,157,856
2.3	Excavación de zanja para acometida principal en zona verde, de 20 cm de ancho x 60 cm de profundidad y hasta 6 m de longitud. Se utilizará para relleno, el mismo material excavado.	und	232	\$ 12,000	\$ -	\$ -	\$ 17,665	\$ 13,271	\$ 42,935	\$ 9,961,011
2.4	Acometida principal eléctrica subterránea desde los módulos solares hasta el gabinete de diseño especial. Incluye: Hasta 10 m de tubería PVC de 3/4" inmersa dentro del tubo de soporte del panel y subterránea, hasta 1 m de tubería IMC de 3/4" a la vista hasta llegar al gabinete, 2 curvas PVC de 3/4", 2 terminales para tubo IMC de 3/4", 2 curvas galvanizada IMC de 3/4" y hasta 12 m de cable: 1x12 AWG Positivo + 1x12 AWG Negativo + 1x8 AWG Tierra y accesorios de conexión.	und	232	\$ 26,500	\$ 781,616	\$ 15,717	\$ 12,808	\$ 9,703	\$ 846,344	\$ 196,351,777
2.5	Suministro e instalación de gabinete autoportado en lámina galvanizada de 598 mm de ancho x 840 mm de alto x 460 mm de fondo en lámina CR calibre 16, con pintura electrostática gris rall 70-32, accesorios, conexonado, cableado, canalización, fijación y protecciones eléctricas incluye DPS de BT, para el alojamiento de equipos y accesorios, tipo interior. Todas las puertas deberán abrir únicamente en sentido lateral mínimo 120° respecto a la sección horizontal superior del armario, deben poseer una agarradera que facilite su accionamiento y las bisagras deben ser galvanizadas, cromadas, niqueladas o en acero inoxidable, bronce o aluminio suficientemente fuertes para asegurar rigidamente la puerta de la estructura e instaladas sin que pierdan el recubrimiento protector IP 30. El encerramiento metálico deberá estar debidamente marcado y cumplir con los requerimientos mínimos de seguridad definidos por el RETIE numeral 20.23.	und	232	\$ 21,000	\$ 3,740,721	\$ 62,868	\$ 51,232	\$ 19,405	\$ 3,895,227	\$ 903,692,623
2.6	Suministro e instalación de controlador de carga, 60 A, 24 VDC MPPT Solar; eficiencia mínima del 98%, apto para cargar baterías tipo LiFePO4. Con todas las protecciones eléctricas necesarias en caso de sobrecarga, cortocircuito, advertencia de alto voltaje, polaridad inversa, alta temperatura y corriente nocturna inversa.	und	232	\$ 9,000	\$ 1,395,401	\$ 3,929	\$ 6,404	\$ 4,851	\$ 1,419,586	\$ 329,343,873
2.7	Suministro e instalación de batería de ion - litio tipo fosfato de hierro (LiFePO4) de ciclo profundo de 200 Ah - 25,6 VDC - 4.000 ciclos hasta el 80% DOD, libre de mantenimiento. Con compensación de temperatura y puertos de comunicaciones y vida útil mínima de 10 años.	und	232	\$ 12,800	\$ 8,447,469	\$ 102,161	\$ 12,808	\$ 9,703	\$ 8,824,141	\$ 2,047,200,643
2.8	Suministro e instalación de inversor de onda pura de baja frecuencia, potencia de 2000 VA, - 20 a 50 °C, 21 - 32 VDC Input - 120 VAC output, f=60 Hz, con protección y desconexión por bajo voltaje en la batería, protección contra sobrecarga. Eficiencia mínima del 90% o superior a potencia nominal. Garantía mínima: 2 años	und	232	\$ 12,000	\$ 1,377,256	\$ 7,859	\$ 6,404	\$ 4,851	\$ 1,408,370	\$ 326,741,822
<b>3</b>	<b>IMPLEMENTAR SISTEMA DE MEDICIÓN Y GESTIÓN DE ENERGÍA.</b>									
3.1	Medidor prepagó monofásico bilingüe 3 (80) A, 120 V, calibrado. Incluye sistema de gestión de recaudo y equipos de comunicación offline.	und	232	\$ 9,000	\$ 2,837,354	\$ 27,720	\$ 6,404	\$ 4,851	\$ 2,885,330	\$ 669,396,511
3.2	Acometida parcial eléctrica desde el equipo de medida hasta el tablero de distribución. Incluye: Hasta 2 m de tubería EMT de 3/4" y hasta 3 m de cable THHN: 1x10 AWG Fase + 1x10 AWG Neutro + 1x8 AWG Tierra.	und	232	\$ 41,000	\$ 150,582	\$ 7,859	\$ 12,808	\$ 9,703	\$ 221,951	\$ 51,492,615
<b>4</b>	<b>IMPLEMENTAR SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.</b>									
4.1	Sistema de puesta a tierra con una varilla de cobre 5/8" x 2,4m, bajante en cable de cobre desnudo o verde Nº 8, con soldadura exotérmica y tratamiento de suelos, caja de inspección de 30 x 30 cm.	und	232	\$ 30,000	\$ 647,026	\$ 27,720	\$ 25,616	\$ 19,405	\$ 749,767	\$ 173,945,977
<b>5</b>	<b>IMPLEMENTAR INSTALACIONES INTERNAS EN AC.</b>									
5.1	La instalación interna en AC, comprende los siguientes elementos: - Tablero de distribución monofásico de cuatro circuitos. - Dos (2) interruptores automáticos monopoles tipo enchufable de 15 A. - Cuatro (4) salidas de alumbrado con interruptor con polo a tierra. - Hasta 30 m de tubería EMT de 1/2" con accesorios. - Hasta 70 m de cable de Cu THHN Nº 12 AWG - Hasta 33 m de cable de Cu THHN Nº 12 AWG verde - Cuatro (4) salidas para tomacorrientes dobles con polo a tierra.	und	232	\$ 9,000	\$ 1,374,255	\$ 20,790	\$ 179,313	\$ 135,838	\$ 1,719,196	\$ 398,853,513
<b>SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS</b>										<b>\$ 6,089,949,015.00</b>
	Administración								9.5%	\$ 578,984,221.17
	Imprevistos								1.0%	\$ 60,899,490.15
	Utilidad								5.0%	\$ 304,497,450.75
	Iva sobre la utilidad								19.0%	\$ 57,854,515.64
	<b>SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>								<b>16.5%</b>	<b>\$ 1,002,235,678.00</b>
<b>SUBTOTAL 1: COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS</b>										<b>\$ 7,092,184,693.00</b>
	<b>REALIZAR INTERVENCIÓN INTEGRAL (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)</b>								<b>5.93%</b>	<b>\$ 420,221,264.00</b>
	<b>REALIZAR GERENCIA DE PROYECTO (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)</b>								<b>3.53%</b>	<b>\$ 250,683,250.00</b>
	<b>REALIZAR GESTIÓN SOCIAL (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)</b>								<b>1.11%</b>	<b>\$ 78,976,111.67</b>
	<b>REALIZAR FIDUCIA (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS + COSTOS INDIRECTOS)</b>								<b>1.25%</b>	<b>\$ 88,706,218.00</b>
	<b>RUBRO CONTINGENTE (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)</b>								<b>10.00%</b>	<b>\$ 608,994,902.00</b>
	<b>POLIZA CONTRIBUYENTE (% CON RESPECTO A LOS COSTOS Cd + Ci + I + Gp)</b>								<b>1.00%</b>	<b>\$ 77,630,892.00</b>
	<b>IMPLEMENTAR PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (% CON RESPECTO A LOS COSTOS DIRECTOS)</b>								<b>0.16%</b>	<b>\$ 9,751,800.00</b>
	<b>Gravamen Movimientos Financieros (GMF 4X1000)</b>								<b>0.40%</b>	<b>\$ 34,508,597.00</b>
<b>VALOR TOTAL DEL PROYECTO</b>										<b>\$ 8,661,657,728.00</b>
<b>VALOR SOLUCIÓN POR VIVIENDA</b>										<b>\$ 37,334,731.59</b>

### 3.2.7. Cuantificación y valoración beneficios e ingresos.

#### 3.2.7.1. Tipo de beneficio o ingreso

Para realizar el cálculo de ingresos y beneficios, se tomaron los siguientes valores:

- **Ingresos por venta de energía:**

**Tipo:** Ingreso

**Descripción:**

Para el cálculo de los ingresos por venta de energía, se toma el dato de \$119.088, del valor mensual de la factura mes a mes para las 232 viviendas beneficiarias del proyecto (Ver Anexo Esquema de Sostenibilidad).

**Medido a través de:** pesos colombianos

**Bien producido:** Otros

**Razón Precio Cuenta (RPC):** 0.80

Distribución Facturación Proyecto	%	Valor Agosto 2023	
		Mensual	Anual
Valor que asume el usuario subsidiado	33.9%	\$ 40,422	\$ 485,066
Subsidio ZNI*	66.06%	\$ 78,665	\$ 943,986
Valor total servicio eléctrico	100.0%	\$ 119,088	\$ 1,429,051

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	232,00	\$1.429.052,00	\$331.540.064,00
2	232,00	\$1.585.093,00	\$367.741.576,00
3	232,00	\$1.758.173,00	\$407.896.136,00
4	232,00	\$1.950.150,00	\$452.434.800,00
5	232,00	\$2.163.091,00	\$501.837.112,00
6	232,00	\$2.399.283,00	\$556.633.656,00
7	232,00	\$2.661.267,00	\$617.413.944,00
8	232,00	\$2.951.856,00	\$684.830.592,00
9	232,00	\$3.274.174,00	\$759.608.368,00
10	232,00	\$3.631.688,00	\$842.551.616,00

- **Generación de Empleo:**

**Tipo:** Beneficios

**Descripción de la cantidad:**

**Sede Principal:** Calle 99 No. 9 A - 54 Torre 3. Piso 14

PBX: (60 1) 639 7888

IPSE Centro Nacional de Monitoreo: (60 1) 6101130 ipse@ipse.gov.co

Bogotá D.C. – Colombia

La cantidad está dada por el número de empleos durante implementación y AOM.

**Medido a través de:** pesos

**Bien producido:** Mano de obra no calificada rural

**Descripción Valor Unitario:** El valor unitario está dado por el costo unitario por un año

**IPC proyectado:** 1.00%

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)	\$ 115,845,124	11	\$ 10,531,375
2	Mano de obra no calificada rural durante la ejecución del proyecto (Año 0)	\$ 82,384,989	11	\$ 7,489,544
3	Mano de obra Administración del operador del SISFV (Año 1)	\$ 111,413,654	1	\$ 111,413,654
4	Mano de obra Mantenimiento preventivo del operador del SISFV (Año 1)	\$ 15,398,230	1	\$ 15,398,230
5	Mano de obra Mantenimiento correctivo del operador del SISFV (Año 1)	\$ 2,654,867	1	\$ 2,654,867
Valor Total Generación de Empleo Año 0		\$ 198,230,120	22	\$ 9,010,460
Valor Total Generación de Empleo Año 1		\$ 129,466,752	3	\$ 43,155,584

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
0	22.00	\$9.010.460,00	\$198.230.120,00
1	3.00	\$43.155.584,00	\$129.466.752,00
2	3.00	\$47.160.422,00	\$141.481.266,00
3	3.00	\$51.536.908,00	\$154.610.727,00
4	3.00	\$56.319.534,00	\$168.958.602,00
5	3.00	\$61.545.987,00	\$184.637.961,00
6	3.00	\$67.257.455,00	\$201.772.365,00
7	3.00	\$73.498.947,00	\$220.496.841,00
8	3.00	\$80.319.648,00	\$240.958.947,00
9	3.00	\$87.773.312,00	\$263.319.936,00
10	3.00	\$95.918.675,00	\$287.756.025,00

- Reducción de Emisiones de CO2 por concepto de generación eléctrica a través de diésel:

**Tipo:** Beneficios

**Descripción de la cantidad:**

Toneladas de emisiones de CO2 reducidas por año, por el número de SISFV instalados 232 para un total de 315 TonCO2/Usuario\*año..

**Medido a través de:** Toneladas

**Bien producido:** Otros

**Descripción Valor Unitario:** Valor monetario por cada Tonelada de CO2 no emitida al usar el servicio eléctrico generado por SISFV. (\$191.074).

**IPC proyectado:** 0.80%.

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	315,00	\$191.074,00	\$60.188.310,00
2	315,00	\$208.806,00	\$65.773.890,00
3	315,00	\$228.183,00	\$71.877.645,00
4	315,00	\$249.358,00	\$78.547.770,00
5	315,00	\$272.498,00	\$85.836.870,00
6	315,00	\$297.786,00	\$93.802.590,00
7	315,00	\$325.421,00	\$102.507.615,00
8	315,00	\$355.620,00	\$112.020.300,00
9	315,00	\$388.622,00	\$122.415.930,00
10	315,00	\$424.686,00	\$133.776.090,00

- Reducción de consumo de sustitutos:

Tipo: Beneficios

Descripción:

Para el cálculo de los beneficios derivado del ahorro a las 232 familias beneficiarias del proyecto durante un año, se estima lo que se indica en la tabla:

Medido a través de: pesos colombianos

Bien producido: Otros

IPC proyectado: 4.56%

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.80

ÍTEM	COSTO MENSUAL	RPC	COSTO ANUAL POR USUARIO SIN RPC
Baterías	\$ 7,089	0.79	\$ 85,073
Alcohol		0.79	\$ -
Diésel		0.79	\$ -
Gasolina	\$ -	0.79	\$ -
Kerosene	\$ 2,026	0.79	\$ 24,306
Petróleo	\$ 1,350	0.79	\$ 16,204
Velas	\$ 23,294	0.79	\$ 279,525
Otro	\$ -	0.79	\$ -
TOTAL USUARIO SIN RPC			\$ 405,108
TOTAL AÑO 1 CON RPC			\$ 74,248,194

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	232,00	\$405.108,00	\$93.985.056,00
2	232,00	\$442.702,00	\$102.706.864,00
3	232,00	\$483.785,00	\$112.238.120,00
4	232,00	\$528.680,00	\$122.653.760,00
5	232,00	\$577.742,00	\$134.036.144,00
6	232,00	\$631.356,00	\$146.474.592,00
7	232,00	\$689.946,00	\$160.067.472,00
8	232,00	\$753.973,00	\$174.921.736,00
9	232,00	\$823.942,00	\$191.154.544,00
10	232,00	\$900.404,00	\$208.893.728,00

- **Incremento en la Productividad:**

**Tipo:** Beneficios

**Descripción de la cantidad:**

De acuerdo con la encuesta aplicada, se evidencia que el 87.06% de la población encuestada no tiene intención de iniciar o mantener un proyecto productivo, sin embargo, el 12.94% (30 usuarios) refieren interés en implementar un proyecto productivo.

**Medido a través de:** Pesos

**Bien producido:** Mano de obra no calificada rural

**Descripción 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

**IPC proyectado:** 1.00%.

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	30.00	\$2.449.976,00	\$73.499.280,00
2	30.00	\$2.677.334,00	\$80.320.020,00
3	30.00	\$2.925.791,00	\$87.773.730,00
4	30.00	\$3.197.304,00	\$95.919.120,00
5	30.00	\$3.494.014,00	\$104.820.420,00
6	30.00	\$3.818.258,00	\$114.547.740,00
7	30.00	\$4.172.592,00	\$125.177.760,00
8	30.00	\$4.559.809,00	\$136.794.270,00
9	30.00	\$4.982.959,00	\$149.488.770,00
10	30.00	\$5.445.378,00	\$163.361.340,00

## 4. TOMA DE DECISIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO

### 4.1. NOMBRE DEL PROYECTO.

Instalación De Soluciones Individuales Fotovoltaicas Para La Generación De Energía Eléctrica En Zona Rural Dispersa Del Municipio De Maicao En El Departamento De La Guajira.

#### 4.1.1. Tipo específico de gasto o programa presupuestal.

2156 – Consolidación productiva del sector de energía eléctrica.

**Sede Principal:** Calle 99 No. 9 A - 54 Torre 3. Piso 14

PBX: (60 1) 639 7888

IPSE Centro Nacional de Monitoreo: (60 1) 6101130 ipse@ipse.gov.co

Bogotá D.C. – Colombia

#### 4.1.2. Subprograma presupuestal.

1900 Intersubsectorial minas y energía.

#### 4.1.3. Fuentes de financiación.

Tipo de entidad	Nombre de la entidad	Tipo de recurso	Etapas	Vigencia	Monto
Privadas	Empresa Privada	Obras Por Impuestos	Inversión	2024-2025	\$8,631,103,895

### 4.2. PROGRAMACIÓN DE INDICADORES.

#### 4.2.1. 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	232	2024	Informe	Informe de interventoría

#### 4.2.2. Indicadores de gestión y meta.

Indicador	Código	Unidad	Meta	Año	Tipo de fuente	Fuente verificación
Informes de interventoría revisados	0600G136	Número	9	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.

Usuarios atendidos	0500G099	Número	232	2024	Documento oficial	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.
-----------------------	----------	--------	-----	------	----------------------	---