

**ADECUACIÓN DE SISTEMA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN
INSTITUCIONES EDUCATIVAS RURALES DEL CORREGIMIENTO DE LA UNIÓN,
MUNICIPIO DE PUERTO NARE ANTIOQUIA**

FRANCISCO JAVIER MENDOZA JARAMILLO



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS

MEDELLÍN

2023

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

**ADECUACIÓN DE SISTEMA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN
INSTITUCIONES EDUCATIVAS RURALES DEL CORREGIMIENTO DE LA UNIÓN,
MUNICIPIO DE PUERTO NARE ANTIOQUIA**

FRANCISCO JAVIER MENDOZA JARAMILLO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS

MEDELLÍN

2023

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

**Adecuación de sistema para la generación de energía solar en instituciones educativas
rurales del corregimiento de la unión, municipio de Puerto Nare Antioquia**

Francisco Javier Mendoza Jaramillo

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gestión de
Proyectos

Asesor:

Dubal Ferney Papamija Muñoz

Magíster en Gerencia de Proyectos

Institución Universitaria Pascual Bravo

Facultad de Producción y Diseño

Especialización en Gestión de Proyectos

Medellín

2023

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| | |
|--|----------------|
| ACTA DE EVALUACIÓN FINAL TRABAJO DE GRADO | Código: |
| | Versión: |
| | Página: 1 de 1 |

Nombre del trabajo de grado:

Adecuación de sistema para la generación de energía solar en instituciones educativas rurales del corregimiento de la unión, municipio de Puerto Nare Antioquia

Datos de los estudiantes:

| Nombres y apellidos | Cédula | Programa | Correo Institucional |
|------------------------------------|---------|---|-------------------------------------|
| Francisco Javier Mendoza Jaramillo | 8129429 | Especialización Gestión de Proyectos | francis.mendoza@pascualbravo.edu.co |
| | | | |

Modalidad a la que pertenece el Trabajo:

Investigativa ___ Emprendimiento ___ Práctica ___ Formulación proyecto de inversión X

| CONCEPTO EVALUACIÓN | SÍ | NO |
|---------------------------|----|----|
| Aprobado | X | |
| Aprobado con correcciones | | |
| No aprobado | | |

OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS DEL PROCESO: Es un trabajo realizado con calidad y con la coherencia y rigurosidad de un proyecto de inversión, bajo los lineamientos del Departamento Nacional de Planeación a través de la MGA Web.

Fecha de entrega: 02/06/2023

Firma:  _____

Nombre del Asesor: Dubal Papamija Muñoz

Fecha: 02/06/2023

| | | |
|-------------------------------|---------------------------|--------|
| Elaboró: Jhobana Herrera Díaz | Revisó: Irma Lucía Franco | Aprobó |
| Fecha: 2020/11/26 | Fecha: | Fecha: |

Agradecimientos

Dedicado a mi Esposa Aura Rosa Ramírez e hijo Juan Esteban Mendoza R; aunque todas mis acciones son pensadas en brindarles una mejor oportunidad, realmente son ellos los que hacen que mi vida se llene de la energía necesaria para avanzar; ellos están puestos como un sello sobre mi corazón, como una marca sobre mi brazo, sus brasas, son brasas de fuego, fuerte llama, la cual el agua no podrá apagar, ni los ríos ahogar... (Cantares 8:6-7).

Dedicado a la memoria de mi padre Adolfo Mendoza (28/05/2023), al cual siempre le brillaban sus ojos cuando me llamaba con admiración, honor y honra: “ingeniero”.

Resumen del Proyecto

Dentro de los desafíos contemporáneos, se encuentra la urgente necesidad de la reducción en las brechas sociales, culturales, educativas y demás, para lo cual es indispensable impulsar el desarrollo de las múltiples plataformas que catapultan la misma.

Dentro de los elementos dinamizadores de la sociedad y la productividad, se encuentra la participación de la energía eléctrica, dicha participación es trascendental para el desarrollo y mejoramiento de los modelos y métodos existentes, dentro de la cual se impulsa la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación -TIC en los ambientes educativos.

En el Municipio de Puerto Nare, aunque en su cabecera municipal dispone de la confiabilidad del servicio de energía, las Zonas Rurales cuentan con limitaciones, impidiendo la libre participación y búsqueda en la información y en consecuencia a ello, se reduce el acceso a la educación. Esta realidad permite considerar las fuentes no convencionales de energía eléctrica para dichas zonas (La ruralidad), ya que con estas se permite asegurar disponibilidad, eficiencia y permanencia en el servicio en los ambientes educativos.

Dado lo anterior, este proyecto considera la construcción de tres (3) subestaciones solares de energía en tres (3) Instituciones Educativas Rurales del municipio de Puerto Nare Antioquia, para lo cual se desarrollan los respectivos criterios técnicos, evaluaciones financieras para constar su respectiva viabilidad.

Keywords: Departamento Nacional de Planeación (DNP), Plan de Desarrollo, Paneles Solares, Energía Eléctrica generación.

Abstract

Within contemporary challenges, there is an urgent need to reduce social, cultural, educational, and other gaps, for which it is essential to promote the development of multiple platforms that catapult it.

Among the driving elements of society and productivity is the participation of electricity, which is transcendental for the development and improvement of existing models and methods, within which the application of ICTs in educational environments is promoted.

In the Municipality of Puerto Nare, although its municipal headquarters has the reliability of the energy service, rural areas have limitations, preventing free participation and information search, and consequently reducing access to education. This reality allows considering unconventional sources of electricity for these areas (rurality), as they ensure availability, efficiency, and permanence in the service in educational environments.

Given the above, this project considers the construction of three (3) solar power substations in three (3) rural educational institutions in the Municipality of Puerto Nare, Antioquia. For this purpose, the respective technical criteria and financial evaluations are developed to verify their viability.

Keywords: National Planning Department (DNP), Development Plan, Solar Panels, Electricity Generation.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. Planteamiento del Problema | 12 |
| 1.1 Descripción del problema..... | 12 |
| 1.1.1 Identificación y descripción del problema | 13 |
| 1.2. Justificación..... | 16 |
| 1.2.1 Contribución a la política pública | 17 |
| 1.3 Participantes | 22 |
| 1.3.1 Identificación de los participantes | 22 |
| 1.3.2 Análisis de los participantes | 24 |
| 1.3.3 Población | 25 |
| 1.4. Objetivos | 27 |
| 1.4.1 Objetivo general | 27 |
| 1.5 Diagrama del árbol de objetivos..... | 29 |
| 1.6. Alternativas de la solución | 29 |
| 2. Marco de Referencia | 34 |
| 2.1 Marco Contextual..... | 34 |
| 2.2 Marco Legal | 37 |
| 2.3 Antecedentes | 39 |
| 2.4 Bases Teóricas..... | 40 |
| 3. Preparación | 43 |
| 3.1 Estudio de Necesidades..... | 43 |
| 3.2 Análisis Técnico de la Alternativa | 44 |
| 3.3 Localización | 47 |
| 3.3.1 Localización de la alternativa | 47 |
| 3.4 Cadena de Valor | 48 |
| 3.5 Análisis de Riesgos | 54 |
| 3.6 Ingresos y Beneficios | 59 |
| 3.7 Préstamos | 70 |
| 3.8 Depreciación..... | 70 |
| 4. Evaluación..... | 72 |
| 4.1. Flujo económico..... | 72 |
| 4.2. Indicadores de decisión (Evaluación económica) | 76 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| | |
|---------------------------------------|----|
| 5. Programación | 77 |
| 5.1 Indicadores de producto | 77 |
| 5.2 Indicadores de gestión..... | 78 |
| 5.3. Fuentes de financiación..... | 79 |
| 5.4. Matriz resumen del proyecto..... | 80 |
| Referencias..... | 86 |

TABLAS E ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Objetivos de Desarrollo Sostenible | 17 |
| Tabla 2: Plan de Desarrollo Nacional | 20 |
| Tabla 3: Plan de Desarrollo de Antioquia..... | 21 |
| Tabla 4: Plan de Desarrollo Municipal | 21 |
| Tabla 5: Actores | 22 |
| Tabla 6: Población Afectada..... | 25 |
| Tabla 7: Población Objeto | 26 |
| Tabla 8: Caracterización de la Población Objeto..... | 26 |
| Tabla 9: indicador de Seguimiento | 27 |
| Tabla 10: Causas Directas Vs Objetivos Específicos | 28 |
| Tabla 11: Alternativas de Solución..... | 30 |
| Tabla 12: Criterios de Valoración..... | 31 |
| Tabla 13: Matriz de Valoración | 32 |
| Tabla 14: Estudio de Necesidades | 43 |
| Tabla 15: Localización..... | 47 |
| Tabla 16: Factores..... | 48 |
| Tabla 17: Cadena de Valor | 50 |
| Tabla 18: Análisis de Riesgos..... | 55 |
| Tabla 19: Generación Solar | 59 |
| Tabla 20: Compras y/o Mtto. de Plantas..... | 61 |
| Tabla 21: Reducción CO2..... | 63 |
| Tabla 22: Costo de Combustible..... | 64 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| | |
|--|--------------------------------------|
| Tabla 23: Relación Compra de Velas | 66 |
| Tabla 24: Relación de Ahorro en Compra de Baterías | 68 |
| Tabla 25: Totales, ingresos y Beneficios | 69 |
| Tabla 26: Depreciación | 71 |
| Tabla 27: Flujo Económico..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 28: Indicador de Decisión..... | 76 |
| Tabla 29: Programación..... | 77 |
| Tabla 30: Indicadores de Producto | 78 |
| Tabla 31: Indicador de Gestión..... | 79 |
| Tabla 32: Fuente de Financiación..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 33: Resumen del Proyecto | 81 |

1. Planteamiento del Problema

La falta de acceso a energía eléctrica en las escuelas es un problema que afecta a un gran número de estudiantes y docentes en todo el mundo. Para muchos de ellos, la falta de acceso a la electricidad es un obstáculo para una educación de calidad y equitativa. Sin acceso a la electricidad, las escuelas no pueden tener una iluminación adecuada, usar tecnología, cargar dispositivos o mantener las instalaciones en buen estado. Además, la falta de energía eléctrica puede provocar una suspensión de las clases, lo que afecta el aprendizaje y la retención del estudiante. Este problema también puede crear barreras adicionales para los estudiantes que enfrentan otras desigualdades, como la pobreza o la discriminación. Por tanto, la falta de acceso a energía eléctrica es un problema complejo que requiere soluciones adecuadas y sostenibles para garantizar una educación equitativa y de calidad para todos.

1.1 Descripción del problema

La falta de acceso a energía eléctrica en las escuelas rurales es un problema significativo que afecta negativamente al aprendizaje y la retención de los estudiantes (González, 2019). Estas escuelas, no tienen electricidad para iluminar las aulas, cargar dispositivos electrónicos o utilizar tecnología moderna en la enseñanza (López, 2018). Además, la ausencia de energía eléctrica puede hacer que las escuelas cierren, lo que afecta el rendimiento académico de los estudiantes y los coloca en desventaja en comparación con los estudiantes que tienen acceso a una educación de calidad con energía eléctrica (Martínez, 2017). La falta de acceso a la energía eléctrica también puede llevar a la falta de diversificación económica en las comunidades rurales que las rodean, y mantenerlas en la pobreza (García, 2020). Es importante obtener soluciones sostenibles para implementar energía eléctrica en las escuelas rurales, y garantizar así una educación de

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

calidad para los estudiantes en las instituciones educativas rurales del corregimiento de la unión en el municipio de Puerto Nare, Antioquia.

1.1.1 Identificación y descripción del problema

En el Municipio de Puerto Nare Antioquia, las Instituciones Educativas Rurales están experimentando fluctuaciones en el suministro de energía eléctrica generando restricciones de acceso a recursos importantes como educación, salud, productividad y tecnología de la información. Debido a esta falta de energía, la comunidad se ha visto obligada a suspender las actividades académicas, lo cual ha llevado a un bajo rendimiento de los estudiantes y una afectación en su educación.

Frente a esta problemática, se hace necesario desarrollar soluciones para abordar la restricción del suministro de energía eléctrica en las Instituciones Educativas Rurales de Puerto Nare, Antioquia. Una posible solución es la implementación de sistemas de energía solar fotovoltaica en dichas instituciones, que garanticen un suministro de energía de calidad, continuo, seguro, asequible y no contaminante. Esta solución permitiría aprovechar los recursos energéticos disponibles en la región y evitar los problemas que se generan por la suspensión de energía durante la jornada escolar, mejorando así el rendimiento académico de los estudiantes y la calidad de la educación en la zona.

1.1.1.1 Problema central.

Ineficiencia en la prestación del servicio de energía eléctrica en establecimientos educativos rurales del corregimiento de la unión del municipio de Puerto Nare Antioquia.

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

1.1.1.2 Descripción de la situación existente con relación al problema.

Puerto Nare, cuentan con 14 Instituciones Educativas Rurales, es importante destacar que, aunque la gran mayoría cuenta con servicio de energía, las limitaciones y/o suspensiones recurrentes afectan el desarrollo normal de las vivencias y procesos académicos. El difícil acceso a las veredas, dificulta la infraestructura necesaria para asegurar la disponibilidad efectiva del suministro de energía.

La empresa prestadora de energía en el Municipio es Empresas Públicas de Medellín, el cual tiene una cobertura de un 98.72% en el casco urbano, más en las veredas este servicio es uno de los menos atendido por la gran dispersión de las casas y la topografía, lo que hace muy costoso la extensión de las redes.

Dado que las Instituciones Educativas no cuentan con otras fuentes de energía, las clases están condicionadas al tiempo que se tenga con la prestación del servicio, ya que bien exista alguna interrupción, las clases son suspendidas, y los alumnos, pierden la capacidad de indagar en la red, por lo que la calidad de la educación es afectada.

Adicionalmente a la suspensión de actividades académicas, se le agrega la repercusión en los daños de equipos y alimentos que se le brindan a los estudiantes en los días ordinarios de clases, ya que los refrigeradores y dispositivos existentes, sufren daños.

1.1.1.3 Magnitud actual del problema e indicadores de referencia.

La Unidad de Planeación Minero Energético - UPME, indica que en las zonas rurales presentan una accesibilidad del 28% a el servicio de energía eléctrica en el territorio nacional, sin embargo, dentro de los reportes de la empresa prestadora del servicio de energía en el municipio

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

de Puerto Nare, reporta una cobertura en las zonas rurales del 38.23% al 2022, es decir, un índice mayor a la media nacional.

Aunque los establecimientos educativos están involucrados dentro del índice de cobertura expresado por la empresa prestadora del servicio, la disponibilidad efectiva es de un 43%, por los que los rendimientos, planes y desarrollos de las metas académicas son afectados con la disponibilidad del servicio de energía eléctrica.

1.1.1.4 Causas directas que generan el problema.

Deficiente sistema de provisión de energía eléctrica en las instituciones educativas rurales del municipio de Puerto Nare.

1.1.1.4.1 Causas indirectas que generan el problema.

Inadecuado funcionamiento del sistema de provisión de energía eléctrica

Limitadas alternativas de provisión de energía para la población estudiantil.

1.1.1.5. Efectos directos generados por el problema.

Bajo acceso a las comunicaciones y sistemas de información de los estudiantes

Dependencia única de las fuentes tradicionales de generación de energía.

1.1.1.5.1 Efectos indirectos generados por el problema.

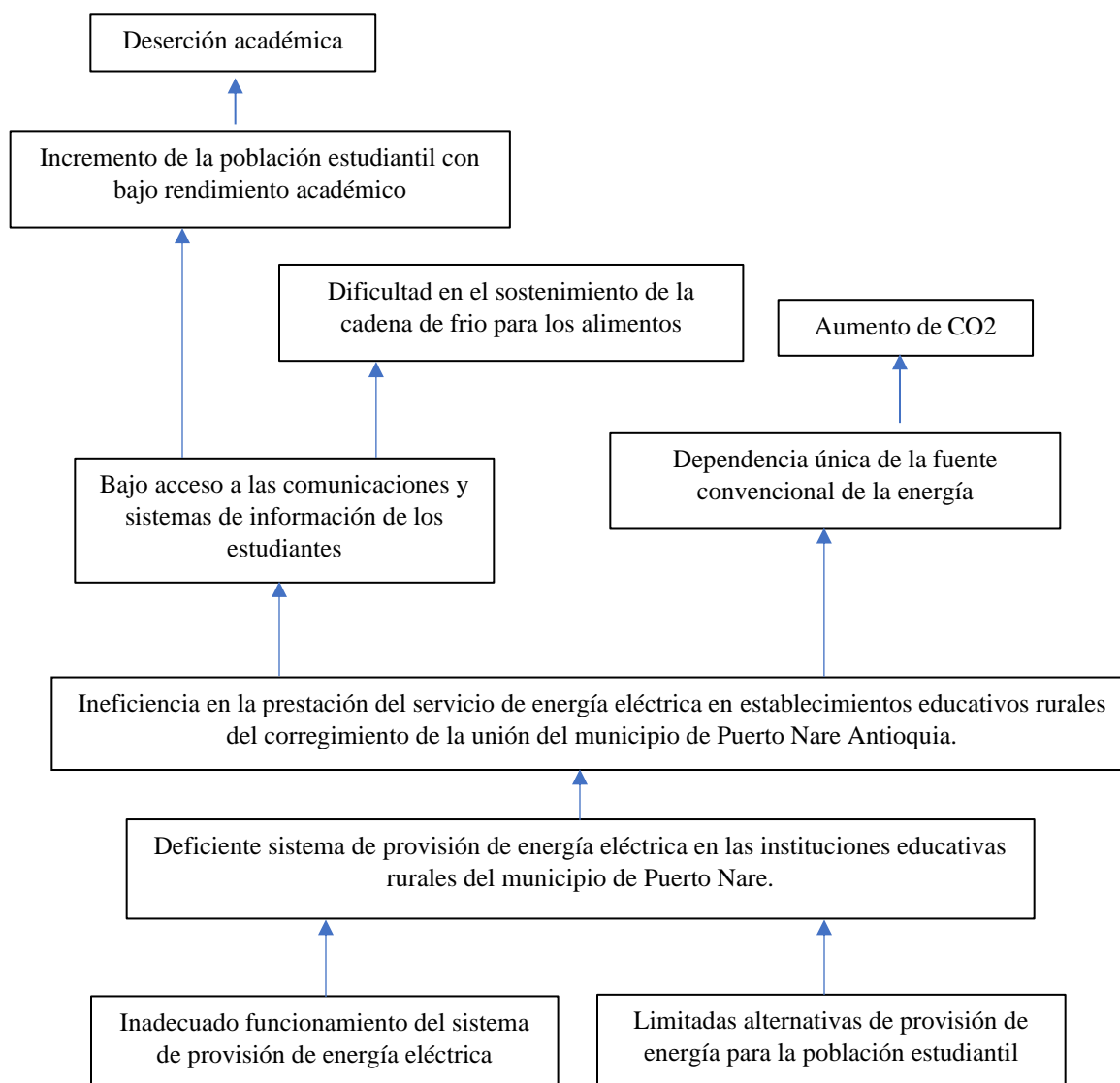
Incremento de la población estudiantil con bajo rendimiento académico.

Aumento de CO₂.

Dificultad en el sostenimiento de la cadena de frío para los alimentos.

Deserción académica.

1.1.1.6 Diagrama de árbol de problema.



Nota. Elaboración propia (2023)

1.2. Justificación

En las instituciones educativas rurales del municipio de Puerto Nare, Antioquia, enfrentan intermitencias en el suministro de energía eléctrica tradicional limitando el acceso a

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

oportunidades de la educación y tecnologías de la información, lo cual afecta negativamente el rendimiento académico de los estudiantes.

Para solucionar esta problemática, se propone la implementación de sistemas de energía solar fotovoltaica en las instituciones educativas, lo que permitirá garantizar un servicio continuo, seguro, asequible y no contaminante.

La energía solar es una fuente de energía renovable que no necesita ser extraída, transportada o quemada, y no produce emisiones de gases de efecto invernadero ni ruido. Además, contribuye a reducir las enfermedades relacionadas con la contaminación y minimiza el calentamiento global. En comparación con otras alternativas, la instalación de sistemas de energía solar resulta más ventajosa desde el punto de vista económico.

1.2.1 Contribución a la política pública

El presente proyecto, se articula con las disposiciones generales de los siguiente ODS:

Tabla 1

Objetivos de Desarrollo Sostenible

| OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE | | | |
|---|---|------------------|--|
| ODS | Descripción | Indicador | Meta |
| 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna | Este objetivo insta al desarrollo de una infraestructura y acondicionamiento de las | Porcentual | 7.1 De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos |

OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE

| ODS | Descripción | Indicador | Meta |
|-------------------------|--|------------------|---|
| | tecnologías existentes y en desarrollo para obtener energía limpia. | | asequibles, fiables y modernos 7.2. De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas. 7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética |
| 4. Educación de Calidad | Este objetivo procura el acceso de la educación de todas las personas de manera segura, abierta y adecuada | Porcentual | 4.1 De aquí a 2030, asegurar que todas las niñas y todos los niños terminen la enseñanza primaria y secundaria, que ha de ser gratuita, equitativa |

OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE

| ODS | Descripción | Indicador | Meta |
|-----|-------------|-----------|---|
| | | | y de calidad y producir resultados de aprendizaje pertinentes y efectivos 4.2 De aquí a 2030, asegurar que todas las niñas y todos los niños tengan acceso a servicios de atención y desarrollo en la primera infancia y educación preescolar de calidad, a fin de que estén preparados para la enseñanza primaria |

Nota: Elaboración propia (2023)

1.2.1.1 Contribución al Plan Nacional de Desarrollo

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad, se identifican las siguientes líneas estratégicas, Componentes y proyectos:

Tabla 2*Plan de Desarrollo Nacional*

| PLAN DE DESARROLLO NACIONAL | | | |
|---|--|------------------|--|
| Pacto por Colombia, pacto por la equidad (2018-2022) | | | |
| Línea estratégica | Componente | Indicador | Proyecto |
| Pacto Transversal | Calidad y Eficiencia de los Servicios Públicos | Porcentual | Implementar soluciones alternativas para el acceso a los servicios públicos en las zonas más apartadas. Mejorar la calidad y eficiencia de la prestación de los servicios públicos e implementar nuevas tecnologías en zonas rural y urbana. |

Nota. Elaboración propia (2023)**1.2.1.2 Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial**

Según el Plan de Desarrollo Departamental de Antioquia, Unidos por la vida, me permito articular el proyecto de la siguiente manera:

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Tabla 3

Plan de Desarrollo de Antioquia

| PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL | | | |
|---|--|------------------|--|
| Unidos por la Vida (2020-2023) | | | |
| Línea estratégica | Componente | Indicador | Programa |
| Línea 2. Nuestra Economía | 6. Unidos Por La Energía Sostenible Para El Desarrollo Territorial | Porcentual | 1. Unidos por la energía para la equidad territorial |

Nota: Elaboración propia (2023)

1.2.1.3 Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

A continuación, se relaciona el Plan de Desarrollo del Municipio de Puerto Nare, relacionando sus respectivas líneas estratégicas:

Tabla 4

Plan de Desarrollo Municipal

| PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL | | | |
|---|---|------------------|--|
| Unidos Construimos el Cambio (2020-2023) | | | |
| Línea estratégica | Programa | Indicador | Objetivo |
| Línea estratégica 3. Entre todos podemos mejorar en vivienda, con servicios | Fortalecimiento de prestadores de servicios públicos. | Unidad | Mejorar las condiciones urbanísticas del municipio, mediante |

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL

| | |
|----------------------|------------------------|
| públicos, con | la inversión en |
| infraestructura | infraestructura física |
| regional y local, en | para la construcción, |
| armonía con el medio | mejoramiento y |
| ambiente y con datos | adecuación del |
| de referencia. | equipamiento público. |

Nota: Elaboración propia (2023)

1.3 Participantes

Paso a seguir, se desarrollará el análisis de los cooperantes y beneficiarios, en donde se analizan cada uno de los que participan dentro del proyecto.

1.3.1 Identificación de los participantes

A continuación, se presenta los actores, entidades, posiciones intereses y contribuciones de los participantes:

Tabla 5

Actores

| Actor | Entidad | Posición | Intereses o Expectativa | Contribución o Gestión |
|---------------|--------------------------|-----------------|---|--|
| Departamental | Gobernación de Antioquia | Cooperante | Garantizar las actividades de generación de | Brindar asistencia técnica, legal y financiera en la |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Actor | Entidad | Posición | Intereses o Expectativa | Contribución o Gestión |
|--------------|--------------------------------------|-----------------|--|--|
| | | | energía de manera democratizada. | formulación de los proyectos. |
| Municipal | Municipio de Puerto Nare - Antioquia | Cooperante | Garantizar la prestación del servicio de energía de manera eficiente en la zona rural. | Brindar asistencia técnica, legal, administrativa y financiera en la formulación de los proyectos. |
| Otro | Empresas Públicas de Medellín | Cooperante | Manejo efectivo y eficiente del servicio de energía eléctrica. | Suministrar el servicio de energía. |
| Otro | Instituciones Educativas | Beneficiario | Disponer del servicio de energía eléctrica en las Instituciones Educativas Rurales. | Hacer uso eficiente de los sistemas construidos. |

| Actor | Entidad | Posición | Intereses o Expectativa | Contribución o Gestión |
|--------------|----------------|-----------------|--|---|
| Otro | Comunidad | Beneficiario | Disponibilidad permanente del servicio de energía eléctrica. | Hacer uso adecuado de los sistemas implementados. Realizar veedurías ciudadanas en la etapa de implementación del proyecto. |

Nota: Elaboración propia (2023).

1.3.2 Análisis de los participantes

Desde el acercamiento y socialización de la necesidad con la Secretaría de Educación del municipio de Puerto Nare, en compañía de las rectorías de instituciones educativas, líderes sociales y comunales se visualizó la problemática ante el municipio en aras de estructurar el proyecto y asegurar los canales respectivos tanto con el departamento como la empresa prestadora ser del servicio.

Dentro del ánimo del objeto del proyecto, se identifican los requerimientos y demandas futuras del uso de la energía eléctrica en las Instituciones Educativas Rurales, en donde se caracteriza por cada vereda y determina el requerimiento idóneo de cada institución.

En referencia al Plan de Desarrollo de la entidad territorial se insta a avanzar hacia una cobertura del servicio de energía más idónea, en donde las formas alternativas de generación

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

tengan su propio ecosistema para su desarrollo. Por tal razón, se tiene la expectativa producto de la socialización del proyecto ante la alcaldía municipal, representante del departamento y funcionario del epm, genere como resultado el apoyo e implementación del proyecto para asegurar la sostenibilidad del proyecto.

1.3.3 Población

La población afectada y objeto seleccionada para la aplicación del proyecto, corresponde a los habitantes del corregimiento de la Unión del Municipio de Puerto Nare, el cual se relaciona de la siguiente manera:

1.3.3.1 Población afectada por el problema

La población afectada, se encuentra entre las edades de 0 a 59 años de edad del corregimiento del corregimiento de la unión, en el municipio de Puerto Nare, Antioquia.

Tabla 6

Población Afectada

| Número de personas afectadas | Fuente de información |
|-------------------------------------|---|
| 1243 | Secretaría de Educación Municipio Puerto Nare |

Nota: Elaboración propia (2023)

1.3.3.2 Población objetivo de la intervención.

El rango de edades en la población objetivo corresponde a las mismas edades de la afectada, no obstante, dado a que la aplicación del proyecto se enfoca únicamente a tres instituciones, se relaciona el detalle de la población en la siguiente tabla

Población objeto:

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Tabla 7

Población Objeto

| Número de personas objetivo | Fuente de información |
|------------------------------------|---|
| 293 | Secretaría de Educación Municipio Puerto Nare |

Nota: Elaboración propia (2023)

1.3.3.3 Características demográficas de la población objetivo.

De acuerdo a los acercamientos con las entidades pertinentes, se relacionan la tabla N.º 6:

Tabla 8

Caracterización de la Población Objeto

| Clasificación | Detalle | Número de personas | Fuente de información |
|----------------------|----------------|---------------------------|---------------------------------|
| Edad (años) | 0-6 | 75 | Secretaría de Educación 07/2022 |
| Edad (años) | 7-14 | 92 | Secretaría de Educación 07/2022 |
| Edad (años) | 15-17 | 69 | Secretaría de Educación 07/2022 |
| Edad (años) | 18-26 | 47 | Secretaría de Educación 07/2022 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Clasificación | Detalle | Número de personas | Fuente de información |
|----------------------|----------------|---------------------------|---------------------------------|
| Edad (años) | 27-59 | 10 | Secretaría de Educación 07/2022 |

Nota: Elaboración propia (2023)

1.4. Objetivos

A continuación, se relacionan los objetivos propios del proyecto, los cuales permite subsanar y/o eliminar las causas que genera la problemática en la comunidad estudiantil

1.4.1 Objetivo general

Optimizar la prestación del servicio de energía eléctrica en establecimientos educativos rurales del corregimiento de la unión del municipio de Puerto Nare Antioquia.

1.4.1.1 Indicador de Seguimiento.

En la presente, se relaciona el indicador que permitirá realizar el debido seguimiento a la ejecución contractual.

Tabla 9

Indicador de Seguimiento

| Nombre del indicador | Unidad de medida | Meta |
|---|-------------------------|-------------|
| Instalación de plantas de energía solar en instituciones educativas rurales del | Unidad | 3 |

| Nombre del indicador | Unidad de medida | Meta |
|--|-------------------------|-------------|
| corregimiento de la Unión, municipio de Puerto Nare – Antioquia. | | |

Nota: Elaboración propia (2023)

.1.4.2 Objetivos específicos

Se presentan los objetivos específicos, con relación a su respectiva causa directa.

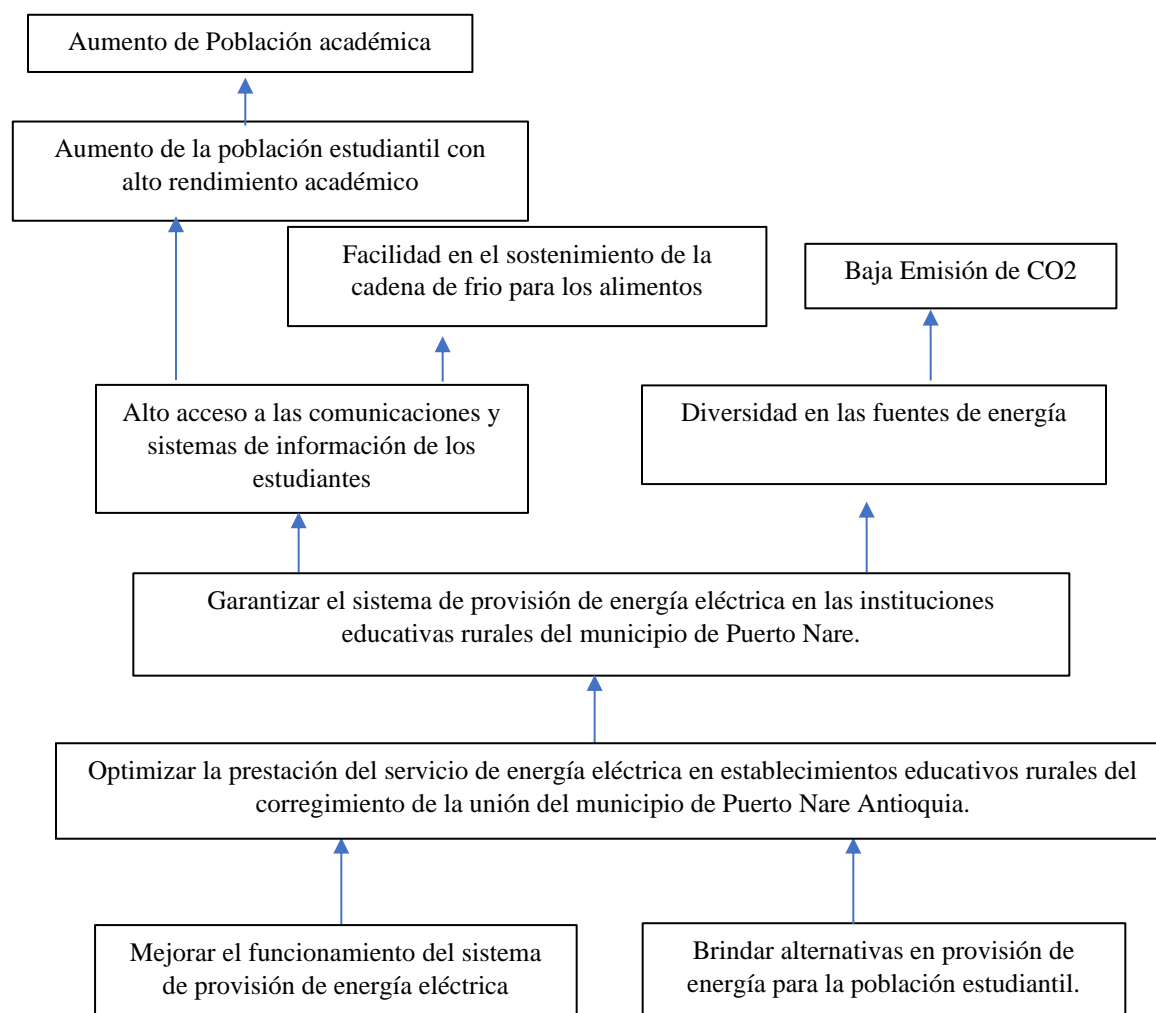
Tabla 10

Causas Directas Vs Objetivos Específicos

| Causas Directas | Objetivos específicos |
|---|---|
| 1. Deficiente sistema de provisión de energía eléctrica en las instituciones educativas rurales del municipio de Puerto Nare. | Garantizar el sistema de provisión de energía eléctrica en las instituciones educativas rurales del municipio de Puerto Nare. |
| 1.1 Inadecuado funcionamiento del sistema de provisión de energía eléctrica. | Mejorar el funcionamiento del sistema de provisión de energía eléctrica |
| 1.2 Limitadas alternativas de provisión de energía para la población estudiantil. | Brindar alternativas en provisión de energía para la población estudiantil. |

Nota: Elaboración propia (2023)

1.5 Diagrama del árbol de objetivos



Nota: Elaboración propia (2023)

1.6. Alternativas de la solución

A continuación, se presentan las siguientes alternativas consideradas:

Tabla 11*Alternativas de Solución*

| Ítem | Alternativa | Costo-Beneficio | Impacto Duradero | Viabilidad |
|-------------|--|------------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 | Construcción de Plantas Solares para la Generación de Energía. | Altos costos/Alto Beneficio | Alto | Si |
| 2 | Repotenciación y ampliación de las redes eléctricas de distribución de Energía en Media Tensión y Baja Tensión. | Altos Costos/Bajo Beneficio. | No presenta | No |
| 3 | Adecuación de plantas eléctricas usando combustible fósil como fuente generadora de energía eléctrica en escuelas. | Altos Costos/Bajo Beneficio | Bajo | No |

Nota: Elaboración propia (2023)

Entregadas las tres alternativas, en donde se viabiliza la opción de la construcción e instalación de las plantas solares de generación de energía eléctrica por sus altos beneficios y

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

fácil accesibilidad para las adecuaciones, se establecen los criterios de valoración de la siguiente manera:

Tabla 12

Criterios de Valoración

| Criterios de Valoración | | | |
|---|---|--|--|
| Social (30%) | Económico(C/B) (20%) | Ambiental (25%) | Propio (25%) |
| La valoración se fundamenta en el impacto social comunitario, promoviendo el uso adecuado de la infraestructura educativa y mejorando la calidad de vida de la comunidad. | Consiste en el análisis de costos y beneficios económicos asociados al mantenimiento de las alternativas. | La consideración del impacto ambiental asociado a la instalación y puesta en marcha del proyecto de generación de energía. | El criterio se basa en la valoración de la viabilidad técnica en el contexto de la comunidad, teniendo en cuenta la complejidad de este. |

Nota: Elaboración propia (2023)

De acuerdo con los criterios seleccionados se establece una escala de valoración para cada uno de ellos, siendo más relevante para la selección de la alternativa el criterio de viabilidad

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

social con un 30%, En segundo lugar, se pondera el criterio de Económico (costo/beneficio) con un 20%, una ambiental del 25% y un criterio de valoración propia del 25% con una calificación de 1 a 5.

Tabla 13

Matriz de Valoración

| Matriz de Valoración | | | | | |
|-----------------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|--------------|
| Alternativas | Impacto | Económico | Ambiental | Criterio | Total |
| | Social | | | Propio | |
| | 30% | 20% | 25% | 25% | 100% |
| 1 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4,3 |
| 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2,5 |
| 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 3,0 |

Criterios de Valoración

| | |
|---|----------------------|
| 1 | Impacto muy negativo |
| 2 | Impacto negativo |
| 3 | Indiferente |
| 4 | Impacto positivo |
| 5 | Impacto muy positivo |

Nota: Elaboración propia (2023)

La valoración se desarrolló con una escala del 1 a 5, donde valoraciones superiores a 4 se consideran de alto impacto; entre 3 y 3.9 indiferentes; e inferiores a 3 de impacto negativo. De

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

las tres alternativas, la alternativa Construcción de plantas solares obtuvo como resultado de la evaluación de 4.3 siendo clasificada como la alternativa de impacto positivo, por ende, la seleccionada. De acuerdo con la escala de evaluación, las demás alternativas no serán consideradas

2. Marco de Referencia

Durante el desarrollo de esta etapa, se trabajarán temas como los antecedentes y las bases teóricas, las cuales permitirán la comprensión de las situaciones y desarrollo asociado al modelo de la autogeneración.

2.1 Marco Contextual

Los cortes de energía eléctrica en las escuelas rurales de Puerto Nare impactan negativamente de forma significativa a su población, de tal forma que se puede interrumpir los siguientes aspectos:

Interrupción del proceso educativo: Los cortes de energía pueden interrumpir las actividades educativas diarias, lo que dificulta la enseñanza y el aprendizaje. Sin electricidad, los profesores pueden tener dificultades para utilizar recursos digitales, proyectores o equipos audiovisuales, lo que limita la calidad de la enseñanza. Además, los estudiantes pueden tener dificultades para realizar investigaciones en línea o utilizar computadoras.

Condiciones de estudio desfavorables: La falta de electricidad puede afectar las condiciones generales de estudio en las escuelas rurales. La iluminación inadecuada debido a la falta de energía eléctrica puede dificultar la lectura y el trabajo en el aula. Además, la falta de aire acondicionado o ventilación puede hacer que las aulas sean incómodas durante los meses más calurosos, lo que dificulta la concentración de los estudiantes.

Limitaciones en servicios básicos: Los cortes de energía también pueden afectar los servicios básicos en las escuelas rurales. es decir que la falta de electricidad puede impedir el funcionamiento de sistemas de agua potable, sistemas de calefacción o refrigeración, y la

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

capacidad de preparar alimentos en las cocinas. Estas limitaciones pueden tener un impacto en la salud y el bienestar de los estudiantes y el personal.

Dificultades en el uso de tecnología: En la actualidad, el uso de tecnología se ha vuelto cada vez más importante en la educación. Los cortes de energía pueden dificultar el acceso a computadoras, acceso a internet y uso de dispositivos electrónicos, lo que limita las oportunidades de aprendizaje digital y la adquisición de habilidades tecnológicas por parte de los estudiantes.

Impacto en la comunidad: Las escuelas rurales a menudo sirven como centros comunitarios y refugios durante situaciones de emergencia. Los cortes de energía pueden afectar negativamente la capacidad de las escuelas para proporcionar servicios esenciales a la comunidad en momentos críticos, como el suministro de alimentos, la carga de dispositivos móviles o la comunicación con las autoridades.

Para abordar estos impactos, la adecuación de sistemas solares fotovoltaicos puede ofrecer una solución viable. Al proporcionar energía eléctrica independiente de la red convencional, los sistemas solares fotovoltaicos pueden garantizar un suministro constante y confiable de electricidad en las escuelas rurales de Puerto Nare, lo que facilita el proceso educativo, mejora las condiciones de estudio, permite el uso de tecnología y fortalece la capacidad de las escuelas para servir a la comunidad en momentos de necesidad.

Los aspectos contextuales sobre la dificultad sobre el suministro de energía, presentan la siguiente estructura:

Análisis de las fallas y suspensiones de la energía convencional:

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Al realizar un análisis detallado sobre las fallas y suspensiones en el suministro de energía convencional, se identifica que las causas subyacentes de estas interrupciones, corresponden a una infraestructura obsoleta, a la falta de mantenimiento, la demanda excesiva y la dependencia de fuentes de energía inestables.

Evaluación de la viabilidad técnica y económica de la energía solar fotovoltaica:

Al evaluar la disponibilidad de los recursos solares en la región considerando la radiación solar promedio y los patrones climáticos locales, se comprueba la posible eficiencia del sistema, su eficiencia, vida útil y costos de instalación.

El análisis económico determina la rentabilidad a largo plazo de la inversión en energía solar fotovoltaica, considerando los costos de operación y mantenimiento, así como los posibles ahorros en la factura de electricidad.

Diseño y dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico:

Se determina la capacidad del sistema requerida para cubrir la demanda energética de la instalación, considerando las cargas eléctricas actuales y futuras.

Evaluar el tipo de sistema solar más adecuado, como sistemas conectados a la red eléctrica, sistemas de almacenamiento con baterías o sistemas híbridos.

Calcular el número de paneles solares necesarios, la capacidad del inversor y otros componentes del sistema.

Evaluación de la integración del sistema solar fotovoltaico:

Analizar la infraestructura existente y las posibles modificaciones requeridas para la integración del sistema solar fotovoltaico.

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Evaluar la viabilidad de la conexión a la red eléctrica existente, considerando los requisitos y regulaciones locales.

Diseñar sistemas de gestión de energía eficientes para optimizar la utilización de la energía solar generada y garantizar un suministro constante y confiable.

Evaluación de impacto ambiental y beneficios sociales:

Evaluar los beneficios ambientales derivados de la implementación de la energía solar fotovoltaica, como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la disminución de la dependencia de combustibles fósiles.

Analizar los posibles beneficios sociales y económicos para la comunidad local, como la creación de empleo y la reducción de la pobreza energética.

Marco regulatorio y políticas:

Investigar y comprender el marco regulatorio y las políticas energéticas vigentes en la región, incluidos los incentivos y subsidios disponibles para la implementación de sistemas solares fotovoltaicos.

Identificar posibles barreras legales o administrativas que puedan afectar la instalación y operación del sistema solar fotovoltaico.

2.2 Marco Legal

En Colombia, el marco legal de la energía fotovoltaica se encuentra regulado por varias leyes y regulaciones por lo que se mencionará las siguiente:

Ley 1715 de 2014: Esta ley establece las bases para la promoción de las energías renovables no convencionales en Colombia. Reconoce la importancia de diversificar la matriz energética y

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

fomenta la generación de energía a partir de fuentes renovables, incluida la energía solar fotovoltaica.

Ley 1717 de 2014: Esta ley establece los mecanismos de estímulo a las fuentes no convencionales de energía, incluyendo incentivos económicos y fiscales para proyectos de energías renovables, como la energía solar fotovoltaica.

Resolución CREG 030 de 2018: Esta resolución de la Comisión de Regulación de Energía y Gas establece los procedimientos para la conexión de generadores de energía renovable no convencional a la red eléctrica en Colombia. Establece los requisitos técnicos y administrativos para la interconexión y operación de sistemas fotovoltaicos.

Resolución CREG 036 de 2017: Esta resolución establece los criterios técnicos y administrativos para la medición de la energía generada por sistemas solares fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en Colombia. Define los requisitos para la medición neta y la compensación de excedentes de energía generada.

Decreto 348 de 2019: Este decreto regula el cargo por confiabilidad en el sector eléctrico colombiano. Establece los lineamientos para la participación de los generadores de energía renovable, como la energía solar fotovoltaica, en los mecanismos de remuneración por capacidad y servicios de respaldo.

Adicional a lo anterior, el ministerio de Minas y Energía mediante resolución implementó el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas en Colombia (RETIE), al cual rige cada una de las adecuaciones eléctricas mediante centro de inspección reglamentados por el Organismo de Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC).

2.3 Antecedentes

Según la proyección del Ministerio de Minas y Energía, respecto al crecimiento anual de la demanda energética ponderada para los próximos 14 años, será de 3.3%; no obstante, la base de la producción de la demanda proviene de técnicas de generación emisoras de CO₂ según la empresa XM.

Comprendiendo la realidad global del aumento de los consumos energéticos, la ONU en su agenda para el Desarrollo Sostenible 2030, impulsa la generación de energía mediante fuentes alternativas con baja emisión de contaminantes, por lo que el estado colombiano, proyectándose en la línea estratégica del Plan Maestro, se acoge a esta alternativa para impulsar el crecimiento nacional y tener una accesibilidad del 100%.

Según Rodríguez Murcia, H, en Desarrollo de la Energía Solar en Colombia y sus Perspectivas (2008, 29 diciembre) expresa que: “La ruralidad puede obtener su desarrollo energética, apoyados en las fuentes no limpias y renovables”, con ello se insta a la mejora en la calidad de vida para las zonas rurales mediante la ejecución de esta línea de programas.

El DNP mediante la metodología MGA-WEB, impulsa el desarrollo de programas que instan a las comunidades no interconectadas a la realización de proyectos basados en la utilización de celdas solares en las zonas no interconectadas, permitiendo tanto la participación ciudadana como la accesibilidad del recurso para la aplicación de estos, lo que lo posiciona como una alternativa seria, alcanzable y viable.

De igual manera, como muestra de la transformación y el impacto social y en la educación, los diversos desarrollos adelantados por planeadores e ingenieros que han desarrollado trabajos en el territorio colombiano, en el cual se destaca la construcción de una

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

planta generadora en el departamento de Casanare (2011) donde fueron la población ubicada en una Zona no Interconectada, fue beneficiada por alrededor de 40 escuelas, las viviendas habitacionales por alrededor de 2.000 unidades.

2.4 Bases Teóricas

Las energías renovables, son todas aquellas que se obtiene de fuentes naturales inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía potencia que contiene y las otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales, es decir que son medios de generación que respetan los ciclos mismo de la naturaleza, Algunas de las energías renovables más utilizadas según ADES Tempero Grupo son: *“Energía hidroeléctrica: Aprovecha la energía cinética del agua para producir electricidad mediante turbinas hidroeléctricas. Normalmente el agua es previamente embalsada en una cota elevada. Energía eólica: Transforma la energía cinética del viento en electricidad. Para ello se usan aerogeneradores o turbinas eólicas, que pueden instalarse formando grandes parques eólicos. Existen diferentes tipos de turbinas eólicas, como las turbinas eólicas pendulares, ofrece unas características muy ventajosas para la producción de energía eólica. Energía solar térmica: Utiliza la energía térmica del sol para calentar un fluido mediante colectores solares adecuados. Energía solar fotovoltaica: Transforma la luz del sol en electricidad mediante células fotovoltaicas. Pueden instalarse grandes parques solares fotovoltaicos, que en muchas ocasiones disponen de seguidores solares para aumentar su producción. Energía de la biomasa: Aprovecha la energía contenida en numerosos residuos orgánicos (agrícolas, forestales, ganaderos, industriales, etc.) o en cultivos específicos para ser utilizados con fines energéticos. Energía geotérmica: Aprovecha el calor existente en el subsuelo de determinadas zonas de la tierra, en especial cuando se presenta en forma de aguas termales”*.

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Dado el criterio de no afectación a los procesos naturales y la posibilidad de hacer uso de estos ya que nos pertenece a todos se introduce el concepto de democratización de los servicios.

La democratización de la energía hace que no existan usuarios prisioneros de las grandes industrias, supeditados siempre a sus disposiciones impuestas, replanteando así, un nuevo paradigma entre la relación Usuario-Consumidor y Usuario-Generador.

Asociado a lo anterior, La Fundación Renovables de España indica que: *“Democratizar la energía es potenciar un modelo que permita el acceso de la misma a los lugares más desfavorecidas. Democratizar la energía es convertir a los consumidores de hoy en productores, gestores y ‘usuarios’ de la energía. Democratizar la energía es posible porque los recursos renovables son muy diversos y están repartidos. Democratizar la energía es viable porque la tecnología para hacerlo está a nuestro alcance y con unos costes que siempre mantendrán la tendencia a la baja y más cuanto más se usen, todo lo contrario que los recursos fósiles. Democratizar la energía es necesario porque esa transición al nuevo modelo energético fundamentado en el ahorro, la eficiencia y las renovables conlleva un cambio de paradigma económico más cercano a los ciudadanos, más descentralizado, más justo y solidario”*.

El estado colombiano, entendiendo la necesidad de reestructurar los modelos actuales, reducir el impacto ambiental y promover el desarrollo de la utilización de fuentes no convencionales de la energía renovable, da inicio a la reglamentación de la ley 1715 del 2014, donde establece el marco legal y los instrumentos de promoción para el aprovechamiento de las fuentes alternativas, donde fomenta la inversión, la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias para el mejoramiento de la eficiencia energética y estableciendo líneas de acción.

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

A su vez, los investigadores Edwar Serna y Sebastián Maestre en la publicación del 19/12/2018, hablando sobre la ley 1715 del 2014 indican que: *“A raíz del contenido normativo de esta Ley, se abren las puertas para nuevos paradigmas y retos que surgen como resultado de una nueva reestructuración del sistema eléctrico nacional actual, atendiendo a las necesidades de las Zonas No interconectadas (Zni), incentivando la autogeneración de energía eléctrica por parte de cualquier particular, trayendo profundos impactos al sector industrial productor de energía eléctrica en sus diferentes niveles y en general, abriendo el espectro vigente a uno más amplio”*.

Mediante dicha implementación normativa, el estado asegura el acceso al servicio de energía de las poblaciones, mediante desarrollos adaptados a las condiciones propias de cada lugar con un bajo impacto en el ambiente.

Según La Unidad de Planeación Minero-Energética -UPME, en el documento Plan Energético Nacional Colombia: Ideario Energético 2050, expresa que la inversión para la aplicación de tecnologías renovables va decreciendo durante el tiempo en sistemas solares, desde \$76.67 en 1977, hasta \$0.36 dólares en el 2014.

A su vez indica que: *“los costos de la energía eólica mar adentro, han venido decreciendo, mientras que su eficiencia ha venido en aumento, lo cual ha generado un incremento en la implementación de dichos sistemas”*, logrando que la combinación de generación solar y eólica, en un modelo atractivo para la inversión.

Dado lo anterior, la posibilidad de la participación ciudadana para generar una capacidad instalada de KW/h podría ser asequible.

3. Preparación

La preparación, corresponde a estudio de necesidades, el análisis técnico de la alternativa, la cadena de valor, análisis de riesgos, la relación costo/beneficio, préstamo y por último la depreciación si fuere el caso.

3.1 Estudio de Necesidades

En la presente, se hace la respectiva descripción del bien o servicio, su medición, con su respectiva descripción.

Tabla 14

Estudio de Necesidades

| Bien o Servicio | Medido a través de | Descripción | Inicio de la Historia | Fin de la Historia | Último Año |
|---|---------------------------|--|------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Plantas Solares de Generación de Energía. | Número | La oferta corresponde a las plantas solares instaladas a nivel rural que cumple con las normas técnicas y sanitarias y a la demanda de las plantas solares de energía requerida por el mercado objetivo. | 2018 | 2023 | 2028 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Año | Oferta | Demanda | Difícil |
|------------|---------------|----------------|----------------|
| 2018 | 0 | 14 | -14 |
| 2019 | 0 | 14 | -14 |
| 2020 | 0 | 14 | -14 |
| 2021 | 0 | 14 | -14 |
| 2022 | 0 | 14 | -14 |
| 2023 | 0 | 14 | -14 |
| 2024 | 0 | 14 | -14 |
| 2025 | 0 | 14 | -14 |
| 2026 | 0 | 14 | -14 |
| 2027 | 0 | 14 | -14 |
| 2028 | 0 | 14 | -14 |

Nota. Elaboración propia (2023)

3.2 Análisis Técnico de la Alternativa

La alternativa consta de la instalación de plantas de generación de energía solar, como alternativa para asegurar la disponibilidad y cobertura del servicio de energía eléctrica en 3 establecimientos educativos rurales en el corregimiento de la Unión, del municipio de Puerto Nare.

Dicho planteamiento, procede bajo los lineamientos:

Estudio Técnico: Se explora los niveles de radiación solar, altura sobre nivel del mar, humedad relativa para determinar la configuración y aprovechamiento máximo de las condiciones ambientales. De igual manera, se evalúan los equipos eléctricos instalados en los establecimientos educativos, para detener la disposición final y los requerimientos nominales.

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Ajustes de Diseño: De los resultados obtenidos en el estudio técnico, se determina la cantidad de paneles necesarios para la generación solar y la distribución de las redes de energía. Por medio de software, se modelan o simulan para validar su operación y funcionamiento ideal y obtenido los resultados ideas, se procede a la entrega de los informes y documentos técnicos requeridos para asegurar el cumplimiento de la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG como garante del servicio y ante el ministerio de minas y energía mediante la resolución dada en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, así como la Norma Técnica Colombiana NTC 2050.

Adquisición de elementos: Obtenidos los documentos generales, se procede a la búsqueda de los paneles solares con la eficiencia indicada en las memorias y cálculos eléctricos de manera objetiva y acertada, asegurando su cadena de logística, con el ánimo de disponer de los elementos de manera oportuna.

Ejecución: Dicho desarrollo, se conforma por 2 paneles solares de 370 watt, con una potencia nominal de 740 watt. Los paneles solares se fijarán mediante una estructura metálica, que se elevará a un promedio de 2,5 metros sobre el suelo, por lo que se implementa un poste metálico de 4" sobre una base en concreto de 3000 p.s.i. Dicha estructura tendrá una distancia de promedio de 2 metros del edificio o estructura física en el establecimiento educativo.

Adicionalmente, el modelo incorpora un controlador MMPT de 30 amperios, el cual permite el aprovechamiento del sistema a sus valores nominales y a su vez, permite regular la energía del conjunto de paneles solares, que alimentan un banco de baterías, permitiendo su carga y descarga de manera forma efectiva y eficiente. Se implementará una batería de Ion-litio de ciclo profundo con capacidad de 105 Ah - 24 VDC \pm mínimo 3600 ciclos al 80% DOD.

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

La corriente generada desde el banco de baterías, circula por el inversor de 1000 watt, de onda completa sinusoidal, el cual permite la transformación de la Corriente Directa en Corriente Alterna con el nivel de tensión de 120 v nominales, la cual se puede distribuir para el conexasiónado de equipos, luminarias y electrodomésticos.

Para proteger el sistema de descargas atmosféricas, se implementa una Puesta a Tierra, mediante la instalación de una varilla de cobre desnuda de mínimo 2,4 m de longitud, la cual se entierra y mediante un cable físico, se conecta al sistema general.

Los dispositivos electrónicos y acumuladores estarán dentro de un gabinete metálico con un IP46, para uso exterior. De igual manera, en cada Institución Educativa se suministrará e instalará un cable Alimentador (Distribuidor), que permitirá la energización de tableros eléctricos y componentes electrónicos.

Control e Interventoría: Se validarán los datos nominales Vs los paneles, las estructuras y disposiciones generales en aras de comprobar el estricto cumplimiento de los diseños y las normas técnicas eléctricas

Pruebas y Puesta en Marcha: Se realizarán pruebas de generación, distribución y conexasiónada en cada establecimiento educativo, en donde se validarán los parámetros nominales de tensiones (Voltajes), Corrientes, resistencias de aislamiento, verificación de resistividad, entre otros.

Socialización y Entrega: Validados todos los parámetros técnicos y nominales, se realizará una capacitación para socializar el uso, mantenimientos, operación correcta de las adecuaciones generales. Más detalle entrega de memorias y refrigerios etc.

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

3.3 Localización

El proyecto que permite la continuidad del servicio en la prestación del servicio de energía se desarrollará en tres Instituciones Educativas Rurales del corregimiento de la Unión, pertenecientes al municipio de Puerto Nare, Antioquia.

3.3.1 Localización de la alternativa

Se presentan las generalidades de localización del proyecto a ejecutar.

Tabla 15

Localización

| Región | Departamento | Municipio | Centro | Localización |
|---------------|---------------------|------------------|---------------------------|--|
| | | | Poblado | Específica |
| Occidente | Antioquia | Puerto Nare | Corregimiento de la Unión | 6°11'4" Latitud Norte, 74°35'1" longitud Oeste |

Nota. Elaboración propia (2023)

3.3.2 Factores Analizados

Los factores analizados fueron:

Tabla 16*Factores*

| Factores asociados | Argumentación |
|--|---|
| Aspectos administrativos y políticos | las voluntades políticas dispuesta para la aplicación de proyectos que favorezcan la población. |
| Disponibilidad y costo de mano de obra | El municipio cuenta con el personal y mano de obra calificada para el desarrollo del óptimo donde el rendimiento será el proyectado. |
| Factores ambientales | Favorece la reducción local del Co2 en la zona |
| Medios y costos de transporte | Las veredas cuentan con el acceso vehicular en buen estado, por lo que no se tendrá dificultades en el transporte de materiales y personal. |
| Orden público | En la zona donde se desarrollarán los proyectos, no existe evidencia de grupo armado, por lo que la ejecución del proyecto sería de manera libre. |

Nota. Elaboración propia (2023)

3.4 Cadena de Valor

Luego del análisis realizado en el planteamiento del problema, se elige como alternativa de solución la adecuación de un sistema para la generación de energía eléctrica mediante la implementación de paneles solares.

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

El objetivo general definido consiste en incrementar el acceso de energía en las instituciones educativas rurales del corregimiento de la unión en el municipio de Puerto Nare, Antioquia, por lo que se presenta el siguiente relacionamiento:

Tabla 17

Cadena de Valor

| Objetivo General | Objetivo Específicos | Producto | Actividades | Insumo | Unid. | Cant | Valor Unidad | Valor Total |
|--|---|---|---|----------------------|-------|------|-----------------|----------------------|
| Optimizar la prestación del servicio de energía eléctrica en establecimientos educativos rurales del corregimiento de la unión del municipio de Puerto Nare Antioquia. | Garantizar el sistema de provisión de energía eléctrica en las instituciones educativas rurales del municipio de Puerto Nare. | Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas | Realizar ajustes técnicos y replanteo constructivo | M.O. Calificada | hora | 298 | \$ 77.477 | \$ 23.088.000 |
| | | | | M.O. No Calificada | hora | 47 | \$ 47.234 | \$ 2.220.000 |
| | | | | Maquinaria y Equipos | und | 1 | \$ 3.885.000 | \$ 3.885.000 |
| | | | | Transporte | und | 3 | \$ 999.000 | \$ 2.997.000 |
| | | | | Sub Total | | | | \$ 32.190.000 |
| | | | Realizar compras, implementación y puesta en operación de equipos generales | M.O. Calificada | hora | 522 | \$ 77.477 | \$ 40.404.000 |
| | | | | M.O. No Calificada | hora | 94 | \$ 47.234 | \$ 4.440.000 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Objetivo General | Objetivo Específicos | Producto | Actividades | Insumo | Unid. | Cant | Valor Unidad | Valor Total |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------|--|----------------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------|
| | | | | Materiales | und | 3 | \$ | \$ |
| | | | | | | | 88.260.540 | 264.781.620 |
| | | | | Maquinaria y Equipos | und | 3 | \$ 888.000 | \$ 2.664.000 |
| | | | | Transporte | und | 3 | \$ | \$ |
| | | | | | | | 3.620.295 | 10.860.885 |
| | | | | Sub Total | | | | \$ |
| | | | | | | | | 323.150.505 |
| | | | Instalar equipos asociado a la medida y la gestión de la energía | M.O. Calificada | hora | 229 | \$ 77.477 | \$ |
| | | | | | | | | 17.760.000 |
| | | | | M.O. No Calificada | hora | 244 | \$ 47.234 | \$ |
| | | | | | | | | 11.544.000 |
| | Mejorar el funcionamiento | | | Materiales | und | 3 | \$ | \$ |
| | | | | | | | 15.031.250 | 45.093.750 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Objetivo | Objetivo | Producto | Actividades | Insumo | Unid. | Cant | Valor | Valor Total |
|-----------------|--------------------|-----------------|---------------------------|------------------|--------------|-------------|---------------|--------------------|
| General | Específicos | | | | | | Unidad | |
| | del sistema de | | | Maquinaria y | und | 3 | \$ 851.000 | \$ 2.553.000 |
| | provisión de | | | Equipos | | | | |
| | energía | | | Transporte | und | 3 | \$ | \$ 7.770.000 |
| | eléctrica | | | | | | 2.590.000 | |
| | | | | Sub Total | | | | \$ |
| | | | | | | | | 84.720.750 |
| | | | Adecuar las instalaciones | M.O. | hora | 113 | \$ 77.477 | \$ 8.767.235 |
| | | | internas | Calificada | | | | |
| | | | | M.O. No | hora | 114 | \$ 47.234 | \$ 5.403.680 |
| | | | | Calificada | | | | |
| | | | | Materiales | und | 3 | \$ | \$ |
| | | | | | | | 3.089.500 | 10.118.774 |
| | | | | Maquinaria y | und | 3 | \$ 280.612 | \$ 841.835 |
| | | | | Equipos | | | | |
| | | | | Transporte | und | 3 | \$ 333.000 | \$ 999.000 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Objetivo General | Objetivo Específicos | Producto | Actividades | Insumo | Unid. | Cant | Valor Unidad | Valor Total |
|-------------------------|--|-----------------|---------------------------|--------------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| | | | | Sub Total | | | | \$ 26.130.524 |
| | | | Realizar la interventoría | M.O. Calificada | hora | 149 | \$ 77.477 | \$ 11.544.000 |
| | Brindar alternativas en provisión de energía para la población estudiantil. | | | Materiales | und | 3 | \$ 1.369.000 | \$ 4.107.000 |
| | | | | Transporte | und | 3 | \$ 555.000 | \$ 1.665.000 |
| | | | | Sub Total | | | | \$ 17.316.000 |
| | | | Realizar capacitaciones | M.O. Calificada | hora | 57,3 | \$ 77.477 | \$ 4.440.000 |
| | | | | Materiales | und | 3 | \$ 735.505 | \$ 2.206.514 |
| | | | | Transporte | und | 3 | \$ 1.110.000 | \$ 3.330.000 |
| | | | | Sub Total | | | | \$ 9.976.514 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Objetivo | Objetivo | Producto | Actividades | Insumo | Unid. | Cant | Valor | Valor Total |
|-----------------|--------------------|-----------------|---------------------------------|---------------|--------------|-------------|---------------|--------------------|
| General | Específicos | | | | | | Unidad | |
| | | | Gran Total Costo Directo | | | | | \$ |
| | | | | | | | | 493.484.292 |
| | | | Administración 10% | | | | | \$ |
| | | | | | | | | 62.134.020 |
| | | | Imprevistos 5% | | | | | \$ |
| | | | | | | | | 22.190.722 |
| | | | Costo Total | | | | | \$ |
| | | | | | | | | 577.809.034 |

Nota. Elaboración propia (2023)

3.5 Análisis de Riesgos

La adecuación de un sistema para la generación de energía eléctrica, implica un análisis de riesgos desde su propósito, sus componentes y sus actividades.

Este ejercicio conduce a la identificación de riesgos de los cuales existen financieros, administrativos, operacionales y asociados a fenómenos de origen natural: atmosféricos, hidrológicos.

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Uno de los riesgos más considerados, es el efecto causado por el retraso en el cronograma de ejecución y baja calidad; lo cual repercutirá en un bajo acceso a formación educación por parte de la población del municipio de Puerto Nare.

Tabla 18

Análisis de Riesgos

| Nivel de clasificación | Nombre | Descripción del riesgo | Tipo de riesgo | Probabilidad | Impactos | Efecto | Medida de mitigación |
|------------------------|--|---|-----------------------------|--------------|----------|-----------------------------|---|
| Objetivo General | Optimizar la prestación del servicio de energía eléctrica en establecimientos educativos rurales | La estrategia implementada para aumentar el servicio de energía no sea considerada por la administración (Poca Voluntad Política) | Financieros /Administrativa | Posible | Mayor | No realización del proyecto | Gestión del recurso internacionales departamentales y/o epm |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Nivel de clasificación | Nombre | Descripción del riesgo | Tipo de riesgo | Probabilidad | Impactos | Efecto | Medida de mitigación |
|------------------------|--|--|----------------|--------------|----------|--|---|
| Objetivo General | Optimizar la prestación del servicio de energía eléctrica en establecimientos educativos rurales | municipal, por lo que no se financie. Poca accesibilidad de materiales y equipos en el mercado general. | Operacional | Probable | Moderado | Atraso en el cronograma de actividades, entregas y puesta en operación | Gestiones de compra y logística eficientes y efectivas. |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Nivel de clasificación | Nombre | Descripción del riesgo | Tipo de riesgo | Probabilidad | Impactos | Efecto | Medida de mitigación |
|-------------------------------|---|---|---|---------------------|-----------------|--|--|
| Producto | Plantas de Generación de Energía Solar. | Mal uso de los equipos instalados para la generación de Energía | Operacional | Probable | Mayor | Discontinuidad en el servicio de energía | Orientación y preparación sobre el buen funcionamiento de la planta. Revisiones periódicas de supervisión de la operación del servicio. |
| Producto | Plantas de Generación de Energía Solar. | Daño en los paneles solares por tormentas eléctricas y/o | Asociados a fenómenos de origen natural | Probable | Catastrófico | Discontinuidad en el servicio de energía | Identificación y diseño adecuado para la instalación del sistema. |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Nivel de clasificación | Nombre | Descripción del riesgo | Tipo de riesgo | Probabilidad | Impactos | Efecto | Medida de mitigación |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| | | caída de árboles. | | | | | Compra de materiales de calidad. |

Nota. Elaboración propia (2023)

3.6 Ingresos y Beneficios

Los efectos positivos directos esperados con la ejecución de la alternativa seleccionada y la entrega del proyecto se materializan en los presente ingresos y beneficios económicos cuantificables en pesos de acuerdo con el estudio de mercado y la capacidad instalada de la infraestructura.

Descripción: Venta de energía eléctrica producida (KW/H).

Corresponde a la venta de energía eléctrica producida anualmente (23.136 kW//h), por el valor comercial de la misma (\$ 1.204) en relación a su proyección a quince años.

Tipo: Ingreso

Medida: KW/H

Bien: Energía Eléctrica.

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.79

Tabla 19

Generación Solar

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| Directo | Ingreso | Generación Solar | KW/H |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2022 | 0 | \$ 1.204 | 0 |
| 2023 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2024 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|---|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| Directo | Ingreso | Generación Solar | KW/H |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2025 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2026 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2027 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2028 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2029 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2030 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2031 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2032 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2033 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2034 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2035 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| 2036 | 23136 | \$ 1.204 | \$ 27.855.744 |
| Sub Total a Generación a 15 Años | | | \$ 417.836.160 |

Nota. Elaboración propia (2023)

Descripción: Valor del ahorro anual por la no compra de plantas eléctricas (\$ 27.578.100) y no mantenimiento periódico anual (\$ 3.500.000) que implicaría la solución del problema central mediante un grupo electrógeno con combustible fósil durante quince años.

Tipo: Beneficio

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Medida: Unidad

Bien: Plantas eléctricas.

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.79

Tabla 20

Compras y/o Mto. de Plantas

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|----------------|-----------------|--|-------------------------|
| Indirecto | Beneficios | Compras o alquiler de plantas eléctricas | Unidad |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2022 | 3 | \$ 27.578.100 | \$ 82.734.300 |
| 2023 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2024 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2025 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2026 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2027 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2028 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2029 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2030 | 3 | \$ 27.578.100 | \$ 82.734.300 |
| 2031 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2032 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2033 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|---|-----------------|--|-------------------------|
| Indirecto | Beneficios | Compras o alquiler de plantas eléctricas | Unidad |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2034 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2035 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| 2036 | 3 | \$ 3.500.000 | \$ 10.500.000 |
| Sub Total a Generación a 15 Años | | | \$ 301.968.600 |

Nota. Elaboración propia (2023)

Descripción: Corresponde a la cantidad de la reducción de las toneladas de CO2 al año (209.5), por el valor de la no emisión de la quema de combustibles fósiles en referencia a su valor de la compensación (76391) a quince años.

Tipo: Beneficio

Medida: Toneladas/Año

Bien: Bonos de Carbón.

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.80

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Tabla 21*Reducción CO2*

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| Externalidades | Beneficios | Reducción CO2 | Tonelada |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2022 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2023 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2024 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2025 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2026 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2027 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2028 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2029 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2030 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2031 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2032 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2033 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2034 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2035 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| 2036 | 209,5 | \$ 76.391 | \$ 16.003.915 |
| Sub Total a 15 Años | | | \$ 240.058.718 |

Nota. Elaboración propia (2023)

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Descripción: El beneficio consiste en la relación de la no compra de galones de combustibles fósiles por año, a su valor anual en quince años necesarios para la generación continua de energía eléctrica.

Tipo: Beneficio

Medida: Galón/Año

Bien: Insumos varios.

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.79

Tabla 22

Costo de Combustible

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|----------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|
| | | Reducción | |
| Externalidades | Beneficios | compra de combustible fósil | Galón |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2022 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2023 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2024 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2025 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2026 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|
| | | Reducción | |
| Externalidades | Beneficios | compra de combustible fósil | Galón |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2027 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2028 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2029 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2030 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2031 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2032 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2033 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2034 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2035 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| 2036 | 115440 | \$ 4.578 | \$ 528.484.320 |
| Sub Total a 15 Años | | | \$ 7.927.264.800 |

Nota. Elaboración propia (2023)

Descripción: Corresponde al costo evitado por la no compra de velas, para iluminar las aulas de clase en función del precio a pagar por vela.

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Tipo: Beneficio

Medida: Número

Bien: Otros

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.80

Tabla 23

Relación Compra de Velas

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| | | Reducción | |
| Externalidades | Beneficios | compra de velas | Número |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2022 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2023 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2024 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2025 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2026 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2027 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2028 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2029 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2030 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| | | Reducción | |
| Externalidades | Beneficios | compra de velas | Número |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2031 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2032 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2033 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2034 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2035 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| 2036 | 17214 | \$ 2.300 | \$ 39.592.200 |
| Sub Total a 15 Años | | | \$ 593.883.000 |

Nota. Elaboración propia (2023)

Descripción: Corresponde al costo evitado por la compra de baterías de energía, para el uso general de las aulas de clase en función del precio a pagar por batería.

Tipo: Beneficio

Medida: Número

Bien: Fabricación de dispositivos recorridos por una corriente.

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.79

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Tabla 24

Relación de Ahorro en Compra de Baterías

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| Externalidades | Beneficios | Reducción baterías | Número |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2022 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2023 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2024 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2025 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2026 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2027 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2028 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2029 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2030 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2031 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2032 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2033 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2034 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| 2035 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Efecto | Tipo | Nombre | Unidad de Medida |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| Externalidades | Beneficios | Reducción baterías | Número |
| Período | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
| 2036 | 16876 | \$ 3.100 | \$ 52.315.600 |
| Sub Total a 15 Años | | | \$ 784.734.000 |

Nota. Elaboración propia (2023)

Total, Ingresos y Beneficios

De acuerdo a las tablas anteriores, se presenta la integración con la finalidad de sintetizar y analizar de manera más optima.

Tabla 25

Totales, ingresos y Beneficios

| Período | Total, Beneficios | Total, Ingresos | Valor Total |
|----------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| 2022 | \$ 719.130.335 | \$ 0 | \$ 719.130.335 |
| 2023 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2024 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2025 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2026 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2027 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Período | Total, Beneficios | Total, Ingresos | Valor Total |
|---|------------------------------|------------------------|--------------------------|
| 2028 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2029 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2030 | \$ 719.130.335 | \$ 27.855.744 | \$ 746.986.079 |
| 2031 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2032 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2033 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2034 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2035 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| 2036 | \$ 646.896.035 | \$ 27.855.744 | \$ 674.751.779 |
| Sub Total a Generación a 15 Años | | | \$ 10.237.889.541 |

Nota. Elaboración propia (2023)

3.7 Préstamos

No Aplica para este proyecto

3.8 Depreciación

El proyecto incluye la adecuación de un sistema para la generación de energía mediante la implementación de paneles solares y sus diversos equipos. Estas inversiones se contemplan desde el periodo 0 y su vida útil se toma de acuerdo con el proyecto tipo del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2020).

Según estas variables, el valor de salvamento para los activos al final del periodo de evaluación del proyecto es de \$235.245.960, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 26*Depreciación*

| Descripción | Valor del Activo | Periodo de Adquisición | Concepto | Valor de Salvamento |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------|--|----------------------------|
| Paneles solares. | \$ 270.750.000 | 0 | Equipos y accesorios para la generación, distribución, conducción de energía | \$ 235.245.960 |
| | | | Total | \$ 235.245.960 |

Nota. Elaboración propia (2023)

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

4. Evaluación

Basados en la información anterior (cadena de valor, ingresos y beneficios y prestamos) relacionadas, se procede con la construcción de la evaluación económica, atañendo la consideración de la financiación del proyecto mediante el Sistema General de Regalías (SGR). Dado el cronograma proyectado, se plantea una alternativa que permite altos índices de sostenibilidad, eficiencia, rentabilidad e impacto social que favorecen al contexto inmediato.

4.1. Flujo económico

En la construcción del flujo económico, se considera la razón precio cuenta (RPC) relacionada en la Metodología General Ajustada (MGA).

Tabla 27*Flujo económico*

| P | Beneficios e ingresos (+) | Créditos (+) | Costos de Preinversión (-) | Costos de inversión (-) | Costos de operación (-) | Amortización (-) | Intereses de los créditos (-) | Valor de salvamento (+) | Flujo neto |
|----------|--|-------------------------|---|---|------------------------------------|-----------------------------|--|--|-------------------|
| 0 | | \$ 0 | \$ 0 | \$ 577.809.034 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 235.245.960 | -\$ 342.563.074 |
| 1 | \$ 719.130.335 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | | \$ 719.130.335 |
| 2 | \$ 719.130.335 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | | \$ 719.130.335 |
| 3 | \$ 719.130.335 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | | \$ 719.130.335 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| P | Beneficios e ingresos (+) | Créditos (+) | Costos de Preinversión (-) | Costos de inversión (-) | Costos de operación (-) | Amortización (-) | Intereses de los créditos (-) | Valor de salvamento (+) | Flujo neto |
|----------|--|-------------------------|---|---|--|-----------------------------|--|--|-------------------|
| 4 | \$ 719.130.335 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ | \$ 719.130.335 |
| 5 | \$ 719.130.335 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ | \$ 719.130.335 |
| 6 | \$ 719.130.335 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ | \$ 719.130.335 |
| 7 | \$ 719.130.335 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ | \$ 719.130.335 |
| 8 | \$ 719.130.335 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ | \$ 719.130.335 |
| 9 | \$ 719.130.335 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ | \$ 719.130.335 |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| P | Beneficios e ingresos (+) | Créditos (+) | Costos de Preinversión (-) | Costos de inversión (-) | Costos de operación (-) | Amortización (-) | Intereses de los créditos (-) | Valor de salvamento (+) | Flujo neto |
|----------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 10 | \$ | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ | |
| | 719.130.335 | | | | | | | | 719.130.335 |

Nota. Elaboración propia (2023)

4.2. Indicadores de decisión (Evaluación económica)

Los indicadores de decisión nos proporcionan información objetiva y cuantitativa sobre diferentes aspectos del proyecto, lo que permite tomar decisiones más informadas y fundamentadas.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) permite distinguir una favorabilidad objetiva, ya que se encuentra entre el rango establecido según el Departamento Nacional de Planeación (DNP), la cual es de 20.97% y su relación Costo-Beneficio de 1.44, lo que vislumbrar el prospecto constructivo para su ejecución e implementación.

Tabla 28

Indicador de Decisión

| Alternativas de solución | Indicadores de rentabilidad | | Indicadores de costo-eficiencia | | Indicadores de costo mínimo | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Valor Presente Neto (VPN) | Tasa Interna de Retorno (TIR) | Relación Costo Beneficio (RCB) | Costo por beneficiario | Valor presente de los costos | Costo Anual Equivalente (CAE) |
| 1. Sistema para la generación de energía | \$ 627.093.124,20 | 20,92% | 1,44 | \$ 1.881.279.372,60 | \$ 1.379.604.873,24 | \$ 104.515.520,70 |

Nota. Elaboración propia (2023)

5. Programación

En aras de garantizar el cumplimiento de los objetivos, se presenta la siguiente programación de actividades correspondiente a un periodo:

Tabla 29

Programación

| Producto: | Indicador: | Unidad de Medida: | Meta total: | Costo | Es Principal | Tiempo |
|---|-------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|---------------|
| Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas | Sistemas Construidos | Número | 3 | \$ 577.809.034,41 | si | 1 año |

Nota. Elaboración propia (2023)

5.1 Indicadores de producto

Para asegurar el desempeño del proyecto, se permite establecer el Indicador de producto de la siguiente manera, en relación a los parámetros obtenidos por la MGA WEB, para la implementación de las unidades de generación fotovoltaica en las tres instituciones educativas.

Tabla 30*Indicadores de Producto*

| Producto: | Indicador: | Unidad de Medida: | Meta total: | Costo | Es Principal | Tiempo |
|---|-------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|---------------|
| Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas | Sistemas Construidos | Número | 3 | \$ 577.809.034,41 | si | 1 año |

Nota. Elaboración propia (2023)

5.2 Indicadores de gestión

Dado el indicador de producto, se desarrolla un indicador de gestión que permita el desarrollo de las actividades contractuales, licitatorios y demás el cual asegura alcanzar el cumplimiento de las actividades del proyecto

Tabla 31*Indicador de Gestión*

| Indicador | Medido a través de | Código | Fórmula | Tipo de fuente | Fuente de Verificación |
|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------------------|--|
| Informes de interventorías realizados | Número | 9900G054 | Infraestructura de servicio público | Documento oficial | Se realizarán inspecciones mensualmente en un plazo de 12 meses, realizando actas e informes a cargo de interventor y director del proyecto. |

Nota. Elaboración propia (2023)

5.3. Fuentes de financiación

El proyecto contara como fuente principal de financiación al sistema general de regalías SGR – de Asignaciones directas a las entidades territoriales habilitadas para tal fin correspondiente a los recursos girados al municipio de Puerto Nare-Antioquia.

Tabla 32*Fuente de Financiación*

| Etapá | Entidad | Tipo Entidad | Tipo de Recurso | Periodo | Valor |
|--------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------|
| Inversión | Puerto Nare | Municipios | Asignación directa | 0 | \$ 298.714.000,00 |
| | Gobernación de Antioquia | Departamental | Fondo de desarrollo regional | 0 | \$ 248.974.100,00 |
| Operación | Empresas Públicas de Medellín | Institucional/ Organizacional. | Propios | 0 | \$ 30.120.934,41 |
| | Total, Inversión: | | | | \$ 577.809.034,41 |
| Total | | | | | \$ 577.809.034,41 |

*Nota. Elaboración propia (2023)***5.4. Matriz resumen del proyecto**

Considerando las generalidades del proyecto, se presenta una estructura de verificación de actividades con relación a sus responsables:

Tabla 33*Resumen del Proyecto*

| Resumen narrativo | Descripción | Indicador | | Fuente de verificación | | Supuestos |
|--|---|---|--------------------|------------------------|---|---|
| | | Nombre | Medido a través de | Tipo de fuente | Fuente | |
| Optimizar la prestación del servicio de energía eléctrica en establecimientos educativos rurales del corregimiento de la unión del municipio de Puerto Nare Antioquia. | Aumentar el acceso al servicio de energía eléctrica de las instituciones educativas en la zona rural del Municipio de Puerto Nare, Antioquia. | Cobertura del servicio de energía eléctrica en las instituciones educativas en la zona rural del municipio de Puerto Nare, Antioquia. | Porcentaje 95 | Documento oficial | Sistema único de verificación de servicios públicos | Contar con el apoyo técnico financiero de la entidad municipal para la financiación del proyecto. |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Resumen narrativo | Descripción | Indicador | | Fuente de verificación | | | Supuestos |
|-------------------|---|---|--------------------|------------------------|----------------|---|--|
| | | Nombre | Medido a través de | Meta | Tipo de fuente | Fuente | |
| | | | | | | | Se cuenta con un inventario amplio de los materiales e insumos para la realización del proyecto. |
| | 1.1 Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas | Unidades de generación fotovoltaica de energía eléctrica instaladas | Número de unidades | 3 | informe | Informe técnico de las unidades de generación fotovoltaicas instaladas. | Los cambios climáticos no causaran fuertes daños a los paneles fotovoltaicos. |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Resumen narrativo | Descripción | Indicador | | Fuente de verificación | | Supuestos | |
|-------------------|---|-------------------------------------|--------------------|------------------------|----------------|---|---|
| | | Nombre | Medido a través de | Meta | Tipo de fuente | | Fuente |
| 1.1.1 | 1.1.1 Realizar el estudio de localización y replanteo de obra (estudio técnico). | Informes de interventoría revisados | Número de unidades | 3 | informe | Informe técnico de las unidades de generación fotovoltaicas instaladas. | Se cuenta con vehículos apropiados para ingreso a la zona |
| 1.1.2 | 1.1.2 Realizar la implementación y puesta en funcionamiento de equipos para la operación fotovoltaica | Informes de interventoría revisados | Número de unidades | 3 | informe | Informe técnico de las unidades de generación fotovoltaicas instaladas. | Se cuenta con pólizas de cumplimiento y calidad. |

| Resumen narrativo | Descripción | Indicador | | Fuente de verificación | | | Supuestos |
|-------------------|---|-------------------------------------|--------------------|------------------------|----------------|---|--|
| | | Nombre | Medido a través de | Meta | Tipo de fuente | Fuente | |
| | 1.1.3 1.1.3 Instalar el sistema de medición y gestión de energía. | Informes de interventoría revisados | Número de unidades | 3 | informe | Informe técnico de las unidades de generación fotovoltaicas instaladas. | Se cuenta con pólizas de cumplimiento y calidad. |
| | 1.1.4 1.1.4 Construir las instalaciones internas | Informes de interventoría revisados | Número de unidades | 3 | informe | Informe técnico de las unidades de generación fotovoltaicas instaladas. | Se cuenta con pólizas de cumplimiento y calidad. |
| | 1.1.5 1.1.5 Realizar capacitaciones a la comunidad | Informes de interventoría revisados | Número de unidades | 3 | informe | Informe técnico de las unidades de generación | Adecuado uso de los usuarios con los |

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

| Resumen narrativo | Descripción | Indicador | | Fuente de verificación | | Supuestos |
|-------------------|-------------|-----------|--------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | | Nombre | Medido a través de | Tipo de fuente | Fuente | |
| | | | | | fotovoltaicas instaladas. | sistemas fotovoltaicos. |

Nota. Elaboración propia (2023)

Referencias

Corte Constitucional, Republica de Colombia (2015), *Sentencia T-761/15*.

<http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2015/T-761-15.htm>

De Otto, Sergio. (11 de marzo 2013). *La Democratización de la Energía*.

[https://fundacionrenovables.org/la-democratizacion-de-la-](https://fundacionrenovables.org/la-democratizacion-de-la-energia/#:~:text=Democratizar%20la%20energ%C3%ADa%20es%20potenciar,'usuarios'%20de%20la%20energ%C3%ADa)

[energia/#:~:text=Democratizar%20la%20energ%C3%ADa%20es%20potenciar,'usuarios'%20de%20la%20energ%C3%ADa](https://fundacionrenovables.org/la-democratizacion-de-la-energia/#:~:text=Democratizar%20la%20energ%C3%ADa%20es%20potenciar,'usuarios'%20de%20la%20energ%C3%ADa).

Departamento Nacional de Planeación. (s. f.). *Instalación celdas solares en zonas no*

interconectadas. Proyectos tipo dnp. Recuperado 14 de noviembre de 2022, de

https://proyectostipo.dnp.gov.co/index.php?option=com_k2&view=item&id=136:instalacion-celdas-solares-en-zonas-no-interconectadas&Itemid=213

Energías renovables: Energía eólica, energía solar, energía hidráulica y Off Grid. Ades aplicaciones de energía sustitutiva. Empresa. Energías renovables. (s. f.).

<http://www.ades.tv/es/empresa/energias-renovables/id/201>

García, L. (2020). *Cómo la falta de acceso a energía eléctrica obstaculiza el desarrollo en las zonas rurales* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia.

González, R. (2019). Retos de la electrificación rural en América Latina. *Revista de la Universidad de América*, 7(2), 75-90.

Ladino Peralta, r. e. (2011). *La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia*. [tesis maestría]. pontificia universidad javeriana.

Lechón, Yolanda., Cabal, Helena. (2019). *Perspectiva de Sustentabilidad en México*.

<http://www2.ciicap.uaem.mx/rs/archivos/libros/LIBRO4.pdf#page=5>

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

López, F. G., Tarí, E. J., Peña, A. M., Navarro, J. Á. P., Sánchez, I. T. & Boix, F. V. (2008).

Educación medioambiental (1.^a ed., Vol. 1) [Digital]. Alianza Editorial.

https://books.google.com.co/books?id=JDhoUfDmsvEC&pg=PA165&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Ministerio de Minas y Energía. (2015). Plan energético nacional Colombia: ideario energético 2050. en unidad de planeación minero energético. Recuperado 8 de noviembre de 2022, de https://www1.upme.gov.co/documents/pen_idearioenergetico2050.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (s. f.). *Proyección de Demanda*. Unidad de Planeación Minero Energético. Recuperado 14 de noviembre de 2022, de <https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia#:~:text=En%202021%2C%20e1%20consumo%20fue,fue%20del%205%2C24%25>.

NJ MED. (2022, 5 agosto). *The Global Movement for Our Children's Future- World Top 20 Project*. Educate Every Child on the Planet: The World Top 20 Project. https://worldtop20.org/global-movement?gclid=CjwKCAiA68ebBhB-EiwALVC-NhiAaqLj-MbkrAYi-AH3rPGEkV8VtaVojf7MwfuKSmZx5zMGi-RmwBoCvNQQA vD_BwE

Pinillos Naranjo, f. c., Pinillos -Santamaría, d. v. & Sandoval López, e. (2022). *diseño, suministro, instalación y puesta en marcha del suministro de energía eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos para 4 escuelas ubicadas en el municipio de Aguachica –cesar* [tesis especialización]. universidad piloto de Colombia.

Rodríguez Murcia, H. (2008, 29 diciembre). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas*. SciELO. <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12.pdf>

Generación de energía solar en IER corregimiento de la Unión, Puerto Nare

Serna, Edwar, Maestre, Sebastián, (19 de diciembre del 2018), Democratización de la producción de la energía eléctrica en Colombia a partir de la ley 1715 de 2014.

<https://revistas.unibague.edu.co/dosmiltresmil/article/view/137/202>

Transnationalinstitute, (11 de febrero 2016), *Hacia la democracia energética Debates y conclusiones de un taller internacional*. https://www.tni.org/files/publication-downloads/hacia_la_democracia_energetica.pdf

Unidad de Planeación Minero Energético, (2014), *Ley 1715 del 2014*.

http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf

Unidad de Planeación Minero Energético, (2015), *Plan Energético Nacional Colombia: Ideario Energético 2050*. https://www1.upme.gov.co/documents/pen_idearioenergetico2050.pdf

XM. (s. f.). *Factor de emisión de CO2 por generación eléctrica*. XM. Recuperado 14 de noviembre de 2022, de <https://www.xm.com.co/noticias/en-colombia-factor-de-emision-de-co2-por-generacion-electrica-del-sistema-interconectado>.