



**Universidad “José Martí Pérez” de Sancti Spíritus  
Facultad de Ciencias Técnicas y Económicas  
Departamento de Finanzas, Economía y Turismo**

## **Trabajo de Diploma**

**Título: Análisis del Costo-Beneficio Proyecto UNISS- FRE como apoyo al desarrollo local.**

**Autor: Leisy Isabel Muñoz Pérez**

**Tutora: MsC. Mailubys Pernas Díaz**

**Sancti Spíritus - 2023**

Copyright©UNISS

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, y se encuentra depositado en los fondos del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez” subordinada a la Dirección de General de Desarrollo 3 de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su publicación bajo la licencia siguiente:

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional

**Atribución- No Comercial- Compartir Igual**



Para cualquier información contacte con:

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez”.

Comandante Manuel Fajardo s/n, Olivos 1. Sancti Spíritus. Cuba. CP. 60100

Teléfono: 41-334968

## **DEDICATORIA**

Alcanzar un sueño siempre implica sacrificios, en los cuales involucramos a muchos para conseguir la meta, pero hay personas que necesitan ser convocados porque permanecen y brillan como las estrellas e incondicionalmente nos acompañarán.

Gracias a todos, pero de forma muy especial, comparto y dedico mis logros:

- ✓ A mi querida madre, que ahora reside en el cielo, te dedico esta tesis como testimonio de tu amor incondicional y de las valiosas lecciones que me enseñaste en la vida, aunque ya no estás aquí, tu presencia sigue siendo una fuente de fortaleza y determinación para mí.
- ✓ A mi abuela por ser mi guía y mi consuelo.
- ✓ A mi papá, hermanos, tíos, primos y amigos, por inspirarme cada día a ser alguien mejor.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecer, considero, es la mejor y más noble forma de retribuir la entrega y apoyo de maravillosas personas, que decisivamente colaboraron en el desarrollo y culminación de este gran empeño; por representar implicación compartida.

¡Muchas Gracias!...

- ✓ A mi mamá, por impregnarme su amor, la confianza y seguridad necesaria para alcanzar mis propósitos, por enseñarme que la vida es un regalo valioso que permite momentos tan grandes como este e implica sacrificios, pero que solo ha sido posible porque creíste en mí, trasmitiéndome tu espíritu, porque el logro es nuestro.
- ✓ A mi abuela, por disfrutar del cariño y el apoyo siempre, especialmente para alcanzar mis propósitos.
- ✓ A mis hermanos, por estar siempre a mi lado y representar el mejor regalo que me han dado mis padres.
- ✓ A mis tíos y primos, por estar presentes en cada momento de mi vida guiándome.
- ✓ A mi tutora MsC. Mailubys Pernas Díaz por su profesionalidad, por la confianza que me ha depositado, contribuyendo inigualablemente a la realización de este trabajo, representando uno de mis referentes en la profesión.
- ✓ A mi amiga Marcela que ha estado ahí a mi lado siempre.
- ✓ A mis compañeros de aula y de trabajo por dedicar parte importante de su tiempo para ayudar a convertir mis sueños en realidad.
- ✓ A todos los quiero y recuerdo, y los que no aparecen en estas hojas, ocupan de igual forma un lugar en mi corazón.

GRACIAS.

## **RESUMEN**

La energía solar fotovoltaica es una de las más utilizadas a nivel mundial producto a las grandes perspectivas que presenta en cuanto a la generación de electricidad, la fiabilidad a largo plazo de los módulos fotovoltaicos, así como su abaratamiento en los últimos años, aseguran la viabilidad de dicha energía. En Cuba actualmente se libra una batalla en cuanto al ahorro de energía debido al agotamiento de las reservas de combustible fósil, por lo cual una de las misiones de la Unión Eléctrica Nacional es la adquisición e instalación de Sistemas Fotovoltaicos Aislados. En el desarrollo del presente trabajo, se elaborará el análisis de costo- beneficio del Proyecto UNISS- FRE(Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez") como apoyo al desarrollo local, lo que permitirá evaluar desde el punto de vista técnico- económico la factibilidad de incrementar el uso de Fuentes Renovables de Energía (FRE). El informe está estructurado en dos capítulos, arribando a conclusiones y recomendaciones, todo apoyado en la introducción y una serie de anexos que respaldan la investigación

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL SOBRE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LOS ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA EVALUAR LA FACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO.....	5
1.1Las Energías Renovables.....	5
1.2 Contribución de las FRE a la mejora de la calidad de vida en ambientes rurales.....	13
1.3 Análisis Costo Beneficio.....	19
CAPÍTULO II. ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO DEL PROYECTO UNISS- FRE COMO APOYO AL DESARROLLO LOCAL.....	23
2.1Caracterización del Proceso Inversionista basado en FRE de la Empresa Eléctrica de Sancti Spíritus.....	23
2.2Análisis Costo Beneficio del proyecto UNISS- FRE como apoyo al desarrollo local.....	28
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES .....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS .....	57

## **INTRODUCCIÓN**

La energía es imprescindible para el avance de un país, tanto es así que la tasa de consumo energético está muy relacionada con el grado de desarrollo económico. Hoy en día el consumo de energía se ha vuelto un factor básico para muchos aspectos de la actividad y el progreso humano.

La participación de las tecnologías energéticas renovables crece a nivel mundial en 20% anual, si se tienen en cuenta todas sus manifestaciones. La mayoría de los países desarrollados invierten sumas millonarias para poner en explotación las diversas fuentes renovables de energía, por ser limpias y sobre todo sostenibles. Los mayores progresos se observan en las energías eólica y fotovoltaica. Avances importantes se aprecian en los biocombustibles y en el empleo de los desechos. Se puede afirmar, por tanto, que en no menos de diez años las fuentes renovables de energía serán las de mayor participación en el balance energético mundial.

Durante las últimas décadas la utilización de las energías renovables, también llamadas “energías verdes”, ha demostrado que se puede contribuir sustancialmente a favor de la solución de este problema, no solo basándose en criterios ecológicos, sino también por motivo de la estructura descentralizada de las energías renovables.

En Cuba históricamente la producción de energía eléctrica ha tenido como soporte principal la utilización de centrales termoeléctricas, que consumen actualmente alrededor del 40% de los combustibles derivados del petróleo, para generar más del 80% de la electricidad total producida en el país. Esta situación implica que la producción de energía eléctrica dependa de la capacidad para la importación de combustibles para lo cual se destina una parte importante de las divisas disponibles.

Nuestro país es rico en recursos energéticos renovables y pobre en los no renovables; el sol, el viento, la biomasa cañera y la hidroenergía son las fuentes a las cuales se les puede apostar con mayor certeza para la diversificación de la matriz energética, atada hoy día a los combustibles fósiles, pues solo el 4,5 % de la generación actual pertenece a energía renovable.

De los lineamientos, el artículo 202, de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución expresan la necesidad de potenciar el aprovechamiento

de las distintas fuentes renovables de energía, fundamentalmente la utilización del biogás, la energía eólica, hidráulica, biomasa, solar y otras; priorizando aquellas que tengan el mayor beneficio económico.

Con una disminución del 73% de su costo de generación desde 2010, la energía solar es una de las modalidades que ya ha demostrado resultados positivos en distintas partes del mundo, no sólo en proyectos a gran escala sino también para satisfacer las necesidades de los pueblos y las comunidades más alejadas y vulnerables

El Sistema Electroenergético Nacional (SEN) se encuentra enfrascado en una verdadera alfabetización solar. En este marco, Cuba ha iniciado con la instalación de Sistemas Fotovoltaicos Aislados (SFVA) de Conexión a Red por todo el país, la estrategia diseñada para enfrentar esta situación supone básicamente seguir avanzando en la producción petrolera, especialmente offshore, y elevar la generación eléctrica a partir de FRE a 24% del total hacia 2030. El desarrollo de estas últimas requiere inversiones que se estiman en 3 700 millones de dólares, las que suponen también la participación de financiamiento foráneo y créditos intergubernamentales para llevarlas a cabo.

“El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) trabaja desde hace décadas a nivel mundial con el objetivo de fortalecer las capacidades nacionales y locales que permitan avanzar en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), fundamentalmente “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”. Dentro de las acciones y programas que desarrolla el PNUD en Cuba se encuentra, el Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo 2014-2018 (MANUD), incluye el desarrollo económico sostenible y la sostenibilidad ambiental y gestión de riesgo de desastres como dos de las cuatro prioridades en apoyo a las estrategias nacionales presentadas, que están en línea con los ODS y con otros compromisos asumidos por el país, en el marco de las cumbres y conferencias de las Naciones Unidas

El presente Proyecto se enmarca en el sector focal 2 (Medio Ambiente y Cambio Climático: Apoyo a una mejor utilización de los recursos naturales claves para el Desarrollo Sostenible) del Programa Indicativo Multianual 2014-2020 de la UNE para Cuba y busca apoyar la implementación de la Política Energética de Cuba.

En este contexto, la UNE ha sido designada como actor clave de este proyecto, teniendo la experiencia adquirida en el programa de electrificación rural de las viviendas cubanas, que persigue reducir el éxodo de la población rural y fomentar así la producción de alimentos, a la vez que apuesta por una alternativa de generación de energía eléctrica amigable con el medio ambiente, cabe entonces el planteamiento del problema científico siguiente:

¿Cómo contribuir a la toma de decisiones en materia de política económica inversionista para la Unión Eléctrica, en el Proyecto UNISS- FREE como apoyo al desarrollo local?

**Objeto de investigación:**

Proceso Inversionista en la Empresa Eléctrica Provincial de Sancti Spíritus.

**Campo de Acción:**

Información referente al proceso inversionista de la instalación de los nuevos SFVA en las comunidades.

Para dar respuesta a estas inquietudes científicas el presente trabajo se propone los siguientes objetivos:

**Objetivo general:** Evaluar la factibilidad técnica, económica y financiera del Proyecto UNISS- FRE mediante el análisis del Costo - Beneficio como apoyo al desarrollo local.

**Objetivos Específicos**

1. Sistematizar los fundamentos teórico de la investigación a partir del estudio de las bases conceptuales que sustentan la Energía Solar Fotovoltaica y los Estudios Costo - Beneficio.
2. Diagnosticar el estado actual del Proyecto de UNISS- FRE como apoyo al desarrollo local
3. Evaluar los resultados del análisis económico financiero realizado al Proyecto de UNISS- FRE como apoyo al desarrollo local

**Idea a defender:** Si se elabora el análisis Costo - Beneficio teniendo en cuenta la metodología vigente, entonces se podrá evaluar desde el punto de vista técnico- económico la factibilidad de invertir en el Proyecto UNISS- FRE como apoyo al desarrollo local.

**Métodos empleados:**

Los métodos a utilizar están relacionados con: histórico-lógico, en el análisis de la documentación y la literatura. El análisis-síntesis, inducción-deducción y el enfoque sistémico que permitieron el estudio de los métodos y técnicas para el análisis de los indicadores económicos y financieros. Y durante la investigación se utilizó la observación directa.

## **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL SOBRE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LOS ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA EVALUAR LA FACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO.**

Cuba como país subdesarrollado, ha empezado a transformar su economía con el objetivo de disminuir los consumos excesivos de petróleo, buscando energías alternativas, que sustituyan la dependencia económica que tiene sobre este combustible y disminuya a la vez, la carga contaminante que genera la producción de electricidad a partir de esa fuente de energía.

La energía solar fotovoltaica cumple con las necesidades del dinámico mundo de hoy, siendo un recurso inagotable, que no genera contaminación ambiental y que se encuentra en constante evolución. La misma cuenta con una gran versatilidad, pues se puede acomodar en dependencia de las características de la carga para ser más eficiente y mejor utilizada.

En este capítulo se caracteriza la energía solar fotovoltaica como energía renovable, se hace referencia a la contribución de dichas energías en las comunidades rurales y se muestran los fundamentos teóricos de los Estudios de Costo- Beneficio que fundamentan la necesidad y viabilidad de la inversión.

### **1.1Las Energías Renovables.**

Las energías renovables, sin duda, se han convertido en parte integrante de las acciones prioritarias en el combate contra la crisis ambiental que estamos viviendo, sin embargo, aún no llegamos a comprender a fondo su viabilidad y las ventajas que ofrecen para el medio ambiente.

Para comenzar, debemos entender por energías renovables a las energías que se obtienen de fuentes naturales que virtualmente se consideran inagotables, ya sea por su propia naturaleza o debido a un adecuado aprovechamiento, de manera que puedan suplir a las fuentes de energías convencionales como el petróleo, el gas natural y la combustión de carbón, generando una posibilidad de renovación y, por ende, un menor efecto negativo al ambiente.

Como bien sabemos, el consumo de energía cada vez es mayor y necesario. Exige gran demanda en muchas de nuestras actividades diarias y por ello se convierte en un medidor de progreso y desarrollo económico y social. Por lo anterior, es una prioridad incluir dentro de las agendas ambientales de todos los países, la consideración de fuentes de energía renovable que nos permitan

no solo evitar y disminuir la contaminación y el deterioro ambiental, sino, además, fomentar un continuo crecimiento económico que cubra la demanda energética y que nos permita realizar nuestras actividades y reducir o eliminar el consumo innecesario desarrollando una conciencia de ahorro energético.

La consideración de fuentes de energía renovable respetuosas con el ambiente incluye al sol (energía solar), al viento (energía eólica), al calor de la tierra (energía geotérmica), a los ríos y corrientes de agua dulce (energía hidráulica), a los mares y océanos (energía mareomotriz) y a las olas (energía undimotriz). Específicamente la energía solar, la eólica y la hidráulica han constituido una parte considerable de la energía utilizada por el ser humano desde tiempos remotos, por lo que no es de sorprender que hoy en día se siga recurriendo a estas fuentes para la obtención de energía.

El uso de fuentes de energía convencionales hoy día como el petróleo y el carbón implica problemas de agravamiento progresivo contra la contaminación, la perforación de la capa de ozono y el aumento de los gases de efecto invernadero, los cuales a su vez contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. Por ello, es menester contemplar energías alternativas que, si bien también son objeto de polémica y crítica, implican el uso de la misma naturaleza y sus elementos.

Lo que hay que entender antes de explicar el uso de energías renovables, así como su fomento y regulación, es el hecho de que todas las fuentes de energía, cualquiera que éstas sean, alternativas o convencionales, involucran cierto grado de impacto ambiental y desventajas. Éstas implican una inversión inicial que muchas veces supone un gran movimiento de dinero y que, en un primer momento, las hace parecer no rentable. Además, no siempre se dispone de ellas al instante, sino que hay que esperar a que haya un almacenamiento suficiente. También es cierto que vienen a ser parte de un plan de acción urgente que debe ponerse en práctica para evitar las posibles graves consecuencias de nuestra ausencia de medidas para combatir la crisis ambiental y climática actual, ya que hasta el momento representan la alternativa de energía más limpia, pues son más respetuosas con el ambiente, generan una gran cantidad de puestos laborales, desarrollan la economía de la zona en la que se instalan, generando beneficios ambientales inclusive para

todo el planeta, y su inversión inicial se ve superada por los beneficios económicos que traen a futuro.

Es decir, el problema de las energías renovables radica en el esfuerzo y en las grandes inversiones necesarias para desarrollar proyectos rentables relacionados con éstas, sin embargo, hay que entender que todas las formas de energía son caras pero con el paso del tiempo las fuentes de energía actuales basadas en combustibles fósiles se vuelven más costosas, en tanto que las energías renovables se van haciendo menos caras debido a tres razones primordiales; primero, a que una vez construida la infraestructura, el combustible será gratis, ya que fuentes como el sol y el viento proporcionan combustible gratuito ilimitado; segundo, a que las tecnologías de las energías renovables están siendo mejoradas rápidamente optimizando continuamente su eficiencia y reduciendo costo; y tercero, a que el mundo cada vez asume de manera más notoria el compromiso de transferirse a las energías renovables, lo que añadirá más incentivos para la investigación y desarrollo, con el fin de aumentar su proceso de innovación.

Es menester que estemos conscientes de que, para cubrir nuestras necesidades en este mundo de continuo desarrollo, debemos implementar inmediatamente aquellas tecnologías que nos permitan estar al nivel de un crecimiento económico en un ambiente de sustentabilidad.

Sin duda alguna, aunque falta un camino largo por recorrer, Cuba se consolida como uno de los países más activos en la XVI Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP16), lo que impulsa a nuestro país a ser un terreno fértil y próspero para la implementación de proyectos ambiciosos en materia de energía renovable, tanto por iniciativa nacional como a través de cooperación con otros países. Esto nos permite recobrar la confianza en materia de energías renovables, ya que demuestran la viabilidad de proyectos relacionados con éstas y más importante aún, el compromiso de empresas y países para hacer de las energías alternativas una inversión sustentable.

Los Parques Solares Fotovoltaicos conectados a la Red Nacional es una estrategia de nuestro país en aras de ahorrar la importación de portadores

energéticos y de esta forma dar valor de uso a terrenos baldíos que por sus características no son aprovechables en la agricultura, el incremento del fondo habitacional y el desarrollo de la infraestructura industrial.

Una de las prioridades de la Política del Estado Cubano obedece al Lineamiento No. 247 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en el VII Congreso del PCC que plantea "...Potenciar el aprovechamiento de las distintas fuentes renovables de energía, fundamentalmente la utilización del biogás, la energía eólica, hidráulica, biomasa, solar y otras; priorizando aquellas que tengan el mayor efecto económico...".

En la actualidad el país tiene instalados unos cinco mil 881 MW, 14 veces más que el existente al triunfo revolucionario, mientras que no se dispone de un sistema único con líneas que llegan hasta las zonas más intrincadas de los campos y montañas cubanos. En tanto se desarrolla la electrificación alternativa como fuente renovable con el propósito de electrificar al 100% de las viviendas en Cuba, los beneficiados con esta modalidad de electrificación pueden poner en uso dentro de cada hogar un televisor de tecnología LED, cinco lámparas con tubos fluorescentes y un radio o equipo de audio.

Lo anterior garantiza la electrificación rural, una prioridad del Estado cubano en aras de brindar a la población el derecho a servicios básicos como el uso de la corriente, derecho que se veía limitado ya que solo contaba con electricidad el 94% de la población según el censo de población y vivienda de 2012.

Teniendo en cuenta las indicaciones del Consejo de Ministro la Unión Eléctrica, y el plan de inversiones aprobado para las inversiones en la Fuentes de Energías renovables, con el propósito de cumplir con la política de mantener la electrificación de 100% de las vivienda en Cuba, incluidas aquellas que se encuentran en zonas intrincadas o alejadas de las redes eléctricas de distribución, se hace necesario la gestión de la importación de 5 mil módulos de paneles solares fotovoltaicos y lograr una contratación eficiente, eficaz y observando todas la regulaciones establecidas por el Ministerio de Comercio Exterior para la concertación de contratos de Compraventa Internacional de

Mercancía, y lograr adquirir los productos o bienes que estén autorizados en el nomenclador de importación aprobado.

Con el objetivo de que todos los cubanos dispongan del servicio eléctrico por alguna vía, lo cual se ha venido concretando a partir de la electrificación con paneles solares fotovoltaicos de las últimas 17 mil 614 viviendas pendientes según la información que ofrecen las autoridades del gobierno y el partido por el censo población de 2012, ubicadas fundamentalmente en lugares intrincados. Hasta octubre de 2015 los paneles fotovoltaicos conectados a la red han generado un total de 23,459.7 MWh. Solo durante el año 2015 esta energía ahorró al país un total de 6,334 toneladas de combustibles aproximadamente y ha dejado de emitir 18, 767 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, según datos del Instituto de Hidroenergía Nacional, entidad encargada de fomentar dicha práctica en Cuba.

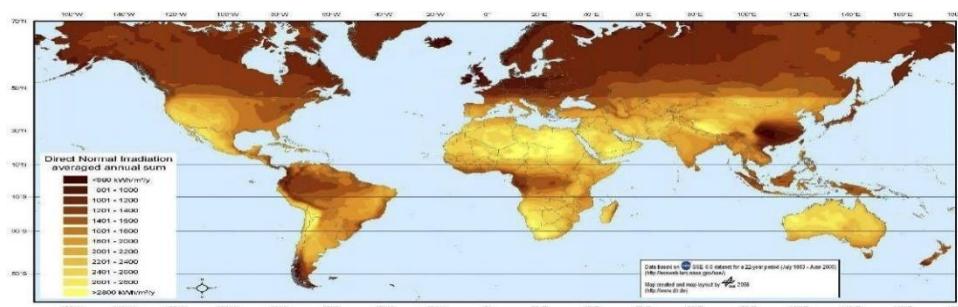
Cuba busca fomentar las energías limpias en nuestro archipiélago, sumándonos de forma activa y concreta, al llamado internacional de organizaciones, gobiernos progresistas, mujeres y hombres de buena fe, a cuidar nuestro planeta tierra, tan urgido de evitar agresiones de cualquier tipo que lo afecten y degraden aún más. En correspondencia con el Decreto Presidencial No. 3 del 11 de diciembre de 2012, se creó una comisión gubernamental para la elaboración de la política para el desarrollo perspectivo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía. Esta política está basada en el cambio de la matriz energética cubana: las fuentes renovables de energía (FRE) tienen hoy una participación en ella de solo el 4 % y se pretende alcanzar el 24 % para el año 2030. En el caso de la energía fotovoltaica se pretende instalar 700 MWp de potencia, para lo que ya se ha construido un grupo de instalaciones en explotación a lo largo y ancho del país.

Del sol provienen todas las fuentes de energía que empleamos, incluidas la de combustibles fósiles, la hídrica y la eólica, solo que es diferente el tiempo de acumulación de esa energía. La fotovoltaica, puede emplearse prácticamente de modo instantáneo. El sol es un gran reactor de fusión nuclear, con muy altas temperaturas en su centro y una enorme potencia de radiación. A la superficie de la tierra llega solo una parte de ella, ya que, por un lado, solo se ilumina la

mitad del planeta, y por el otro, al penetrar en la atmósfera, parte de la radiación solar: se refleja de nuevo al espacio, se absorbe y/o se dispersa.

Como promedio, a toda la superficie terrestre llega desde el sol una energía 6 mil veces mayor que la que se consume en todo el mundo, o sea, en algo más de una hora, llega una energía similar a la electricidad que se consume por todo nuestro planeta en un año.

La radiación solar que incide en la tierra (figura1.1) depende de la latitud del sitio: mientras más cerca del ecuador, la luz incide de forma más perpendicular en la tierra, es decir con una intensidad más alta, por otro lado, como la posición de la tierra con respecto al sol cambia constantemente, el ángulo de incidencia de la luz solar sobre la superficie cambia según la hora del día y según el día del año. Por eso, la orientación y la inclinación de la superficie determinan la cantidad de energía solar que recibe.



**Figura 1.1: Irradiación directa normal mundial.**

Según el Mapa de Radiación Solar Promedio en Cuba (figura1.2), en la formación de las características del clima, es determinante la radiación solar que incide sobre la superficie de nuestro país. La radiación solar anual de Cuba es de unos 1 825kWh/m<sup>2</sup> /año, y se caracteriza por una buena presencia de esta radiación en todo el país; para más del 90 % del territorio nacional la radiación solar fluctúa en más de 5 kWh / día.



**Figura 1.2: Irradiación directa en Cuba.**

Las ventajas del empleo de energía fotovoltaica son indiscutibles: es renovable, está disponible para todo el planeta, su conversión es instantánea, la inmensa mayoría no tiene partes móviles, es modular, se aplica lo mismo a un reloj, una calculadora, un techo o una gran planta fotovoltaica, se traslada fácilmente, se instala rápidamente, se abarata continuamente, genera hidrógeno combustible al pasar la corriente por el agua, posee bajos costos de operación y mantenimiento, emplea poca agua, se limpia prácticamente con la lluvia, es versátil, silenciosa, implica poco riesgo tecnológico, ofrece la posibilidad de añadir nuevos módulos al sistema, no contamina, ni contribuye al calentamiento global.

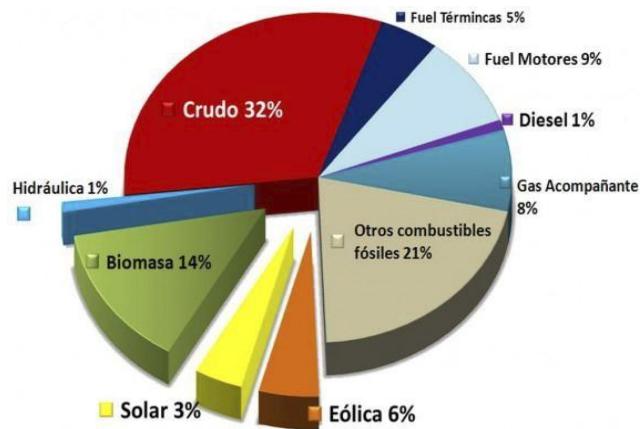
En Cuba existe experiencia, desde los años 80 del pasado siglo, en el uso de la radiación solar para generar electricidad, con enclaves aislados en comunidades rurales intrincadas y diversos objetivos económicos, ya para el año 2012, las instalaciones fotovoltaicas sumaban en total 3 MW en unos 9000 sistemas fotovoltaicos de baja potencia, casi todas remotas, no conectadas a red, en lugares aislados donde no llega la red eléctrica (escuelas, consultorios y casas) con una gran repercusión social. Pero, el motor impulsor del desarrollo mundial en esta rama ha sido la energía fotovoltaica conectada a la red.

En nuestro caso la red eléctrica llega a más del 96 % de la población, por lo que es la vertiente que puede significativamente dar su aporte para disminuir la quema de combustible fósil en función de la generación eléctrica y puede tributar, paulatinamente, a una independencia electro energética, junto con las otras fuentes renovables de energía.

En el 2013, se dio un buen salto al instalarse 11 MW en Parques FV, conectados a la red, para finales de 2015 la potencia fotovoltaica acumulada alcanzó los 22 MW y el año anterior se construyeron nuevos Parques fotovoltaicos en varias provincias, con lo cual se elevó a cerca de 43 MW la capacidad instalada en el país, tendencia que debe ir aumentando de acuerdo con la voluntad existente y con los planes aprobados por el país, relacionados con las FRE.

La matriz energética de Cuba (figura 1.3) está soportada en aproximadamente un 4,5 % sobre fuentes renovables de energía, dependiendo casi totalmente de

combustibles importados para la generación si a esto se le suma los problemas que acarrea esta dependencia como, el alto costo promedio de la energía entregada y la contaminación ambiental que trae consigo la quema de dichos combustibles. Esto nos permite darnos cuenta por qué la necesidad inmediata de un cambio tanto de mentalidad como de matriz energética.



**Figura: 1.3 Matriz energética actual de Cuba.**

La Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en el VII Congreso del PCC y dando cumplimiento al lineamiento 202 que establece: “Acelerar el cumplimiento del Programa aprobado hasta 2030, para el desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía”. Durante el periodo 2015 – 2030 se prevé alcanzar un 24 % de generación a partir de las Fuentes Renovables de Energía. Para ello se pretende instalar en el país:

633 MW en Parques Eólicos.

700 MW en Parques Solares Fotovoltaicos.

56 MW en Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

755 MW en biomasa cañera y no cañera.

Las inversiones necesarias en el desarrollo de las fuentes renovables de energía ascienden a 3,700 millones de dólares que se buscará financiar a través de créditos gubernamentales conveniados con otros países y la inversión extranjera directa. El objetivo de este plan es alcanzar una potencia pico instalada de 1,670.4 MW a través de las Fuentes Renovables.

No hay duda de que la estrategia energética de Cuba se dirige hacia una energía limpia, segura y sustentable, o lo que es lo mismo, hacia las fuentes

renovables de energía. Constituye una necesidad impulsar el aprovechamiento de esas fuentes energéticas para sustituir los combustibles fósiles expuestos a la subida de sus precios y específicamente la reducción a la dependencia de los combustibles importados dado el bloqueo económico, comercial y financiero de Estados Unidos contra Cuba.

### **1.2 Contribución de las FRE a la mejora de la calidad de vida en ambientes rurales.**

Las FRE representan hoy una salida sostenible no solo para el incremento de la demanda energética que se proyecta, sino también para reemplazar gradualmente la dependencia de las fuentes agotables. Su trascendental característica de regeneración tras ser utilizada, ya sea de manera natural o artificial, las pondera positivamente frente a las no renovables. Es por ello que el IR en la ME global ha ido en aumento, aunque todavía el grado de representatividad de las mismas en relación con el total de las fuentes, no alcanza los niveles que se requieren para enfrentar responsablemente la degradación ambiental existente ni los estándares de soberanía energética que permitan cumplir, a gran escala, los compromisos de cada nación con los ODS. La contribución de las FRE a la mejora de la calidad de vida, con énfasis en el ámbito rural resulta innegable. Estas familias son consideradas como unidades de explotación familiar o unidades económicas rurales (UER). Para ellas, su medio de vida es la explotación fundamentalmente de la tierra, que es su principal medio de producción y la agricultura como actividad económica. El destino de esa producción y del excedente económico, va dirigido esencialmente al autoconsumo y al mercado de consumo productivo y social, por lo que resulta vital desarrollar una actividad agrícola eficiente en la que los mecanismos de desarrollo de la agricultura no respondan a los mismos esquemas del desarrollo industrial.

La relación de la energía (a partir de FRE) y la mejora de la calidad de vida es observable desde las propias dimensiones del desarrollo, ya que en dicha relación se evidencia, principalmente, un carácter económico, social y medioambiental, dentro de los que se encuentran (REN21, 2016):

- ✓ Elementos económicos: incremento sostenido de las inversiones para adiciones de capacidad de energía destinadas al uso de las renovables (ver anexo 1), lo cual ha estado respaldado por un mejor acceso al

financiamiento. Estas acciones aseguran también el problema de la seguridad de los suministros energéticos donde las FRE contribuyen a la disminución de la dependencia tecnológica y estabilizan el suministro esencial para alcanzar los ritmos crecientes en las diferentes economías. Por otra parte, el uso de tecnologías basadas en FRE representan un ahorro a partir de los beneficios económicos por la sustitución de toneladas (t) equivalentes de petróleo, lo cual contribuye al aprovechamiento más racional del recurso agotable. Estos beneficios se ven favorecidos por el aumento de la rentabilidad de las tecnologías renovables, las cuales presentan avances tecnológicos y aprendizaje capitalizado que repercuten en costos menores de adquisición y explotación de las FRE, según declaró en el año 2016 el Área prospectiva para la energía eléctrica (APEE, 2016), ver anexo 2. La rentabilidad de las FRE se ve positivamente reflejada en las iniciativas de políticas aplicadas que van desde políticas de impulso del mercado, políticas de arrastre del mercado y las megapolíticas que incluyen normas de cartera de renovables, tarifas reguladas y mecanismos de licitación, entre otras (Hamrin, 2000).

- ✓ Elementos sociales: destacan la contribución de las FRE al pleno acceso a los servicios públicos esenciales e influyen en los modos de asentamiento en el territorio (flujos migratorios y la movilidad), el crecimiento de la necesidad de acceso a una energía modernizada e infraestructura competitiva con difusión tecnológica, entre otras. Favorecen el acceso al mercado laboral (en el año 2016 dicha contribución a nivel mundial fue del 5%, elevándose a 8,1 millones de puestos de trabajo directos e indirectos), (REN21, 2016).
- ✓ Elementos medioambientales: la mitigación de los daños causados al medio ambiente ya que contribuyen a asegurar un medio ambiente menos contaminado a través de la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otras emisiones perjudiciales que manifiestan como consecuencia el cambio climático, las emisiones de gases de efecto invernadero y recalentamiento de la Tierra. Otro aspecto de carácter ambiental radica

en la necesidad de internalizar las externalidades como los impactos sobre la salud, los ecosistemas, los materiales y el clima.

Estos elementos favorecen el desarrollo de políticas encaminadas a fortalecer la capacidad de energía renovable en el mundo, a partir de las fuentes hidráulica, eólica, bioenergía, solar fotovoltaica (SFTV), entre otras (REN21, 2016). El sector eléctrico domina el entramado de políticas en las cuales el calentamiento y enfriamiento unido al combustible para el transporte conforman los principales usos de las energías limpias, ver anexo 3.

El propósito final de energizar el medio rural, así como aumentar las capacidades instaladas en las zonas rurales energizadas parcialmente, no es solo aumentar la soberanía energética<sup>1</sup> del país. También se requiere dotar a estos predios de condiciones para su reproducción natural y económica, dado el progresivo carácter mercantil de la economía campesina<sup>2</sup> y su participación en la producción exportable y el consumo nacional interno (Donéstevez, 2006). A su vez, se recaba la necesidad de aumentar el acceso a servicios domésticos y sociales, para lo cual la asistencia energética constituye un pilar fundamental capaz de gestar capacidades endógenas que se conviertan en facilitadoras del mejoramiento de la calidad de vida. Algunos de los impactos más inmediatos de la llegada de energía para estos predios son el acceso a servicios básicos de cocción de alimentos, alumbrado, bombeo de agua, salud, educación, entre otros. Todo lo anterior se encuentra contenido en la política económica y social del gobierno cubano y debe ser gestionado a partir de sus estructuras locales.

Al cierre del año 2020 la ONEI declara la existencia de aproximadamente 15 000 viviendas rurales que aún no reciben esta asistencia energética (ONEI, 2020). Aunque ellas representan el 1% en relación con el total de usuarios de la electrificación, para el Estado cubano reviste peculiar trascendencia dotarlos de este servicio por su efecto multiplicador en la calidad de vida de su población. La carencia energética que prevalece en estas zonas, acentúa las desigualdades en cuanto a las oportunidades para la autotransformación de la calidad de vida (Louro, 2014).

Sin embargo, este escenario rural posee un conjunto de factores económicos, ambientales, sociales, culturales, tecnológicos e institucionales en los que la limitada disponibilidad de energía repercute de forma directa. Resaltan el hecho de disponer de un desarrollo económico limitado, poco diversificado e incluso indefinido, carencia de servicios básicos, existencia de problemas ambientales e insuficiente fortalecimiento de la gobernabilidad local para gestionar con integralidad el desarrollo sostenible (Guzón y Careni, 2010; Iñiguez, 2012; Martín, 2013 y Louro, 2014, Martínez, 2015).

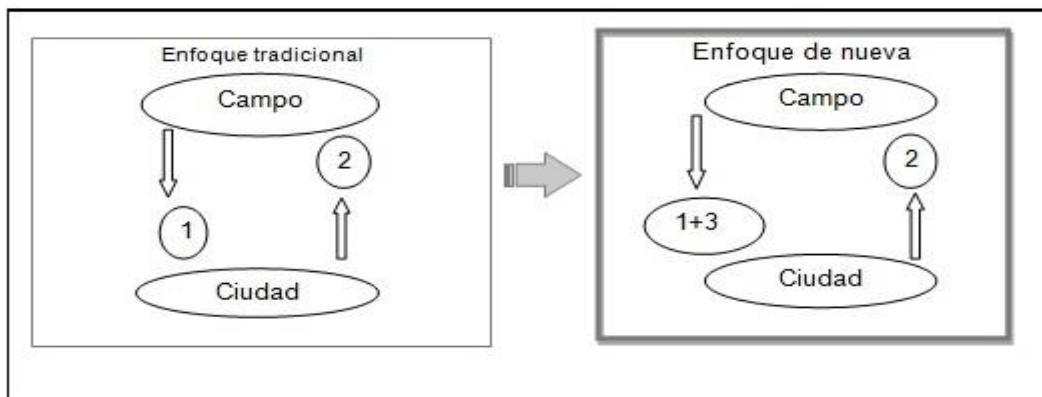
A pesar de esta situación, las nuevas potencialidades que se le confieren al nivel territorial como parte de la actualización del modelo económico, ubican a estas zonas en capacidad de transformar su realidad socioeconómica a partir de la interconexión que condiciona la energización entre lo urbano y lo rural (Arronte, 2016). Energizar la franja rural con tecnologías basadas en las FRE no asegura generación de desarrollo automáticamente; otros problemas vinculados al carácter participativo en la dirección a escala local y el suficiente empoderamiento de sus actores y líderes de cada comunidad deberán jugar un rol significativo, aun no desplegado en buena parte de la geografía cubana, por el sello de «lo urgente» que ha signado la gestión de los gobiernos locales.

La dotación de tecnologías energéticas basadas en FRE a estos predios rurales, les crea condiciones básicas que favorecen no solo el crecimiento socioeconómico de las UER, sino que además posibilitan la elevación de las oportunidades de intercambio con los espacios periurbanos y urbanos; a la vez que mejoran aspectos en la convivencia familiar individual y colectiva (Olalde y col., 2016; González, 2017). Este aporte subyace en el desarrollo de las fuerzas productivas gracias a la llegada de la energía; las relaciones de producción que asimilan tecnologías más eficientes y hacen posible que el modo de producción pueda ser más humanizado y garante de mejores oportunidades para el crecimiento de la riqueza social (González, 2019).

Esta subordinación del desarrollo con la energía (y con las tecnologías que usan las FRE para el medio rural especialmente) se ve reflejada en la articulación funcional entre el campo y la ciudad desde dos aristas: (1) la articulación tradicional y (2) la nueva funcionalidad (Schejtman y Berdegué, 2004), ver Figura 1.4.

La articulación tradicional reconoce el intercambio de recursos naturales, alimentos y materias primas (en la figura 1.4 representado por el círculo 1), mientras que la ciudad le retribuye al campo con bienes, servicios y espacios de comercialización. Este enfoque se asienta en las débiles posibilidades del medio rural para incorporar valor al fruto del trabajo, así como la imposibilidad de desarrollar un comercio competitivo dado la ausencia energética.

No obstante, su validez en las condiciones actuales radica en que intenta rescatar la importancia relativa de los factores como la tierra y el trabajo (Muñoz y Kabaghe, 2007).



**Figura 1.4 Representación de las aristas tradicional y nueva funcionalidad en el enfoque territorial del medio rural.**

**Fuente:** tomado de González (2018).

En resumen, la contribución de las tecnologías a partir de las FRE como vía de energización para las zonas rurales de Cuba busca generar desarrollo en sus tres dimensiones críticas. En la DE la energización de estos espacios va dirigida a rescatar la política agrario-ganadera como base productiva fundamental de estas zonas, a la vez que permite su diversificación con la incorporación de nuevas actividades (Olalde y González, 2016).

Desde la perspectiva socialista, el salto a una mejora en la calidad de vida con visión de desarrollo, plantea la solución de las contradicciones esenciales entre trabajo manual e intelectual. Solo se puede liberar trabajo manual y dar el salto hacia trabajos mecanizados, automatizados, si se eleva la productividad con asimilación de una base energética más eficiente, y creando una infraestructura en cuya base es vital la electrificación.

Con ello se benefician todas las formas de gestión del campesinado, ya sean Cooperativas de Producción Agropecuarias (CPA), Cooperativas de Crédito y

Servicio (CCS) o Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), las cuales constituyen las principales estructuras organizativas de la producción en el entorno rural cubano. En su relación con los medios de producción fundamentales y la explotación de la tierra, el acceso a la energía contribuye a elevar los rendimientos agrícolas ya que la socialización de estos favorece el desarrollo de las fuerzas productivas y del progreso técnico. Dichos aspectos le otorgan beneficios al proceso de producción en la economía campesina convirtiéndolo en un proceso combinado social donde la cooperación ínter e intrarramal juega un papel relevante.

Por otra parte, los actuales mecanismos de gestión de estas formas de gestión de campesinado, enmarcadas en la estructura agraria, al presentar relativa independencia, aunque son reguladas por la sociedad, demandan de la introducción de nuevas tecnologías (entre ellas energéticas), para asumir con mayor éxito los compromisos de producción contenidos en los planes de producción (González, 2018).

En opinión de la autora, dadas las características geográficas, Cuba posee las condiciones objetivas para combinar las distintas formas de generación eléctrica. A partir del uso de tecnologías que utilizan las FRE, se puede contribuir a la energización de las zonas rurales en general (González, 2018). Para ello dispone de los tres factores necesarios para el salto en la ME: la fuente inagotable de energía, el potencial humano y un enfoque de desarrollo que promueve la sostenibilidad.

Las FRE no solo deben ser vistas como alternativas de energización para aquellos asentamientos que no han sido electrificados sino como soluciones socioeconómicas que permiten la reanimación de estos espacios. Los gobiernos locales y las estructuras del consejo popular (CP) deben encauzar acciones energéticas hacia el logro de la mejora de calidad de vida y el rescate de la competitividad local.

Dicha estrategia, integrada con el ordenamiento territorial y las estrategias de desarrollo a nivel territorial permitirán un salto positivo en los estándares de vida de la población rural cubana. Pero estas decisiones deben ser racionalmente evaluadas (con enfoque económico), sin soslayar la contribución

de las FRE a las demás dimensiones del desarrollo (social y ambiental), a partir de la contribución integral de estas fuentes al medio ambiente rural.

### **1.3 Análisis Costo-Beneficio**

El Análisis Costo-Beneficio es el proceso de analizar las decisiones de un negocio, así como el conjunto de procedimientos analíticos que permiten evaluar y ofrecer alternativas diferentes para tomar la mejor decisión al proporcionar tratamiento a un problema. Entendido como una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo, costo y tiempo invertido. Se supone que todos los hechos y actos pueden evaluarse bajo esta lógica; aquellos donde los beneficios superan el costo son exitosos, en caso contrario, fracasan.

Cuando una decisión está bajo consideración, el costo de una opción se resta del beneficio de la misma. Dentro del ámbito de la teoría de la decisión esta técnica importante que pretende determinar la conveniencia del proyecto y a su vez poder estimar el impacto financiero acumulado de lo que se quiere lograr.

El proceso involucra, ya sea explícita o implícitamente, un peso total de los gastos previstos en contra del total de los beneficios previstos con el fin de seleccionar la mejor opción o la más rentable. Su propósito es saber si se continúa o no operando en la misma forma en que se venía haciendo.

Cualquier análisis de costo- beneficio es resultado de muchos cálculos. El director del negocio deberá poner todos los costos y beneficios en el análisis para evitar el riesgo, donde si se hacen omisiones, las implicaciones podrían ser graves. El análisis de beneficio-costo también necesitará mirar al futuro para reducir gastos.

El Análisis de Costo-Beneficio involucra los siguientes 6 pasos:

1. Llevar a cabo una lluvia de ideas o reunir datos provenientes de factores importantes que afecten positiva o negativamente cada una de sus decisiones.
2. Determinar los costos relacionados (directos e indirectos) por cada factor. Algunos costos, como la mano de obra, serán exactos, mientras que otros deberán ser estimados.
3. Sumar los costos totales para cada decisión propuesta.
4. Determinar los beneficios (directos e indirectos) por cada factor.
5. Efectuar una relación de los costos y beneficios totales.

6. Comparar las relaciones Beneficios a Costos para las diferentes decisiones propuestas. La mejor solución, en términos financieros, es aquella con la relación más alta beneficios a costos.

Al interpretar el resultado de la relación Costo-Beneficio hay que tener en cuenta que si el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una comunidad.

Si el proyecto genera riqueza con seguridad traerá consigo un beneficio social. Si el resultado es igual a 1, los beneficios igualan a los sacrificios sin generar riqueza alguna. Por tal razón sería indiferente ejecutar o no el proyecto.

El análisis Costo-Beneficio debe incluir un resumen ejecutivo donde se presenten de manera breve los aspectos más relevantes, como lo son: las necesidades a cubrir o la problemática que se pretende resolver, las razones por las que la solución escogida es la más conveniente para resolver dicha problemática, mencionando sus indicadores de rentabilidad y los riesgos asociados a su ejecución. En aras de determinar la efectividad de cualquier procedimiento se debe tener en cuenta siempre sus beneficios y posibles costos asociados en su aplicación, ya que su puesta en marcha, muy complicada o muy costosa no es factible realizarla. Para conocer su factibilidad se le debe realizar un análisis costo-beneficio para confrontar sus ventajas con sus desventajas, y así tener un criterio comparativo para tomar la decisión de aplicarlo o no.

El autor (Valle 2016) reflexiona que el análisis de Costo-Beneficio es el acercamiento de la escala de peso para la toma de decisiones. Todos los elementos positivos (los movimientos de efectivos y otras ventajas intangibles) se ponen en un lado del equilibrio, y todos los elementos negativos (los costos y las desventajas) se ponen en el otro. Cualquiera que sea el peso, el que obtenga el mayor gana. Se debe utilizar el análisis costo-beneficio al comparar los costos y beneficios de las diferentes decisiones. Un análisis como este puede no ser por sí solo una guía clara para tomar una buena decisión.

Los recursos siempre tienen limitaciones, y por lo tanto las entidades deben considerar lo relativo a los costos y beneficios derivados de establecer

controles. Para determinar si se debe establecer un control particular, debe considerarse el riesgo de fallar y el efecto potencial sobre la entidad, junto con los costos relacionados con el establecimiento de un control nuevo. La medición de costo y beneficios para la implantación de controles se hace con diferentes niveles de precisión. Generalmente, es fácil tratar con el lado de costos de la ecuación, considerándose todos los costos directos asociados con la institucionalización de un control, los cuales pueden cuantificarse de una forma precisa si son medibles de manera práctica.

### **Importancia del análisis Costo-Beneficio**

El análisis de Costo-Beneficio pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto.

Se utiliza el análisis Costo-Beneficio, en la medida en que un proyecto se establece, en términos de beneficio acumulados y el costo en el cual se incurrirá. El proyecto se puede justificar únicamente si los costos son menores a los beneficios, es decir, si la relación beneficio-costo es mayor a 1. Cuando se están evaluando alternativas en el sector privado, sus costos y beneficios se basan principalmente en el punto de vista de la empresa u organización que está haciendo el análisis.

Otra consideración importante para el estudio de cualquier proyecto es desarrollar una base de referencia para identificar el impacto del mismo sobre la nación o cualquier sub-unidad involucrada y de ahí la importancia de un estudio de comportamiento de la ocurrencia en la cooperativa, sin el análisis del proyecto.

Debido a que el análisis Costo-Beneficio trata de ayudar el proceso de cualquier entidad privada o pública, no se puede olvidar que la promoción del bienestar general debe reflejar los múltiples objetivos de la sociedad. Además, es importante que los términos de beneficios que tiene un valor en el mercado, se representen en valores monetarios.

El esquema general para el análisis costo-beneficio se puede resumir de la siguiente manera: Para determinar el costo neto para quien respalda la idea, se deben identificar y clasificar los desembolsos requeridos y los ingresos que van

a obtenerse. Estos ingresos por lo general representan el ingreso por venta o servicios prestados, generados por el proyecto. (Acosta, 2011)

## **CONCLUSIONES PARCIALES CAPÍTULO I**

Mediante la búsqueda bibliográfica realizada en este capítulo se llega a las siguientes conclusiones:

1. Las Energías Renovables constituyen una alternativa para satisfacer el crecimiento de la demanda energética dado el agotamiento de los combustibles fósiles.
2. Con el proceso de actualización del modelo económico cubano y el reordenamiento que ha traído aparejado en varios sectores del desarrollo nacional, la actividad de Proceso Inversionista en Cuba fortalece y amplía su estrategia de trabajo en aras de justificar procesos inversionistas para elevar la eficacia y eficiencia.

## **CAPÍTULO II. ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO DEL PROYECTO UNISS- FRE COMO APOYO AL DESARROLLO LOCAL.**

Este capítulo presenta una caracterización del proceso inversionista basado en la FRE de la Empresa Eléctrica de Sancti Spíritus a su vez se muestra el análisis del costo y los beneficios del proyecto de inversión y colaboración UNISS- FRE como apoyo al desarrollo local, el cual permitirá evaluar desde el punto de vista económico financiero la viabilidad del mismo.

### **2.1Caracterización del Proceso Inversionista basado en FRE de la Empresa Eléctrica de Sancti Spíritus.**

La Empresa Eléctrica de Sancti Spíritus tiene como objeto social la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica en esa provincia. A ella se subordina la Unidad Empresarial de Base FRE (UEB-FRE), que tiene como misión la instalación, el mantenimiento y la explotación de los parques solares (SFV) que se conectan para inyectar energía solar en forma de electricidad al Sistema Electroenergético Nacional.

El plan de ejecución de inversiones en proceso de la Empresa Eléctrica de Sancti Spíritus para el año 2023 lo conforman 22 programas de ejecución, de ellos cinco (5) son nominales, trece (13) no nominales y cuatro (4) de plan de preparación. Se adiciona a este programa la instalación de sistemas aislados de paneles solares a las viviendas que por el lugar donde están ubicadas no llegan las redes eléctricas como parte del programa de resiliencia energética y atención al sector campesino.

Cambiar la matriz energética a asentamientos que hoy reciben la energía eléctrica a través de grupos electrógenos que demandan gran cantidad de diésel y se encuentran ubicados en zonas de difícil acceso a pesar del ahorro de combustible fósil mejoran la calidad de vida de los residentes ya que logran mantener el servicio eléctrico 24 horas y la variante anterior a mayor costo solo recibían 6 horas diarias. Téngase en cuenta que, el sector renovable de la provincia de Sancti Spíritus, se caracteriza por el empleo de 4 fuentes energéticas fundamentales: Solar fotovoltaica, hidráulica, bioenergía y eólica. De ellas, la primera es la líder y la última es la más limitada. Según datos de 2020, esta provincia es la segunda a nivel nacional con mayor potencia instalada.

La visión de la UEB-FRE se enmarca en: incrementar la generación de energía eléctrica fotovoltaica, ofreciendo servicios de instalaciones tecnológicas,

alcanzar una alta disponibilidad de los activos en explotación, garantizar la protección del medio ambiente con procesos certificados por normas internacionales basados en el mejoramiento continuo y cumplir los objetivos estratégicos.

Como misión se constituyen para: garantizar la generación eficaz y eficiente de energía eléctrica fotovoltaica, un óptimo régimen de operación y mantenimiento en la instalaciones tecnológicas, una elevada disponibilidad de los activos en explotación y de efectividad en el servicio prestado, para alcanzar la satisfacción de nuestros clientes, sobre la base de la profesionalidad del capital humano, la incorporación de tecnologías de avanzada, y el respeto a las políticas que se establecen en la actividad económica técnica ambiental y de protección a la seguridad y salud en el trabajo

Para ejecutar una inversión en (SFV) interconectados a Sistema Electroenergético Nacional se tienen en cuenta varios aspectos tales como: el consumo promedio en el horario del día en el circuito eléctrico, las características de las redes eléctricas en la zona y las áreas que puedan ser utilizadas para realizar el emplazamiento ya que se necesita una extensión de terreno considerable. Para el logro de estos objetivos se dispone de:

- 1- Programa instalación 100 MW en PSFV Crédito Chino: Se encuentra inmerso Guasimal 3 por 2.2 MW culminada la parte civil.
- 2- Proyecto UNISS FRE como apoyo al desarrollo local financiado por PNUD: Alazanes y Yagua 22 sistemas de módulos estas comunidades se beneficiaban por grupo electrógenos solamente de 4 a 6 horas en el día , Guranal se instalaron 10 sistemas de módulos fotovoltaicos de 2kw y 20 viviendas se beneficiaran por SFV de 24KW que se encuentra en proceso de contratación. La comunidad 4to Congreso se instalarán 21 viviendas que se encuentran conectadas a la minihidroeléctrica.
- 3- Proyecto de incremento Resiliencia Energética a partir del uso de la FRE a implementar por el PNUD: 160 viviendas beneficiadas con la instalación de sistemas de módulos con una potencia de 2 KW. En Yaguajay 100, Jatibonico 42 que se encontraban afectadas por huracán Irma y Fomento 18.

- 4- Instalación de 5000 Sistemas Fotovoltaicos autónomos en Viviendas donados por China: se encuentra en proceso de reposición por encontrarse defectuosos los sistemas que estos tienen la capacidad de generar 300 MW.
- 5- Sostenimiento a instalaciones generadoras con fuentes renovables de energía se rehabilitó parque de La Sierpe 1300 paneles se cambiaron.

Hasta el año 2022, los SFV en explotación ejecutados por la UEB-FRE de la Empresa Eléctrica Provincial Sancti Spíritus se relacionan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Datos acumulados de generación de los SFV instalados por la UEB-FRE de SS.**

	<u>Acumulado desde que se instalaron los PSFV</u>					
	Cap.Gen. (MW)	Inicio de Ins.	Generación acumulado (MWh)	CO <sup>2</sup> dejado de emitir a la Atmósfera	Ton. de Combustible Diesel Ahorradas	Ahorro en costo (\$/ton)
PSFV La sierpe	1.2	6/5/2016	11052.4	9383.49	2873.62	1849608.09
PSFV Neiva	4.4	20/12/2017	36391.4	30896.30	9461.76	6090064.40
PSFV Guasimal	4.4	13/8/2018	33392.1	28349.89	8681.95	5588134.54
PSFV Yaguajay	2.2	6/2/2019	15295.3	12985.71	3976.78	2559653.16
PSFV Venegas	1.25	24/2/2019	8172.69	6938.61	2124.90	1367691.50
PSFV Mayajigua 1	2.5	13/5/2019	14648.1	12436.24	3808.51	2451344.89
PSFV Mayajigua 2	2.5	24/6/2020	10664.7	9054.33	2772.82	1784726.88
	<u>Año 2022</u>					
	Cap. Gen. (MW)	Inicio de Instalación	Generación acumulado (MWh )	CO <sup>2</sup> dejado de emitir a la Atmósfera	Ton. de Combustible Diesel Ahorradas	Ahorro en costo(\$/ton)
PSFV La sierpe	1.2	6/5/2016	945.68	802.88	245.88	158258.60
PSFV Neiva	4.4	20/12/2017	5968.19	5066.99	1551.73	998770.63
PSFV Guasimal	4.4	13/8/2018	5901.39	5010.28	1534.36	987591.72
PSFV Yaguajay	2.2	6/2/2019	2991.99	2540.20	777.92	500706.53
PSFV Venegas	1.25	24/2/2019	1687.1	1432.35	438.65	282334.50
PSFV Mayajigua 1	2.5	13/5/2019	3542.12	3007.26	920.95	592770.24
PSFV Mayajigua 2	2.5	24/6/2020	3223.87	2737.07	838.21	539511.42

Fuente: elaboración propia a partir de información de la UBE-FRE de la Empresa Eléctrica, SS.

A partir del presente año la UEB-FRE tiene el objetivo de aumentar el acceso a FRE y la resiliencia energética a largo plazo en las comunidades más aisladas de la geografía local y que además fueron gravemente afectadas por Irma y con ello crear capacidades para asegurar la sostenibilidad de la explotación de los SFVA. Dentro de los principales resultados esperados se encuentran:

- Incrementar el acceso a FRE en las viviendas y pequeñas comunidades aisladas seleccionadas.
- Mejorar la resiliencia energética de las pequeñas comunidades aisladas ante eventos meteorológicos extremos.
- Aumentar la capacidad de los actores clave para el mantenimiento y reparación de las soluciones tecnológicas instaladas.

En la siguiente Tabla 2 se muestra las cantidades de nuevos SFVA a instalar por provincias.

**Tabla 2. Nuevos SFVA a instalar por provincias.**

Provincias	SFVA
Santi Spíritus	160
Villa Clara	158
Ciego de Ávila	167
Camaguey	342
<b>Total:</b>	<b>827</b>

**Fuente: Unión Eléctrica (UNE, 2022).**

A su vez, se prevé que dentro del proceso inversionista este año se atiendan los SFVA que se encuentran averiados, según el programa nacional que la UNE ha dispuesto por provincias, ver Tabla 3. A diferencia de inversiones asociadas a la producción de bienes o servicios en las que se debe competir en el mercado para la comercialización y venta de estos, el proyecto en cuestión se centra en la forma de brindar suministro de electricidad a viviendas enclavadas en comunidades aisladas a las que el SEN le resulta complejo abastecer. El equipamiento para la generación se ubicará en la propia vivienda que se va a suministrar, por lo que en este sentido el mercado es cautivo.

**Tabla 3: SFVA a reparar por provincias.**

Provincias	SFVA
Santi Spíritus	148
Villa Clara	51
Ciego de Ávila	138
Camaguey	139
Pinar del Río	62
Artemisa	11
Matanzas	66
Cienfuegos	29
Las Tunas	28
Granma	195
Holguín	237
Santiago de Cuba	186
Guantanamo	155
<b>Total:</b>	<b>1445</b>

**Fuente: Unión Eléctrica**

Para desarrollar este proceso inversionista la UBE-FRE enfrentará un programa de capacitación para entrenar a los técnicos de la entidad así como al personal designado por las diferentes empresas seleccionadas para el mantenimiento y reparación de SFVA. Se realizarán talleres de capacitación y sensibilización sobre el uso de SFV para la electrificación rural con actores clave a nivel provincial.

El Gobierno de Cuba y la UE han acordado implementar el proyecto “Fuentes Renovables de Energía como apoyo al Desarrollo Local, (FRE-DL)” perteneciente al “Programa de Apoyo a la Política de Energía en Cuba” a través del PNUD. La Unión Europea y el PNUD han firmado un Acuerdo de Contribución a través del cual PNUD se responsabiliza ante la UE por el cumplimiento de los objetivos y la ejecución de actividades planteadas en el presente proyecto. En correspondencia con las normas vigentes para la cooperación del PNUD en Cuba, el proyecto se implementará siguiendo fundamentalmente la modalidad de implementación nacional (NIM) del PNUD. Para algunas líneas presupuestarias identificadas, se utilizará la modalidad de implementación directa (DIM), lo que será ejecutado directamente desde PNUD. El PNUD, es responsable por la administración financiera del proyecto y por la obtención de los resultados previstos.

El Ministerio de Comercio Exterior y la Inversión Extranjera (MINCEX) es la Autoridad Pública encargada de coordinar la cooperación internacional en Cuba.

El Ministerio de Energía y Minas (MINEM), es el órgano rector que dirige el programa al cual se subordina el proyecto.

El Ministerio de Educación Superior (MES), es el organismo encargado de dirigir, proponer, ejecutar y controlar la política del Estado y el gobierno en cuanto a la educación superior. El MES tendrá la responsabilidad principal por la implementación de las actividades y resultados del proyecto FRE-DL. Para los efectos de FRE-DL, el MES estará representado por el Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI), de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” (UNISS). El CEEPI-UNISS es responsable de la implementación del proyecto, y deberá rendir cuenta por su gestión, incluidos el monitoreo y evaluación de las actividades, el logro de los productos y el uso eficaz de los recursos bajo ejecución NIM. Adicionalmente, es el responsable de la entrega oportuna de los insumos y las salidas, y de la coordinación de todas las otras partes responsables, incluyendo otros Organismos de la Administración Central del Estado, instituciones nacionales, y las autoridades del gobierno local

## **2.2 Análisis Costo Beneficio del proyecto UNISS- FRE como apoyo al desarrollo local.**

### **Situación energética de las comunidades rurales cubanas**

En Cuba existe una superficie de 19 000km<sup>2</sup> de zonas montañosas, que representa alrededor del 17 % de su superficie, y donde se estima que viven más de 720 000 personas. La población de estas zonas rurales se distribuye en asentamientos campesinos dispersos y de difícil acceso. Estas comunidades cuentan con servicios de médico de familia, de salud y educacionales, para los cuales el suministro energético resulta complejo.

Por una parte, la interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en zonas situadas a más de 13 km no es factible desde el punto de vista técnico y ambiental. Asimismo, el suministro de electricidad mediante plantas que utilizan combustible fósil (diésel) ha sido sumamente costoso e insostenible.

Con el fin de dotar a estas poblaciones de electricidad mediante fuentes más eficientes, y evitar la migración forzada a las ciudades, se inició el programa de desarrollo de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) en estas comunidades, en el marco de la política energética cubana.

En la actualidad se reportan comunidades rurales aisladas que reciben servicio eléctrico limitado a un máximo de 4 horas diarias, ya sea por el suministro con combustible fósil o por la baja disponibilidad energética de las soluciones FRE instaladas, siendo también reducidas las posibilidades de potenciar el desarrollo local y favorecer la resiliencia de los hombres y mujeres que habitan dichas comunidades.

Interesantes experiencias de desarrollo local, mediante el uso de FRE como la energía solar, la eólica, la hídrica o la biomasa, han sido desarrolladas en el contexto nacional para comunidades aisladas del SEN y en contextos donde el suministro energético limita el incremento de las actividades productivas.

La energía solar es considerada como estratégica en la política energética y el esquema de desarrollo sostenible del país, por ser prácticamente invariable durante todo el año, y casi uniforme a lo largo de la Isla. La misma ha sido implementada en numerosas comunidades rurales aisladas contribuyendo a la reducción de las zonas “oscuras”. La mayor parte de las intervenciones se centran en la instalación de sistemas individuales (paneles, inversores y baterías) que posibilitan una disponibilidad de electricidad mínima (4 horas diarias). También se reportan mini-parques solares como el de la comunidad Santa María de Loreto en Santiago de Cuba; que brinda electricidad a 200 personas y potencia sus principales actividades productivas (café y frutales).

La energía hidráulica es la segunda más utilizada en nuestro país, y tiene un papel importante en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En la actualidad, suman 24 las pequeñas hidroeléctricas distribuidas en seis municipios del oriente cubano, que aprovechan las aguas que caen de la Sierra Maestra. En su mayoría, la población beneficiada vive en las zonas montañosas y aisladas.

Del mismo modo, en el municipio de Guisa en la provincia de Granma, se habilitó una pequeña unidad para la entrega de 10,5 GWh anuales y otra central en el municipio de Buey Arriba, con una capacidad de generación de 8,6 GWh anuales.

También en Santiago de Cuba, se electrificaron asentamientos poblacionales ubicados en la Sierra Maestra, mediante la interconexión de las mini-hidroeléctricas del municipio Guamá. Se reportan entre 12 y 17 mini-

hidroeléctricas cercanas al litoral del municipio Guamá para estabilizar el sistema y mejorar la calidad de la energía.

En cuanto a la energía eólica no es utilizada en comunidades rurales, por la amplia zona que necesitan y los grandes montos que representa su instalación. Otra fuente de especial importancia para el suministro energético en comunidades rurales es la biomasa, especialmente el biogás, el biodiesel y la biomasa forestal.

**Características del Proyecto UNISS- FRE como apoyo al desarrollo local.** El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) tiene el encargo estatal de coordinar el Programa de Apoyo al Sector de la Energía en Cuba, financiado por la Unión Europea (UE). Dentro de las tareas que comprende el programa se encuentra el objetivo específico No. 4 "Apoyar el desarrollo local de las comunidades rurales facilitando el acceso a las energías renovables y estimulando el consumo eficiente de la energía". El MINEM ha propuesto al Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI) de la Universidad de Sancti Spíritus (UNISS) como implementador nacional de este objetivo específico.

Por su parte la UE ha designado como agencia de implementación internacional, al Programa de Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD). Ambos, el PNUD y el CEEPI - UNISS han venido trabajando en la conformación de un proyecto que responda a dicho objetivo específico, dando lugar al proyecto "Fuentes Renovables de Energía como apoyo al Desarrollo Local". A continuación, se relacionan algunos aspectos que ilustran el alcance del mismo.

### **Objetivos, resultados y alcance del proyecto**

#### **Objetivos del proyecto**

Objetivo general: Apoyar los esfuerzos del Gobierno cubano para una gestión eficiente y sostenible de los recursos con vistas a la diversificación de su matriz energética."

Objetivo específico: Apoyar el desarrollo local de las comunidades rurales facilitando el acceso a las energías renovables y estimulando el consumo eficiente de la energía".

## Alcance del proyecto

Para lograr el objetivo propuesto, se pretende la instalación de 8 microrredes eléctricas aisladas del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), las mismas se encuentran ubicadas en 5 provincias del país y el municipio especial Isla de la Juventud y la instalación de 8 PFV conectados al SEN en 6 provincias del país. A continuación, en la tabla 4 aparece la distribución de cada una de las microrredes y su composición y en la tabla 5 la distribución por provincias de los PFV propuestos.

**Tabla No. 4: Distribución de las microrredes por provincia y su composición**

No	Provincias	Comunidad	No. viviendas	Composición de la Microrred propuesta.				
				GE (kVA)	FV (kWp)	Bat (kW)	Bio(k VA)	Hidro (kW)
1	Isla de la Juventud	Cocodrilo	110	100	308	84,1	75	-
2	Matanzas	Guasasa	80	100	230	65,1	-	-
3	Cienfuegos	Hoyo de Padilla	67	60	120	34,5	-	30
4	Sancti Spíritus	Cuarto Congreso	21	-	8	4,41	-	15
5	Holguín	Comunales	28	20	72	22,2	-	-
6		La Mora	32	20	84	24,7	-	-
7	Santiago de Cuba	El Macho	56	45	180	50,7	-	-
8		La Magdalena	200	60	120	40,1	-	50
<b>TOTAL</b>			<b>594</b>	<b>415</b>	<b>1122</b>	<b>325,8</b>	<b>75</b>	<b>95</b>

**Fuente:**Solicitud de importación FRE LOCAL DGFRE-UNE

Como se puede apreciar la mayor potencia a instalar será en energía solar fotovoltaica (FV) y una vez ejecutado el proyecto se beneficiarán 594 viviendas por este concepto.

**Tabla No. 5 Distribución por provincias de los PFV propuestos**

No	Provincia	Comunidad	Potencia	Tensión en el punto de interconexión
1.	Matanzas	Villena	48 kWp	34,5 kV
2.	Cienfuegos	San José + Río Chiquito	48 kWp	13.8kV
3.	Santi Spíritus	Alazanes	48 kWp	13.8kV
4.		Guaranal	24 kWp	13.8kV
5.	Holguín	Aguacero	24 kWp	13.8kV
6.	Granma	Santa Rosa	48 kWp	13.8kV
7.	Guantánamo	Yacabo Arriba	192 kWp	13.8kV
8.		La Escondida	240 kWp	13.8kV
<b>Potencia pico total</b>			<b>672 kWp</b>	

**Fuente:**Solicitud de importación FRE LOCAL DGFRE-UNE

De manera general el proyecto tendrá implicación en 7 provincias del país y en el municipio especial Isla de la Juventud teniendo un impacto directo en 16 comunidades rurales de 12 municipios del país.

Además, se prevé la realización de una inversión inducida directa, la cual consiste en la adquisición de medios de transporte, lo cual constituye un requisito necesario para la fase ejecutiva y posteriormente para la operación de las microrredes y de los PFV, esto permitirá asegurar las diferentes etapas del proyecto incluyendo el sostenimiento.

**Tabla No. 6 Equipos de transporte a adquirir**

Equipos de transporte	Cantidad
Camionetas 4 x 4	8
Motos	9
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>

Fuente: FRE-DL (UNISS-UNE)

El proyecto tiene como objetivo general apoyar el desarrollo local de las comunidades rurales facilitando el acceso a la energía y estimulando su consumo eficiente, propiciando mejoras en la calidad de vida de sus habitantes y asimilando tecnologías para el máximo aprovechamiento de las fuentes renovables. Para alcanzar ese propósito el proyecto tiene concebido lo siguiente:

- Electrificar 8 comunidades rurales en las provincias de Matanzas, Cienfuegos, Sancti Spíritus, Holguín, Santiago de Cuba y el municipio especial Isla de la Juventud por medio de microrredes aisladas, ya que por una razón u otra no han sido electrificadas a través del SEN.
- Instalar 8 PFV conectados al SEN en 8 comunidades rurales ubicadas en las provincias de Matanzas, Cienfuegos, Sancti Spíritus, Holguín, Granma y Guantánamo.

Este proyecto da cumplimiento al Lineamiento No. 202 y 204 del Partido Comunista de Cuba que plantea: Potenciar el aprovechamiento de las distintas fuentes renovables de energía, fundamentalmente la utilización del biogás, la energía eólica, hidráulica, biomasa, solar y otras; priorizando aquellas que tengan el mayor efecto económico.

La puesta en operación de las microrredes aisladas y los PFV conectados al SEN previstos en este proyecto, traerá los siguientes beneficios:

- Reducir la dependencia de importar combustibles fósiles que obligan al país a fuertes erogaciones de divisas y que, aunque se produzcan nacionalmente tienen elevado valor añadido si se emplean como materias primas para importantes procesos industriales.
- Fortalecer el sistema eléctrico en las zonas seleccionadas, reduciendo los costos de generación, tanto en las regiones de emplazamiento como la generación al SEN, principalmente al reducir las pérdidas eléctricas desde el generador hasta el usuario final.
- Reducir los impactos ambientales debidos al calentamiento global por emisiones de gases de efecto invernadero y las lluvias ácidas.
- Potenciar el aprovechamiento de la generación fotovoltaica.
- Reducir o suprimir el uso de los Grupos Electrógenos diésel siempre que sea técnica y económicamente factible.

### **Importancia e Impacto Social del Proyecto**

Las principales ventajas asociadas a la electrificación de comunidades rurales a través de microrredes y la instalación en ellas de PFV conectados al SEN son las siguientes:

#### **Económicas**

- Diversificación de la matriz energética disminuyendo la dependencia y consumo de Combustible Fósil para la generación de electricidad.
- Se dejan de consumir anualmente durante toda la vida útil del proyecto toneladas de petróleo y otros lubricantes con sus respectivos gastos de transportación, además de los gastos de operación y mantenimiento.
- Supone fuentes de generación de muy rápida sincronización y respuesta ante eventos meteorológicos y otros desastres.
- Cubrir la demanda eléctrica en las comunidades rurales.

#### **Medioambientales y Tecnológicas**

- La mayor generación de electricidad proviene de las fuentes limpias y renovables.
- Reduce la dependencia energética externa, ya que disminuye el consumo de combustible, y no precisa de un suministro exterior.
- Facilita la realización de ampliaciones, a futuro, de la potencia instalada.

- Disminuye las pérdidas del sistema eléctrico al conectarse a la red de distribución, es decir, cerca de la carga.

#### **Sociales:**

- Genera nuevas opciones de empleo de la mano de obra calificada.
- Favorece el mejoramiento de las condiciones de vida y el desarrollo comunitario.
- Incrementa la cultura en fuentes renovables y el compromiso con el medio ambiente de la población.
- Permite el mejoramiento de la salud de las personas al disminuir la emisión de gases y la polución en fuentes fluviales.

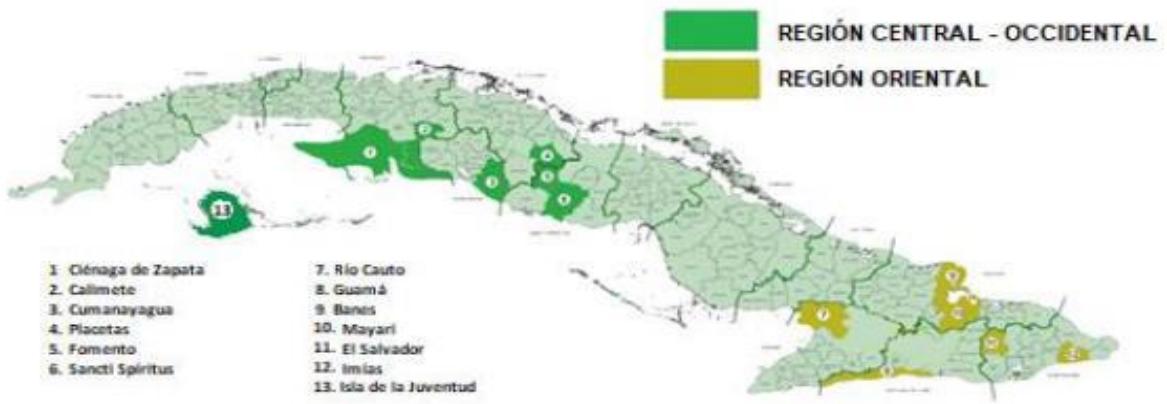
#### **Resultados del proyecto**

Resultado esperado: Facilitar el acceso a las energías renovables como apoyo al desarrollo local en comunidades rurales; a partir de la identificación de necesidades y oportunidades, la implementación de soluciones tecnológicas de FRE que potencien actividades productivas locales e incrementen el acceso a la energía en zonas aisladas del sistema electro energético nacional.

A partir de estos criterios el proyecto ejecutará acciones fundamentalmente en dos regiones:

Región Central, donde se ejecutarán proyectos pilotos dirigidos a la asimilación de tecnologías y demostrar la contribución al desarrollo local que representa un mayor acceso a la energía, desde fuentes renovables. Adicionalmente, se realizarán intervenciones puntuales para la ampliación y mejoramiento del suministro energético con FRE en comunidades rurales aisladas del SEN en el marco del Resultado 3 de esta acción (Ver Anexo No. 4). Se seleccionarán principalmente comunidades ubicadas en las provincias de Matanzas, Cienfuegos y Sancti Spíritus.

Región Oriental, que es prioritaria y es donde se desarrollarán la mayor parte de los proyectos demostrativos para la ampliación y mejoramiento del suministro energético con Fuentes Renovables de Energía (FRE) en comunidades aisladas. Se seleccionarán principalmente comunidades ubicadas en las provincias de Santiago de Cuba, Granma,



**Figura 2: Mapa con la ubicación de las áreas de intervención**

No se exceptúan del estudio a otras comunidades de estas regiones que demuestren relevancia para la implementación de soluciones tecnológicas con FRE.

Teniendo en cuenta la metodología del proyecto, el volumen y el tipo de intervención en cada municipio, se establecerán prioridades que serán identificadas en los análisis y estrategias de implementación de FRE seleccionadas, sin una necesaria proporcionalidad en la distribución de los recursos.

### **Requisitos técnicos.**

#### **Estructura general.**

- Los PFV estarán integrados por Módulos Fotovoltaicos, Estructuras de Soporte, Inversores de conexión a red e Iluminación Perimetral.
- Los PFV se proyectarán con azimut 0 o e inclinación de 15o con respecto a la horizontal.
- Se utilizarán estructuras que eleven la parte baja de los módulos fotovoltaicos a 0,6 m sobre el nivel del suelo.
- La disposición de los módulos fotovoltaicos sobre las mesas será vertical (Portrait) como se observa en la figura siguiente:
- No se proyectarán sombras sobre los paneles fotovoltaicos entre las 9:00am-4:00pm del 21 de diciembre, por ninguno de los elementos del PFV o estructuras/árboles aledaños a este.
- Los PFV se diseñarán con una relación de potencia nominal de 1.22.

- Los PFV tendrán cercado perimetral que limite el acceso de personas y animales, así como una facilidad en la que estará un operador.

### **Módulos Fotovoltaicos.**

- Se utilizarán módulos fotovoltaicos policristalinos de 340 Wp con eficiencia superior a 16.5%, con tolerancia (0/+3% Wp).
- Clase II de protección según las normas IEC 61215-Edición 2, IEV 61730.
- Deberán estar certificados por algún laboratorio internacional reconocido.

### **Cables fotovoltaicos para la conexión de Strings (6 mm<sup>2</sup>).**

Los cables por utilizar en la interconexión de las cadenas de módulos fotovoltaicos deberán estar acordes con la norma IEC CD 62930 del 2014. La cubierta de los cables deberá ser resistente a la radiación ultravioleta. A continuación, se exponen algunas de las principales características.

### **Estructuras de soporte.**

- El diseño de la estructura se realizará para una orientación al sur y un ángulo de inclinación de 15º, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- La estructura se diseñará teniendo en cuenta la norma cubana de cálculo de cargas de viento NC 285:2010 los coeficientes de forma que suministrará la parte cubana. Se tomará para el diseño las presiones básicas de la Zona 1 ( $q = 1,3 \text{ kN/m}^2$  o  $130 \text{ kg f/m}^2$ , de forma tal que se garantice contra vientos superiores km/h de forma sostenida).
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales
- El bastidor de la estructura podrá ser de aluminio o acero galvanizado en caliente y las patas deberán ser de acero galvanizado en caliente. El espesor del galvanizado deberá ser superior a las 90  $\mu\text{m}$ .
- La tornillería será galvanizada en caliente con un espesor superior a las 50  $\mu\text{m}$ , exceptuando la sujeción de módulos a la misma que será de acero inoxidable.
- La solución de cimentación será tipo balsa dada la rocosidad de la mayoría de los terrenos.
- Sostendrán 18 paneles en configuración 9x2.

### **Inversores de conexión a red.**

- Los PFV se diseñarán utilizando inversores tipo String, de conexión a red, SMA SunnyTripower 2000 TL con potencia por inversor de 20 kW. De utilizarse otro modelo/fabricante, deberá garantizarse que sea compatible con el inversor de baterías seleccionado.
- Deberán operar a 60 ciclos (60 Hz)
- Tensión de salida trifásica 240VAC ±3%
- Forma de onda sinusoidal
- Elementos tropicalizados
- Potencia nominal declarada para 50o.
- Cumplirán con las directivas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante).
- Los inversores deberán estar protegidos para permanecer a la intemperie con IP65 o superior según la norma IEC 60529 y clase climática 4K4H según IEC 60721.3-4 y serán acoplados a las estructuras de soporte de los paneles fotovoltaicos.
- Los Inversores cumplirán con las directivas de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por algún laboratorio certificado).
- El Inversor tendrá más del 98.0% de eficiencia europea y del 98.4 % de eficiencia californiana.

### **Cercado perimetral.**

- Alrededor del perímetro del parque fotovoltaico se dispondrá una valla de 2 metros, de altura formada por malla de simple torsión de acero galvanizado, sobre los que se tenderá una hilada helicoidal de alambre de púas y poste de apoyos tubulares.

### **Sistema de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas.**

Es necesario reforzar las protecciones contra las descargas atmosféricas y las sobretensiones inducidas debido a la alta densidad de rayo en Cuba. En este aspecto las principales acciones a tomar son la protección escalonada y coordinada según la normativa CEI 62305 de los equipos mediante medidas activas y pasivas como son:

- Instalación de pararrayos: Se instalarán mástiles con punta Franklin ubicados en las torres de iluminación perimetral u otros elementos de altura sobresaliente. La cantidad de mástiles se calculará de acuerdo con la norma CEI-EN-62305/1-3 utilizando el método de la esfera rodante. Deberá tenerse en cuenta que las puntas no deben sobrepasar los 7 metros sobre el nivel del terreno.

- Instalación de descargadores: Se instalarán descargadores de corriente de rayo (tipo1) y supresores de sobre tensión (tipo 2 y 3) de forma escalonada.

- Malla de tierra: Para el diseño de la malla de tierra se utilizarán los valores reales de la resistividad del terreno de cada emplazamiento. El anillo exterior de la malla de tierra estará extendido 10metros por fuera del cercado perimetral y estará equipotencializado con las mallas interiores y el cercado perimetral en diferentes puntos de su extensión, incluyendo las partes móviles o batientes. Esta malla de tierra se instalará a 800 mm por debajo del nivel del terreno con cable de cobre desnudo de 70mm<sup>2</sup>.

- Por todo el anillo exterior se colocará electrodos verticales a la distancia definida por el proyecto y conjuntamente con los anillos interiores se debe garantizar una resistencia de malla de tierra menos o igual a 1Ohm, teniendo en cuenta las tensiones de paso y contacto permisibles. Todas las mesas de soporte de los módulos fotovoltaicos se conectarán entre sí a través de una unión de trenza flexible de 50 mm<sup>2</sup> y entre módulos fotovoltaicos con rabizas de cable de cobre de 4 mm<sup>2</sup>.

- Estas trenzas flexibles poseerán terminales de ojo a presión en sus extremos. Cada extremo de cada fila de mesas se conectará a los anillos interiores más cercanos con cable de cobre desnudo, específicamente entre uno de los pernos de las patas de la mesa y el anillo interior más cercano. Todo el proyecto de la malla de tierra tiene que cumplir con la norma IEE 80:2013 y tener en cuenta el nivel de corrosividad de las zonas.

### **Alumbrado perimetral.**

- Los alumbrados perimetrales de los parques fotovoltaicos incluirán luminarias tipo LED y poste de alumbrado que garantice la iluminación del perímetro del PFV.

### **Interconexión a la red.**

- Los PFV se conectarán por baja tensión (240v) a un transformado (o banco de transformadores) 13.8/240.

### **Inversores de baterías.**

- Serán tipo SMA Sunny Island 8.0H con 6 kW de potencia nominal por inversor. De utilizarse otro modelo/fabricante, deberá compatibilizarse con el inversor fotovoltaico seleccionado.
- Soportarán una corriente máxima en AC de al menos 50A.
- Operarán en un rango entre 41-63 V en DC.
- Corriente máxima de carga de baterías de 130 A.
- Soportará baterías FLA, VRLA, hasta 10,000 Ah.
- Deberá permitir la formación clúster trifásicos.
- Eficiencia superior al 95%
- Deberá contar con protección IP 54 o superior
- Deberá contar con categoría 3K6 según la norma IEC 60721
- Deberá estar concebido para aplicaciones Off-Grid y On-Grid

### **Baterías**

- Se utilizarán baterías BAE SECURA PVS 4180 o equivalentes.
- Deberán tener una capacidad mínima de 4000 Ah
- Tensión por batería de 2V
- Deberán certificar un rendimiento estimado de 8,160.00 kWh o 5 mil ciclos de vida útil o superior.

### Casa de inversores y baterías.

- Las baterías y los inversores de baterías estarán emplazados en una construcción resistente que garantice la seguridad del equipamiento.
- Deberá garantizar la correcta ventilación para la disipación de las temperaturas de operación de los equipos contenidos.
- No podrán ser climatizados a causa de los gases expulsados por las baterías.
- Deberán contar con sistema contra incendios.
- Deberán estar protegidos contra la entrada de animales o roedores que puedan dañar el equipamiento contenido.
- Las baterías se ubicarán en racks de batería elevadas del nivel del suelo terminado 10 cm como mínimo.

- Los inversores estarán adosados a la pared a una altura mínima de 60 cm sobre el nivel de suelo terminado.
- La separación entre inversores no será menor a 20 cm para garantizar una correcta disipación del calor.
- Los racks de batería estarán separados de las paredes al menos 60 cm.

### **Análisis de las comunidades rurales**

A continuación, se presenta un análisis particular de cada comunidad contemplada en el proyecto, con la mejor solución de suministro eléctrico para cada escenario tomando en consideración los factores sociales en cada una de ellas. Para el análisis de las soluciones de suministro eléctrico en cada comunidad se utilizó el programa Homer Pro V 3.12.2. Y para la simulación del comportamiento de los generadores fotovoltaicos se utilizó el programa PVsyst V6.81.

Todas estas comunidades se encuentran actualmente no conectadas al SEN debido fundamentalmente a las grandes distancias que las separan de la red eléctrica más cercana. La mayoría se encuentra sin electrificar por encontrarse en extremos de circuitos muy distantes de las sub-estaciones y la extensión de la red en una tipología estándar sería poco factible desde el punto de vista técnico. Es por esta razón, que en cualquiera de las soluciones técnicas previstas para cada una de las comunidades siempre se incluirá la construcción de un PFV en la comunidad. De esta forma se reducirían significativamente las pérdidas por distribución y volverían técnicamente factible la interconexión con el SEN en los casos que corresponda.

Como resultado de los estudios realizados en cada una de las comunidades se determinó que en 8 de ellas resulta más factible la implementación de una microrred eléctrica para suministrar energía a los consumos locales y en otras 8 resulta más factible la electrificación de la comunidad mediante la interconexión con el SEN, incluyendo en todos los casos, la construcción de un PFV en cada comunidad.

### **CRONOGRAMA**

El plazo de ejecución del proyecto de colaboración desarrollo local con FRE se extenderá hasta el año 2023 donde a partir del mes de mayo comenzará la operación del proyecto. (Ver Anexo No. 5).

## **Determinación y análisis de la relación Costo - Beneficio**

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Determinar costos y beneficios: en primer lugar, hallamos la proyección de los costos de inversión o costos totales y los ingresos totales netos o beneficios netos del proyecto para un período de tiempo determinado.
2. Convertir costos y beneficios a un valor actual: debido a que los montos proyectados no toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo por lo que debemos actualizarlos a través de una tasa de descuento.
3. Hallar relación beneficio - costo: dividimos el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos del proyecto.
4. Analizar relación beneficio - costo: si el valor resultante es mayor que 1 el proyecto es rentable, pero si es igual o menor que 1 el proyecto no es viable pues significa que los beneficios serán iguales o menores que los costos de inversión o costos totales.

### **Análisis Determinación de los costos**

#### **Costo de inversión**

El presente proyecto cuenta con un financiamiento de 7 500 000,00 Euros (estimado en 8 522 727,00 USD), aportados por la Unión Europea, dicha contribución será ejecutada a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Los Costos de administración del PNUD como Agencia de Implementación se estiman en 552 041,00 USD, mientras que los Gastos MPTF (entidad global que administra el proyecto de conjunto PNUD-ONUDI, ante la UE) serán de 84 383,00 USD. Estarán disponibles para los componentes del proyecto 7 542 198,00 USD, de los cuales 344 104,00 USD se han designado para servicios de apoyo del PNUD/Cuba a la ejecución del Proyecto. El presupuesto desglosado se muestra en el Anexo No.8, y el uso y destino final de cada uno de los recursos previstos para la ejecución del proyecto en el Anexo No. 6.

Se decidió por el inversionista considerar dentro del alcance económico de la presente evaluación solo los costos de inversión asociados a los resultados 1 y 3 del proyecto que equivalen a 5 734 262,9 USD.

En el anexo 7, aparece el desglose del valor total de inversión por cada uno de los componentes teniendo en cuenta la tasa de cambio 1 USD x 24 CUP establecida a partir de la implementación de la tarea ordenamiento.

### **Capital de trabajo**

Como parte del valor de inversión se calculó el capital de trabajo correspondiente a los recursos financieros requeridos para iniciar la explotación de la nueva inversión.

Para el cálculo del capital de explotación neto o de rotación fueron consideradas las siguientes premisas:

- Cuentas por Cobrar: se consideraron 30 días de Cobertura o Rotación.
- Efectivo en Caja: se consideraron 30 días de Cobertura o Rotación.
- Cuentas por pagar: se consideraron a 45 días de Cobertura o Rotación

Los valores que aparecen en la conformación de los flujos de efectivos representan las variaciones de este acápite de un año a otro. (Ver Anexo No. 6)

### **Costos de generación**

Para el cálculo de todos los indicadores que conforman este acápite se tuvo en cuenta que en el cronograma directivo se considera que la operación del proyecto comienza en mayo de 2023, es decir, que para el cálculo del primer año de operación solo se consideraron 7 meses.

También es importante destacar que para el cálculo de los costos se tuvo en cuenta la generación estimada por tipo de tecnología a instalar. (Ver Anexo No.8)

a) Costos de generación con Solar Fotovoltaica: Se consideró para el cálculo de estos costos un índice de 0,37466 cup/kWh según la certificación emitida por la UNE en Diciembre de 2021 que recoge el comportamiento real de los indicadores hasta Octubre de 2021.

**Tabla No. 7: Base de cálculo del costo de generación con SFV.**

COSTO DE GENERACIÓN CON TECNOLOGÍA FRE		
COSTO DE GENERACIÓN CON SFV		
Energía Generada con SFV	2703750	kWh/año
Costo del kWh generado con SFV	0,375	cup/kWh
<b>Costo total de generación con SFV</b>	<b>1013,0</b>	<b>MCUP</b>

**Fuente: FRE-CL-UNE.**

b) Costos de generación con Hidroenergía: Se consideró un índice de 0,90317 cup /kWh para el cálculo de estos costos según la certificación emitida por la

UNE en Diciembre de 2021 que recoge el comportamiento real de los indicadores hasta Octubre de 2021.

**Tabla No. 8: Base de cálculo del costo de generación con Hidroenergía**

COSTO DE GENERACIÓN CON TECNOLOGÍA FRE		
COSTO DE GENERACIÓN CON MCHE		
Energía Generada con MCHE	220356	kWh/año
Costo del kWh generado con Hidro	0,903	cup/kWh
<b>Costo total de generación con MCHE</b>	<b>199,0</b>	<b>MCUP</b>

Fuente: FRE-CL-UNE.

c) Costos de generación con Baterías: En este sentido se consideró el mismo costo de generación que la SFV ya que se estimó que se cargarían con la energía excedente de los SFV.

**Tabla No. 9: Base de cálculo del costo de generación con Baterías**

COSTO DE GENERACIÓN CON TECNOLOGÍA FRE		
COSTO DE GENERACIÓN CON BATERÍAS		
Energía Generada con BATERÍAS	534883	kWh/año
Costo del kWh generado con BATERÍAS	0,375	cup/kWh
<b>Costo total de generación con BATERÍAS</b>	<b>200,4</b>	<b>MCUP</b>

Fuente: FRE-CL-UNE.

Como se puede apreciar los costos de generación anuales serán de 1 412,4 MCUP anuales.

Costos de mantenimiento a las redes

a) Costo de mantenimiento a las redes: En este sentido se consideró un 0,5% del valor total de inversión en las redes.

**Tabla No. 10: Base de cálculo del costo de generación con Hidroenergía**

COSTO ANUAL DE MTTO A LAS REDES		
VALOR DE INVERSIÓN REDES INTERNAS	11014,9	MCUP
Redes internas de Microrred	4405,95	MCUP
Redes internas de SFV + SEN	6608,93	MCUP
VALOR DE INVERSIÓN REDES EXTERNAS (SFV+SEN)	10138,4	
Valor considerado para el calculo de los costos	0,5%	del valor
COSTO ANUAL DE MTTO A LAS REDES	105,8	MCUP

Fuente: FRE-CL-UNE.

Costos Asociados a la explotación de los medios de transportes

a) Costo de combustible: En este sentido se tuvo en cuenta las características de los medios de transporte solicitados, niveles de actividad previstos y los precios de los combustibles aprobados en la legislación vigente.

**Tabla No. 11: Base de cálculo del costo de combustible de los medios de transporte.**

COSTO DE OPERACIÓN ASOCIADOS A LOS MEDIOS DE TRANSPORTES									
COSTO DEL COMBUSTIBLE ASOCIADO AL NIVEL DE ACTIVIDAD DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE									
Tipo	Marca	Comb.	Cantidad	IND Cons.	NA	NA/Año	I/año	cup/I	MCUP
Camioneta	Toyota	Diesel	8	9,8	4167	50000	5128	13,99	573,9
Motos	Susuki	Gas. Reg	9	30	600	7200	240	16,46	35,6
<b>TOTAL</b>			<b>17</b>		<b>4767</b>	<b>57200</b>	<b>5368</b>		<b>609,5</b>

Fuente: FRE-CL-UNE.

b) Costo de mantenimiento: En este sentido se tuvo en cuenta las características de los medios de transporte solicitados, niveles de actividad previstos y los precios de los combustibles aprobados en la legislación vigente.

**Tabla No. 12: Base de cálculo del costo de mantenimiento de los medios de transporte.**

COSTO DEL MANTENIMIENTO ASOCIADO AL NIVEL DE ACTIVIDAD DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE							
	Tipo	Mtto Tipo I	Costo Mtto Tipo I	Mtto Tipo II	Costo Mtto Tipo II	Cant. Vehículos	Costo Mtto (MCUP)
1	Camioneta	5	1500	5	2000	8	140
2	Motos	1	750	1	1000	9	15,75
<b>TOTAL</b>		<b>6</b>		<b>6</b>		<b>17</b>	<b>155,75</b>

Fuente: FRE-CL-UNE.

Se estima que los costos asociados a la explotación de los medios de transportes sean de 765,3 MCUP anuales.

### Determinación de los Beneficios

#### Ahorro en la generación con combustible fósil

En este acápite se consideran los ahorros que se producen al generar electricidad con el uso de Fuentes renovables de Energía.

En la tabla No. 13 aparece los resultados antes y después de aplicar el proyecto.

**Tabla No. 13: Ahorro de combustible en la generación de electricidad.**

ANÁLISIS DEL COSTO ANUAL DE LA GENERACIÓN CON COMBUSTIBLE FÓSIL			
ANTES	Energía generada con comb. Fósil (GE)	469248	kWh/año
	CEB promedio de los GE	315	g/kWh
	Consumo de Diesel en la Generación (GE)	147,8	t/año
	Energía generada con comb. Fósil (GE)	132791	kWh/año
	CEB promedio de los GE	315	g/kWh
	Consumo de Diesel en la Generación (GE)	41,8	t/año
	Precio del Diesel	13906,71	cup/t
	<b>AHORRO COMBUSTIBLE DIÉSEL (GE)</b>	<b>1473,89</b>	<b>MCUP/t</b>
	Energía generada con comb. Fósil (SEN)	628480	kWh/año
	CEB del SEN + % de pérdidas	334,56	g/kWh
	INCREM. CONSUM. COMB. en el SEN	210,3	t/año
	Precio Prom. Ponderado en el SEN	6630	cup/t
	<b>INCREMENTO DEL COSTO EN EL SEN</b>	<b>1394,05</b>	<b>MCUP/t</b>
<b>AHORRO EN LA GENERACIÓN CON COMBUSTIBLE FÓSIL POR UTILIZAR UNA FUENTE DE GENERACIÓN MÁS</b>		<b>79,8</b>	<b>MCUP/año</b>

Fuente: FRE-CL-UNE.

Como se puede apreciar una vez que se implemente el proyecto la energía generada con combustible fósil, es decir, con Grupos electrógenos (GE) disminuirá en más de 336,4 MWh al año lo que permitirá anualmente el ahorro de 106 t de diésel que representa un ahorro de 1 473,9 MCUP que equivale a 61,3 MUSD.

El ahorro que se describe en el párrafo anterior permite equilibrar el gasto que se produce al interconectar las comunidades propuestas al SEN, ya que independientemente de que exista un incremento de 210 t/año en el consumo de combustible en el SEN y a pesar que existe un incremento en el costo de la generación en más de 1 394 MCUP anuales, la resultante es un ahorro de 79,8 MCUP que equivalen a más de 3,3 MUSD.

Ver Anexos No. 8 y 9

#### **Ingresos por venta de energía.**

A partir de que en las diferentes comunidades habrá mayor acceso a la energía se consideró que existirá un mayor consumo y, por consiguiente aumentarán los ingresos por venta de la energía para la UNE.

En la tabla 12 aparece la base de cálculo aplicada para estimar los ingresos por este concepto a partir del incremento en la generación que conllevará un mayor consumo de energía y la tarifa promedio para la venta de electricidad certificada por la UNE en Diciembre de 2021 a partir del octubre de 2021.

**Tabla No. 14: Ingresos anuales por venta de energía.**

INGRESOS ANUALES POR VENTA DE ENERGÍA		
Energía generada Antes del proyecto (1)	469248	kWh/año
Energía que se generará después del proyecto (2)	4220261	kWh/año
<b>Incremento en el consumo de energía (fósil+FRE) (3)=(2 - 1)</b>	<b>3751013</b>	<b>kWh/año</b>
tarifa promedio para la venta de energía (4)	3,15278	cup/kWh
<b>Ingresos anuales por venta de energía (5)=(3 x 4)</b>	<b>11826,12</b>	<b>MCUP/año</b>

Fuente: FRE-CL-UNE.

Como se puede apreciar la UNE los ingresos anuales por venta de la energía serán superiores a 11,8 MMCUP. Ver Anexos 8 y 9

#### **Análisis de los Ingresos anuales por incrementos productivos que origina el mayor acceso a la energía.**

Es consideró que el mayor acceso a la energía permitirá incrementos productivos en las distintas comunidades. Los cálculos en este acápite se hicieron tomando como referencia la información brindada por los especialistas

que se encuentran trabajando directamente con el proyecto y que se basan en las premisas siguientes:

- Se consideraron los ingresos de cada comunidad obtenidos del estudio de oportunidades y necesidades realizadas por el equipo FRE local.
- Se estimaron incrementos de los ingresos con respecto al actual para los quinquenios 1ro, 2do, 3er y 4to, (para trabajar con una vida útil de 20 años) considerando 20%, 30%, 40% y 50% de incrementos respectivamente.

**Tabla No. 15: Premisas para el cálculo de los Ingresos anuales por incrementos productivos.**

Ingresos anuales por incrementos productivos que origina un mayor acceso a la energía (MCUP/año/QUINQUENIO)			
I QUINQ.	II QUINQ.	III QUINQ.	IV QUINQ.
20% del total de Ingresos	30% del total de Ingresos	40% del total de Ingresos	50% del total de Ingresos
4910,9	7366,4	9821,8	12277,3

Fuente: FRE-CL-UNE.

El desglose por cada una de las comunidades aparece en el Anexo No. 10.

Ingresos anuales por incrementos productivos por aumento del fondo habitacional

A partir de que se estima un incremento total de hasta un 30% del fondo habitacional durante todo el horizonte temporal del proyecto se considera un incremento productivo por esta razón. Los cálculos en este acápite se hicieron tomando como referencia la información brindada por los especialistas que se encuentran trabajando directamente con el proyecto que se basan en las premisas siguientes:

- Se consideró un incremento del fondo habitacional para los quinquenios 1ro, 2do, 3er y 4to, (para trabajar con una vida útil de 20 años) del 10%, 20%, 25% y 30%, respectivamente.
- Se calculó que el incremento del número de viviendas genera incrementos progresivos en los ingresos totales de la comunidad.

**Tabla No. 16: Ingresos anuales por incrementos productivos por aumento del fondo habitacional.**

Ingresos anuales por incrementos productivos de un mayor fondo habitacional (MCUP/año/QUINQUENIO)			
I QUINQ.	II QUINQ.	III QUINQ.	IV QUINQ.
736,6	1473,3	1841,6	2209,9

Fuente: FRE-CL-UNE.

El desglose por cada una de las comunidades aparece en el Anexo No. 11.

Gasto evitado por consumo de Leña.

Se considera que al contar con un mayor acceso a la energía disminuya el consumo de leña con diferentes fines. Los cálculos en este acápite se hicieron tomando como referencia la información brindada por los especialistas que se encuentran trabajando directamente con el proyecto que se basan en las premisas siguientes:

- Se consideró que cada vivienda puede consumir 21,47 kg/d a partir de estudios previos realizados durante las intervenciones.
- Se afectó este valor por el número de viviendas reales que consumen leña en cada comunidad debido a la disponibilidad de la misma y al acceso a otras fuentes.
- Se utilizó un valor de 2,06 CUP el kg de leña para calcular los gastos totales evitados por este concepto durante cada año (365 días).

**Tabla No. 17: Gasto evitado por consumo de leña.**

Gastos anuales evitados por consumo de energía		
Consumo total de leña	1477065	kg/año
Precio de la leña	4,5	cup/kg
<b>Costo anual evitado</b>	<b>6646,8</b>	<b>MCUP/año</b>

Fuente: FRE-CL-UNE.

Como se puede apreciar cuando esté en operación el proyecto, por este concepto se ahorraría más de 6,64 MMCUP.

El desglose por cada una de las comunidades aparece en el Anexo No. 12.

Beneficios medioambientales.

Teniendo en cuenta la energía generada con las fuentes renovables de energía se realizó el cálculo de la cantidad de toneladas de CO<sub>2</sub> dejadas de emitir durante todo el horizonte temporal del proyecto, utilizando como referencia el factor de emisión de CO<sub>2</sub>, 0,8635 tCO<sub>2</sub>/MWh certificado por el Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental de INEL con fecha mayo 2021.

Además se consideró la venta de créditos de carbono a partir de las toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas a razón de 47,42 USD por tonelada.

A continuación, se muestra la base cálculo utilizada en este acápite:

**Tabla No. 18: Beneficios medioambientales por Emisiones de CO2 evitadas.**

<b>EMISIONES de CO2 evitadas por utilización de la FRE para la generación de la Electricidad</b>			
Energía Generada con FRE (1)	3459	MWh/año	
Factor de emisiones de CO2 (2)	0,8635	tCO2/MWh	
<b>Toneladas de CO2 evitadas (3)=(1 x 2)</b>	<b>2986,8</b>	<b>tCO2/año</b>	

Fuente: FRE-CL-UNE-INEL.

Como se puede apreciar se dejarán de emitir como promedio anual más de 2,9 mil toneladas de CO2.

### **Relación Costo Beneficios**

Para determinar esta relación se tuvieron en cuenta las siguientes premisas:

1. Los cálculos se realizaron en CUP.
2. La Tasa de actualización utilizada para el descuento del flujo es del 8 %.
3. La evaluación abarca un período de 20 años de explotación.
4. Costo del kWh generado con la energía solar fotovoltaica: 0,37466 cup/kWh
5. Costo del kWh generado con baterías: 0,37466 cup/kWh (se consideró que estarían conectadas a los SFV)
6. Costo del kWh generado con la energía hidráulica: 0,90317 cup/kWh
7. Costo de mantenimiento a las redes: 1 % del valor de inversión en redes.
8. CEB de los GE diésel: 315 g/kWh
9. CEB del SEN + % pérdidas técnicas de transmisión: 334,56 g/kWh.
10. Precio Promedio ponderado del combustible en el SEN: Proyección de precios de los combustibles 2021-2050 según la DFP 2/2021 del MINCEX. (Ver Anexo No.13)
11. Precio promedio ponderado de venta (tarifa): 3,152 cup/kWh
12. El presupuesto ejecutado antes del 2021 se considera a tasa de 1 x 1.
13. A partir del 2021 se aplicó la tasa de cambio 24 cup/usd.
14. Incrementos de los ingresos con respecto al actual para los quinquenios 1ro, 2do, 3er y 4to, considerando 20%, 30%, 40% y 50% de incrementos respectivamente.
15. Incremento del fondo habitacional para los quinquenios 1ro, 2do, 3er y 4to, del 10%, 20%, 25% y 30%, respectivamente.
16. Cada vivienda puede consumir 2,06 kg/d. durante los 365 días del año.

17. Precio de la leña: 4,50 cup/kg de leña para calcular los gastos totales evitados por este concepto durante cada año (365 días).

### **Estructura financiera del proyecto.**

En el anexo 14 se muestran las fuentes de financiamiento del proyecto y los correspondientes alcances de cada uno de ellas.

#### **PNUD**

Donativo del PNUD por valor de 5 734,3 MUSD con el que se financiará el 100 % del valor de importación. Dicho financiamiento, a la tasa de cambio vigente equivale a 128 091,2 MCUP.

#### **Financiamiento por el Presupuesto Central del Estado**

El Presupuesto Central del Estado financiará los costos asociados al capital de trabajo inicial y los gastos locales que se generen en Cuba y asciende a 29 156,9 MCUP.

#### **La Razón Beneficio- Costo.**

**Tabla No.19: Razón Beneficio – costo.**

Valor Actual Beneficios	\$ 263.935,0			El Proyecto es rentable a la tasa de descuento del 8%
Valor Actual Costos	\$ 185.370,1			
R B/C	1,42	>	1,00	

**Fuente:** Elaborado por el evaluador

Ver Anexo No.15

A partir del análisis realizado y los resultados obtenidos se puede tomar la decisión de asumir la inversión evaluada, ya que bajo las premisas planteadas los beneficios esperados permiten cubrir los gastos previstos.

Al determinar el peso total de los gastos previstos en contra del total de los beneficios previstos, se observa que este proyecto debe ser ejecutado ya que la Razón Beneficio - Costo es mayor que la unidad (1,42), lo que representa que es rentable a la tasa de descuento del 8% siendo el Valor Presente Neto del proyecto de 157 248,1 MCUP.

## **CONCLUSIONES PARCIALES CAPÍTULO II**

1. En 8 comunidades resulta más factible la implementación de una microrred eléctrica para suministrar energía a los consumos locales y en 8 resulta más factible la electrificación de la comunidad mediante la interconexión con el SEN conjuntamente con la construcción de un PFV en la comunidad.

2. El ahorro en el costo del diésel para la generación con GE, permite que el proyecto tenga beneficios superiores a los 79 MCUP, incrementando la generación en el SEN en 628,5 MWh y el consumo en 210 t por utilizar una fuente de generación más eficiente.
3. La inversión permite un mayor acceso a la energía por lo que los ingresos anuales por venta de electricidad para la UNE serán superiores a los 11,8 MMCUP.
4. Desde el punto de vista medioambiental la presente inversión evita la emisión más de 2 986 t de CO<sub>2</sub>.
5. Una vez que comience la operación del proyecto mejorarán las condiciones de vida de los habitantes y el desarrollo comunitario ya que tiene intervención directa en 16 comunidades que abarcan más de 1100 viviendas y 2760 pobladores.
6. Una vez que comience la operación del proyecto mejorarán las condiciones de vida de los habitantes y el desarrollo comunitario ya que tiene intervención directa en 16 comunidades que abarcan más de 1100 viviendas y 2760 pobladores.

## **CONCLUSIONES**

1. La sistematización de los fundamentos teóricos con los elementos que sustentan el funcionamiento de paneles fotovoltaicos, los cuales tienen un impacto positivo sobre el medio ambiente, bajos costos de operación y una larga vida útil, que hacen de esta fuente de obtención de energía una variante tecnológica competitiva.
- 2 .El diagnostico realizado a La Unidad Empresarial de Base FRE (UEB-FRE) arrojo como resultado que no se analiza el Costo- Beneficio de dicho Proyecto.
3. La evaluación de los resultados del análisis económico - financiero permitió que anualmente la generación con GE diésel disminuya en más de 336,4 MWh, representando un ahorro de 1 473,9 MCUP que equivalen a más de 61,4 MUSD.

## **RECOMENDACIONES**

1. Por la experiencia adquirida en Cuba en el programa de electrificación rural a través de las microrredes, y el papel que juegan en el aprovechamiento de los recursos renovables existentes en cada una de las comunidades rurales, se recomienda explorar aquellas en las que existen posibilidades para su implementación.
2. Por la importancia del proyecto en el programa de desarrollo energético para el país se propone someter el presente estudio a la consideración de las partes pertinentes, con el objetivo de su aprobación.

## **REFERENCIAS**

- 1-ANNP. (2016). Actualización de los lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021 aprobados en el 7mo. Congreso del Partido en abril de 2016 y por la Asamblea del Poder Popular en julio de 2016. Cuba.
- 2-Arronte, L. (2016). Mayor eficiencia eléctrica en Cuba ahorra cien mil toneladas de combustible en 2015. Periódico Granma, enero de 2016.
- 3-Berdegué, J., Schejtman, A. (2004). Desarrollo territorial rural. [s.d.e]
- 4-Bouille, D. (2018). Economía de la energía. México.
- 5-Bucciarelli, L. (2016). The Effect of Day-to-Day Correlation in Solar Radiation on the Probability of Loss-of-Power in a Stand-alone Photovoltaic Energy System, Solar Energy 36,1, 11-14.
- 6-Buitrago, R.H. (2018). Energía solar fotovoltaica. Mitos y realidades. Seminario Internacional de Emergías Renovables. Montevideo.
- 7-BID. (2015). Acceso a la energía eléctrica. Situación de Latinoamérica y el Caribe (LAC). División de Energía del Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente del BID. Capacitación en línea, 25 de febrero de 2015.
- 8-Careni, L. El desarrollo local y su articulación con lo comunitario. Cuba. 2010.
- 9-Carrazana, H. (2022). Informe de actualización de prospectiva energética. Venezuela. Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UTN-General.
- 10-CITMA. (2017). Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba. Tarea Vida. Cuba. 2017. Disponible en [http://www.contraloria.gob.cu/documentos/noticias/FOLLETO\\_TAREA\\_VIDA.PDF](http://www.contraloria.gob.cu/documentos/noticias/FOLLETO_TAREA_VIDA.PDF)
- 11-Ceara, M. (2016). Algunas ideas de una propuesta de desarrollo basada en la calidad de vida de la gente. Taller Crisis Global y Alternativas del Desarrollo en el S XXI. La Habana, Cuba.
- 12-Donéstevez S.G.M. (2006). La economía campesina en la transición al socialismo en Cuba: el proceso de descampesinización-campesinización. Santa Clara: Ed. Feijóo. ISBN 978-959-250-388-5.
- 13-Electric Power Research Institute. (2013). Market Transformation: A Practical Guide to Designing and Evaluating Energy Efficient Programs.
- 14-García y col. (2020). La concepción estratégica de las transformaciones en la economía energética. Instituto Nacional de Investigaciones Económicas.

15-González, T.; Sánchez, I.R.; Olalde, R. (2017). La inversión energética en el desarrollo rural y agrícola en Cuba. Caso de estudio comunidad “4to Congreso”, Sancti Spíritus. VI Simposio de Contabilidad, Finanzas y Auditoría. 11na Conferencia de Ciencias Empresariales. Villa Clara: Ed. Samuel Feijóo, UCLV.

16-González, T.; Sánchez, I.R.; Olalde, R. (2018). Tesis presentada al grado de Doctor en Ciencias Económicas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba.

17-González, T. (2019). La toma de decisiones en proyectos de energización rural para la contribución a la mejora de la calidad de vida. Anales de la Academia de Ciencias en Cuba. Año 2019, Vol. 9, Nº. 3. La Habana, Cuba. pp. 154-157.

ISSN: 2304-0106. Disponible en: URRL en:  
<http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/686>.

18-Guzón, A. (2010). Estrategias municipales para el desarrollo. 2010. Disponible en [http://hdrnet.org/573/1/Guzon\\_UFvol2n1.pdf](http://hdrnet.org/573/1/Guzon_UFvol2n1.pdf)

19-High, C. y, and Hathaway, K. (2016). Estimation of Avoided Emission Rates for Nitrogen Oxide Resulting from Renewable Electric Power Generation in the New England, New York and PJM Interconnection Power Market Areas. Systems Group Inc.

20-International Energy Agency (IEA) (2013, 2016 y 2020). Key world energy statistics. Disponible en <http://www.iea.org>

21-Hamrin, J. Mandated Market Policy Overview International Grid Connected Renewable Energy Policy Forum Presentation. 2000.

22-Iñiguez, L. ¿De quiénes son los territorios?. Revista Miradas a la economía cubana: desde una perspectiva territorial. La Habana: Caminos. Cuba. 2014.

23-Leng, G. (2020). Distributed Photovoltaic Demand-Side Generation: An Economic Evaluation for Electric Utilities - Master Degree Thesis, University of Massachusetts Lowell, MA, USA.

24-Louro, A. (2014). La Gestión Administrativa y financiera local, una necesidad para el desarrollo. Revista Miradas a la Economía Cubana. Cuba.

25-Martín, M. (2013). Artículo Relaciones socioeconómicas en la comunidad rural y campesina «La Venturilla». Revista Agricultura Orgánica, año 19, número 3.

Equipo de Estudios Rurales del Departamento de Sociología, Universidad de La Habana. Cuba.

26-Martínez, P. (2015). Análisis de los factores de crecimiento de la economía cubana. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana. Cuba. Disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2015/crecimiento-economico.html>

27-Muñoz, R.; Kabaghe, L. (2007). Desarrollo humano y sostenible como sistema: principales variables, contradicciones y perspectivas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.

28-RENAC. Renewables Academy. (2018). Energía solar fotovoltaica como fuente de energía renovable global. México.

29-Royer, J., Djiaiko, T., Schiller, E. and Sy, B.S. (2018). Le pompage photovoltaïque: manuel de cours à l'intention des ingénieurs et des techniciens, Institut de l'Énergie des Pays ayant en commun l'usage du Français, 56, rue Saint-Pierre, 3e étage, Québec, QC, Canada, G1K 4A1.

30-Olalde R.; González T.; Herrera, L.; Cherni, J.; Urbina, A. (2016). Innovación tecnológica energética en comunidades rurales. Caso de estudio comunidad de “Manantiales”, Villa Clara, Cuba. Revista Centro Agrícola. Vol. 43 (3),13-21. Cuba. Disponible en <http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-43-2016/numero-3-2016/807-innovacion-tecnologica-energetica-en-comunidades-rurales-caso-de-estudio-comunidad-de-manantiales-villa-clara-cuba>

31-Olalde, R.; González, T. (2016). Valoración de indicadores del ecosistema agrícola y su relación con la energía. Estudios de caso. Memorias XII Taller Internacional CUBASOLAR. Holguín.

32-ONEI. (2016-2020). Modelo 5076-06 del Sistema de Información de Estadística Nacional. Cuba.

33-Organización de las Naciones Unidas (ONU). Reporte Global Tracking Framework. Sustainable Energy for All (SE4ALL). 2015.

34-REN21 Renewable Energy Policy Network. Energías Renovables. (2016-2020). Reporte de la situación mundial. Washington, D.C.: Worldwatch Institute.

35-Rodríguez, J.L. Cuba y sus perspectivas energéticas: una revisión reciente (II). Cuba Contemporánea, Cuba. 2014.

36-UNE. (2020). Actualización de las fuentes renovables en Cuba: Retos y desafíos. Presentación presentada en el II Evento Nacional de Cubasolar. La Habana. Cuba.

37-UPME. Promoción y divulgación del uso de fuentes renovables de energía para la generación de electricidad. Venezuela. 2012. Disponible en <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/143.htm>

38-Villalonga, JC. (2018). Grupo de Energías Renovables. Energías Renovables. Presentación en power point.

## ANEXOS

Anexo 1. Relación de los cinco países que más invierten adicionalmente en capacidades netas en tecnologías que utilizan la energía renovable.

Concepto	1	2	3	4	5
Inversión en electricidad y combustibles renovables (sin incluir energía hidráulica mayor a 5 MW)	China	Estados Unidos	Japón	Reino Unido	India
Inversión en electricidad y combustibles renovables por unidad de PIB	Mauritania	Honduras	Uruguay	Marruecos	Jamaica
Capacidad de energía geotérmica 13.2GW	Turquía	Estados Unidos	México	Kenya	Alemania Japón
Capacidad energía hidráulica 1 024GW	China	Brasil	Turquía	India	Vietnam
Capacidad solar FV 227GW	China	Japón	Estados Unidos	Reino Unido	India
Capacidad de energía eólica 463GW	China	Estados Unidos	Alemania	Brasil	India
Capacidad de energía solar de concentración (CSP) 4.8GW	Marruecos	South África	Estados Unidos	-	-
Producción de biodiesel	Estados Unidos	Brasil	Alemania	Argentina	Francia
Producción de etanol combustible	Estados Unidos	Brasil	China	Canadá	Tailandia

Fuente: adaptado de REN21, 2016.

Anexo 2. Costos de capital y operación y mantenimiento de las FRE.

<b>Tecnología</b>	<b>Costo de capital</b>	<b>Operación y mantenimiento</b>
	<b>USD/kW</b>	<b>USD/kW/año</b>
Eólica (offshore)	6.300	105
Solar térmica	5.500	60
Biomasa	4.300	120
Mini-hidro	4.000	30
Solar FTV	2.600	25
Eólica	2.100	30

Fuente: adaptado de Consejo de Electricidad Occidental (WECC).

Anexo 3. Principales indicadores relacionados con la energía renovable a nivel mundial con cierre 2015.

Indicadores	Unidad de medida	2014	2015
<b>Inversiones</b>			
Inversiones nuevas (anuales) en electricidad y combustibles Renovables	10 <sup>9</sup> USD	273	285,9
<b>Electricidad</b>			
Capacidad de electricidad renovable (total, sin incluir hidráulica)	GW	665	785
Capacidad de energía renovable (total, incluyendo energía hidráulica)	GW	1.701	1.849
Capacidad de energía hidráulica	GW	1.036	1.064
Capacidad de bioenergía	GW	101	106
Generación de bioenergía (anual)	TWh	429	464
Capacidad de energía geotérmica	GW	12,9	13,2
Capacidad de energía solar FV	GW	177	227
Energía solar térmica de concentración	GW	4,3	4,8
Capacidad de energía eólica	GW	370	433
<b>Calor</b>			
Capacidad de calentamiento solar de agua	GWth	409	435
<b>Transporte</b>			
Producción de etanol (anual)	billones de litros	94,5	98,3
Producción de biodiesel (anual)	billones de litros	30,4	30,1
<b>Políticas</b>			
Países con objetivos de políticas	#	164	173

Fuente: adaptado del informe "Reporte de la situación mundial de energías renovables" (REN21), 2016.

**ANEXO 4. Áreas de intervención**

Provincia	Municipio	Comunidades adicionadas/modificadas
<b>ISLA DE LA JUVENTUD</b>		Cocodrilo
<b>MATANZAS</b>	Calimete	Villena
	Clénaga de Zapata	Guasasa
		-
<b>CIENFUEGOS</b>	Cumanayagua	Hoyo de Padilla
		San José
		Río Chiquito
		San Narciso
<b>VILLA CLARA</b>	Placetas	
<b>SANCTI SPÍRITUS</b>	Sancti Spíritus	Alazanes
		Yagua
	Fomento	Cuarto Congreso
		Guaranal
<b>GRANMA</b>	Río Cauto	Comunidades aisladas interés
		Ensenada del Indio
		Uno de Santa Rosa
<b>SANTIAGO DE CUBA</b>	Guamá	El Macho
		La Magdalena
<b>GUANTÁNAMO</b>	Imías	Yacabo Arriba
		El Palenque
	El Salvador	Escondida de Monte Ruz
<b>HOLGUÍN</b>	Mayarí	La Mora
	Banes	Aguacero
		Comunales (Vista Alegre)
	Moa	La Melba

## **ANEXO 5. Cronograma directivo de la inversión**

## ANEXO 6: Cálculo del capital de trabajo

Cálculo del Capital de Trabajo	MCUP	2.023	2.024	2.025	2.026	2.027	2.028	2.029	2.030	2.031	2.032	2.033	2.034	2.035	2.036	2.037	2.038	2.039	2.040	2.041	2.042	0
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
1.1.CUENTAS POR COBRAR	30	19.239,5	24.200,3	24.200,3	24.200,3	24.200,3	27.392,4	27.392,4	27.392,4	27.392,4	27.392,4	30.216,2	30.216,2	30.216,2	30.216,2	30.216,2	33.040,0	33.040,0	33.040,0	33.040,0	33.040,0	0,0
1.2.EXISTENCIAS																						
* Materias Primas	30	47,23	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	101,21	0,00	
* Prod.en Proceso	0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
* Prod.Terminados	0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
* Piezas de Rep.	45	17,7	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	0,00
1.3.EFECTIVO EN CAJA	30	116,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	199,1	0,0
TOTAL ACTIVOS CORRIENTES		19.420,6	24.538,6	24.538,6	24.538,6	24.538,6	27.730,7	27.730,7	27.730,7	27.730,7	27.730,7	30.554,5	30.554,5	30.554,5	30.554,5	33.378,2	33.378,2	33.378,2	33.378,2	33.378,2	33.378,2	0,0
2. CUENTAS POR PAGAR	30	37,2	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	0,0
3. CAPITAL DE TRABAJO NETO		19.383,4	24.474,8	24.474,8	24.474,8	24.474,8	27.666,9	27.666,9	27.666,9	27.666,9	27.666,9	30.490,7	30.490,7	30.490,7	30.490,7	33.314,5	33.314,5	33.314,5	33.314,5	33.314,5	33.314,5	0,0
4. INCREMENTO / DECREMENTO		19.383,4	5.091,4	0,0	0,0	0,0	3.192,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2.823,8	0,0	0,0	0,0	2.823,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33.314,5
DEL CAPITAL DE TRABAJO																						

## ANEXO 7: Valorde inversión desglosado por acápite y componentes.

Valor de Inversión	Año 1 2020		Año 2 2021				Año 3 2022				Año 4 2023				TOTAL			
	MT (MCUP)	MUSD	MT (MCUP)	MCUP	MCUP (MUSD X24)	MUSD	MT (MCUP)	MCUP	MCUP (MUSD X24)	MUSD	MT (MCUP)	MCUP	MCUP (MUSD X24)	MUSD	MT (MCUP)	MCUP	MCUP (MUSD X24)	MUSD
I) INVERSIÓN FIJA	659,7	380,8	21997,5	821,0	21176,5	882,4	92230,2	1371,0	90859,2	3785,8	701,0	341,0	360,0	15,0	115588,4	3192,7	112395,7	5063,9
EQUIPOS	436,7	377,8	20571,8	121,0	20450,8	852,1	67702,4	121,0	67702,4	2820,9	121,0	0,0	0,0	0,0	88952,9	799,7	88153,2	4050,8
EQUIPOS Y MOBILIARIO	70,0	62,1	20518,8	68,0	20450,8	852,1	6770,4	68,0	6770,4	2820,9	68,0	68,0	0,0	0,0	88427,2	274,0	88153,2	3735,2
EQUIPOS AUDIOVISUALES Y DE COMUNICACIONES			2,0	2,0	0,0		2,0	2,0	0,0		2,0	2,0			6,0	6,0	0,0	0,0
EQUIPOS DE TRANSPORTE	366,7	315,7	51,0	51,0	0,0		51,0	51,0	0,0		51,0	51,0			519,7	519,7	0,0	315,7
CAMIONETAS	321,3	297,3	24,0	24,0	0,0		24,0	24,0	0,0		24,0	24,0			393,3	393,3	0,0	297,3
MOTOS	45,4	18,4	27,0	27,0	0,0		27,0	27,0	0,0		27,0	27,0			126,4	126,4	0,0	18,4
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	223,0	3,0	1425,7	700,0	725,7	30,2	24406,8	1250,0	23156,8	964,9	580,0	220,0	360,0	15,0	26635,6	2393,0	24242,6	1013,1
MICRO REDES (Redes internas)	0,0		0,0		0,0		4406,0	0,0	4406,0	183,6	0,0				4406,0	0,0	4406,0	183,6
MATANZAS							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
CIENFUEGOS							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
HOLGUÍN							1468,7	0,0	1468,7	61,2					1468,7	0,0	1468,7	61,2
Red interna Comunales							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
Red interna La mora							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
SANTIAGO DE CUBA							1468,7	0,0	1468,7	61,2					1468,7	0,0	1468,7	61,2
Red interna El Macho							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
Red interna La Magdalena							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
SVF+SEN	0,0		0,0		0,0		16747,3	0,0	16747,3	697,8	0,0				16747,3	0,0	16747,3	697,8
MATANZAS							1485,3	0,0	1485,3	61,9					1485,3	0,0	1485,3	61,9
Red interna							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
Red al SEN							751,0	0,0	751,0	31,3					751,0	0,0	751,0	31,3
CIENFUEGOS							3721,6	0,0	3721,6	155,1					3721,6	0,0	3721,6	155,1
Red interna							1468,7	0,0	1468,7	61,2					1468,7	0,0	1468,7	61,2
Red al SEN							1468,7	0,0	1468,7	61,2					1468,7	0,0	1468,7	61,2
SANCTI SPÍRITUS							3346,1	0,0	3346,1	139,4					3346,1	0,0	3346,1	139,4
Alazanes							1860,8	0,0	1860,8	77,5					1860,8	0,0	1860,8	77,5
Red interna							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
Red al SEN							1126,5	0,0	1126,5	46,9					1126,5	0,0	1126,5	46,9
Gúaranal							1485,3	0,0	1485,3	61,9					1485,3	0,0	1485,3	61,9
Red interna							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
Red al SEN							751,0	0,0	751,0	31,3					751,0	0,0	751,0	31,3
HOLGUÍN							1485,3	0,0	1485,3	61,9					1485,3	0,0	1485,3	61,9
Red interna							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
Red al SEN							751,0	0,0	751,0	31,3					751,0	0,0	751,0	31,3
GRANMA							1297,6	0,0	1297,6	54,1					1297,6	0,0	1297,6	54,1
Red interna							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
Red al SEN							563,2	0,0	563,2	23,5					563,2	0,0	563,2	23,5
GUANTÁNAMO							5411,4	0,0	5411,4	225,5					5411,4	0,0	5411,4	225,5
Yacabo arriba							2424,1	0,0	2424,1	101,0					2424,1	0,0	2424,1	101,0
Red interna							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
Red al SEN							1689,7	0,0	1689,7	70,4					1689,7	0,0	1689,7	70,4
La Escondida							2987,3	0,0	2987,3	124,5					2987,3	0,0	2987,3	124,5
Red interna							734,3	0,0	734,3	30,6					734,3	0,0	734,3	30,6
Red al SEN							2253,0	0,0	2253,0	93,9					2253,0	0,0	2253,0	93,9
MATERIALES Y BIENES	123,0	3,0	1125,7	400,0	725,7	30,2	2653,6	650,0	2003,6	83,5	480,0	120,0	360,0	15,0	4382,3	1293,0	3089,3	131,7
SUMINISTROS	100,0		300,0	300,0	0,0		600,0	600,0	0,0	0	100,0	100,0	0,0	0,0	110			

**ANEXO 8: Generación estimada por tipo de tecnología a instalar a cada una de las soluciones técnicas previstas.**

		Localidad	Solución técnica	POTENCIA INSTALADA x TECNOLOGÍA				ENERGÍA ESTIM. POR TECNOLOGÍA													
				FÓSIL	FRE	GE (kVA)	GE (kW)	PSFV (kW)	MCHE (kW)	Baterías (kW)	Gen. FÓSIL post proyecto. (kWh/año)	CEB de GE y SEN (g/kWh)	Consumo Diesel (t)	G. FRE (kWh/año)	PTI. FRE	SFV (%)	MCHE (%)	BATERÍAS (%)	Energía PSFV	Energía MCHE	Energía BATERÍA
1	Villena	PFV+SEN			48						32703	334,56	10,9	61668	48	100,0%			61668	0	0
2	Alazanes	PFV+SEN			24						16870	334,56	5,6	56071	24	100,0%			56071	0	0
3	Guaranal	PFV+SEN			24						21944	334,56	7,3	41080	24	100,0%			41080	0	0
4	San José + Río Chiquito	PFV+SEN			48						37367	334,56	12,5	68133	48	100,0%			68133	0	0
5	Guasasa	Microrred	100	80	230		65,1				56483	315	17,8	274009	295,1	77,9%	0,0%	22,1%	213562	0	60447
6	Hoyo de Padilla	Microrred	60	48	120	30	34,5				23478	315	7,4	246762	184,5	65,0%	16,3%	18,7%	160496	40124	46142
7	Cuarto Congreso	Microrred				8	15	4,41			0		0,0	62753	27,41	29,2%	54,7%	16,1%	18315	34341	10056
8	La Mora	Microrred	20	16	84						4023	315	1,3	115906	108,7	77,3%	0,0%	22,7%	89569	0	26337
9	Los Aguaceros	PFV+SEN	0	0	24						7944	334,56	2,7	21944	24	100,0%	0,0%	0,0%	21944	0	0
10	Vista Alegre (Comunales)	Microrred	20	16	72						3090	315	1,0	100144	94,2	76,4%	0,0%	23,6%	76543	0	23601
11	Uno de Santa Rosa	PFV+SEN	0	0	48						56524	334,56	18,9	70330	48	100,0%	0,0%	0,0%	70330	0	0
12	El Macho	Microrred	45	36	100						6197	315	2,0	239429	150,7	66,4%	0,0%	33,6%	158878	0	80551
13	La Magdalena	Microrred	60	48	120	40,1	50				14820	315	4,7	764381	210,1	57,1%	19,1%	23,8%	436581	145891	181909
14	Yacabo Arriba	PFV+SEN	0	0	192						223951	334,56	74,9	404307	192	100,0%	0,0%	0,0%	404307	0	0
15	La Escondida de Monte Ruz	PFV+SEN	0	0	240						231177	334,56	77,3	438805	240	100,0%	0,0%	0,0%	438805	0	0
16	Cocodrilo	Microrred	100	80	308		84,1				24700	315	7,8	493268	392,1	78,6%	0,0%	21,4%	387469	0	105799
<b>TOTAL</b>			<b>405</b>	<b>324</b>	<b>1690</b>	<b>85,1</b>	<b>335,71</b>				<b>761271</b>	<b>252,1</b>	<b>3458990</b>	<b>2110,81</b>				<b>2703750</b>	<b>220356</b>	<b>534883</b>	

**ANEXO 9: Consumo de combustible por cada una de las comunidades antes de la implementación del proyecto.**

CONSUMO DE COMBUSTIBLE ANTES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO												
	Localidad	tecnología	Potencia instalada (kVA)	Potencia instalada (kW)	h/trab de L-V	h/trab S y D	sem/año	h/año	carga	Energía (kWh/año)	CEB Motores g/kWh.	Consumo t
1	Villena	GE	20	16	4	6	52	1664	50%	13312	315	4,2
2	Alazanes	GE	45	36	4	6	52	1664	50%	29952	315	9,4
3	San José + Río Chiquito	GE+PCHE	65	52	4	6	52	1664	50%	43264	315	13,6
4	Guasasa	GE	65	52	4	6	52	1664	50%	43264	315	13,6
5	Hoyo de Padilla	GE+PCHE	60	48	4	6	52	1664	50%	39936	315	12,6
6	La Mora	GE	20	16	4	6	52	1664	50%	13312	315	4,2
7	Los Aguaceros	GE	20	16	4	6	52	1664	50%	13312	315	4,2
8	Vista Alegre (Comunales)	GE	20	16	4	6	52	1664	50%	13312	315	4,2
9	Uno de Santa Rosa	GE	45	36	4	6	52	1664	50%	29952	315	9,4
10	El Macho	GE	45	36	4	6	52	1664	50%	29952	315	9,4
11	La Magdalena	GE mag+GE ciruelo	80	64	4	6	52	1664	50%	53248	315	16,8
12	Yacabo Arriba	GE	60	48	4	6	52	1664	50%	39936	315	12,6
13	La Escondida de Monte Ruz	MCHE (30)+ GE	60	48	4	6	52	1664	50%	39936	315	12,6
14	Cocodrilo	GE + GASIF	100	80	4	6	52	1664	50%	66560	315	21,0
										469248		147,8

**ANEXO 10: Ingreso anuales por incrementos productivos en las comunidades a partir de un mayor acceso a la energía.**

No	Provincia	Municipio	Comunidad		Viviendas	Pobladores	Ingresos anuales por incrementos productivos que origina un mayor acceso a la energía			
							1er quinquenio (20% del total de ingresos) (CUP)	2do quinquenio (30% del total de ingresos) (CUP)	3er quinquenio (40% del total de ingresos) (CUP)	4to quinquenio (50% del total de ingresos) (CUP)
1	Matanzas	Calimete	Villena	Villena	34	72	63544,8	95317,2	127089,6	158862
2	Sancti Spíritus	Sancti Spíritus	Alazanes	Alazanes	10	24	141600	212400	283200	354000
3	Sancti Spíritus	Fomento	Guaranal	Guaranal	25	44	95040	142560	190080	237600
4	Cienfuegos	Cumanayagua	San José + Rio Chiquito	San José + Rio Chiquito	48	132	73387,2	110080,8	146774,4	183468
5	Matanzas	Ciénaga de Zapata	Guasasa	Guasasa	80	165	768000	1152000	1536000	1920000
6	Cienfuegos	Cumanayagua	Hoyo de Padilloyo de Padi		61	124	86724	130086	173448	216810
7	Sancti Spíritus	Fomento	Cuarto Congreso	Cuarto Congreso	21	37	100800	151200	201600	252000
10	Holguín	Mayari	La Mora	La Mora	32	74	48739	73109	97478	121848
11	Holguín	Banes	Los Aguaceros	Los Aguaceros	21	50	37310	55966	74621	93276
12	Holguín	Banes	Vista Alegre (Comunales)	Vista Alegre (Comunales)	29	50	39286	58928	78571	98214
13	Granma	Río Cauto	Uno de Santa Rosa	Uno de Santa Rosa	43	112	123948	185922	247896	309870
15	Santiago de Cuba	Guamá	El Macho	El Macho	56	273	384073	576109	768146	980182
16	Santiago de Cuba	Guamá	La	La	200	527	1019477	1529216	2038954	2548693
17	Guantánamo	Imías	Yacabo Arriba	Yacabo Arriba	150	297	421512	632268	843024	1053780
19	Guantánamo	El Salvador	La Escondida de Monte Ruz	La Escondida de Monte Ruz	185	428	739481	1109221	1478962	1848702
20	Isla de la Juventud	Cocodrilo	Cocodrilo	Cocodrilo	110	352	768000	1152000	1536000	1920000
<b>TOTALES</b>					1105	2761	4910922	7366383	9821845	12277306

**ANEXO 11: Ingreso anuales por incrementos productivos en las comunidades a partir de un mayor acceso a la energía**

Provincia	Municipio	Comunidad	Viviendas	Pobladores	Incrementos de las viviendas hasta un 30 %	Ingresos anuales por incrementos productivos de un mayor fondo habitacional				
						1er quinquenio (CUP)	2do quinquenio (CUP)	3er quinquenio (CUP)	4to quinquenio (CUP)	
Matanzas	Calimete	Villena	34	72	44	9531,72	19063,44	23829,3	28595,16	
Sancti Spíritus	Sancti Spíritus	Alazanes	10	24	13	21240	42480	53100	63720	
Sancti Spíritus	Fomento	Guaranal	25	44	33	14256	28512	35640	42768	
Cienfuegos	Cumanayagua	San José + Rio Chiquito	48	132	62	11008,08	22016,16	27520,2	33024,24	
Matanzas	Ciénaga de Zapata	Guasasa	80	165	104	115200	230400	288000	345600	
Cienfuegos	Cumanayagua	Hoyo de Padilla	61	124	79	13008,6	26017,2	32521,5	39025,8	
Sancti Spíritus	Fomento	Cuarto Congreso	21	37	27	15120	30240	37800	45360	
Holguín	Mayari	La Mora	32	74	42	7311	14622	18277	21933	
Holguín	Banes	Los Aguaceros	21	50	27	5597	11193	13991	16790	
Holguín	Banes	Vista Alegre (Comunales)	29	50	38	5893	11786	14732	17679	
Granma	Río Cauto	Uno de Santa Rosa	43	112	56	18592	37184	46481	55777	
Santiago de Cuba	Guamá	El Macho	56	273	73	57611	115222	144027	172833	
Santiago de Cuba	Guamá	La Magdalena	200	527	260	152922	305843	382304	458765	
Guantánamo	Imías	Yacabo Arriba	150	297	195	63227	126454	158067	189680	
Guantánamo	El Salvador	La Escondida de Monte Ruz	185	428	241	110922	221844	277305	332766	
Isla de la Juventud	Cocodrilo	Cocodrilo	110	352	143	115200	230400	288000	345600	
<b>TOTALES</b>				1105	2761	1437	736638	1473277	1841596	2209915

**ANEXO 12: Gasto anual evitado por consumo de leña.**

No	Provincia	Municipio	Comunidad	Viviendas	Pobladores	Consumo de leña teórico anual (kg/año)	Gastos anuales evitados por ahorro de leña				
							Consumo de leña teórica corregido por un factor según la comunidad (kg/año)	factor de corrección del consumo de leña (Tn)	conversión de la leña a TCC	Gastos evitados en CUP por ahorro de leña	
1	Matanzas	Calimete	Villena	Villena	34	72	54136,8	18948	51	18	85265
2	Sancti Spíritus	Sancti Spíritus	Alazanes	Alazanes	10	24	18045,6	2003	17	6	9014
3	Sancti Spíritus	Fomento	Guaranal	Guaranal	25	44	33083,6	20479	31	11	92154
4	Cienfuegos	Cumanayagua	San José + Rio Chiquito	San José + Rio Chiquito	48	132	99250,8	66200	94	34	297901
5	Matanzas	Ciénaga de Zapata	Guasasa	Guasasa	80	165	124063,5	0	118	42	0
6	Cienfuegos	Cumanayagua	Yojo de Padilla	Yojo de Padilla	61	124	93235,6	32632	89	32	146846
7	Sancti Spíritus	Fomento	Cuarto Congreso	Cuarto Congreso	21	37	27820,3	2782	26	9	12519
10	Holguín	Mayari	La Mora	La Mora	32	74	55640,6	50077	53	19	225344
11	Holguín	Banes	Los Aguaceros	Los Aguaceros	21	50	37595	28196	36	13	126883
12	Holguín	Banes	Vista Alegre (Comunales)	Vista Alegre (Comunales)	29	50	37595	30076	36	13	135342
13	Granma	Río Cauto	Uno de Santa Rosa	Uno de Santa Rosa	43	112	84212,8	75792	80	29	341062
15	Santiago de Cuba	Guamá	El Macho	El Macho	56	273	205268,7	143688	195	70	646596
16	Santiago de Cuba	Guamá	La	La	200	527	396251,3	277376	376	135	1248192
17	Guantánamo	Imías	Yacabo Arriba	Yacabo Arriba	150	297	223314,3	200983	212	76	904423
19	Guantánamo	EL Salvador	La Escondida de Monte Ruz	La Escondida de Monte Ruz	185	428	321813,2	289632	306	110	1303343
20	Isla de la Juventud	Cocodrilo	Cocodrilo	Cocodrilo	110	352	264668,8	238202	251	90	1071909
<b>TOTALES</b>					<b>1105</b>	<b>2761</b>	<b>2075996</b>	<b>1477065</b>	<b>708</b>	<b>6646794</b>	

**ANEXO 13: Proyección de precio de los combustibles según DFP2/2021 DEL MINCEX.**

	HOY	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Pronóstico Brent(usd/bbl)		60,00	61,00	61,90	62,90	63,93	64,97	66,03	67,11	68,20	68,56	68,91	69,28	69,64	70,00	70,70
Crudo Brent Por 7,55 usd/t		453,0	460,6	467,3	474,9	482,6	490,5	498,5	506,6	514,9	517,6	520,3	523,0	525,8	528,5	533,8
Crudo Brent MN (usd x 24 cup)		10872,0	11053,2	11216,3	11397,5	11583,4	11772,3	11964,3	12159,4	12357,8	12422,4	12487,4	12552,7	12618,3	12684,3	12811,2
F.O RMG 380 por 6,35 usd/t		377,5	383,8	389,4	395,7	402,2	408,7	415,4	422,2	429,0	431,3	433,5	435,8	438,1	440,4	444,8
F.O RMG 380 MN (usd X 24 cup)		9059,2	9210,1	9346,0	9497,0	9651,9	9809,3	9969,3	10131,9	10297,2	10351,0	10405,2	10459,6	10514,3	10569,3	10675,0
Crudo Cubano 70% FO usd/t		246,3	250,4	272,6	277,0	281,5	286,1	290,8	295,5	300,3	301,9	303,5	305,1	306,7	308,3	311,4
Crudo Cubano 70% FO MN (usd X 24 cup)		5910,2	6008,7	6542,2	6647,9	6756,3	6866,5	6978,5	7092,3	7208,0	7245,7	7283,6	7321,7	7360,0	7398,5	7472,5
Diesel usd/t		632,1	642,7	652,1	662,7	673,5	684,5	695,6	707,0	718,5	722,3	726,0	729,8	733,7	737,5	744,9
Diesel MN (usd X 24 cup)		1517,0	15423,8	15651,4	15904,2	16163,6	16427,2	16695,2	16967,5	17244,2	17334,2	17425,1	17516,2	17607,8	17699,9	17876,9
Precio Prom Ponderado SEN usd/t		301,4	306,4	322,7	327,9	333,3	338,7	344,2	349,8	355,5	357,4	359,3	361,2	363,0	364,9	368,6
Precio Prom Ponderado SEN MN (usd X 24 cup)		723,2	7353,2	7745,0	7870,1	7998,4	8128,9	8261,5	8396,2	8533,2	8577,8	8622,7	8667,8	8713,1	8758,7	8846,2
	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050		
Pronóstico Brent(usd/bbl)	71,41	72,12	72,84	73,57	74,31	75,05	75,80	76,56	77,33	78,10	78,88	79,67	80,47	81,27		
Crudo Brent Por 7,55 usd/t	539,1	544,5	550,0	555,5	561,0	566,6	572,3	578,0	583,8	589,6	595,5	601,5	607,5	613,6		
Crudo Brent MN (usd x 24 cup)	12939,3	13068,7	13199,3	13313,3	13464,7	13599,3	13735,3	13872,6	14011,4	14151,5	14293,0	14435,9	14580,3	14726,1		
F.O RMG 380 por 6,35 usd/t	449,2	453,7	458,3	462,9	467,5	472,2	476,9	481,6	486,5	491,3	496,2	501,2	506,2	511,3		
F.O RMG 380 MN (usd X 24 cup)	10781,7	10889,5	10998,4	11108,4	11219,5	11331,7	11445,0	11559,5	11675,4	11791,8	11909,7	12028,8	12149,1	12270,6		
Crudo Cubano 70% FO usd/t	314,5	317,6	320,8	324,0	327,2	330,5	333,8	337,2	340,5	343,9	347,4	350,8	354,3	357,9		
Crudo Cubano 70% FO MN (usd X 24 cup)	7547,2	7622,7	7698,9	7775,9	7853,7	7932,2	8011,5	8091,6	8172,5	8254,3	8336,8	8420,2	8504,4	8589,4		
Diesel usd/t	752,3	759,8	767,4	775,1	782,9	790,7	798,6	806,6	814,7	822,8	831,0	839,3	847,7	856,2		
Diesel MN (usd X 24 cup)	18055,7	18236,2	18418,6	18602,8	18788,8	18976,7	19166,4	19358,1	19551,7	19747,2	19944,7	20144,1	20345,6	20549,0		
Precio Prom Ponderado SEN usd/t	372,3	376,0	379,8	383,6	387,4	391,3	395,2	399,1	403,1	407,2	411,2	415,3	419,5	423,7		
Precio Prom Ponderado SEN MN (usd X 24 cup)	8934,7	9024,0	9114,3	9205,4	9297,5	9390,5	9484,4	9579,2	9675,0	9771,8	9869,5	9968,2	10067,8	10168,5		

Anexo 14: Estructura financiera

FUENTES	2020					
	Asociado a la Importación		MCUP	TOTAL		
	MUSD	MCUP equiv. de Impor. (Usd x 1cup)		MT (MCUP)	MUSD	% CUP
<b>PNUD</b>	414,4	414,4	0,0	414,4	414,4	20,7%
Monto de importación	414,4	414,4		414,4	414,4	20,7%
<b>Presupuesto Central del Estado</b>	0,0	0,0	1.587,3	1.587,3	0,0	79,3%
Moneda Nacional (Compra en plaza)			1.587,3	1.587,3	0,0	79,3%
Capital de trabajo Inicial				0,0	0,0	0,0%
<b>SUBTOTAL 2021</b>	<b>414,4</b>	<b>414,4</b>	<b>1.587,3</b>	<b>2.001,7</b>	<b>414,4</b>	<b>100,0%</b>
2021						
FUENTES	Asociado a la Importación		MCUP	TOTAL		
	MUSD	MCUP equiv. de Impor. (Usd x 24cup)		MT (MCUP)	MUSD	% CUP
	954,6	22.910,9	0,0	22.910,9	954,6	88,3%
Monto de importación	954,6	22.910,9		22.910,9	954,6	88,3%
<b>Presupuesto Central del Estado</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3.025,4</b>	<b>3.025,4</b>	<b>0,0</b>	<b>11,7%</b>
Moneda Nacional (Compra en plaza)			3.025,4	3.025,4		11,7%
Capital de trabajo Inicial				0,0		0,0%
<b>SUBTOTAL 2022</b>	<b>954,6</b>	<b>22.910,9</b>	<b>3.025,4</b>	<b>25.936,3</b>	<b>954,6</b>	<b>100,0%</b>
2022						
FUENTES	Asociado a la Importación		MCUP	TOTAL		
	MUSD	MCUP equiv. de Impor. (Usd x 24 cup)		MT (MCUP)	MUSD	% CUP
	4.214,9	101.157,8	0,0	101.157,8	4.214,9	96,7%
Monto de importación	4.214,9	101.157,8		101.157,8	4.214,9	96,7%
<b>Presupuesto Central del Estado</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3.475,4</b>	<b>3.475,4</b>	<b>0,0</b>	<b>3,3%</b>
Moneda Nacional (Compra en plaza)			3.475,4	3.475,4		3,3%
Capital de trabajo Inicial						0,0%
<b>SUBTOTAL 2023</b>	<b>4.214,9</b>	<b>101.157,8</b>	<b>3.475,4</b>	<b>104.633,2</b>	<b>4.214,9</b>	<b>100,0%</b>
2023						
FUENTES	Asociado a la Importación		MCUP	TOTAL		
	MUSD	MCUP equiv. de Impor. (Usd x 24cup)		MT (MCUP)	MUSD	% CUP
	150,3	3.608,1	0,0	3.608,1	150,3	14,6%
Monto de importación	150,3	3.608,1		3.608,1	150,3	14,6%
<b>Presupuesto Central del Estado</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>21.068,8</b>	<b>21.068,8</b>	<b>0,0</b>	<b>85,4%</b>
Moneda Nacional (Compra en plaza)			1.685,4	1.685,4		6,8%
Capital de trabajo Inicial			19.383,4	19.383,4		78,5%
<b>SUBTOTAL 2023</b>	<b>150,3</b>	<b>3.608,1</b>	<b>21.068,8</b>	<b>24.676,9</b>	<b>150,3</b>	<b>100,0%</b>
TOTAL						
FUENTES	Asociado a la Importación		MCUP	TOTAL		
	MUSD	MCUP equiv. de Impor. (Usd x 24cup)		MT (MCUP)	MUSD	% CUP
	5.734,3	128.091,2	0,0	128.091,2	5.734,3	81,5%
Monto de importación	5.734,3	128.091,2		128.091,2	5.734,3	81,5%
<b>Presupuesto Central del Estado</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>29.156,9</b>	<b>29.156,9</b>	<b>0,0</b>	<b>18,5%</b>
Moneda Nacional (Compra en plaza)	0	0,0	9.773,5	9.773,5	0,0	6,2%
Capital de trabajo Inicial	0	0,0	19.383,4	19.383,4	0,0	12,3%
<b>TOTAL</b>	<b>5.734,3</b>	<b>128.091,2</b>	<b>29.156,9</b>	<b>157.248,1</b>	<b>5.734,3</b>	<b>100,0%</b>

**ANEXO 15: Razón Costo– Beneficio.**

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
UM: MCUP	INCLUYE HASTA 2021																					
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
<b>BENEFICIOS</b>	\$ -	\$ 19.239,5	\$ 24.200,3	\$ 24.200,3	\$ 24.200,3	\$ 24.200,3	\$ 27.392,4	\$ 27.392,4	\$ 27.392,4	\$ 27.392,4	\$ 27.392,4	\$ 30.216,2	\$ 30.216,2	\$ 30.216,2	\$ 30.216,2	\$ 33.040,0	\$ 33.040,0	\$ 33.040,0	\$ 33.040,0	\$ 33.040,0	\$ 33.040,0	
I-ingresos por venta de energía		\$ 6.898,6	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	\$ 11.826,1	
II-Ahorros en la generación con combustible fósil por utilizar una fuente más eficiente		\$ 46,6	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	\$ 79,8	
productivos que origina un mayor acceso a la energía.		\$ 4.910,9	\$ 4.910,9	\$ 4.910,9	\$ 4.910,9	\$ 4.910,9	\$ 7.366,4	\$ 7.366,4	\$ 7.366,4	\$ 7.366,4	\$ 9.821,8	\$ 9.821,8	\$ 9.821,8	\$ 12.277,3	\$ 12.277,3	\$ 12.277,3	\$ 12.277,3	\$ 12.277,3	\$ 12.277,3	\$ 12.277,3	\$ 12.277,3	
productivos de un mayor fondo habitacional		\$ 736,6	\$ 736,6	\$ 736,6	\$ 736,6	\$ 736,6	\$ 1.473,3	\$ 1.473,3	\$ 1.473,3	\$ 1.473,3	\$ 1.841,6	\$ 1.841,6	\$ 1.841,6	\$ 2.209,9	\$ 2.209,9	\$ 2.209,9	\$ 2.209,9	\$ 2.209,9	\$ 2.209,9	\$ 2.209,9	\$ 2.209,9	
V-Gasto evitado por consumo de leña		\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	\$ 6.646,8	
<b>VALOR ACTUAL BENEFICIOS</b>	\$ -	\$ 17.814,4	\$ 20.747,9	\$ 19.211,0	\$ 17.788,0	\$ 16.470,3	\$ 17.261,9	\$ 15.983,2	\$ 14.799,3	\$ 13.703,0	\$ 12.688,0	\$ 12.959,2	\$ 11.999,3	\$ 11.110,4	\$ 10.287,4	\$ 9.525,4	\$ 9.644,1	\$ 8.929,7	\$ 8.268,2	\$ 7.655,8	\$ 7.088,7	
<b>VAN BENEFICIOS</b>	\$ -	\$ 17.814,4	\$ 38.562,2	\$ 57.773,2	\$ 75.561,2	\$ 92.031,5	\$ 109.293,4	\$ 125.276,6	\$ 140.075,8	\$ 153.778,9	\$ 166.466,9	\$ 179.426,1	\$ 191.425,3	\$ 202.535,8	\$ 212.823,2	\$ 222.348,6	\$ 231.992,7	\$ 240.922,3	\$ 249.190,6	\$ 256.846,3	\$ 263.935,0	
<b>COSTOS</b>	\$ 132.571,2	\$ 26.008,9	\$ 7.374,8	\$ 2.283,4	\$ 2.283,4	\$ 2.283,4	\$ 5.475,5	\$ 2.283,4	\$ 2.283,4	\$ 2.283,4	\$ 5.107,2	\$ 2.283,4	\$ 2.283,4	\$ 5.107,2	\$ 2.283,4	\$ 2.283,4	\$ 2.283,4	\$ 2.283,4	\$ 2.283,4	\$ 2.283,4		
Inversión Fija	\$ 114.887,4	\$ 701,0																				
Gastos Previos	\$ 17.683,7	\$ 4.592,5																				
Variación del Capital de trabajo	\$ 19.383,4	\$ 5.091,4	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.192,1	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.823,8	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.823,8	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Costo de generación con SFV	\$ 590,9	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	\$ 1.013,0	
Costo de generación con Hidro	\$ 116,1	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	\$ 199,0	
Costo de generación con Baterías	\$ 116,9	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	\$ 200,4	
Costo de Mito a las redes	\$ 61,7	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	\$ 105,8	
Costo de combustibles y Mito medios de transporte	\$ 446,4	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	\$ 765,3	
<b>VALOR ACTUAL COSTOS</b>	\$ 132.571,2	\$ 24.082,3	\$ 6.322,7	\$ 1.812,7	\$ 1.678,4	\$ 1.554,1	\$ 3.450,5	\$ 1.332,4	\$ 1.233,7	\$ 1.142,3	\$ 1.057,7	\$ 2.190,4	\$ 906,8	\$ 839,6	\$ 777,4	\$ 719,8	\$ 1.490,7	\$ 617,1	\$ 571,4	\$ 529,1	\$ 489,9	
<b>VAN COSTOS</b>	\$ 132.571,2	\$ 156.653,5	\$ 162.976,2	\$ 164.788,9	\$ 166.467,3	\$ 168.021,3	\$ 171.471,8	\$ 172.304,2	\$ 174.037,8	\$ 175.180,1	\$ 176.237,8	\$ 178.428,2	\$ 179.335,0	\$ 180.174,6	\$ 180.952,0	\$ 181.671,8	\$ 183.162,6	\$ 183.779,7	\$ 184.351,1	\$ 184.880,2	\$ 185.370,1	
<b>VALOR ACTUALIZADO ACUMULADO BENEFICIOS-COSTOS</b>	\$ (132.571,2)	\$ (138.839,1)	\$ (124.414,0)	\$ (107.015,7)	\$ (90.906,1)	\$ (75.989,8)	\$ (62.178,5)	\$ (47.527,6)	\$ (33.962,0)	\$ (21.401,3)	\$ (9.770,9)	\$ 997,9	\$ 12.090,4	\$ 22.361,2	\$ 31.871,2	\$ 40.676,8	\$ 48.830,1	\$ 57.142,6	\$ 64.839,4	\$ 71.966,1	\$ 78.564,9	
<b>RELACIÓN BENEFICIO-COSTO</b>	0,0	0,1	0,2	0,4	0,5	0,55	0,64	0,72	0,80	0,88	0,94	1,01	1,07	1,12	1,18	1,22	1,27	1,31	1,35	1,39	1,42	
Tasa de Actualización	8%																					
Valor Actual Beneficios	\$ 263.935,0																					
Valor Actual Costos	\$ 185.370,1																					
RBC	1,42	>	1,00																			
El Proyecto es rentable a la tasa de descuento del 8%																						