



**ENERGIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EN RANCHERIAS  
ETNOTURISTICAS DEL MUNICIPIO DE RIOHACHA**



## **ENERGIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EN RANCHERIAS ETNOTURISTICAS DEL MUNICIPIO DE RIOHACHA**

### **ESTADO DEL PROYECTO**

*Prefactibilidad*

### **EQUIPO FORMULADOR:**

**Ing. Jaime Luis Murgas Bornachelly**  
*Especialista en Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública y Privada*

**Mauricio Brito**  
*Ingeniero Ambiental*

### **ASISTENTES DE INVESTIGACIÓN**

**Jesús Ramírez Ortega**  
*Técnico en mantenimiento eléctrico*

### **EQUIPO DE APOYO**

**Jair Osorio León**  
*Geógrafo*  
**Thomas González**  
*Ingeniero Mecánico*  
**Elkin Mejía Suarez**  
*Ingeniero Electrónico*

### **PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PARA EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA PERS Guajira**

UPME  
TETRATECH  
CORPOGUAJIRA  
CENTRO INDUSTRIAL Y DE ENERGIAS ALTERNATIVAS – SENA REGIONAL GUAJIRA

*Riohacha – La Guajira  
2015.*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>1. FICHA RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>2. RESUMEN DEL PROYECTO</b>	<b>6</b>
<b>3. IDENTIFICACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>3.1. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>7</b>
<b>3.1.2. Diagnóstico del Área Influenciada del Proyecto</b>	<b>10</b>
<b>3.1.3. Diagnóstico de los Participantes</b>	<b>21</b>
<b>3.1.4. Descripción del Servicio</b>	<b>22</b>
<b>3.1.5. Análisis del Mercado</b>	<b>23</b>
<b>3.2. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>27</b>
<b>3.2.1. Contribución a la Política Pública</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2. Antecedentes</b>	<b>29</b>
<b>3.2.3. Marco Teórico</b>	<b>30</b>
<b>3.3. PROBLEMA CENTRAL, CAUSAS Y EFECTOS</b>	<b>40</b>
<b>4. FORMULACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS</b>	<b>41</b>
<b>4.1. NOMBRE DE LA ALTERNATIVA</b>	<b>41</b>
<b>4.1.1. Alternativas Posibles</b>	<b>41</b>
<b>4.1.2. Metodología de Selección de Alternativas</b>	<b>42</b>
<b>4.2. RESUMEN DE LA ALTERNATIVA</b>	<b>59</b>
<b>4.2.1. Descripción Técnica de la Alternativa Propuesta</b>	<b>59</b>
<b>4.2.2. Matriz de Costo de Transporte</b>	<b>61</b>
<b>4.2.3. Posibles Tarifas</b>	<b>64</b>
<b>4.2.4. Disponibilidad a Pagar</b>	<b>67</b>
<b>4.3. OBJETIVOS</b>	<b>68</b>
<b>4.3.1. General</b>	<b>68</b>
<b>4.3.2. Específicos</b>	<b>68</b>
<b>4.4. PRODUCTOS, ACTIVIDADES Y PERSONAL REQUERIDO</b>	<b>69</b>

<b>4.5. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN PROPUESTA</b>	<b>70</b>
<b>4.6. METODOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE RESPONSABILIDADES</b>	<b>70</b>
<b>4.7. INDICADORES DE OBJETIVO GENERAL, DE PRODUCTO Y DE GESTIÓN</b>	<b>71</b>
<b>4.7.1. Indicadores de Objetivo Específico, Producto y de Gestión</b>	<b>72</b>
<b>4.8. FUENTES DE VERIFICACIÓN Y SUPUESTOS</b>	<b>73</b>
<b>4.9. BIENES O SERVICIOS</b>	<b>74</b>
<b>4.10. BENEFICIOS E INGRESOS</b>	<b>75</b>
<b>4.11. HORIZONTE DEL PROYECTO</b>	<b>75</b>
<b>4.12. IMPACTOS ESPERADOS</b>	<b>76</b>
<b>4.13. EFECTOS AMBIENTALES</b>	<b>77</b>
<b>4.14. ANÁLISIS DE RIESGOS</b>	<b>90</b>
<b>4.15. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD</b>	<b>93</b>
<b>4.16. CRONOGRAMA</b>	<b>106</b>
<b>4.17. PRESUPUESTO</b>	<b>106</b>

### 1. FICHA RESUMEN

<b>Título del Proyecto:</b>	<b>ENERGIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EN RANCHERIAS ETNOTURISTICAS DEL MUNICIPIO DE RIOHACHA</b>	
<b>Proponente:</b>	Centro Industrial y de Energías Alternativas – SENA Regional Guajira	
<b>Población Objetivo:</b>	93 Familias	
<b>Sub Región:</b>	Media Guajira	
<b>Ejecutor:</b>	Por Definir	
<b>Organizaciones Cooperantes:</b>	Gobernación de la Guajira, Alcaldía de Riohacha, Corpoguajira, Asociaciones Indígenas.	
<b>Departamento:</b>	La Guajira	
<b>Duración del Proyecto:</b>	10 Meses	
<b>Costo Total del Proyecto:</b>	\$ 1.293.566.639	
<b>Monto Solicitado:</b>	\$ 1.281.566.639	
<b>Monto Total Contrapartida</b>	\$ 12.410.000	
<b>Contrapartida Entidades</b>	<b>En Efectivo (\$)</b>	<b>En Especie (\$)</b>
<b>Entidad Cooperante</b>	\$ 1.281.566.639	
<b>Comunidad</b>		
<b>SENA</b>		\$ 12.410.000
<b>Lugar de Ejecución del Proyecto:</b>	Comunidad	Ciudad: Riohacha
	Rancherías Etnoturísticas: Iwouya, Dividivi I, Dividivi II y Sain Wayuu	Departamento: La Guajira
<b>Responsable del proyecto:</b>		Cargo:
	Empresa/Institución: Corpoguajira	Teléfono de Contacto:

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto plantea una solución de alternativa a la ausencia de cobertura del servicio de energía eléctrica y la dotación de equipos de potabilización de agua para las comunidades indígenas que sustentan sus principales ingresos de la actividad turística, centrada en la atención de visitantes, el desarrollo de muestra culturales y la comercialización de artesanías. En este sentido, la población que se verá beneficiada pertenece al resguardo indígena Wayuu.

El municipio de Riohacha, se encuentra en la subregión de la Media Guajira con una población, según proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) de 222.354 habitantes (hasta el 2012), los cuales se distribuyen en un 82 % en la zona urbana y un 18 % en la zona rural. En materia de energía eléctrica aunque la cobertura según datos de Electricaribe se registra con el 95%, sin embargo presenta un sistema no confiable, lo que se refleja en las permanentes suspensiones del servicio. Además, existen muchas zonas del municipio sin cobertura y otras con redes no normalizadas.<sup>1</sup>

Asi mismo, las zonas de resguardo indígena en el municipio, se caracterizan por estar aislados energéticamente debido a su alta dispersión de sus asentamientos, que impiden el acceso al sistema de interconexión eléctrica, justificado en los altos costos de extensión de redes para un reducido número de habitantes. Igualmente a estos inconvenientes se suma el abandono de los gobiernos de turno que tradicionalmente no desarrollan estrategias que permitan atender a mediano o largo plazo las necesidades de estas comunidades rurales.

Actualmente, según la caracterización realizada por el equipo contratado para la formulación del Plan de Energización Rural Sostenible del departamento de la Guajira (PERS – Guajira), la población objeto de estudio alcanza unas 93 familias, organizadas en cuatro rancherías etnoturisticas (Iwouya, Divivivi I, Divivivi II y Saiin Wayuu)

---

<sup>1</sup> Datos tomados del Plan de Desarrollo del Municipio de Riohacha (2012 – 2015). “Es Momento de Gobernar”.

Actualmente, esta población cuenta con la disponibilidad de varios sistemas para el bombeo de agua, que se utilizan para el desarrollo de las actividades agropecuarias y el consumo humano. Sin embargo, en su mayoría (incluyendo sus molinos de viento) se encuentran deteriorados sea por el paso del tiempo o por la ausencia de esquemas que permitan su mantenimiento periódico, suceso que repercute en el abastecimiento de agua potable para el consumo.

Del mismo modo, la ausencia de energía eléctrica genera limitaciones para mejorar la oferta de servicios destinados a la atención de las necesidades de consumo de los visitantes que durante las temporadas de vacaciones gozan de forma frecuente de las denominadas “tardes de rancharía”.

En tal sentido y tomando en cuentas las observaciones recibidas por algunos miembros de la comunidad. Esta propuesta busca contribuir a la sostenibilidad de la actividad productiva, mejorando la conservación de alimentos, la disponibilidad de agua potable y la oferta energética existente.

### 3. IDENTIFICACIÓN

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La crisis energética es un problema global, pero se acrecienta en las comunidades dispersas donde el uso de energía se relaciona con el consumo de combustibles fósiles para el desarrollo de actividades esenciales como la preparación de alimentos, iluminación y el uso de electrodomésticos. Estas aplicaciones basadas en la utilización de recursos naturales representan factores de riesgo ambiental y de salud para la población en estas zonas, como la contaminación atmosférica o calentamiento global, debido al aumento del dióxido de carbono, uno de los gases responsables del efecto invernadero.

En Colombia, en cuanto a la energía eléctrica en el área rural alcanza un nivel de cobertura promedio de 83.39 %, siendo el departamento de la Guajira unos de los territorios con los niveles de cobertura más bajos que alcanza un nivel del 45.10%<sup>2</sup>. Bajo esta perspectiva, la ausencia de electricidad en el área rural incide de manera negativa en las condiciones de calidad de vida y desarrollo de sus habitantes.

El municipio de Riohacha, no es ajeno a esta tendencia, la mayor parte de su territorio rural (alrededor del 25%) pertenece a la zona de resguardo indígena, se caracteriza porque tiene baja cobertura en el suministro de energía eléctrica, dada su alta dispersión poblacional, sus condiciones físicas que imposibilitan el acceso a las rancherías en temporadas de lluvia.

Actualmente, según datos suministrado por la Secretaria de Turismo Municipal (2015), existen alrededor de 10 rancherías que ofrecen servicios etnoturisticos a sus visitantes, sin embargo, ante la falta de fluido eléctrico suplen sus necesidades energéticas con equipos electrógenos de poca capacidad, sólo algunas cuentan con sistemas de bombeo con molinos de viento multipala para el abastecimiento de agua.

---

<sup>2</sup> GARCIA, Helena. Análisis Costo – Beneficio de las Energías Renovables en Colombia. Fundesarrollo. Octubre del 2013. P 10.

Sin embargo, la alta salinidad del agua y la no potabilidad favorece a la presencia regular de enfermedades diarreicas agudas, sobre todo en la población infantil.

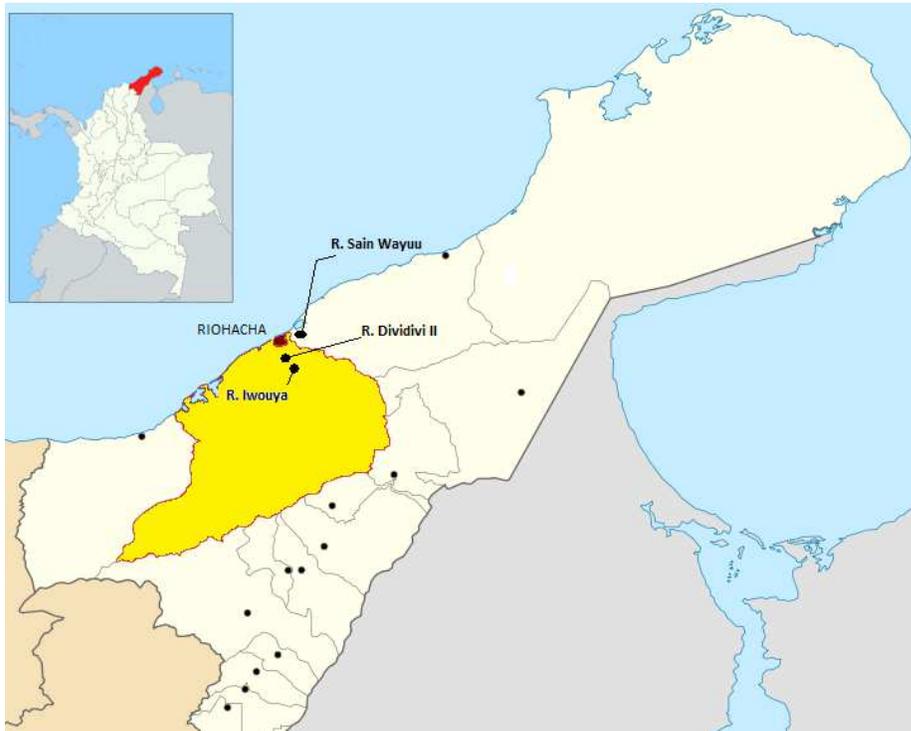
Finalmente, todos estos síntomas generan efectos negativos al interior de la población objetivo, entre estos se destacan la conservación inadecuada de los alimentos y la baja productividad en el desarrollo de actividades productivas en la zona.

(Ver Anexo 1 – Arbol de Problemas).

### 3.1.1. Diagnóstico del Área Influenciada del Proyecto

El área de influencia del proyecto se encuentra ubicada en la zona rural del municipio de Riohacha, en un amplio territorio ubicado principalmente al sur y al occidente del casco urbano, su población en su totalidad pertenece a la etnia wayuu, zona de resguardo indígena de la media Guajira. La zona en donde se pretende desarrollar el proyecto, se encuentra ubicada muy cerca del casco urbano de la ciudad, en varios puntos ubicados a la salida en la Ruta 88 (Vía Riohacha – Valledupar), entre los kilómetros (12 – 17) y la ruta 90 (Via Riohacha – Maicao) Km 12. El siguiente mapa, muestra los puntos aproximados de ubicación de cada una de las comunidades.

#### .Mapa 1. Ubicación de las Comunidades Seleccionadas



Fuente: Wikipedia. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). 2015.

Las comunidades asentadas en estas zonas cercanas a la ciudad, se encuentran dispersas dado las características físicas de los asentamientos de los indígenas Wayuu,

que para el municipio de Riohacha, corresponde aproximadamente al 20.3 % del total de su población.<sup>3</sup>

Según información suministrada por la secretaria de turismo municipal existen aproximadamente 10 rancherías etnoturísticas reconocidas que prestan sus servicios de muestras culturales a los turistas que regularmente las visitan. *El territorio donde se ubican estas comunidades, es reconocido dentro del Plan de Ordenamiento Territorial como un “área de reserva etnocultural”<sup>4</sup>.*

#### - Población

El proyecto pretende beneficiar a las comunidades indígenas que indirectamente devengan su sustento de la actividad desarrolladas por las rancherías etnoturísticas: Iwouya, Dividivi I, Dividivi II y Saiin Wayuu.

- **Total Población Afectada en el Municipio:** 22.447 habitantes pertenecientes a la etnia wayuu que habitan la zona rural de esta localidad, según estimaciones realizadas por Censo (DANE, 2005).
- **Población objetivo:** 93 Familias con una población total cercana a los 465 habitantes. La siguiente tabla muestra otras características importantes encontradas en cada comunidad.

---

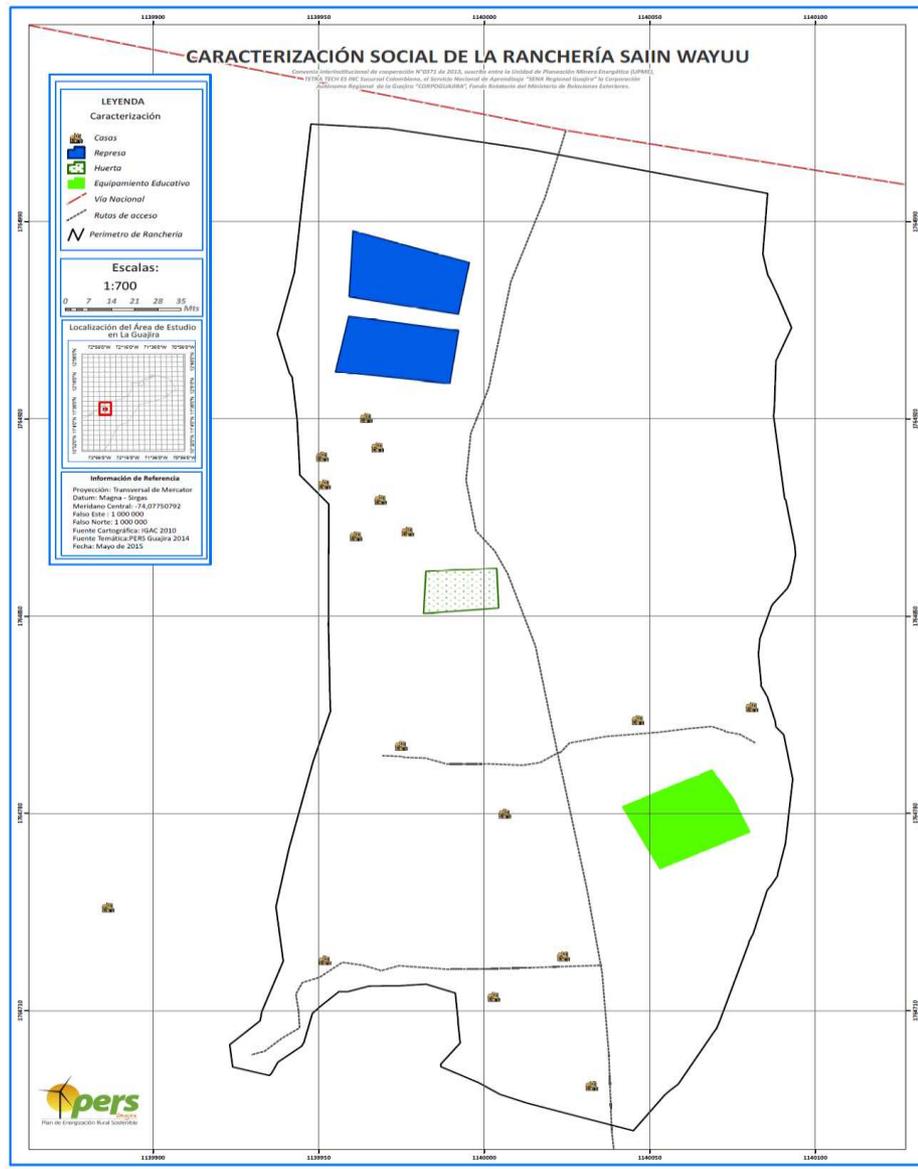
<sup>3</sup> SECRETARÍA DE PLANEACIÓN MUNICIPAL. Plan de Desarrollo del Municipio de Riohacha. “Es Momento de Gobernar”. (2012 – 2015). Pág. 8.

<sup>4</sup> ALCALDIA MAYOR DEL MUNICIPIO DE RIOHACHA. Resumen Ejecutivo Plan de Ordenamiento Territorial. Año 2001. P. 4.

**Tabla 1. Matriz de Identificación Poblacional**

Centro Poblado	Coordenadas Geográficas	Número de Familias	Distancia Aprox. (Cabecera)	Condiciones de Acceso	Suministro de Agua	Líder Comunitaria Wayuu
Ranchería Etnoturística Wayuu Iwouuya Comunidad El Paraíso	11° 23.7.24 N 72° 54.40.5 W	20	17 Kms	Vía pavimentada hasta la entrada, más 200 metros sin pavimentar.	1 Pozo, Molino Multipala – Bombeo Insuficiente.	Cecilia Acosta
Ranchería Etnoturística Dividivi y Dividivi II	11°25'56.9 N 72°54'56.4 W	53	12 Kms	Vía pavimentada hasta la entrada, 600 metros sin pavimentar	1 Pozo de Agua de agua dulce, sin bombeo	Graciela Cotes
Ranchería Etnoturística Saiin Wayuu	11°30'31.9 N 72°47'48.0 W	20	12 Kms		1 Pozo, Sistema de Bombeo Molino Multipala	Maria Aguilar

## Mapa 2. Distribución Típica Ranchería Etnoturística - (R. Sain Wayuu)



Fuente: Jair Osorio. PERS Guajira. 2015.

### Otras condiciones importantes:

**-Ranchería Iwouuya:** Está conformada por una maloka principal y 6 casas más pequeñas, se encuentra en un predio vecino la sede principal de la Institución Etnoeducativa No. 7, sede Paraíso, este colegio con una población cercana a los 450 alumnos de los grados (0 – 9) cuenta con energía solar para el funcionamiento de la sala de informática, que hace parte del beneficio obtenido por el programa Luces para Aprender.

La comunidad aledaña a la ranchería etnoturística está conformada por 20 familias, las cuales tienen serias limitaciones para el suministro de agua, dado que el pozo profundo proporciona agua no potable y salobre al centro educativo. Regularmente esta ranchería se abastece de agua con la compra de carro tanques provenientes de la ciudad, suceso que encarece los costos de operación del servicio ofertado.

**-Ranchería Dividivi I y II:** En la comunidad viven aproximadamente 53 familias distribuidos en 40 ranchos. De estas rancherías, solo dos ofrecen servicios de alojamiento temporal a los posibles visitantes. La comunidad carece de energía eléctrica y de un sistema de bombeo para el abastecimiento de agua.

El abastecimiento del preciado líquido se efectúa de forma artesanal mediante al acceso a un pozo de agua dulce subterránea ubicado a una distancia de 300 metros aproximadamente. Por no contar la unidad productiva con un sistema de bombeo, el abastecimiento de agua se efectúa mediante la compra regular de carro tanques o cisterna que llenan una alberca disponible para tal fin.

La ranchería cuenta con un salón de eventos, dos baños, cocina para la atención de los turistas y ranchos. Esta comunidad tiene conformada una unidad empresarial llamada Arpushana Tour, con más de cinco años de antigüedad en la ciudad de Riohacha.

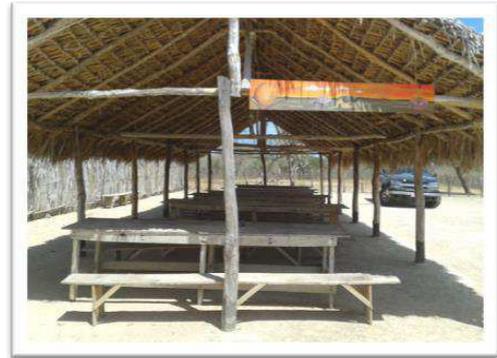
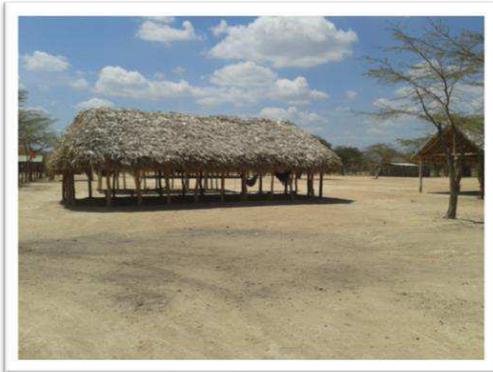


**-Ranchería Saiin Wayuu:** Esta unidad productiva se caracteriza por ser una de las más visitadas en la ciudad, a pesar de estar ubicada geográficamente en jurisdicción del municipio de Manaure, sin embargo en la actualidad presenta limitaciones asociadas al suministro de energía eléctrica a pesar de estar cerca al sistema de interconexión.

La ranchería se abastece de agua de un pozo de agua subterránea ubicado en la comunidad aledaña de Guaymaral, el agua tipo salobre es traída por gravedad desde un punto ubicado a 300 m de distancia. Este sistema constituido por un tanque de 30 metros cúbicos beneficia a unas 20 familias. Finalmente este asentamiento se encuentra a 200 metros de distancia del Rio Ranchería que en épocas de invierno sirve como fuente de suministro del preciado líquido.

## Registros Fotográficos Rancherías Etnoturísticas

Fotografía 1. Iwoouya



Fotografía 2. Dividivi



Fotografía 3. Saiin Wayuu



#### - **Características Socioeconómicas de la Población**

Las familias ubicadas en este territorio, son indígenas wayuu, que se dedican en su mayoría a las actividades tradicionales de pastoreo, elaboración de las artesanías y algunas de modo organizado prestan servicios etnoturísticos a los visitantes que estén interesados en conocer sus raíces y su patrimonio cultural, según consultas realizadas a los posibles beneficiarios, los ingresos percibidos por el desarrollo de la actividad etnoturística oscilan en promedio entre (\$ 1.200.000 - \$ 1.500.000 mensuales), los cuales deben ser compartido con las familias directamente involucradas en el proceso (entre 1 y 2 hogares), el comportamiento de esta actividad depende de las temporadas de vacaciones, los puentes festivos y la realización de festividades locales como Francisco El Hombre , Dividivi, el Bolero, Expoguajira, entre otras.

Las condiciones socioeconómicas de las familias cercanas a las rancherías etnoturísticas, están caracterizadas por el bajo ingreso de las familias, el bajo acceso a la educación superior de sus integrantes, el alto nivel de necesidades básicas insatisfechas y la presencia marcada de desnutrición en su población infantil.

#### - **Esquema Organizativo**

Las rancherías etnoturísticas (Iwouya, Dividivi y Saiin Wayuu), se encuentran en el registro nacional de turismo (RNT), en algunos casos cuenta con otras unidades productivas resultan complementarias para el desarrollo de la actividad.

La siguiente tabla, resume esta información y muestra los datos de contacto:

**Tabla 2. Datos de Contacto**

Ranchería	Empresa Asociada	Líder Comunitario	Teléfono
Iwouya	-	Cecilia Acosta	312 611 01 07
Dividivi	Arpushana Tour	Graciela Cotes A.	313 744 99 79
Saiin Wayuu	-	María Aguilar	312 650 3942

Fuente: PERS – Guajira. 2015.

- **Esquema Productivo**

Las rancherías etnoturísticas como su nombre lo indica, son espacios concebidos para acercar al turista a las costumbres y tradiciones de la etnia wayuu, reconociendo el espacio donde habitualmente conviven sus habitantes. Bajo este esquema, se establece las denominadas tardes de ranchería, un plan cuyo costo oscila entre los (\$ 50.000 - \$ 55.000) por persona.

En término sencillos, el plan presenta la opción de consumir ciertos elementos simbólicos de una cultura una vez transformados de modo que los visitantes puedan digerirlos en tres horas o menos. Generalmente comprende las siguientes actividades:

- Bienvenida: Degustación de bebida Típica y entrega de souvenir
- Himno nacional en wayunaiki
- Charla amplia sobre la cultura
- Visita al museo artesanal
- Presentación de danza autóctona yonna
- Degustación del trago típico el chirrinchi
- Recorrido por la ranchería
- Exhibición y venta de artesanías
- Degustación del plato típico (el friche)

Según la Antropóloga Manuela Urrego “una ranchería consiste en una agrupación de viviendas, en las cuales habitan grupos de familias emparentadas por lazos sanguíneos maternos. Tales vínculos tipifican a la familia Wayúu, como matrilocal, la reafirmación de estos grupos también está ligada al territorio. Así como mantienen la memoria de sus genealogías, también lo hacen con el territorio que ancestralmente les ha pertenecido. Por ejemplo los cementerios son instrumentos simbólicos para demarcar esa territorialidad. Aun cuando esos grupos se desplacen. Por lo general las rancherías turísticas pertenecen a familias Wayuu que decidieron abrir sus puertas a los visitantes, atenderlos y hacerles una síntesis de su cultura”<sup>5</sup>.

#### **-Esquema de Comercialización.**

La mayor parte de la oferta del servicio se efectúa mediante el uso de intermediarios como las agencias de viajes, que organiza las visitas en grupos por temporadas.

#### **-Esquema de Precios:**

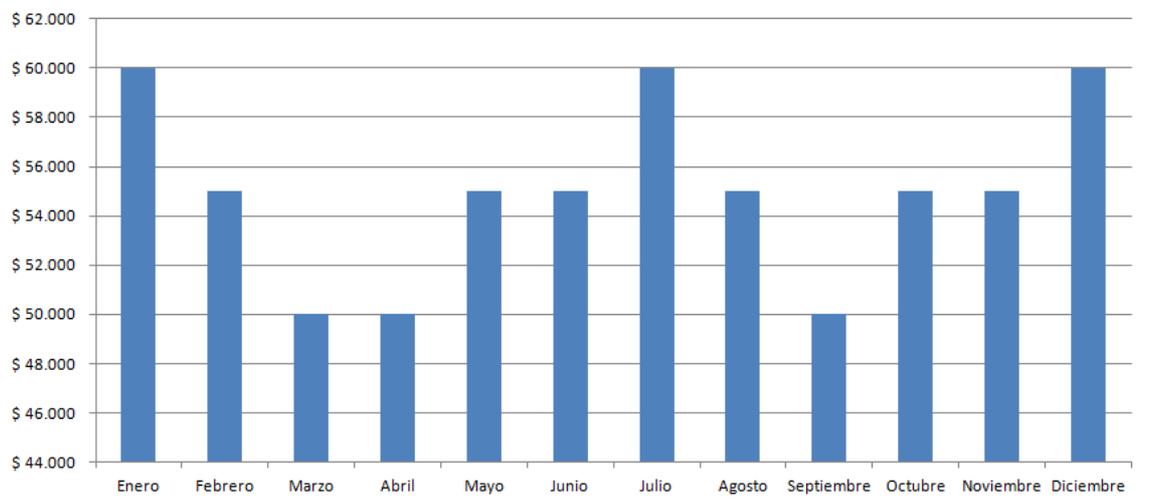
Tal como se había expresado el plan asociado a la prestación del servicio de tardes de ranchería oscila entre \$ 50.000 a las \$ 60.000 por persona, según la temporada: baja, media o alta. Los precios aumentan entre el mes de Diciembre – Enero, decrecen en una proporción importante entre el mes de Febrero – Abril, excluyendo la semana mayor comienzan a crecer el mes de mayo, a partir de este momento, comienza nuevamente el comportamiento estacional asociadas a las vacaciones de mitad de año.

La siguiente figura muestra las fluctuaciones estacionales de precios del servicio tardes de ranchería mes a mes:

---

<sup>5</sup> Urrego, Manuela. Tardes de Ranchería “Una Cultura Imaginada”. Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe. 2005. Pág. 4.

**Figura 1. Variación de Precios Servicio Tardes de Ranchería**



**Fuente: Equipo Investigador PERS – Guajira. 2015.**

### 3.1.2. Diagnostico de los Participantes

Participante	Posición	Tipo de Contribución	Experiencia
Centro Industrial y de Energías Alternativas SENA – Regional Guajira	Cooperante	Asistencia Técnica	La entidad es líder regional en el proceso de formación, investigación en el área de energías renovables.
Corporación Autónoma Regional de la Guajira (Corpoguajira)	Cooperante	Asistencia Técnica	La máxima autoridad ambiental departamental tiene experiencia en el proceso de ejecución de proyectos de generación energética, desarrollo de sistemas de abastecimiento de agua para comunidades vulnerables.
Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)	Cooperante	Asistencia Técnica	Esta entidad tiene una amplia experiencia en el proceso de evaluación de proyectos de desarrollo energético en el territorio nacional.
Tetra – Tech Inc Sucursal Colombia	Cooperante	Apoyo Técnico	Empresa dedicada al asesoramiento y la gestión empresarial.
Gobernación de la Guajira	Cooperante	Recursos de Cofinanciación	La Gobernación a través de la secretaría de desarrollo económico se encarga de administrar y destinar recursos del Sistema General de Regalías.
Rancherías EtnoTurísticas de Riohacha ( Iwouyaa, Dividivi I, Dividivi II y Sain Wayuu)	Beneficiario	Recurso Humano	Ninguna

### 3.1.3. Descripción del Servicio:

Tal como se ha expresado anteriormente, la población objetivo se encuentra ubicada en ZNI del municipio de Riohacha, dada su condición no cuenta con servicios de energización, las necesidades energéticas son suplidas por la utilización de algunos sistemas electrógenos adquiridos por la comunidad. La principal necesidad energética se encuentra relacionada con el funcionamiento de luminarias y los equipos necesarios para ofrecer un buen servicio al turista. La siguiente tabla relaciona los equipos de generación disponibles:

**Tabla 3. Relación de Equipos de Generación Disponibles**

Rancheria	Equipo	Capacidad	Consumo (gr/kwh)	Estado	Usos
Iwouyaa	Generador Diesel	7 Kw	150	Sin instalar	Iluminación, usos de equipos.
Dividivi	Generador Diesel	4 Kw	120	Sin Instalar	Iluminación, usos de equipos.
Saiin Wayuu	N.A.				

Así mismo, según datos obtenidos a partir de la Resolución MME 180961 del 2004 y tomando como referencia algunos estudios realizados sobre la energización de ZNI a partir de Energía Eólica y Solar en Colombia, se tiene en consideración la relación de demanda promedio de consumo y la cantidad de habitantes por cada centro poblado así:

**Tabla 4. Demanda Energética por Tipo de Centro Poblado**

Descripción	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
# Usuarios	50	150	300	500
Horas diarias de servicio	4	5	8	10
KW/usuario	0,28	0,3	0,32	0,34
Potencia promedio por centro poblado (Kw)	14	45	96	170
Demanda diaria por centro poblado (Kw-h)	56	225	768	1700

Fuente: Esteve M, Universidad Pontificia Javeriana. 2011.

Tomado como referencia estos datos, el centro poblado a intervenir se consideran de tipo 1, por tanto el sistema de generación a considerar podría tener una potencia máxima de 2.2. kWp por cada ubicación. Dado que las rancherías deben mantenerse fiel a sus esquemas tradicionales, la demanda de energía que requieren es básica y va en función de brindar las mínimas condiciones de servicio a los visitantes.

### 3.1.4 Análisis del Mercado

#### - Estimación de la Demanda

El análisis de la demanda es un aspecto importante el diseño e instalación de cualquier solución energética. Sus resultados deben aportar el consumo actual de la población a la que se desea suministrar energía, proyectar la demanda durante un periodo de tiempo según la necesidad.

Dado que las rancherías etnoturisticas se encuentra ubicado en una ZNI, no resulta posible aplicar los métodos tradicionales para la estimación de la demanda como la extrapolación de datos o la aplicación de los modelos econométricos de series de tiempo.

Por tanto, se puede utilizar otras técnicas para estimación basada en datos poblacionales, el número de viviendas, el comportamiento del ciclo productivo o la capacidad posible a instalar. En este sentido, al no existir datos históricos, se puede estimar la demanda actual con base a la potencia de consumo posible de los equipos a utilizar, es decir la demanda máxima de potencia.

La siguiente tabla muestra el potencial de consumo diario (cuadro de cargas) estimado para el funcionamiento normal de los equipos posibles a utilizar:

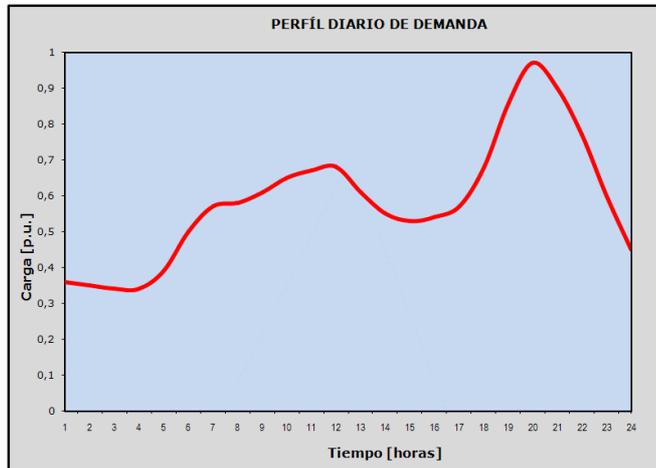
**Tabla 5. Estimación Demanda de Consumo Promedio**

Equipos	No. de Equipos Simultáneos	Potencia	Tiempo h/día	Consumo (Wh/día)
Lámparas	5	60	5	1500
Nevera	1	180	16	2880
Televisor 32"	1	100	5	500
Decodificador	1	10	24	240
Equipo de Sonido	1	200	5	1000
Ventilador	3	100	10	3000
Celular	1	50	4	200
Computador	2	60	2	240
<b>Total Consumo Wh/día</b>				9.560

**Fuente: Equipo Investigador PERS – Guajira.2015.**

Sin embargo, esta técnica sólo tiene en cuenta el consumo promedio de los equipos a instalar en relación con sus horas de funcionamiento, sin considerar la variación de los picos de consumo de ciertos elementos electrónicos (equipos de refrigeración). En tal caso, el perfil de carga puede variar durante el día según las recomendaciones dado por la Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG), en el documento 037 de 2005, en él se muestra la curva típica de consumo de potencia en ZNI durante un día completo (Figura 2).

**Figura 2. Perfil de demanda promedio (en p.u) para ZNI**



Fuente: CREG. Documento 037 del 2005.

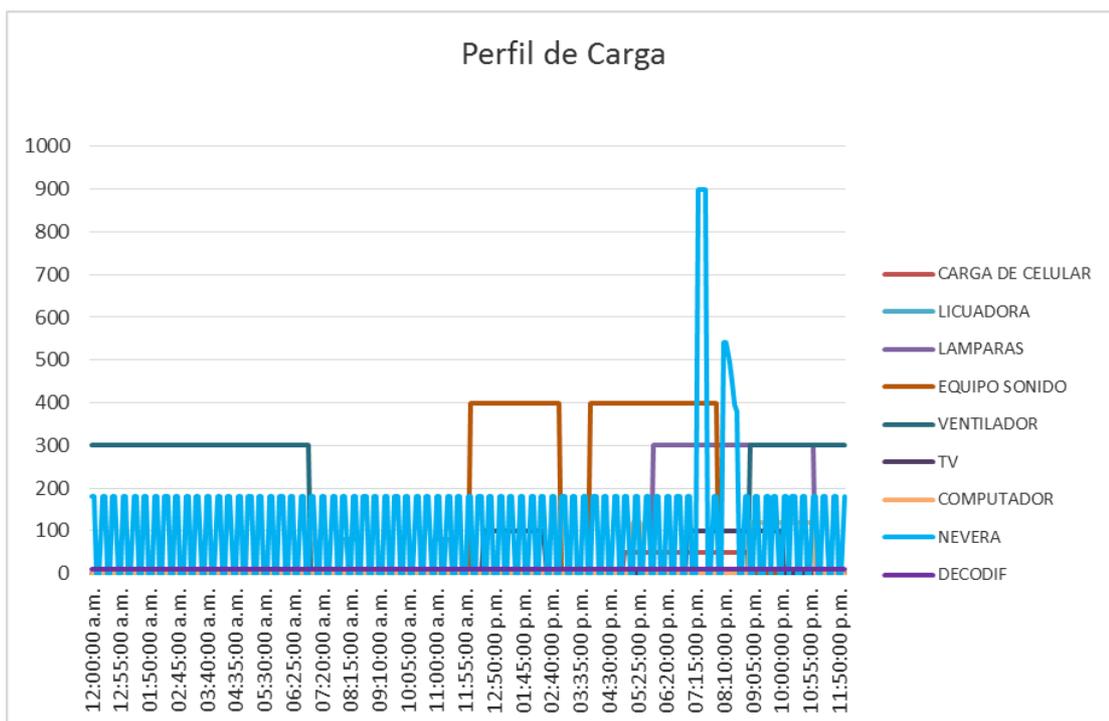
La curva de carga establece valores por unidad (p.u) y cada valor en p.u corresponde a una hora específica del día. El valor en p.u de cada hora equivale al porcentaje de uso del valor total de carga instalada en un instante de tiempo. La curva indica baja actividad en horas de la mañana y tiene un crecimiento en el porcentaje de uso en horas de la tarde y la noche, teniendo su mayor incremento entre las 20:00 y 21:00 horas. Bajo este supuesto la potencia base de consumo en la ranchería promedio, sería de 11,3 kWh/d que es la carga instalada, con picos de consumo en las horas antes mencionadas.

Lamentablemente, esta técnica no toma en cuenta la cantidad de equipos simultáneos que se utilizan a determinada hora del día por los usuarios. Otra método de cálculo, utiliza como base la variación del consumo de los equipos durante su funcionamiento a largo de un día completo. Para esto se tiene en cuenta la información de datos tomados a partir de los dataloggers usados en el PERS Nariño<sup>6</sup>. La Figura 3, muestra

<sup>6</sup> VILLOTA, Jonathan. Simulación de Sistemas Híbridos para la Generación de Energía Eléctrica en ZNI utilizando la Herramienta Computacional HOMER. Borrador Documento Guía. Bogotá. Abril del 2015.

el comportamiento posible de la demanda que tendrá el consumo de los equipos durante un día completo al interior de la comunidad estudiada.

**Figura 3. Perfil Estimado de Carga Rancherías Etnoturísticas.**



Fuente: UPME – PERS Guajira. 2015.

El esquema muestra una curva de color verde que indica la sumatoria de todas las cargas para cada instante de tiempo, es decir, la curva total de demanda. Los picos de potencia que toman una forma rectangular en cada instante de tiempo son debido al régimen de funcionamiento de la nevera.



## 3.2 MARCO DE REFERENCIA

### 3.2.1. Contribución a la Política Pública

Esta propuesta se encuentra alineada con las directrices actuales de desarrollo regional, que propende por el desarrollo económico de las comunidades menos favorecidas, en este sentido el plan de desarrollo departamental en su Eje VIII. Desarrollo Económico Incluyente, reconoce que tal sentido “el desarrollo económico con inclusión es una respuesta a la situación de vulnerabilidad, que frente al mercado laboral tiene la población en situación de pobreza por la baja probabilidad de inserción laboral en el mercado formal, en razón de su bajo nivel educativo, escasa formación para el trabajo, medida en términos de competencias específicas y generales, falta de experiencia laboral y bajo capital social”<sup>7</sup>. Así mismo, el X. Competitividad Regional, establece las directrices necesarias para el desarrollo económico del territorio Guajiro.

El escenario municipal, el Plan de Desarrollo del Municipio de Riohacha (2012 – 2015). “Es Momento de Gobernar”, en su eje estratégico No. 2: Riohacha Próspera, en el apartado relacionado con energía eléctrica y desarrollo turístico, busca alcanzar condiciones de igualdad en materia de cobertura en el suministro de la energía eléctrica en todo el territorio, incluyendo principalmente el incremento de la cobertura del servicio en la zona rural. Igualmente, se considera como prioritario el establecimiento de mecanismos de capacitación que permitan el desarrollo del etnoturismo en las comunidades indígenas wayuu del municipio.

---

<sup>7</sup> SECRETARÍA DE PLANEACIÓN DEPARTAMENTAL. Plan de Desarrollo del Departamento de la Guajira. “La Guajira Primero”. (2012 – 2015). Pág. 191.

**Figura 4. Contribución a la Política Pública**

**Plan del PND**

(2010-2014) Prosperidad para Todos

**Programa del PND**

Pilar: Igualdad de Oportunidades para la prosperidad social

Estrategia: Empleabilidad, Emprendimiento y Generación de Ingresos

Programa: Generación de Ingresos

**Departamental:**

La Guajira Primero, Plan de Desarrollo 2012-2015. Por una Guajira Incluyente, Competitiva, Segura y Solidaria

**Programa del Plan desarrollo Departamental o Sectorial**

La Guajira: Capítulo 15. item 1, Gestión del Plan de Desarrollo. "Desarrollar un Sistema de Planificación Integrado y Articulado con todas las áreas que abarque la Identificación y Formulación de Proyectos de Inversión Social"

**Municipal: Plan de Desarrollo Municipal de Riohacha. Es Momento de Gobernar (2012 – 2015).**

Eje Estratégico No. 2: Riohacha Prospera

-Energía Eléctrica y Alumbrado Público

- Turismo

Fuente: Equipo Investigador PERS – Guajira 2015.

### 3.2.2. Antecedentes

En Colombia, existen numerosos trabajos e investigaciones relacionadas con la implementación de sistemas de energización renovable en ZNI. En tal sentido, vale la pena destacar el trabajo realizado por la ingeniera Natalia Esteve, como parte de la tesis de grado dentro del proceso de formación de la Maestría en Gestión Ambiental, en el año 2011.

La siguiente tabla muestra como referencia algunas investigaciones realizadas:

**Tabla 6. Referentes de Estudios e Investigaciones**

Entidad /Organización	Título	Autores	Año
CORPOEMA UPME	Plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE)	Consortio Energético Corpoema	2010
Universidad Javeriana Maestría en Gestión Ambiental	Energización de las zonas no Interconectadas a partir de las Energías Renovables Solar y Eólica	Natalia Esteve Gómez	2011
Colciencias. Convocatoria Ideas para el Cambio 2012.	Pretratamiento y Abastecimiento de agua a la Comunidad Wayuu del Reservorio de la Gran Vía.	Universidad de la Guajira – Fundación Bioguajira	2012
Universidad de la Guajira – Fundación Universitaria del Norte	Desarrollo del Programa de I+D en Energías Renovables en el departamento de la Guajira	Ricardo Vásquez Padilla	2013

Fuente: Compilación. Equipo PERS Guajira. 2015.

### 3.2.3. Marco Teórico

#### - Tecnologías de energía renovables

Las tecnologías de energía renovables son aquellas que transforman los flujos de energía que se presentan en la naturaleza. (UPME, CorpoEma, 2010: V.1); es decir, transforman la energía obtenida a partir de recursos renovables en otro tipo de energía útil, como por ejemplo, energía eléctrica.

#### Configuraciones de sistemas de generación

**-Aislado (fuera de red):** sistema de generación cuya potencia es del orden de W, generalmente se implementa para suplir la demanda energética de una vivienda.

**-Minired:** sistema de generación cuya potencia es del orden de  $10^3$  a  $10^5$  W, generalmente se implementa para suplir la demanda de un conjunto de viviendas o pequeño centro poblado, eléctricamente conectados por una red pequeña o local.

**-Conectado a red:** sistema de generación cuya potencia es del orden de MW, se implementa para generar energía que es entregada a la red de distribución eléctrica (Ej. Energía entregada al SIN)

#### -Energía solar

La energía solar es la energía transportada por las ondas electromagnéticas que proviene del sol. La emisión de energía desde la superficie del sol se denomina radiación solar; y a la energía emitida, energía radiante. La energía radiante que incide sobre la superficie terrestre por unidad de área (irradiación o insolación), se mide en

kWh/m<sup>2</sup>; y la potencia radiante que incide sobre la superficie terrestre por unidad de área (irradiancia), se mide en kW/m<sup>2</sup>.

La radiación solar que incide sobre la Tierra tiene componentes directa, radiación que incide sobre la Tierra desde el sol, sin cambiar de dirección; y difusa, radiación que es dispersada en todas las direcciones debido a la presencia de moléculas y partículas; la radiación global es la suma de la componentes directa y difusa.

Existen diferentes formas de aprovechamiento de la energía solar:

**-Energía Solar Fotovoltaica:** aprovechamiento de la radiación solar para la generación de energía eléctrica.

**-Energía Solar Térmica:** aprovechamiento del calor solar para calentar un fluido (típicamente agua y aire). La energía solar en forma de calor es absorbida por un panel solar térmico o colector, y transferida al fluido para elevar su temperatura. Los usos más comunes son para calentar agua, climatización y calefacción; también es posible generar energía eléctrica a través evaporación del fluido mediante su calentamiento y haciendo que este mueva una turbina.

### **-Sistemas fotovoltaicos**

Los sistemas fotovoltaicos son dispositivos que generan energía eléctrica mediante el efecto Fotoeléctrico; los fotones (partículas de luz) que provienen de la radiación solar, inciden en los módulos fotovoltaicos y liberan electrones, los cuales generan una corriente DC. Se caracterizan por su sencillez, modularidad y operatividad.

Los componentes principales de los sistemas fotovoltaicos son:

**Módulo fotovoltaico:** componente en donde se transforma la energía de la radiación solar (energía de los fotones) en energía eléctrica; están construidos con determinados semiconductores basados principalmente en silicio mono cristalino y poli cristalino.

**Regulador de Carga:** componente encargado de proteger la batería de la sobrecarga y la sobre descarga.

**Batería:** componente encargado de almacenar la energía producida en los módulos.

**Carga:** consumos o cargas que el sistema debe satisfacer (demanda energética), puede se DC o AC.

Los módulos fotovoltaicos tienen una potencia nominal, el Vatio Pico (Wp); que corresponde a la potencia máxima que puede generar dicho módulo, a 25°C de temperatura y con una irradiación de 1kW/m<sup>2</sup>. Su producción de corriente eléctrica a un voltaje dado (fijo para el panel) varía con la temperatura, lo cual especifica el fabricante del panel en la forma de curvas de potencia.

### **-Energía eólica**

La energía eólica es la energía cinética de las moléculas de aire en movimiento. La energía cinética puede ser transformada en energía mecánica rotacional, al generar el movimiento de las palas de un rotor. La energía mecánica puede ser implementada para desarrollar trabajo mecánico (ej, molinos, bombas de agua), o puede ser transformada en electricidad mediante un generador. En cada transformación, parte de la energía es disipada en forma de calor (energía calórica).

El recurso eólico se mide a partir de la velocidad del viento (m/s) a determinada altura, o de la densidad de potencia eólica (W/m<sup>2</sup>) a determinada altura; la densidad de potencia ( $e$ ) es proporcional a la densidad del aire y al cubo de la velocidad del viento.

La velocidad del viento se ve afectada por la altura y la rugosidad del terreno; la velocidad del viento aumenta con la altura, y un terreno liso favorece la velocidad del viento y disminuye la formación de turbulencias. Adicionalmente, la densidad de potencia eólica se ve afectada por la densidad del aire; a mayor densidad del aire, mayor densidad de potencia; la densidad del aire, a la vez, depende de la temperatura y presión atmosférica del lugar.

### **-Generadores eólicos o aerogeneradores**

Los aerogenerador transforman la energía cinética de las moléculas de aire en electricidad (movimiento de partículas portadoras de carga, electrones). Existen aerogeneradores de eje horizontal (los más comunes) y de eje vertical. Los componentes principales de un aerogenerador de eje horizontal son:

**Rotor:** su función es transformar la energía cinética del viento en energía mecánica; está conformado por la palas y el buje que las une.

**Palas:** similares a las alas de un avión, la mayoría de aerogeneradores tiene tres palas.

**Góndola:** su función es transformar la energía mecánica del rotor en energía eléctrica; está conformado por diferentes dispositivos en el interior (como el generador y el multiplicador), y un anemómetro y una veleta en su exterior.

**Multiplicador:** multiplica la velocidad de giro que llega del rotor

**Generador:** transforma la energía mecánica en eléctrica, normalmente generando corriente alterna.

**Torre:** soporta la góndola y el rotor.

La potencia de un aerogenerador depende principalmente del área barrida por las palas del rotor; por lo tanto, los aerogeneradores pueden clasificarse según su potencia y área, como muestra la tabla a continuación:

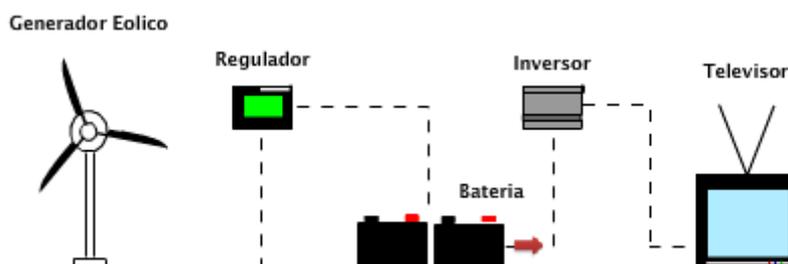
**Tabla 7. Clasificación de los Aerogeneradores de eje horizontal**

Denominación	Pn (Kw)	R (m)	Aplicaciones
Muy Baja	<1	<1	Embarcaciones, sistemas de comunicación, refugios de montaña, iluminación
	1 - 10	1 - 3	Granjas, viviendas aisladas, sistemas de bombeo
Baja	10 - 100	3 '9	Comunidades de vecinos, Pymes, (sistemas mixtos E-0 Diesel, drenaje, tratamiento de aguas)
Media	100 - 1000	9 - 27	Parques Eólicos (terreno complejo).
Alta	1000- 10000	27 - 81	Parques Eólicos (Terreno Llano, Mar adentro)
Muy Alta	>10.000	>81	En fase de investigación y desarrollo (actualmente existen prototipos de 8 MW instalados)

**Fuente: Compilado. Manual de Energías Renovables 3. Energía Eólica. IDAE. 2006**

Los aerogeneradores se caracterizan por tener determinada potencia nominal, que representa la máxima potencia de generación (bajo condiciones óptimas del recurso); y por una curva de potencia, que representa la potencia que genera dicho aerogenerador como función de la velocidad del viento. La mayoría de aerogeneradores comienzan a generar con vientos de 3-4m/s, llegan a su máxima potencia de generación con vientos de 12-15m/s, y se apagan para evitar averiarse con vientos de velocidades mayores.

- **Esquema Básico del Sistema:**



Fuente: [www.aprotec.com.co](http://www.aprotec.com.co). 2012.

La energía producida por el generador eólico y los paneles solares se almacena en el banco de baterías. El generador eólico transforma la energía del viento en corriente directa a 12 o 24 voltios DC y se conecta directamente al banco de baterías. Posee un sofisticado regulador electrónico de voltaje que vigila permanentemente el estado de carga de las baterías, mantiene un riguroso control sobre su velocidad de giro y compensa las pérdidas de tensión en la línea de conducción.

- **Capacidad del Sistema:**

La autonomía del sistema puede ser estimada de acuerdo a las tablas de potencia suministradas por el fabricante o mediante curvas estadísticas como la distribución de Raleigh. La siguiente tabla resume la potencia esperada de un generador de 1000 vatios bajo diferentes regímenes de viento

**Tabla 8. Ejemplo de Potencia Real Generada por Aerogenerador**

Velocidad promedio del viento (mph)	Descripción	Estimado en KWH/mes	Estimado en KWH/día
8	Brisa suave intermitente	60	2.0
9	Brisa suave y constante	90	3.0
10	Brisa moderada intermitente	125	4.2
11	Brisa moderada constante	160	5.3
12	Brisa moderada a fuerte intermitente	190	6.3
13	Brisa moderada a fuerte constante	215	7.2
14	Brisa fuerte	265	8.8

**Fuente: Aprottec.2015.**

### Los Sistemas Híbridos

“El recurso eólico es variable y puede tener periodos de quietud. La energía solar es un perfecto complemento a la energía eólica en la medida en que ofrece una carga básica en estos periodos. Comunes en aplicaciones comerciales o en aplicaciones residenciales”<sup>8</sup>.

Estos sistemas se denominan híbridos porque pueden generar energía eléctrica a partir de dos o más fuentes de energía renovable simultáneamente; por ejemplo, fotovoltaica-eólica, fotovoltaica-celdas de combustible, eólica - térmica entre otras. Los sistemas híbridos se componen de varias partes fundamentales:

- Al menos 2 tipos distintos de energía renovable
- Fase de control de carga

<sup>8</sup> Tomado de [www.aprotec.com.co](http://www.aprotec.com.co) . 2015.



- Banco de baterías
- Inversor Corriente Directa-Corriente Alterna (CD/CA)

- **Ventajas comparativas del Potencial Solar y Eólico de la Guajira**

Según Plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE) (CORPOEMA, UPME, 2010), el departamento de la Guajira, por sus condiciones geográficas y climatológicas posee el mayor potencial del país en recurso solar – eólico.

Si se consideran solamente los recursos de La Guajira, se podrían instalar 24.8 GW con una capacidad de generación de 81.216 GWh/año, con turbinas de 1.650 kW en un régimen de viento de factor  $k=3$  de Weibull<sup>9</sup> resultando la operación con factores de capacidad entre 34% y 44%. La siguiente tabla muestra en resumen el potencial eólico del departamento:

**Tabla 9. Potencial del Recurso Eólico – Departamento de la Guajira**

Calificativo	Rango densidad a 50m (W/m <sup>2</sup> )		Densidad media (W/m <sup>2</sup> ) a 50 m	Area Estimada (Km <sup>2</sup> )	Gw	Regiones	Gwh/Año	FC
Sobresaliente	729	1000	865	2962	14.5	Guajira	43,907	34%
Extraordinario	1000	1331	1166	1134	5.6	Alta Guajira	19,287	40%
Extraordinario	1331	1728	1530	959	4,7	Alta Guajira	18,022	44%
<b>Total</b>					<b>24.8</b>		<b>81,216</b>	

Fuente: IDEAM – UPME. 2010.

Por otro lado, la siguiente tabla muestra el potencial promedio de los recursos por municipio en la región:

<sup>9</sup> Función de distribución de probabilidades aplicable a los regímenes de viento.

**Tabla 10. Potencial Promedio de Radiación Solar y Viento por Municipio**

Región	Municipio	Coordenadas	Radiación Solar Promedio (Kwh/m <sup>2</sup> /día)	Velocidad del Viento Promedio (50m)	Velocidad del Viento Promedio (10m)
Alta Guajira	Manaure	11.775 ; -72.4445	6.50	7.25	6.20
Alta Guajira	Uribía	11.7139 /-72.266	6.50	7.25	6.20
Media Guajira	Riohacha	11.5444 /-72.9072	6.57	7.33	6.26
Media Guajira	Albania	11.161 / -72.5924	5.86	6.20	5.30
Media Guajira	Dibulla	11.2725/-73.3091	5.86	6.20	5.30
Media Guajira	Maicao	11.3832 / -72.2432	5.62	6.18	5.29
Baja Guajira	Barrancas	10.9576 / -72.7877	5.86	6.20	5.30
Baja Guajira	Distracción	10.8969 / -72.8861	5.86	6.20	5.30
Baja Guajira	El Molino	10.6522 / -72.924	5.86	6.20	5.30
Baja Guajira	Fonseca	10.8861 / -72.8487	5.86	6.20	5.30
Baja Guajira	Hatonuevo	11.0703 /-72.7659]	5.86	6.20	5.30
Baja Guajira	La Jagua del pilar	10.5167 /-73.0833]	5.86	6.20	5.30
Baja Guajira	San Juan del Cesar	10.7711 / -73.0031	5.86	6.20	5.30
Baja Guajira	Urumita	10.5589 / -73.0123	5.86	6.20	5.30
Baja Guajira	Villa Nueva	10.6053 / -72.98	5.86	6.20	5.30

**Fuente: IDEAM – NASA. 2013.**

### 3.1. PROBLEMA CENTRAL, CAUSAS Y EFECTOS

- **Problema Central:**

Deficiente oferta energética para el desarrollo de las actividades etnoturísticas en las rancherías del municipio de Riohacha.

- **Causas Directas:**

- Ausencia de generación de energía eléctrica en la zona
- Inexistencia de sistemas para el abastecimiento de agua potable por parte de la comunidad.
- Deficiente preparación técnica en el uso eficiente de los recursos.

- **Efectos Directos:**

- Almacenamiento inadecuado de los alimentos y bebidas
- Alto nivel de incidencia de enfermedades diarreicas agudas (EDAS)
- Baja productividad en el desarrollo de actividades con fines turísticos

## 4. FORMULACIÓN DE LA ALTERNATIVAS

### 4.1. NOMBRE DE LA ALTERNATIVA

Suministro de energía eléctrica con tecnología limpia para el mejoramiento del servicio en rancherías etnoturísticas del municipio de Riohacha.

#### 4.1.1. Alternativas Posibles

Según el Plan de Desarrollo para las Fuentes no Convencionales de Energía en Colombia (PDFNCE) (CORPOEMA, UPME, 2010), en la subregión donde se encuentra las rancherías etnoturísticas (Media Guajira), por sus condiciones geográficas y climatológicas posee un potencial sobresaliente en materia de recurso solar y eólico, al mismo tiempo dada la presencia importante del recurso hídrico en la zona, se tienen en cuenta las siguientes alternativas:

- Sistema 1 (Solar – Equipo Electrónico Diésel)
- Sistema 2 (Solar – Eólico – Equipo Electrónico Diésel)

La siguiente tabla presenta los valores máximos y mínimos en relación con el recurso disponible:

**Tabla 11. Valores Promedios Máximo y Mínimo Mensual**

Subregión	Centro Poblado	Ubicación Referencia	Radiación Solar Promedio Mensual (Kwh/m <sup>2</sup> /día)		Velocidad Promedio del Viento Mensual (m/s)	
			Max	Min	Max	Min
Media Guajira	Riohacha (Ranchería lwouuya)	11° 23.72.4 N 72° 54.40.5 W	6.48	4.64	7.8	3.1

#### 4.1.2. Metodología de Selección de Alternativas

Para este caso, se realizó el análisis de cada una de las alternativas energéticas posibles, utilizando la aplicación **Homer (*Híbrid Optimization Model for Electric Renewables*)** desarrollado por el laboratorio nacional de energía renovable de los Estados Unidos (*NREL*), este software es “ampliamente utilizado para la evaluación económica y ambiental de los sistemas eléctricos que utilizan fuentes de generación renovables que son comúnmente designados como sistemas híbridos. El programa identifica el sistema o la configuración del mínimo costo posible simulando su comportamiento a lo largo de un año y clasificando las soluciones en orden creciente del Costo Presente Neto (CPN), para el ciclo de vida de la instalación”<sup>10</sup>.

El uso de la aplicación Homer, requiere la alimentación de datos de recursos naturales (eólicos, solares, hidrológicos, etc), las cargas o curvas de consumo de los sistemas a instalar, los costos (a precios del mercado) de cada uno de los componentes, incluyendo costos de reemplazo, mantenimiento y operación.

---

<sup>10</sup> CASAROTTO, C.F. “Evaluación de Sistemas Híbridos para la Electrificación de Zonas Remotas mediante HOMER”. Universidad Nacional de Comahue. Ponencia. Cuarto Congreso Nacional – Tercer Congreso Iberoamericano Hidrogeno y Fuentes Sustentables de Energía – HYFUSEN . 2011.

## - Configuración General del Sistema

**Alternativa 1. (Solar + Equipo Electrónico):** considera el uso combinado de dos o más tecnologías en función de los recursos disponibles en la zona.

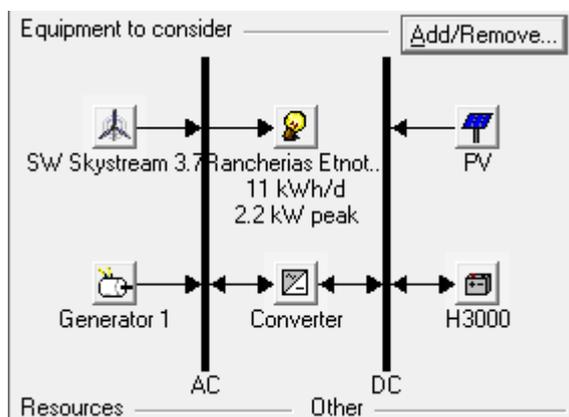
**Alternativa 2. (Solar – Eólico – Equipo Electrónico).**

El sistema a simular tiene los siguientes elementos:

- Paneles solares
- Generador Eólico
- Baterías
- Conversor DC/AC
- Equipo Electrónico Diésel

En la siguiente figura se muestran los componentes a simular.

**Figura 5. Componentes a Simular**

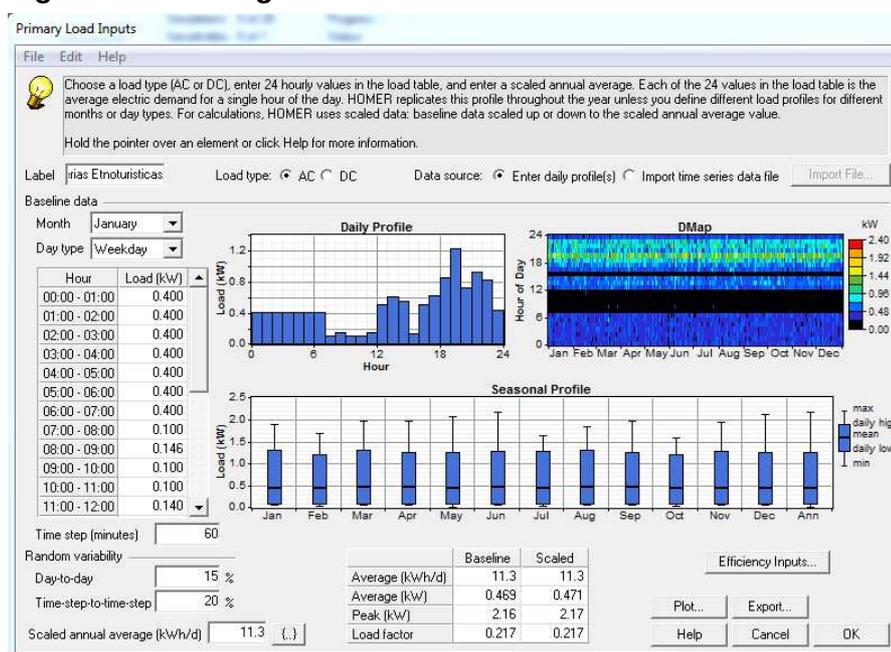


Fuente: Homer – Energy. 2015

- Demanda del centro poblado

Tomando como referencia los datos asociados al perfil total de consumo, resultados de la estimación de demanda del consumo realizada en el aparte correspondiente, se ingresaron los datos de la curva de demanda en la aplicación Homer. (Figura 6).

Figura 6. Datos Ingresados Homer - Perfil de Demanda



La carga es completamente AC, lo cual implica que exista un convertidor para invertir la tensión que venga de las fuentes de energía de DC. El consumo de energía promedio diario debido al perfil de carga es 11.3 kWh/d en cada rancharía.

- **Costos de los elementos a utilizar en el sistema de generación:**

Se realizaron consultas de varias fuentes secundarias, principalmente de proveedores certificados en la Web con el fin de establecer los costos de los sistemas de energización a instalar, considerando su capacidad, los costos transporte, montaje, reemplazo, operación y mantenimiento. La siguiente tabla muestra el resumen de los costos considerados por cada componente:

**Tabla 12. Costos Componentes (Precios en Dólares Americanos)**

Componente	Tamaño (Kw)	Capital (\$)	Reemplazo (\$)	O & M
Paneles Fotovoltaicos	0.300	417	400	50
Aerogenerador Skystream	3.7	9236	8236	250
Equipo Electrónico Diésel	3.0	769	750	2
Baterías Hoppecke 24 OPzS 3000	-	1981	1981	30
Convertidor	18	30866	30866	60

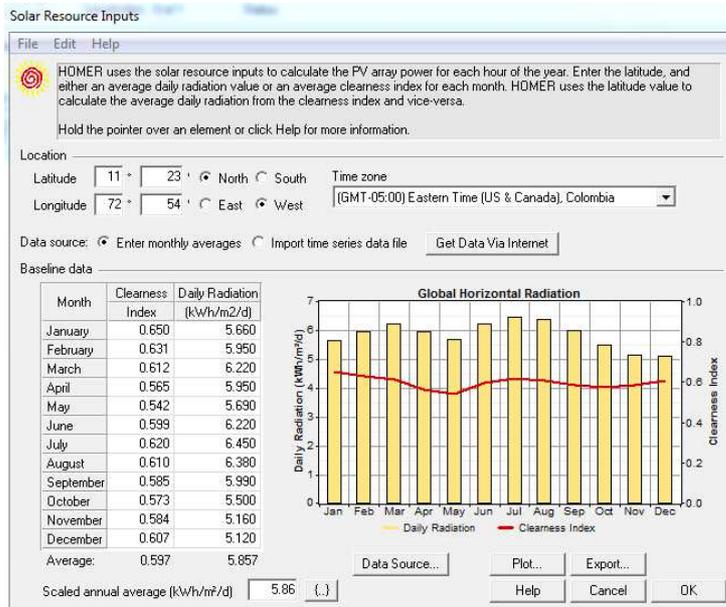
**Fuente: Equipo Investigador PERS Guajira. 2015.**

**-Valores de los recursos naturales para el sistema de energización**

Se ingresan a la aplicación los datos asociados a los recursos de radiación solar, de viento disponibles en la plataforma de (RETScreen de la NASA).

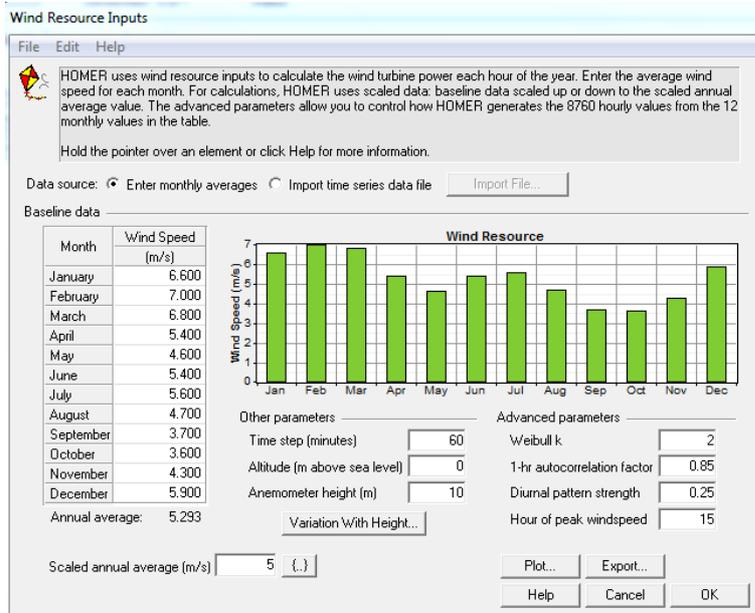
- Recurso Solar

Figura 7. Datos Ingresados Recurso Solar



- Recurso Eólico

Figura 8. Datos Ingresados de Viento - Homer



## -Resultados

La ventaja de usar HOMER para determinar la mejor alternativa de energización, es que se pueden plantear escenarios. De tal forma que una solución no sea dimensionada para solucionar las necesidades inmediatas sino que permitan formular escenarios de desarrollo social, cultural y tecnológico a largo plazo, proponiendo metas de crecimiento de la demanda y del esquema productivo. Dicho de otra forma, el incremento futuro de la capacidad de hospedaje temporal de la ranchería permitirá un mejoramiento de los ingresos permitiendo la adquisición de más bienes y servicios.

Sin embargo, dado las características propias del servicio etnoturístico ofertado, no se considera una variación significativa en la demanda de consumo energético, esto sustentado en la preservación de las condiciones ancestrales que hacen de una ranchería un espacio único alejado de las comodidades y servicios propios de las grandes urbes. Igualmente, las autoridades tradicionales máximas patriarcas de estas comunidades consideran importante el servicio de energía eléctrica respetando sus tradiciones y particularidades.

Dado que el proyecto tendrá una duración de 20 años, la demanda diaria de consumo no variara de forma significativa durante este tiempo.

De acuerdo al contexto anterior, se simula el conjunto posible de alternativas con HOMER, obteniendo los siguientes resultados:

Se escogen dos alternativas de generación consideradas:

- Escenario Único. Demanda diaria (11.3 kWh/día), bajo este esquema se tiene que la demanda corresponde a los elementos básicos de consumo a utilizar en cada centro de consumo o ranchería.

**Figura 9. Resultados HOMER**

Sensitivity Results		Optimization Results													
Double click on a system below for simulation results.															
		PV (kW)	S3.7	Label (kW)	H1000	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)		
		3		3	24	2.5	\$ 17,319	2,178	\$ 45,158	0.856	0.93	91	92		
		4		3	24	2.5	\$ 18,839	2,076	\$ 45,376	0.861	1.00		0		
		5		3	24	2.5	\$ 20,359	2,232	\$ 48,894	0.927	1.00		0		
		6		3	24	2.5	\$ 21,879	2,388	\$ 52,412	0.994	1.00		0		
		2	1	3	24	2.5	\$ 25,029	2,182	\$ 52,921	1.004	1.00		0		
		7		3	24	2.5	\$ 23,399	2,545	\$ 55,930	1.061	1.00		0		
		3	1	3	24	2.5	\$ 26,549	2,338	\$ 56,439	1.070	1.00		0		

De acuerdo a los resultados de HOMER, para los perfiles de demanda actuales el sistema híbrido que satisface inmediatamente las necesidades bajo el criterio de CPN (Costo Presente Neto) se relaciona con la combinación de los componentes de energía solar, uso del equipo electrógeno y baterías (Ver recuadro amarillo). Sin embargo, bajo criterios de continuidad se analiza la posibilidad de inclusión del aerogenerador dada la disponibilidad del recurso y su mayor capacidad de generación en función del tiempo.

- **Alternativa 1.** La primera alternativa que se compone de los siguientes elementos:

**Tabla 13. Componentes Alternativa No.1.**

Elemento	Capacidad
PV	3 kW
Battery	24 Hoppecke 10 OPzS 1000
Generador	3 kW
Inverter	2.5 kW
Rectifier	2.5 kW

Fuente: Homer – Energy. 2015.

En la siguiente tabla, se puede ver el resumen de los costos para esta primera alternativa:

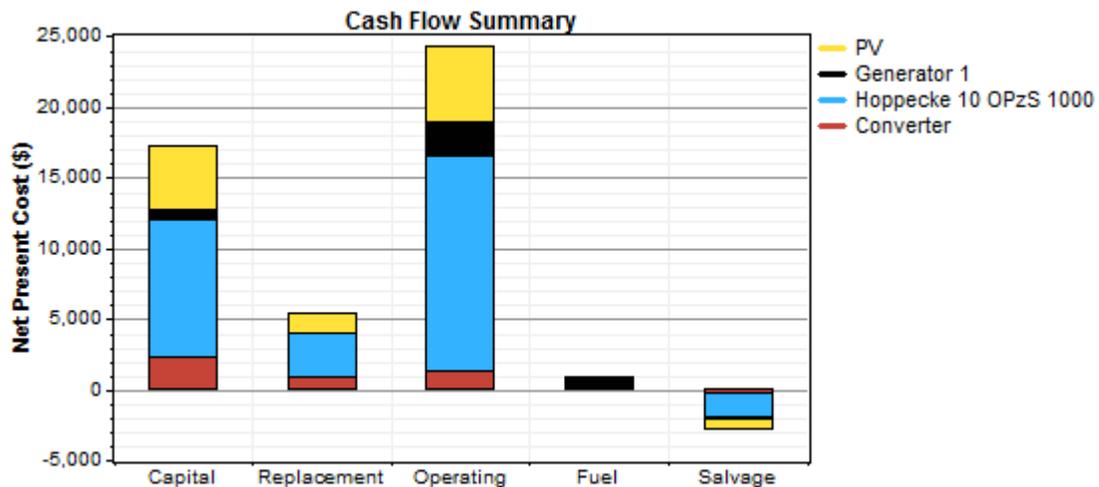
**Tabla 14. Costos Alternativa No. 1**

Costo	Valor
Costo Presente Neto	\$ 45.158
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.856/kWh
Costo anual de operación	\$ 2.178/yr

Fuente: Homer – Energy. 2015.

Igualmente, en la siguiente figura se puede ver la distribución de los costos por elemento, a los reemplazos de los elementos las fotoceldas, convertidores y las baterías a lo largo del proyecto. Los costos de mantenimiento y operación del sistema aplican en todos los elementos a excepción del equipo electrógeno.

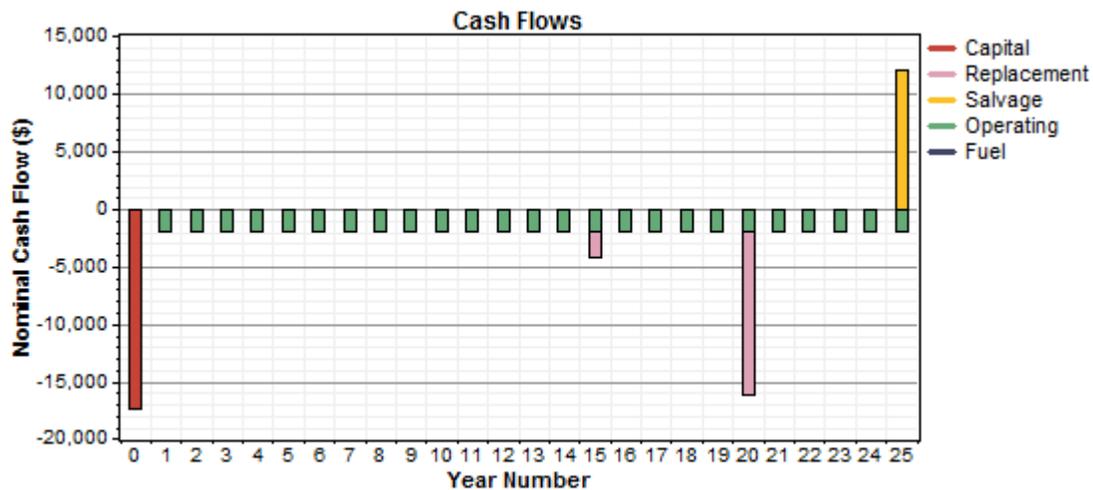
**Figura 10. Resumen Flujo de Capital Alternativa No. 1.**



Fuente: Homer – Energy. 2015.

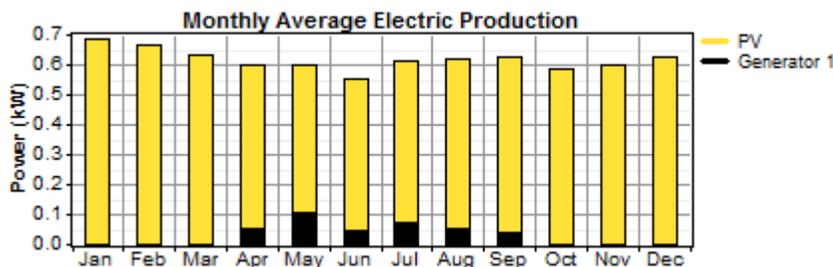
Dado estos parámetros, el costo de inversión inicial tiene un valor de US \$ 17.319. En la figura No.11, se muestra un reemplazo de los elementos (con excepción del equipo electrógeno) en el Año 15 y 20. En el último año de proyección se produce ahorros asociados al valor de los sistemas instalados.

**Figura 11. Flujo Neto de Inversión**



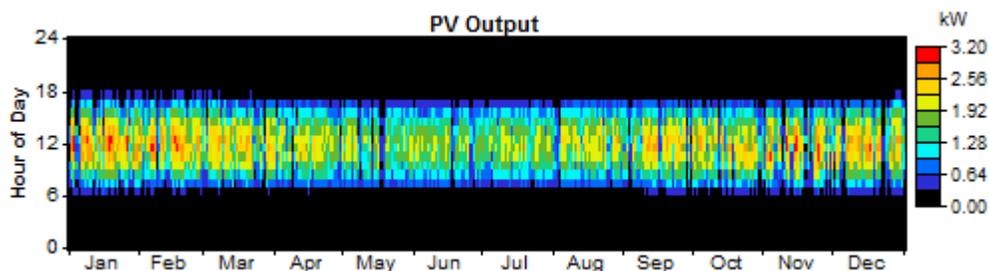
En las figuras (12 y 13), se muestra según la simulación que el sistema de paneles fotovoltaicos, es el encargado de asumir con todos los requerimientos de energía en la ranchería.

**Figura 12. Promedio de Producción Eléctrica Mensual – Sistema Fotovoltaico**



Fuente: Homer – Energy. 2015.

**Figura 13. Potencia de Salida Anual Diaria – Paneles Fotovoltaicos**



Sin embargo, el sistema incorpora dentro de los gastos unos componentes de apoyo como son baterías para garantizar el servicio continuo durante cierto periodo de tiempo. HOMER, considero 12 baterías para el sistema a 12 V y una capacidad de 11.3 kWh/día, dando al sistema una autonomía de 3 días con carga completa.

En la tabla 15, se muestra la información relacionada con los costos y capacidad de las baterías.

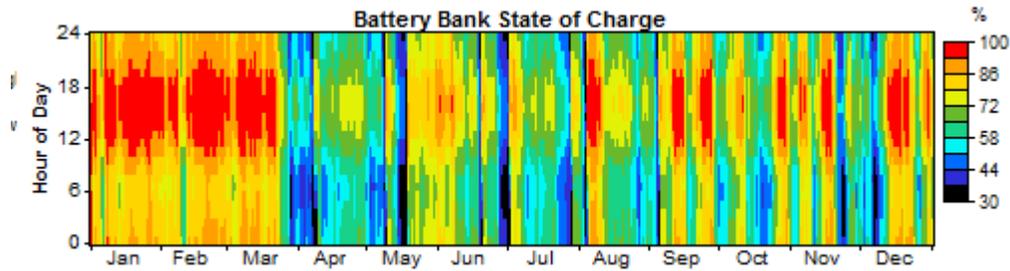
**Tabla 15. Costos y Capacidad Baterías**

Quantity	Value	Units
Nominal capacity	48.0	kWh
Usable nominal capacity	33.6	kWh
Autonomy	71.4	hr
Lifetime throughput	82,512	kWh
Battery wear cost	0.125	\$/kWh
Average energy cost	0.009	\$/kWh

Fuente: Homer – Energy. 2015.

La simulación, muestra el comportamiento del estado de carga de las baterías en función de las horas del día, nótese que las baterías logran su estado de carga ideal entre las 12 – 18 horas. (Figura 14), con excepción en los meses donde el recurso solar disminuye.

**Figura 14. Estado de Cargas de las Baterías**



**Alternativa No. 2.**

La segunda alternativa a considerar se compone de los siguientes elementos:

**Tabla 16. Componentes Alternativa No.2.**

Elemento	Capacidad
Wind turbine	1 SW Skystream 3.7 (1.8kW)
PV	2 kW
Battery	24 Hoppecke 10 OPzS 1000
Generador	3 KW
Inverter	2.5 kW
Rectifier	2.5 kW

Fuente: Homer – Energy. 2015.

En la siguiente tabla, se muestran los costos principales para esta alternativa.

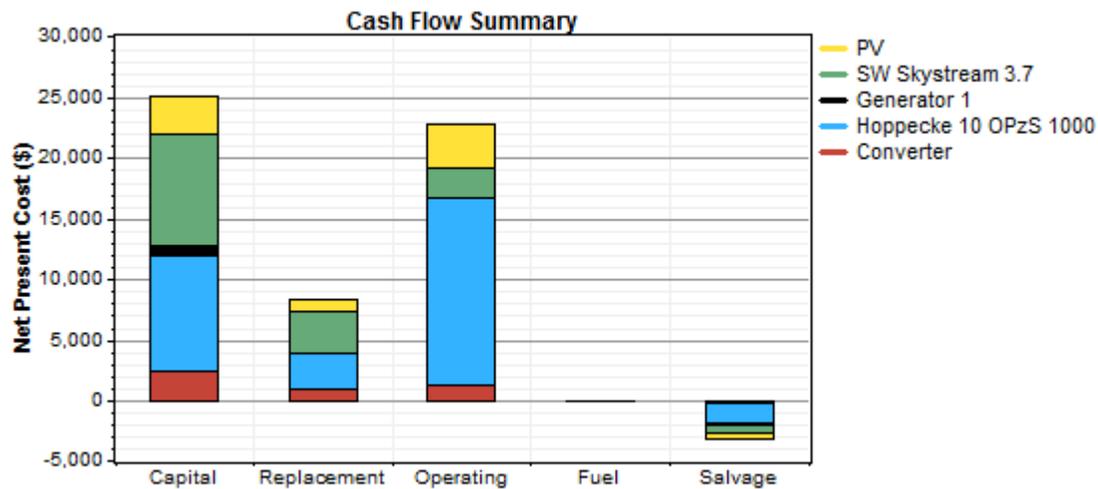
**Tabla 17. Costos Alternativa No. 2**

Costo	Valor
Costo Presente Neto	\$ 52.291
Costo Nivelado de la Energía	\$ 1.004/kWh
Costo anual de operación	\$ 2.182/yr

Fuente: Homer – Energy. 2015.

Así mismo, en la siguiente figura se puede ver la distribución de los costos por elemento, el reemplazo y los costos de operación se asocian en todos los componentes con excepción del equipo electrógeno diésel.

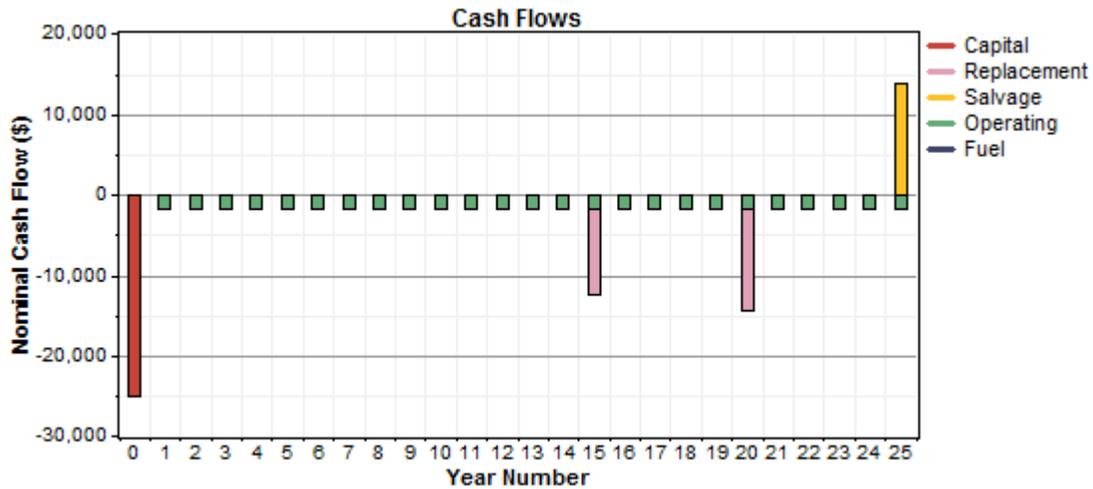
**Figura 15. Resumen Flujo de Capital Alternativa No. 2.**



Fuente: Homer – Energy. 2015.

Dado estos parámetros, el costo de inversión inicial tienen un valor de US \$ 25.029 . En la figura 16, se muestra un reemplazo de los convertidores en el Año 15. En el último año de proyección se produce ahorros asociados al valor del salvamento de los equipos en cuestión.

Figura 16. Flujo Neto de Inversión Alternativa No. 2.



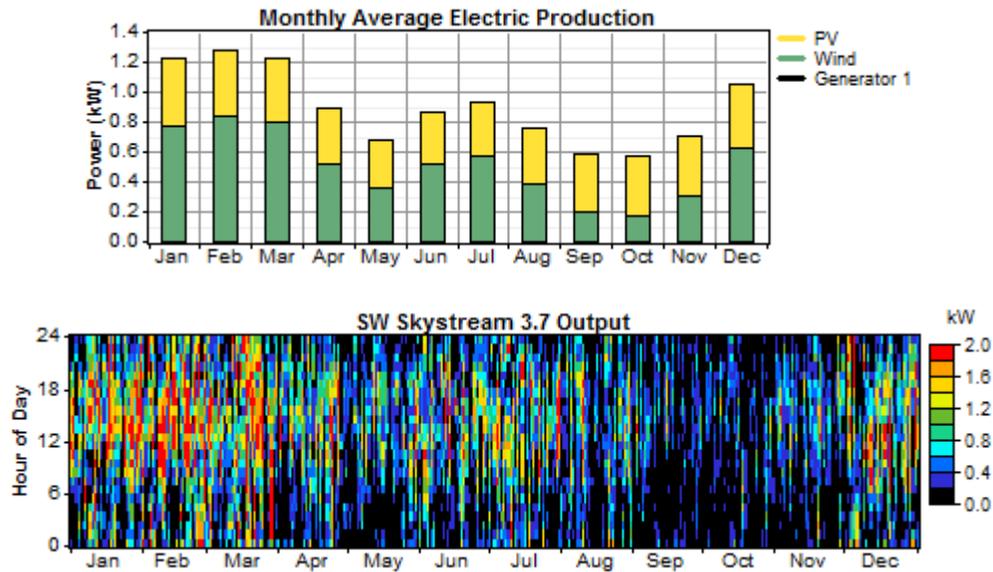
En la figura 17 y tabla 18, se muestra que el aerogenerador es el encargado de asumir el 56% de los requerimientos de energía del centro poblado, mientras que los paneles fotovoltaicos aportan el 44% restante.

Tabla 18. Generación Eléctrica / Componente

Componente	Producción (kWh/año)	Fracción
PV array	3,425	44%
Wind turbine	4,427	56%
Generator 1	0	0%
Total	7,852	100%

Fuente: Homer – Energy. 2015.

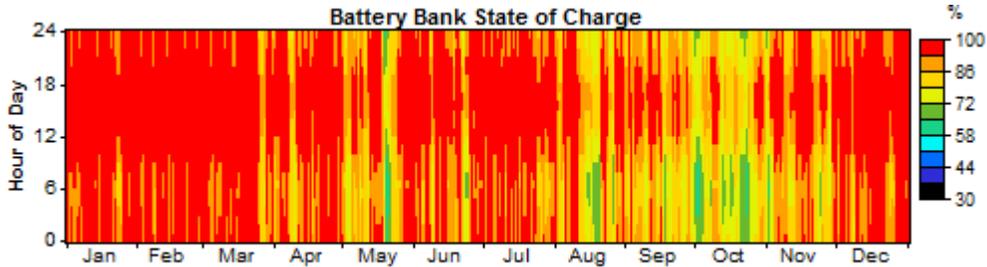
**Figura 17. Potencia Promedio Generada por Componente**



Fuente: Homer – Energy. 2015.

Al igual, que en la primera alternativa, HOMER considero 24 baterías para el sistema a 12 V y una capacidad de 11.3 kWh, dando al sistema una autonomía de 3 días con carga total, suceso que permite el mantenimiento periódico de los equipos en caso de fallas en el sistema. Como se muestra en la Figura 18, el estado de carga óptima de las baterías se obtiene entre las 12 – 16 horas del día con ligeras fluctuaciones durante el año debido a la discontinuidad del recurso disponible en la zona:

**Figura 18. Estado de Carga de las Baterías**



Fuente: Homer – Energy. 2015.

Para las anteriores alternativas, se consultó los excesos de energía que se producen, dando como resultado que estos equivalen al 39.7%, para un consumo de 11.3 kWh/día, de tal forma que el sistema se considera ligeramente sobredimensionado para este tipo de demanda.

#### - Selección de las Alternativas

Como el fin del plan de energización rural sostenible (PERS), es brindar sostenibilidad de las alternativas seleccionadas a partir del fortalecimiento de las actividades productivas desarrolladas y considerando que las rancherías etnoturisticas deben preservar sus características típicas de la etnia Wayuu que las convierten en un patrimonio único y cultural de la Región Caribe. La siguiente grafica muestra los resultados de optimización de las alternativas analizadas:

**Figura 19. Resultados de Optimización Alternativas Homer**

Sensitivity Results		Optimization Results											
Double click on a system below for simulation results.													
⚠	☑	PV (kW)	S3.7	Label (kW)	H1000	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)
☑	☑	3		3	24	2.5	\$ 17,319	2,178	\$ 45,158	0.856	0.93	91	92
☑	☑	2	1	3	24	2.5	\$ 25,029	2,182	\$ 52,921	1.004	1.00		0
⚠	☑	4	1	3		2.5	\$ 18,469	12,331	\$ 176,098	3.340	0.00	2,158	4,599
⚠	☑	5		3		2.5	\$ 10,759	13,644	\$ 185,175	3.512	0.00	2,489	5,238

En la Tabla No 19., se muestra la configuración de cada alternativa, bajo un escenario único, cualquiera de las dos alternativas puede servir para el suministrar la demanda de consumo de 11,3 kWh/día al año.

**Tabla 19. Configuración de las Alternativas**

	Elemento	Capacidad
<b>Alternativa 1</b>	PV	3 kW
	Battery	24 Hoppecke 10 OPzS 1000
	Generador	3 KW
	Inverter	2.5 kW
	Rectifier	2.5 kW
<b>Alternativa 2</b>	Wind turbine	1 SW Skystream 3.7 (1.8kW)
	PV	2 kW
	Battery	12 Hoppecke 24 OPzS 3000
	Generador	3 KW
	Inverter	2.5 kW
	Rectifier	2.5 kW

En la siguiente Tabla, se muestra la comparación de los costos para cada una de las alternativas:

**Tabla 20. Comparación de costos entre alternativas y escenarios**

	Escenario 1	
	Alternativa 1	Alternativa 2
Costo Presente Neto	\$ 45.158	\$ 52.291
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.856/kWh	\$ 1.004/kWh
Costo anual de operación	\$ 2.178/yr	\$ 2.182/yr

**- Conclusiones de la simulación**

Al comparar las dos alternativas, se puede observar que la alternativa 1, presenta un menor Costo Presente Neto, esto sustentado en las mayores facilidades para su implementación y menores costos de mantenimiento, igualmente el sistema de energización solar proporciona el 95% de la generación necesaria para satisfacer la demanda. En tal sentido se considera necesario observar la posibilidad de ampliar incrementar la capacidad del sistema fotovoltaico pasando de (3 – 4) kW, para no tener la necesidad de utilizar el equipo eléctrico. Este equipo solo entraría como respaldo en caso de mantenimientos y fallas del sistema.

La figura No. 20 muestra la alternativa que va ser tomada como referencia. Homer no muestra esta alternativa dentro del resultado de optimización del sistema, porque su costo presente neto es ligeramente más alto que la alternativa No. 1.

**Figura 20. Comparación de Alternativas**

Sensitivity Results		Optimization Results													
Double click on a system below for simulation results.															
		PV (kW)	S3.7	Label (kW)	H1000	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)		
		3		3	24	2.5	\$ 17,319	2,178	\$ 45,158	0.856	0.93	91	92		
		4		3	24	2.5	\$ 18,839	2,076	\$ 45,376	0.861	1.00		0		
		5		3	24	2.5	\$ 20,359	2,232	\$ 48,894	0.927	1.00		0		
		6		3	24	2.5	\$ 21,879	2,388	\$ 52,412	0.994	1.00		0		
		2	1	3	24	2.5	\$ 25,029	2,182	\$ 52,921	1.004	1.00		0		
		7		3	24	2.5	\$ 23,399	2,545	\$ 55,930	1.061	1.00		0		

## 4.2 RESUMEN DE LA ALTERNATIVA

Como alternativa posible de solución al problema asociado a la deficiente oferta energética para el desarrollo de actividades en tres rancherías del municipio de Riohacha, se centra en el montaje de un sistema aislado de energización híbrida (solar – diesel) que sirva de soporte para el mejoramiento del servicio turístico ofertado, al mismo tiempo con la instalación de equipos autónomos se pretende optimizar los sistemas de bombeo de existentes y la potabilización del agua disponible en la zona.

El montaje de un sistema de energización (solar – eólica) de 2.2 kWp, se considera una alternativa de generación de energía eléctrica viable, dada su baja inversión, su fidelidad y sostenibilidad. Igualmente los costos de mantenimiento son razonables, en relación a los cambios poco frecuentes de los accesorios del sistema.

En el desarrollo del proyecto se caracterizaran los elementos base para la instalación de dos sistemas autónomos de bombeo solar, la construcción de un pozo profundo y la adquisición de tres equipos potabilizadores con una capacidad máxima de generación de 2000 Lts/día.

### 4.2.1. Descripción Técnica de la Alternativa Propuesta

Las tres rancherías etnoturísticas se encuentran muy cerca de la ciudad de Riohacha en un radio no mayor a 17 Kms de distancia, con condiciones de acceso ideales para el desarrollo de la actividad.

El sistema de generación híbrida de 2.2 kWp centralizado, 16 módulos solares policristalino de 250 W (incluyendo su estructura soporte), 24 baterías tipo Hoppecke 10 OPzS 1000, inversores y controladores de carga 2.5 kW. Esta configuración también incluye la adquisición de un equipo electrógeno de 3.0 kW como elemento de respaldo.

El banco de baterías se localizará en cada una de las rancherías muy cerca de la Maloka principal con el fin de reducir los costos de extensión de redes eléctricas.

Dado que en la Ranchería Iwouuya presenta dificultades para el acceso al agua potable se pretende realizar la construcción de un pozo profundo. Se instalarán al mismo tiempo en dos sistemas de bombeo solar (Iwouuya y Dividivi II), con una tubería de conducción de aproximadamente 300 metros hasta los tanques de almacenamiento.

Así mismo, se pretende instalar tres equipos potabilizadores portátiles por osmosis inversa, con su propia fuente de generación de energía (tipo solar), los cuales según especificaciones del fabricante tienen la capacidad de potabilizar hasta 2000 Lts/día, suceso que permitirá en el futuro el suministro de agua apta para el consumo tanto a visitantes como miembros de las comunidades vecinas, sobre todo el acceso al preciado líquido de aproximadamente 450 estudiantes de la Institución Etnoeducativa No. 5 - Sede Paraíso.

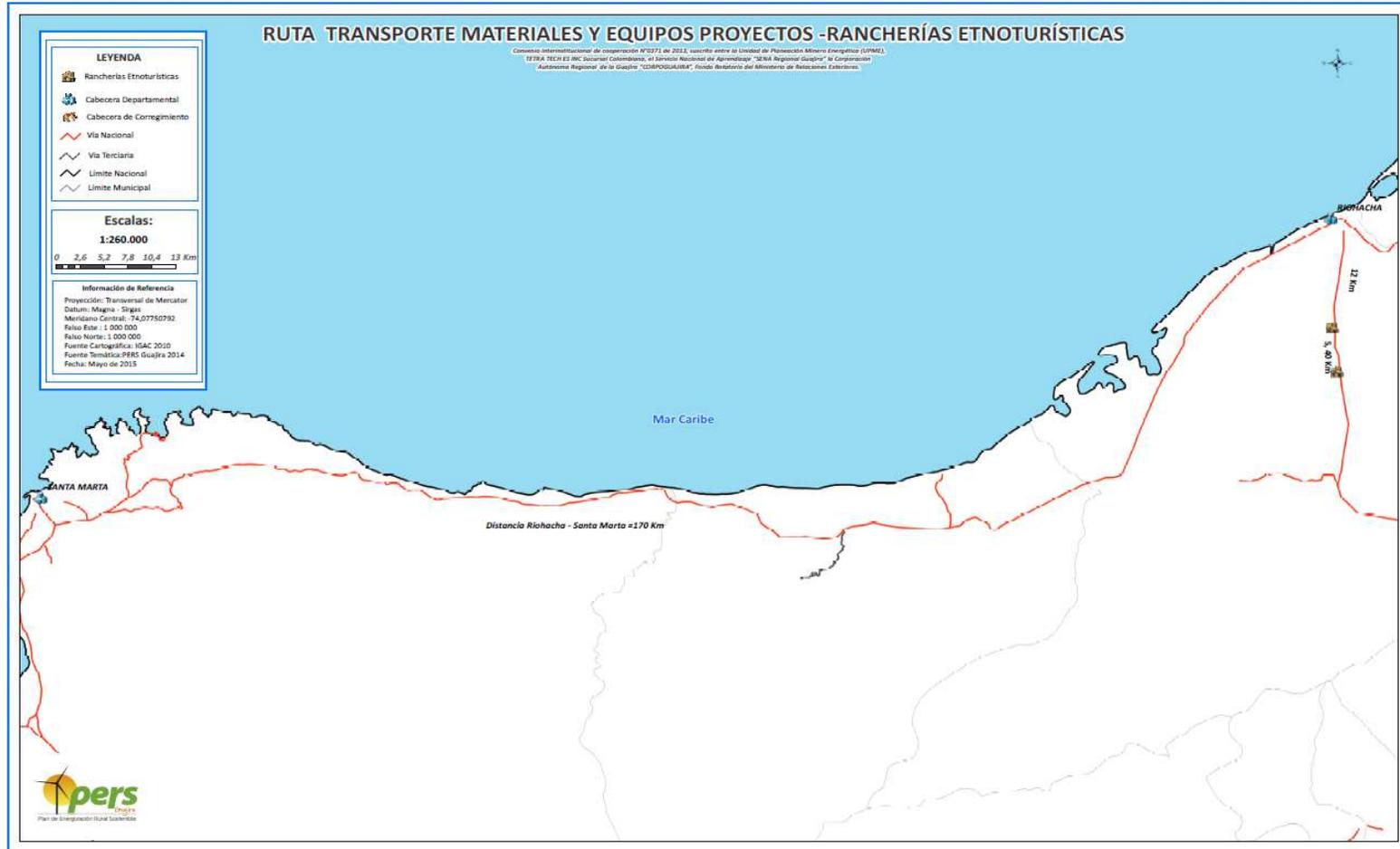
Finalmente, se contempla la adquisición de refrigeradores de bajo consumo para la conservación de alimentos y bebidas.

#### 4.2.2. Matriz de Costos de Transporte

Para la instalación del sistema híbrido de energización se requiere trasladar un volumen importante de materiales y equipos tanto para las obras civiles como la puesta en marcha de los equipos. Bajo este criterio, se pretende acceder a todos estos elementos desde la ciudad de Santa Marta, ubicada a 170,4 Kms del municipio de Riohacha, por la Troncal del Caribe (Ruta 90) en excelente estado. Este distrito dada su disponibilidad de puerto y zona franca presenta ventajas significativas en relación a los costos de adquisición de algunos elementos ofertados por proveedores locales. Igualmente, esta ciudad dispone de infraestructura importante de proveedores de materiales y de oficinas de empresas transportadoras que garantizan el traslado de los elementos.

El siguiente mapa muestra la ruta de transporte de materiales.

### Mapa 3. Ruta Transporte de Materiales y Equipos



Fuente: Osorio, Jair. Geógrafo. Equipo Pers – Guajira. 2015

En relación con los costos de transporte se realizó la consulta con empresas de transporte conocidas como Servientrega y Coordinadora, tomando en cuenta información relacionada con pesos, volúmenes, impuestos y demás condiciones necesarias para el cobro del servicio, la tabla muestra los costos promedios del servicio de transporte incluyendo el transbordo desde el municipio de Riohacha:

**Tabla 21. Resumen Matriz de Costos de Transporte**

Ítem	Descripción	Ciudad de Origen	Destino	Distancia (Km)	Tipo de Transporte	Tipo de Vehículo	Descripción Trayecto	Peso (Kgs)	Valor Estimado
1	Sistema de Energización Híbrida (Solar – Diesel)	Santa Marta	Riohacha (Rancherías Etnoturísticas Iwouuya, Dividivi I, Dividivi II y Saiin Wayuu)	170,4	Terrestre	Camión + Camioneta	170,4 Kms de Vía asfaltada (Ruta 90) hasta Riohacha. Distancia promedio de 12 Kms hacia los tres centros poblados.	N.E.	4.500.000
2	Materiales Obras Civiles (Pozo)							N.E.	
3	Equipo de Potabilización							N.E.	2.500.000
4	Sistema de Bombeo Solar							N.E.	
<b>Total Transporte Materiales y Equipos</b>									<b>\$ 7.500.000</b>

El valor total del servicio de transporte necesario para el traslado de los materiales y equipos a la zona donde se ejecutará el proyecto es concurrente con los precios del mercado.

### 4.2.3 Posibles Tarifas

Para determinar las posibles tarifas que se van a cobrar a los usuarios o beneficiarios de la iniciativa, se debe tomar como referencia las disposiciones establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), según el documento CREG 002 del 26 de enero del 2014, propone para los operadores del servicio “la fórmula tarifaria general para los usuarios regulados del servicio público domiciliario de energía eléctrica en las ZNI”<sup>11</sup>:

**Dónde:**

$$CU_{nm} = \frac{G_m}{1 - p_D} + D_{m,n} + C_m$$

- CU n,m:** Costo unitario de prestación de servicio de energía eléctrica para los usuarios conectados al nivel de tensión n, correspondiente al mes m, \$ / kWh.
- n:** Nivel de Tensión
- m:** mes de Prestación del Servicio
- G<sub>m</sub>:** Cargo de generación en el mes de prestación de servicio m, \$/kWh.
- 1 – Pd:** Fracción (o porcentaje expresado como fracción) de pérdidas técnicas y no técnicas reconocidas en distribución. Las pérdidas eficientes reconocidas serán del 10% para el sistema de distribución a menos que el prestador del servicio tenga un plan aprobado de pérdidas, más las pérdidas reconocidas en la línea de interconexión en caso de que exista.
- D m,n:** Cargo de distribución en el mes de prestación de servicio m, el nivel de tensión n, \$ kWh.
- C m:** Cargo máximo de comercialización del mes m, \$ kWh.

---

<sup>11</sup> Documento CREG 002 del 2014. Metodología para Remunerar las Actividades de Generación, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica en ZNI.

Así mismo, este documento también determina que los costos de generación máxima serán establecidos por los operadores del servicio, teniendo en cuenta “el análisis de la inversión, los costos de administración, operación y mantenimiento (AOM), así como la cantidad de energía eléctrica generada”<sup>12</sup>.

Según la estimación de la demanda realizada, el consumo promedio de cada ranchería es de 11, 3 kW/d, es decir un consumo de 339 kWh/mes por ranchería, es decir un total de 1017 kWh/mes. Dado que cada empresa u operador del servicio por disposición de la CREG puede en teoría establecer los costos máximos de generación (\$ kWh), de manera arbitraria se tomara como costo de referencia, para ZNI región 6 (Costa Atlántica), el valor de “\$750 kWh”<sup>13</sup>.

Es decir que el valor posible a facturar promedio mensual sería de \$ 762.750 M/L, asumiendo que cada familia, aporte al sostenimiento del sistema de generación se tendría unos costos por beneficiario (directos e indirectos) de \$ 8.200 mensuales.

Sin embargo hay que tener en cuenta, que el Ministerio de Minas y Energía, en pro de estimular las inversiones asociadas a la implementación de alternativas de generación de energía eléctrica determinó las condiciones para el otorgamiento de subsidios a los usuarios del servicio de energía en ZNI, mediante las resoluciones 182138 de 2007 y 180069 de 2008, en donde se establecen dos formas de otorgar subsidios por menores tarifas; a los usuarios de menos ingresos, mediante la disminución el cobro de la tarifa y a los prestadores de servicio, mediante la asignación en parte de los recursos invertidos en el proceso de generación.

En el Artículo 1 de Resolución MME 180961 del 2004 se define “el factor de subsidio que se otorga a los usuarios mediante la disminución del cobro en la tarifa, este valor se asigna por rango de número de usuarios. El cálculo de factor de subsidio se realiza definiendo el porcentaje de usuarios de los estratos 1, 2 y 3, correspondiente a cada grupo, y haciendo un ponderado por el porcentaje de subsidio definido en la legislación

---

<sup>12</sup> Resolución CREG 004 del 2014.

<sup>13</sup> Los costos máximos de prestación de servicio no tienen vigencia actual (derogados por la Resolución 091 del 2007); sin embargo, no se han establecido nuevos costos máximos por parte de la CREG.

(50% para el estrato 1, 40% para el 2, y 15% para el 3)<sup>14</sup>; como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 22. Rango de Subsidios Servicios de Energía Eléctrica en ZNI**

Rango de Usuarios		Porcentaje de Usuarios por Localidad			Factor (%)
		Estrato de Subsidio			
Desde	Hasta	1	2	3	
0	150	100	0	0	50
151	300	95	5	0	49
301	500	85	15	0	48
501	800	77	18	5	46
801	1000	70	20	10	44
1.001	2000	63	23	14	42
Más de 2001		55	26	19	40

**Fuente: Ministerio de Minas y Energía. Resolución 180961 de 2004.**

Para este caso, el factor de subsidio es del 50% sobre el valor total de la factura, que es compensado anualmente sobre el costo total de la facturación reportado por el operador al Sistema Único de Información (SUI). En tal caso, el valor del subsidio se puede trasladar directamente al usuario, según el siguiente resumen:

**Tabla 23. Posible Tarifa (2015) – Rancherías Etnoturísticas**

Consumo Estimado Mensual	\$ kWh	Valor Mensual	Número de Familias	Valor Mensual Sin Subsidio	Valor Mensual con Subsidio
1017 kWh/mes	750	\$ 762.750	93	\$ 8.200	\$ 4.100

<sup>14</sup> ESTEVE, Natalia. “Energización de las Zonas No Interconectadas a partir las Energías Renovables Solar y Eólica”. Tesis de Grado. Maestría en Gestión Ambiental. Universidad Pontificia Javeriana. Bogotá, 2011. P. 32.

#### **4.2.4. Disponibilidad a Pagar**

Durante el proceso de estructuración de la propuesta y socialización de la alternativa seleccionada, la comunidad mostro su disponibilidad a pagar, según el acta de concertación anexa al presente documento. Además al interior de la comunidad, se está conformando una asociación que se encargará de la administración de los recursos entregados. En un futuro cercano, se piensa organizar una asociación similar encargada de administrar el servicio de suministro de energía eléctrica en el territorio.

### **4.3. OBJETIVOS**

#### **4.3.1 General**

Mejorar la oferta energética para el desarrollo de las actividades con fines turísticos para tres rancherías ubicadas en ZNI del municipio de Riohacha

#### **4.3.2 Especificos**

- Implementar un sistema de generación con tecnología limpia para tres rancherías etnoturisticas.
- Realizar el montaje de un sistema para el suministro de agua potable en la comunidad.
- Capacitar a la comunidad residente en esquemas que permitan la administración adecuada de los recursos energéticos instalados.

#### 4.4. PRODUCTOS, ACTIVIDADES Y PERSONAL REQUERIDO

**Tabla 24. Productos, Actividades y Personal Requerido**

Componentes	Productos	Código Actividad	Actividad	Personal Requerido
A. Sistemas de Generación Eléctrica Implementados	93 Familias Beneficiadas	A- 1-1	Vinculación del Personal responsable de la Coordinación del Proyecto.	Ingeniero Coordinador del Proyecto
		A - 1-2	Diseño del Sistema de Energización	Ingenieros y Técnicos Empresa Ejecutora
		A - 1-3	Visita del Personal Técnico, Caracterización y Configuración del Sistema de Energización	
	(3) Sistemas de Generación Instalados	A- 1-3-1	MONTAJE DEL SISTEMA DE ENERGIZACIÓN	
		A -1-3-2	Instalación de los componentes del sistema de energización híbrida	
B. Implementar sistemas para el suministro de agua para el consumo.	(2) Sistemas de Potabilización Instalados y (1) Pozo Profundo Construido	B- 2-1	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE POTABILIZACIÓN	
		B -2-1-1	Instalación de sistemas para el bombeo y suministro de agua	
		B-2-1-2	2.1.2. Montaje del Equipo Potabilizador Autónomo	
C. Capacitar a la comunidad en el uso adecuado de los recursos.	60 Personas Capacitadas	C-3-1	DESARROLLO DE LAS CAPACIDADES HUMANAS PARA EL USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS	(1) Ingeniero Mecánico, (1) Profesional en Administración de Empresas
		C-3-1-1	Socialización para el uso eficiente de los recursos instalados	

#### **4.5. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN PROPUESTA**

La propuesta resulta novedosa, dado que incorpora la combinación de sistemas de generación no convencionales que aprovechen las ventajas comparativas que en materia de potencial de recursos energéticos (solar – eólico) posee la región de la media y alta Guajira sobre otras zonas del país.

Esta iniciativa, de igual forma pretende optimizar los sistemas de bombeo instalados con el objeto de cambiar los molinos de viento por la energía solar, que si bien el primero es favorable para las condiciones de la Guajira, en ocasiones no es suficiente para garantizar una disponibilidad suficiente de agua. El uso de la energía solar permitirá potabilizar hasta 2000 litros por día del preciado líquido. En sí, la introducción de este tipo de tecnologías de generación al interior de las rancherías etnoturisticas abre una nueva ventana de posibilidades para el desarrollo de proyectos de este tipo, en otras comunidades cercanas.

#### **4.6. METODOLOGIA Y DISTRIBUCIÓN DE RESPONSABILIDADES**

Dado el grado de complejidad que implica la ejecución de la propuesta, el ente territorial o el operador designado efectuarán la apertura por licitación pública o convocatoria abierta para la selección del proponente que desarrollará cada una de las actividades conforme a las condiciones técnicas, los requisitos y la normatividad vigente que garantice la calidad de obras relacionadas con el proyecto.

#### 4.7. INDICADORES DE OBJETIVO GENERAL, DE PRODUCTO Y DE GESTIÓN

La siguiente tabla muestra los indicadores relacionados con el objetivo general, resultados de la Metodología de Marco Lógico. (Ver Anexo. Documento Técnico).

**Tabla 25. Relación Objetivo General, Indicadores de Producto y de Gestión**

<b>Objetivo General:</b> Mejorar la oferta energética para el desarrollo de las actividades con fines turísticos para tres rancherías ubicadas en ZNI del municipio de Riohacha		
<b>Indicador</b>	<b>Meta</b>	<b>Unidad de Medida</b>
Número de Asentamientos Humanos Intervenido	Al finalizar la implementación del proyecto, la comunidades asentadas en las rancherías dedicadas al turismo cuenta con una oferta energética que garantizan el desarrollo normal de sus actividades.	Cantidad o Número

**Fuente:** DNP. Metodología Conceptual para la formulación de Proyectos. 2012.

#### 4.7.1. Indicadores de Objetivo Específico, Producto y de Gestión

**Tabla 26. Indicadores de Objetivo Específico, Producto y de Gestión**

Componentes	Producto	Indicador	Unidad	Meta	Año
A. Sistemas de Generación Eléctrica Implementados	93 Familias Beneficiadas	Familias Beneficiadas	Número	Al terminar la fase de ejecución de la propuesta, se ha puesto en funcionamiento el sistema de generación eléctrica de 2.2 kWp.	2016
	(3) Sistemas de Generación Instalados	Equipos Operativos Especializados Adquiridos	Número		
B. Implementar sistemas para el suministro de agua para el consumo.	(2) Sistemas de Potabilización Instalados y (1) Pozo Profundo Construido	Equipos Operativos Especializados Adquiridos	Número	Al terminar el mes de junio del 2016, han sido implementados el sistema de suministro y potabilización de agua.	
C. Capacitar a la comunidad en el uso adecuado de los recursos.	60 Personas Capacitadas	Personas Capacitadas	Cantidad	Al terminar la ejecución de la proyecto. 60 personas de la comunidad han sido capacitadas en el uso eficiente de los recursos.	

Fuente: DNP. Metodología Conceptual para la formulación de Proyectos. 2012.

#### 4.4. FUENTES DE VERIFICACIÓN Y SUPUESTOS

**Tabla 27. Fuentes de Verificación y Supuestos**

Componentes	Producto	Indicador	Fuente de Verificación	Supuestos
A. Sistemas de Generación Eléctrica Implementados	93 Familias Beneficiadas	Familias Beneficiadas	Actas de Concertación y Socialización	Resistencia de los posibles beneficiarios a participar en el proyecto.
	(3) Sistemas de Generación Instalados	Equipos Operativos Especializados Adquiridos	Informes de interventoría	
B. Implementar sistemas para el suministro de agua para el consumo	(2) Sistemas de Potabilización Instalados y (1) Pozo Profundo Construido	Equipos Operativos Especializados Adquiridos	Actas de Visita, informes de seguimiento e instrumentos de control.	Bajo compromiso por parte de la comunidad
C. Capacitar a la comunidad en el uso adecuado de los recursos.	60 Personas Capacitadas	Personas Capacitadas	Actas de Visita, Informes de seguimiento y control.	

**Fuente: DNP. Metodología Conceptual para la formulación de Proyectos. 2012.**

#### 4.9. BIENES O SERVICIOS

En relación con los bienes o servicios a considerar dado la problemática existente, este se relaciona directamente con el número de visitantes que regularmente utilizan los servicios ofrecidos en las rancherías etnoturísticas. La siguiente tabla muestra la relación del bien o servicio que se piensa mejorar:

**Tabla 28. Tipificación Bien o Servicio**

Bien o Servicio	Unidad de Medida	Descripción	Año inicial Histórico	Año Final Histórico	Año de Proyección
Visitantes Atendidos (Tardes de Rancherías)	Número	Personas que acuden la oferta turística disponible en las rancherías etnoturísticas por jornada.	2012	2015	2025

**Tabla 29. Análisis Oferta y Demanda de Bienes o Servicios**

Año	Oferta	Demanda	Déficit
2012	830	1500	670
2013	860	1600	740
2014	920	1850	930
2015	1080	2100	1020
2016	1280	2350	1070
2017	1380	2600	1220
2018	1480	2850	1370
2019	1620	3100	1480
2020	1650	3350	1700
2021	1850	3600	1750
2022	1900	3850	1950
2023	2000	4100	2100
2024	2220	4350	2130
2025	2500	4600	2100

#### **4.10. BENEFICIOS E INGRESOS**

En relación con los beneficios estos se relacionan directamente con el cobro de tarifas asociados al consumo de energía eléctrica en las rancherías etnoturísticas de tal manera que compensen parte de la inversión realizada por la nación (alrededor del 8%). Los costos de inversión del sistema de generación inciden directamente en el mejoramiento del servicio turístico ofertado. En el documento técnico se muestra las proyecciones realizadas en este sentido, tomando como referencia las recomendaciones de evaluación económica dada por la CREG en el documento 002 del 2014.

#### **4.11 HORIZONTE DEL PROYECTO**

Dado que el proyecto requiere una inversión importante y considerando la vida útil de la alternativa energética a implementar, se estima un horizonte para el proyecto de 20 años.

#### 4.12. IMPACTOS ESPERADOS

La siguiente tabla muestra los impactos positivos generados ante la posibilidad de instalar el sistema de generación híbrida (solar – diésel) para el suministro de energía eléctrica en las rancherías etnoturísticas del municipio:

**Tabla 30. Impactos Esperados**

Clase de Impacto	Subclase	Nivel de Incidencia	Indicador	Meta Esperada	Observaciones
<b>Científico y Tecnológico</b>	Participación del recurso humano de la organizaciones cooperantes en la ejecución	Alto	Número de Docentes Vinculados	2	Se aspira a que al menos (2) instructores técnicos participen como observador en el desarrollo del proyecto.
	Actividades de Divulgación y Transferencia Tecnológica		Numero de Aprendices Sensibilizados	350	Ninguna
	Mejoramiento en la oferta de servicio tecnológicos		Número de Programas de formación técnica y tecnológica ofertados	1	Articulación de los programas con acciones de acompañamiento y visitas técnicas en la comunidad.
<b>Productividad y Competitividad</b>	Incremento de la Productividad	Alto	Número de visitantes atendidos anualmente (todas las Rancherías)	Pasar de 1080–1650 visitantes atendidos entre anualmente en los próximos 5 años.	El cumplimiento de esta meta depende del apoyo de las entidades encargadas del fortalecimiento de la actividad turística.
	Familias Vinculadas		Cantidad de Familias directamente involucradas	Pasar de 10 – 93 familias que directamente se benefician con el desarrollo de la actividad.	Ninguno
	Acceso a nuevos mercados		Ampliación de Cobertura de Mercado	2000 nuevos visitantes en los próximos cinco años.	Ninguno

#### **4.13. EFECTOS AMBIENTALES**

La evaluación de los posibles efectos asociados con el proyecto puede ser de tipo ambiental, social y económico. Este proceso se utiliza para asegurar que los proyectos, programas y políticas sean económicamente viables, socialmente equitativos y ambientalmente sostenibles.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se debe partir de la caracterización del área de influencia. Dicha caracterización expresa las condiciones generales de la zona sin los efectos del proyecto, dado que se constituye en la base para analizar como la iniciativa la modificará.

La identificación de las acciones del proyecto de generar impacto, así como los lugares y elementos que puedan verse afectados, permite definir un listado acotado de las posibles implicaciones que haga lugar. Este análisis también abarca los potenciales efectos positivos sobre el entorno.

##### **4.13.1. Impacto Ambiental y Socioeconómico**

El impacto ambiental es la alteración que se produce en el ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto o una actividad. Dicha alteración no siempre es negativa y puede ser favorable o desfavorable para el medio, se considera positivo si sirve para mejorar el medio ambiente y negativo si degrada de alguna forma la zona, dependiendo de la extensión, la intensidad y recuperación de los eventos.

El impacto ambiental generado por la implementación de las alternativas energéticas seleccionadas es poco significativo, dada la baja afectación del proyecto por la utilización inadecuada de recursos naturales como el uso de cuerpos de agua y la reducción casi en su totalidad de las emisiones de gases contaminantes.

Por otra parte, el impacto sobre el medio socioeconómico se considera altamente positivo y beneficioso, no solo por contar con nuevas y modernas instalaciones para captación de agua en la zona, si no por el mejoramiento de las condiciones de prestación del servicio etnoturístico ofertado, suceso que repercute indirectamente en el incremento la calidad de vida de sus pobladores.

Teniendo en cuenta lo anterior se describen los posibles impactos:

## **Ranchería Dividivi**

### **-Calidad del Aire**

En esta comunidad se podría presentar una leve alteración de la calidad del aire debido a la emisión de polvo, material particulado y gases producidos de la combustión de vehículos utilizados en las actividades de entrega de equipos y materiales. Igualmente, el proceso de movimiento de tierra, acopio de materiales, construcción y el movimiento de maquinarias, en los horarios adecuados pueden generar niveles de ruidos y vibraciones que podrían sobrepasar de manera mínima las tolerancias previstas en la Resolución 627 de 2006, para zonas suburbanas o rurales de tranquilidad y ruido moderado (55DB).

El aumento en los niveles de ruido ambiental, afectara de manera directa al personal que habita o visita la ranchería, ante esta situación la empresa que ejecute el proyecto, deberán tomar medidas preventivas junto a la Corporación Autónoma Regional de La Guajira para realizar los muestreos que permitan determinar si los niveles de ruido sobrepasan los admisibles por dicha norma.

Como elemento positivo se debe resaltar que la instalación de sistemas de bombeo solar no genera impactos negativos al medio ambiente, dado que en su desarrollo se requiere de poco espacio y el montaje de sus componentes no repercuten en un impacto visual significativo.

### **-Calidad del Agua**

La comunidad cuenta con un jagüey (reservorio superficial de agua), que en la actualidad se encuentra seco debido al intenso y prolongado verano que se presenta en esta zona del país, bajo esta situación el ejecutor deberá escoger la alternativa para la captación de agua necesaria para la construcción y puesta en marcha del sistema, de tal manera que garantice su sostenibilidad en el tiempo. Vale la pena destacar que en caso de que este cuerpo de agua se encuentre lleno, se debe evitar la contaminación de dicha fuente y sobreexplotación de la misma.

La comunidad también cuenta con un pozo a una profundidad de 50 metros que brinda un abastecimiento estable del recurso. Sin embargo la hidrología subterránea podría verse afectada por la infiltración de agua de mala calidad o procedente de las actividades externas en casos extremos debido a que el nivel freático de la zona se encuentra a 50 metros por debajo del nivel del suelo.

### **-Calidad del Suelo**

Esta zona por considerarse semidesértica, sus suelos son de material susceptibles e inmunes a los procesos de erosión debido a las diferentes amenazas e inferencias climáticas. El impacto en este sentido, se considera bajo y se relaciona con la remoción del suelo superficial en el caso del anclaje de las estructuras necesarias para sostener los paneles solares.

En la etapa de ejecución de las obras se generaran residuos sólidos que deben ser recogidos de forma adecuada. Por esta razón es labor de la empresa que ejecute el proyecto garantizar la disposición adecuada de los residuos y materiales de construcción que se genere de la actividad (dejar limpio el terreno).

### **-Ecosistema, Especies animales y Vegetales**

Los derrames de combustibles y aceites de las maquinarias o equipos utilizados, sea por falta de mantenimiento u otra causa aparente, deberán evitarse. Si en peor de los casos, existe afectación de las fuentes hídricas, se deben establecer las medidas de control necesarias para que estas aguas contaminadas no lleguen a ser consumida por animales y algún ser humano, en este sentido, se recomienda utilizar líneas de conducción cerradas y sistemas de retención de productos contaminantes derivados de la actividad.

La flora presente en el área no se verá afectada en ninguna de las etapas del proyecto.

### **-Calidad de Vida**

La calidad de vida tendrá un impacto positivo como resultado del mayor desarrollo de la actividad turística en el área.

### **-Generación de Empleo**

Se generaran empleos en la etapa de ejecución del proyecto, a su vez esta propuesta permitirá que mejore la economía local a través de la prestación de un servicio óptimo a los visitantes. En forma complementaria, se desarrollará la actividad artesanal con la comercialización de elementos tradicionales (mochilas, chinchorros y guaireñas).

### **-Acceso a Servicios**

El acceso al servicio de agua potable impactara de manera positiva a la comunidad, pues contarán con este recurso para la satisfacción de las necesidades básicas de los visitantes y personas que habitan en las rancherías circunvecinas

### **-Salud Humana**

Durante la fase de implementación, es posible que haya más ruido, polvo y emisiones, suceso que podría afectar la salud y seguridad de las comunidades vecinas. Se espera que los impactos de ruido sean mínimos y permisibles por la legislación vigente.

Teniendo en cuenta la anterior descripción de los efectos tanto positivos como negativos que tendrá el proyecto sobre el medio social, ambiental y económico en la zona, se establece la siguiente matriz de impactos:

**Tabla 31. Matriz de Impactos de la Ranchería Dividivi**

Impacto	Tipo de impacto	Nivel de impacto	Calificación del Impacto	Observaciones o Medidas de Mitigación
Emisión de material particulado	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Minimizar tránsito en suelos sensibles a la erosión.</li> </ul> <p><b>Mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Se humectarán, periódicamente, las vías de tránsito de maquinarias y vehículos medianos y pesados, principalmente en temporada de verano y periodos largos sin precipitación en la zona.</li> </ul>
Emisión de gases y olores	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Monitorear la calidad del aire local y reducir operaciones en caso de ser necesario.</li> <li>– Realizar adecuado mantenimiento de vehículos y equipos.</li> <li>– Se controlará, en forma periódica, el correcto funcionamiento de los motores de vehículos y maquinarias utilizadas, sometiéndolos a mantenimientos programados.</li> <li>– Utilizar el equipamiento dentro de las especificaciones de uso.</li> </ul>
Ruidos y vibraciones	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Capacitar al personal en el control de ruido en la construcción y en los métodos de trabajo que faciliten el correcto uso tanto de herramientas como de equipos de trabajo.</li> <li>– Realizar un mantenimiento periódico de las maquinarias y equipos utilizados, con el propósito de prevenir problemas de ruido producto del mal funcionamiento de los mismos.</li> </ul>
Captación de agua	Negativo	Local	Baja	<p><b>Mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccionar lugares apropiados para la toma de agua.</li> </ul>
Contaminación del agua superficial	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prohibir descargar cualquier tipo de contaminantes y efectuar lavado de equipos y maquinaria en cursos de agua.</li> <li>- Almacenar sustancias peligrosas alejadas de cursos de agua, estableciendo un perímetro de seguridad.</li> </ul>

Contaminación de suelos	Negativo	Local	Media	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los lugares de almacenamiento de sustancias peligrosas y combustibles líquidos, contarán con sistemas que aseguren su contención ante un eventual derrame.</li> <li>- Demarcar y señalizar las vías transitables.</li> <li>- Prohibición de descargar cualquier tipo de contaminantes y efectuar lavado de equipos y maquinaria en suelo descubierto.</li> <li>- Almacenar todos los productos a base de aceites, lubricantes, combustibles y productos químicos en áreas seguras y sobre membranas impermeables provistas de bermas.</li> <li>- El reabastecimiento de combustibles a las maquinarias debe realizarse sobre membranas impermeables.</li> <li>- Cerrar los circuitos de agua, evitando vertimientos y reutilizando el agua de proceso.</li> </ul> <p><b>Mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar el suelo contaminado del sitio.</li> <li>- Minimizar el uso y descarga de productos químicos</li> </ul>
Erosión	Negativo	Local	Media	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demarcar y señalizar las vías transitables.</li> </ul>
Afectación de Fauna	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiar existencia de especies raras o en peligro extinción.</li> <li>- Restringir el acceso de animales a las áreas de construcción, mediante la instalación de cercas.</li> </ul>
Empleo y mano de Obra	Positivo	Local	Alta	<p><b>Observación:</b></p> <p>Se aumentara el empleo durante la etapa de construcción.</p>
Molestias a la comunidad	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar reuniones con las comunidades, propietarios privados y sus representantes para informar sobre las actividades, el tiempo que tomará su ejecución y el lugar donde se desarrollaran.</li> <li>- Informar a los trabajadores sobre las costumbres y forma de vida de los pobladores.</li> <li>- Evitar los ruidos en horas de descanso de la población.</li> </ul>
Mejora de Servicios	Positivo	Local	Alta	<p><b>Observación:</b></p> <p>Se mejoraran notablemente los servicios prestados a los turistas y visitantes de la ranchería.</p>

Mejoramiento de la Calidad de Vida	Positivo	Local	Alta	<p><b>Observación:</b></p> <p>El sistema permitirá mejorar el abastecimiento de agua de la comunidad.</p>
Economía Local	Positivo	Local	Alta	<p><b>Observación:</b></p> <p>La economía se verá impactada positivamente debido a que aumentara la afluencia de turistas en la comunidad, mejoramiento de infraestructura, entre otros.</p>
Paisaje	Negativo	Local	Baja	<p><b>Mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El diseño y arquitectura a utilizar para la construcción se realizara con materiales que minimicen el impacto visual y de manera armónica al entorno.</li> </ul> <p><b>Compensación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Señalización con información (señales indicativas de dirección, ubicación y orientación en general, señales de peligro, mapas informativos e interpretativos en wayunaiki y castellano, etc.).</li> </ul>

## Ranchería Saín Wayuu

### -Calidad del Aire

En esta comunidad se podría presentar alteración de la calidad del aire debido a la emisión de polvo, material particulado y gases producidos de la combustión de vehículos utilizados en las actividades de construcción, pero como se indicó anteriormente son impactos a baja escala que no representan ningún perjuicio para los residentes en esta zona, sin embargo la empresa que ejecutara el proyecto deberá tomar las medidas preventivas y correctivas para evitar estos inconvenientes.

El proceso de movimiento de tierra, acopio de materiales, construcción y el movimiento de herramientas, en los horarios adecuados pueden generar niveles de ruidos y vibraciones que podrían sobrepasar de manera mínima las tolerancias previstas en las disposiciones legales anteriormente citadas.

No obstante, en esta comunidad se instalará una planta potabilizadora de agua que no afectara la calidad del aire.

### -Calidad del Agua

La comunidad cuenta con una fuente de agua superficial (Río Ranchería) que en la actualidad se encuentra seco por la prolongación del verano que azotan la región, en caso de que este cuerpo de agua se encuentre con un flujo de agua constante, se debe evitar la contaminación de dicha fuente y sobreexplotación de la misma.

Es de resaltar que la ranchería Saín Wayuu hace parte de una llanura aluvial, es decir que es un terreno susceptible a inundarse en temporadas invernales altas, esto puede generar impactos negativos a la comunidad asociados a desastres naturales o la afectación de la calidad del agua de la fuente hídrica por la presencia de material fecal (estiércol) de los chivos que pastorean en la zona.

En la comunidad de Guaymaral, ranchería ubicada a sólo 200 metros de distancia, se encuentra en funcionamiento un pozo de agua subterránea, que pertenece a la comunidad vecina y debido a dificultades para la prolongación de la red de bombeo, se utiliza muy poco en la ranchería. Esta agua es salobre, por esta razón se requiere un

instalar un sistema desalinizador que ayude al mejoramiento de la calidad del agua disponible para el consumo humano.

### **-Calidad del Suelo y Recursos Ecosistémicos**

Las mismas consideraciones presentes en la ranchería Divividi e Iwouuya.

### **-Calidad de Vida**

La calidad de vida tendrá un impacto positivo como resultado del mayor desarrollo de la actividad turística en la zona. Igualmente el acceso al agua potable por medio de la instalación de la planta potabilizadora permitirá a los habitantes de la comunidad satisfacer sus requerimientos y necesidades de consumo.

El acceso a agua potable evitara la producción de enfermedades por el consumo de agua no tratada.

### **-Generación de Empleo**

Se generaran empleos en la etapa de ejecución del proyecto, a su vez esta propuesta permitirá que mejore la economía local a través de la prestación de un servicio óptimo a los visitantes. En forma complementaria, se desarrollará la actividad artesanal con la comercialización de elementos tradicionales (mochilas, chinchorros y guaireñas).

### **-Acceso a Servicios**

El acceso al servicio de agua potable impactara de manera positiva a la comunidad, pues contarán con este servicio para la satisfacción de las necesidades básicas de las personas que la habitan o visitan.



Teniendo en cuenta la anterior descripción de los efectos tanto positivos como negativos que tendrá el proyecto sobre el medio social, ambiental y económico en la ranchería Saín Wayuu, se establece la siguiente matriz de impactos:

**Tabla 32. Matriz de Impactos de la Ranchería Saín Wayuu.**

Impacto	Tipo de impacto	Nivel de impacto	Calificación del Impacto	Observaciones o Medidas de Mitigación
Emisión de material particulado	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Minimizar tránsito en suelos sensibles a la erosión.</li> </ul> <p><b>Mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Se humectarán, periódicamente, las vías de tránsito de maquinarias y vehículos medianos y pesados, principalmente en temporada de verano y periodos largos sin precipitación en la zona.</li> </ul>
Emisión de gases y olores	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Monitorear la calidad del aire local y reducir operaciones en caso de ser necesario.</li> <li>– Realizar adecuado mantenimiento preventivo y correctivo a vehículos y equipos.</li> <li>– Se controlará, en forma periódica, el correcto funcionamiento de los motores de vehículos y maquinarias utilizadas, sometiéndolos a mantenimientos programados.</li> </ul>
Ruidos y vibraciones	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Capacitar al personal en el control de ruido en la construcción y en los métodos de trabajo que faciliten el correcto uso tanto de herramientas como de equipos de trabajo.</li> <li>– Realizar un mantenimiento periódico de las maquinarias y equipos utilizados, con el propósito de prevenir problemas de ruido producto del mal funcionamiento de los mismos.</li> </ul>
Captación de agua	Negativo	Local	Baja	<p><b>Mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccionar lugares apropiados para la toma de agua.</li> </ul>
Contaminación del agua superficial	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prohibir descargar cualquier tipo de contaminantes y efectuar lavado de equipos y maquinaria en cursos de agua.</li> <li>- Almacenar sustancias peligrosas alejadas de cursos de agua, estableciendo un perímetro de seguridad.</li> </ul>

Contaminación de suelos	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los lugares de almacenamiento de combustibles líquidos, contarán con sistemas que aseguren su contención ante un eventual derrame.</li> <li>- Demarcar y señalizar las vías transitables.</li> <li>- Prohibición de descargar cualquier tipo de contaminantes y efectuar lavado de equipos y maquinaria en suelo descubierto.</li> <li>- Almacenar todos los productos a base de aceites, lubricantes, combustibles y productos químicos en áreas seguras y sobre membranas impermeables provistas de bermas.</li> <li>- El reabastecimiento de combustibles a las maquinarias debe realizarse sobre membranas impermeables.</li> <li>- Cerrar los circuitos de agua, evitando vertimientos y reutilizando el agua de proceso.</li> <li>- Almacenamiento de residuos sólidos ordinarios según especificaciones sanitarias y ambientales.</li> </ul> <p><b>Mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar el suelo contaminado del sitio.</li> <li>- Minimizar el uso y descarga de productos químicos.</li> </ul>
Erosión	Negativo	Local	Media	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demarcar y señalizar las vías transitables.</li> </ul>
Afectación de Fauna	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiar existencia de especies raras o en peligro extinción.</li> <li>- Restringir el acceso de animales a las áreas de construcción, mediante la instalación de cercas.</li> </ul>
Empleo y mano de Obra	Positivo	Local	Alta	<p><b>Observación:</b></p> <p>La operación de la planta potabilizadora estará a cargo de la comunidad.</p>
Molestias a la comunidad	Negativo	Local	Baja	<p><b>Prevención</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar reuniones con las comunidades, propietarios privados y sus representantes para informar sobre las actividades, el tiempo que tomará su ejecución y el lugar donde se desarrollaran.</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informar a los trabajadores sobre las costumbres y forma de vida de los pobladores.</li> <li>- Evitar los ruidos en horas de descanso de la población.</li> </ul>
Mejora de Servicios	Positivo	Local	Alta	<p><b>Observación:</b></p> <p>Se mejorara notablemente la prestación de servicio de agua potable para los turistas y visitantes de la ranchería. Además del abastecimiento de agua para la satisfacción de las necesidades básicas.</p>
Mejoramiento de la Calidad de Vida	Positivo	Local	Alta	<p><b>Observación:</b></p> <p>El sistema permitirá mejorar el abastecimiento de agua de la comunidad, así como la prevención de enfermedades por consumo de agua no potable.</p>
Economía Local	Positivo	Local	Alta	<p><b>Observación:</b></p> <p>La economía se verá impactada positivamente debido a que aumentara la afluencia de turistas en la comunidad.</p>
Paisaje	Negativo	Local	Baja	<p><b>Mitigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El diseño y arquitectura a utilizar para la construcción se realizara con materiales que minimicen el impacto visual y de manera armónica al entorno.</li> </ul> <p><b>Compensación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Señalización con información (señales indicativas de dirección, ubicación y orientación en general, señales de peligro, mapas informativos e interpretativos en wayunaiki y castellano, etc.).</li> </ul>

#### 4.14. ANALISIS DE RIESGOS

Según el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), el análisis de riesgo es el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un evento no deseado con una determinada severidad o consecuencias en la seguridad, salud, medio ambiente o bienestar público. A partir de este análisis, se deben establecer las medidas que permitan prevenir y mitigar dichos riesgos, para atender los eventos con la suficiente eficacia, minimizando los daños a la comunidad, al ambiente y recuperarse en el menor tiempo posible.

Para un adecuado análisis se debe considerar la naturaleza del riesgo, su facilidad de acceso o vía de contacto (posibilidad de exposición), las características del sector, la población expuesta (receptor), la posibilidad de que ocurra, la magnitud de exposición y sus consecuencias, para de esta manera, definir medidas que permitan minimizar los impactos que se puedan generar.

En concordancia con las medidas y acciones establecidas dentro del Plan Departamental de Gestión de Riesgo de la Guajira, relacionadas con la “valoración y calificación del riesgo en la subregión de la Media Guajira”<sup>15</sup>, la siguiente tabla muestra los posibles riesgos generados por el desarrollo de la actividad al interior de la población objetivo.

---

<sup>15</sup> Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo. Gobernación de la Guajira. Plan Departamental de Gestión de Riesgo. Calificación del Riesgo por Subregiones. Pág. 60.

**Tabla 33. Análisis de Riesgo según actividades del Proyecto**

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Efectos	Impacto	Medida de Mitigación
<b>Disminución del caudal del río en épocas de intenso verano</b>	Poco Probable	Como consecuencia de la disminución del caudal del Río Ranchería, afecta la disponibilidad de agua en la zona.	Medio	- Implementar un sistema alternativo de almacenamiento y/o suministro de agua.
<b>Caída de ramas sobre los componentes del sistema por tormentas eléctricas y huracanes.</b>	Poco Probable	La caída de ramas u otros elementos afectaría partes del sistema, suceso que impediría el normal funcionamiento del mismo.	Moderado	- Mitigar la presencia de árboles en la zona de posible instalación de los equipos.
<b>Daño en los equipos eléctricos del sistema por la presencia de tormentas eléctricas.</b>	Probable	Este riesgo es poco probable debido a la amenaza de tormentas eléctricas en la zona, dado la presencia continua de vientos alisios que propician un clima seco y semiárido.	Bajo	- Instalación de un sistema polo tierra (Para Rayos) para el aislamiento y control de descargas eléctricas que provengas de las fuertes tormentas que puedan presentarse en la zona.
<b>Daños de los bienes por avalancha y/o crecidas del río.</b>	Ocasional	Las inundaciones y/o avalanchas que se puedan presentar por la crecida del Río Ranchería, sólo a la altura de la comunidad de Saiin Wayuu,	Alto	- Construcción de gaviones o muros de contención que puedan servir de protección a la comunidad residente en la zona (Ranchería Etnoturística Saiin Wayuu).
<b>Afectaciones a la estructura del sistema por objetos impulsados por el viento en vendavales.</b>	Poco Probable	Este riesgo afectaría partes del sistema, lo cual impediría el normal funcionamiento del servicio ofertado en cada una de las rancherías etnoturísticas.	Moderado	- Construcción de rejillas para la retención de sólidos de gran tamaño al sistema.

En la zona se presenta diversos riesgos relacionados principalmente con las amenazas de inundaciones en comunidades cercanas al Río Ranchería. Las inundaciones generalmente corresponden a procesos naturales de probable ocurrencia durante las épocas de invierno; actualmente este fenómeno es cada vez más frecuente cerca de las riveras de los ríos afectando principalmente a las poblaciones rurales ubicados en zonas bajas. En los territorios alejados, como las rancherías Dividivi II y Iwoouya, las

afectaciones se relaciona con la presencia continua de vientos que propician el levantamiento continuo de arena, por ser zona semidesértica.

**Tabla 34. Análisis de Riesgo relacionado con el Entorno**

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Efectos	Impacto	Medida de Mitigación
Líneas de conducción de redes eléctricas que estarían expuestas a la comunidad y representan un riesgo hacia esta.	Poco Probable	Caída de miniredes eléctricas que puedan afectar a la comunidad o transeúntes y recibir descargas eléctricas y además de esto pueden afectar la fauna presente por la zona.	Bajo	- Establecer señalización adecuada para restringir el acceso a los elementos eléctricos.
Contacto con los sistemas de almacenamiento de energía (Banco de Baterías).	Poco probable	Este riesgo es poco probable y se debe tener en cuenta debido a la presencia de niños o personas que por negligencia o descuido puede entrar en contacto con el banco de baterías recibiendo daños severos por descargas eléctricas.	Alto	- Capacitar al personal, brindarle conocimientos hacia las normas de seguridad que deben cumplir al manipular estos equipos y su nivel de peligrosidad. - Señalizar la zona con imágenes que ayuden a la población a identificar las zonas y objetos de mayor peligrosidad. - Aislamiento y restricción del acceso a los emplazamientos donde se ubicará el banco de baterías para evitar que animales y niños entren en contacto con el sistema .

#### 4.15. ANALISIS DE SOSTENIBILIDAD

Para realizar el análisis de sostenibilidad se utilizó la “metodología de optimización multiobjetivo para la selección de la mejor alternativa energética sostenible en las localidades pertenecientes a la ZNI”<sup>16</sup>. La metodología permite la evaluación de criterios sociales, económicos, ambientales, físicos, además de tener en consideración de energías renovables, sistemas híbridos y la participación de la comunidad dentro del proceso de decisión para determinar la mejor alternativa energética, bajo el concepto de sostenibilidad.

De este modo bajo esta metodología el problema de planificación enmarca una serie de decisiones para la elección de la alternativa más adecuada y sostenible. La metodología busca la mejor alternativa de generación de energía mediante optimización y toma de decisiones multiobjetivo teniendo en cuenta criterios físicos, sociales, naturales y económicos que son evaluaciones necesarias para ZNI.

Esto se debe a las condiciones socioeconómicas características de estas poblaciones donde la selección de un proyecto de energización no solo depende de los resultados de evaluación económica de la alternativa y la satisfacción de la demanda, sino que su sostenibilidad también depende del aprovechamiento futuro de los recursos físicos y humanos disponibles. Los propósitos de la energización planteados en la metodología son atender la demanda con el fin de maximizar el beneficio de la localidad y mejorar los procesos productivos, esto se hace con la evaluación de cada uno de los criterios en los siguientes módulos.

##### **Módulo 1. Oferta Energética**

Se diligencia la información requerida con el fin de identificar un conjunto factible de alternativas de generación de energía eléctrica. Se evalúa los sistemas solar, eólico, generador biogás y mini-hidráulicas. Los criterios de evaluación para determinar la disponibilidad de la AE (Alternativa Energética) son los relacionados en la tabla 35, para éste caso el usuario debe ingresar el valor de los diferentes criterios con el que cuenta la localidad en promedio anual con respecto a los recursos físicos disponibles como se muestra en la Figura 20.

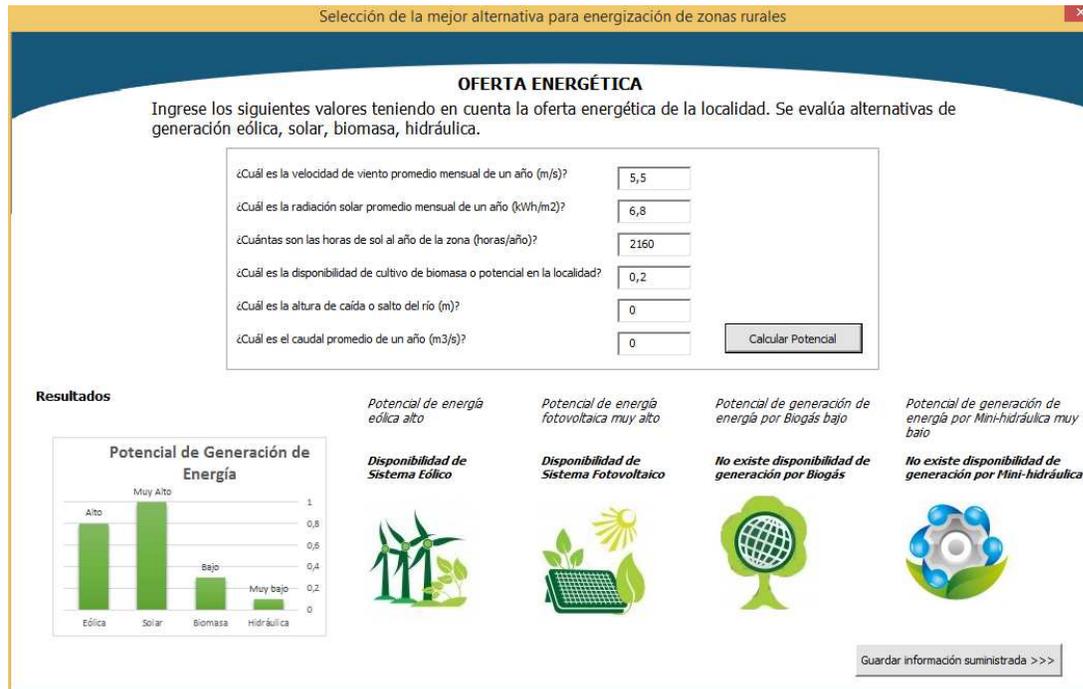
---

<sup>16</sup> Metodología desarrollado en el Plan de Energización Rural y Sostenible del departamento de Nariño – PERS Nariño – Convenio Interinstitucional No. 110 del 2012 celebrado entre la Universidad de Nariño, UPME, IPSE y TETRA TECH (USAID Programa CED).

**Tabla 35. Disponibilidad de Recursos Naturales**

Alternativa energética	Criterio evaluación	Unidad	Promedio mensual de un año
<b>SISTEMAS FOTOVOLTAICOS</b>	Radiación solar	kWh/m <sup>2</sup>	6.3
	Tiempo de Exposición de horas de sol al año	h/a	2160
<b>SISTEMAS EÓLICOS</b>	Velocidad de viento	m/s	5.5
<b>PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS</b>	Caudal o flujo de agua	m <sup>3</sup> /s	N.A
<b>GASIFICACIÓN</b>	Área total en la localidad disponible para cultivo de biomasa	%	0.10%
	Toneladas de biomasa disponible promedio mensual	t/d	N.A.

**Figura 21. Resultado Modulo 1. Oferta Energética**



Como se muestra en la Figura 20, se tiene una evaluación preliminar de las alternativas que se puede utilizar para la energización de la localidad según la evaluación de recurso. Mediante esta primera evaluación se tiene como opciones favorables el uso de paneles solares y de generadores eólicos.

## -Módulo 2. Demanda de Consumo

El módulo dos se encarga de analizar el comportamiento de la demanda para determinada localidad. En este sentido, se ingresaron los datos correspondientes según el cálculo relacionado con el tiempo y el número de equipos electrónicos que en forma simultanea se deban utilizar en un día normal de trabajo en las rancherías.

## - Módulo 4. Análisis de Criterios

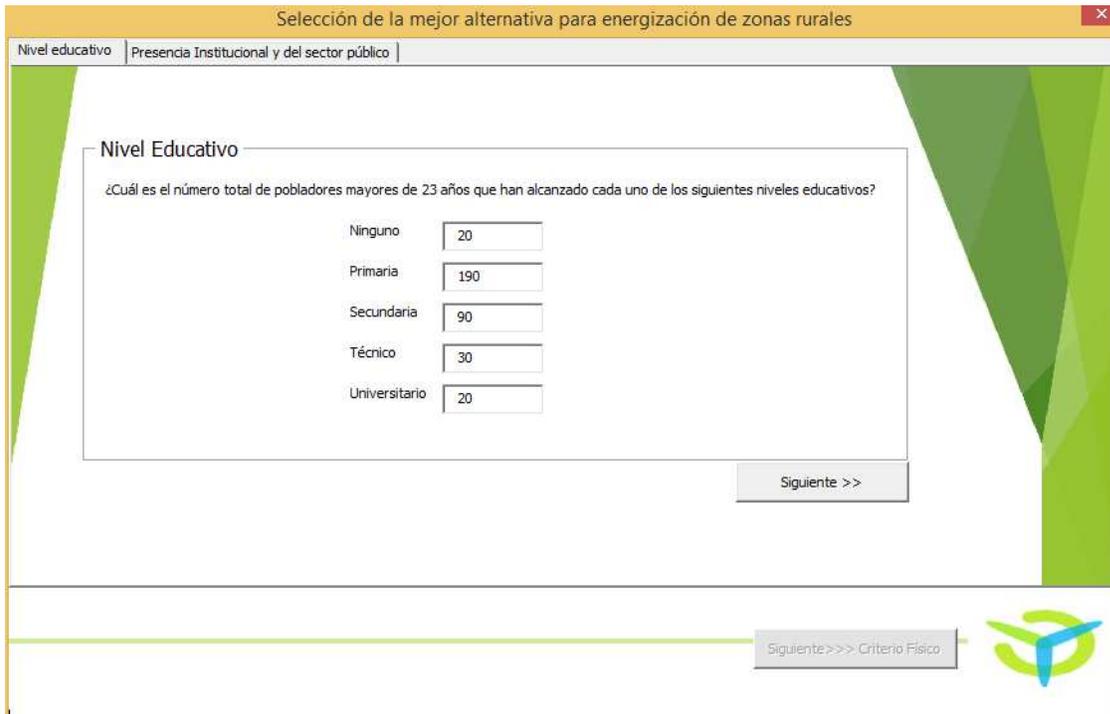
Este módulo se encarga de determinar la sostenibilidad relacionada con el consumo energético y su relación con los características sociales, físicas y económicas presentes en la comunidad. Cada criterio es analizado de manera individual aspecto tiene un peso relativo y según los valores que se ingrese en el módulo este realizara la calificación.

El criterio social es uno de los principales a la hora de evaluar una alternativa de energización, dado que en este componente permite que la comunidad se convierta en gestora de la consolidación y mantenimiento de la solución energética a desarrollar, permitiendo lograr los objetivos de crecimiento y desarrollo.

**Tabla 36. Componentes del Criterio Social**

Criterio	Variable	Unidad	Valor	
Capacidad de apropiación de la tecnología por parte de la comunidad	Número total de pobladores mayores de 23 años que han alcanzado cada uno de los siguientes niveles educativos	Ninguno	U	20
		Primaria	U	190
		Secundaria	U	90
		Técnico	U	30
		Universitario	U	20
Presencia sector público	Definir si hay presencia o no	Alcaldías o entes territoriales	NA	Si
		Empresas oficiales o mixtas de servicios públicos domiciliarios	NA	No
		Fuerzas militares	NA	Si
		Policía.	NA	Si
Presencia Institucional	Definir si existe o no	Hospitales o puestos de salud	NA	No
		Centros educativos	NA	Si
		Instituciones financieras	NA	No
		Iglesias	NA	Si
Participación social de las comunidades	Definir si existe o no	Organizaciones sociales o comunitarias	NA	Si
		Consejos municipales	NA	No
		Participación electoral en la localidad.	NA	Buena

Figura 22. Ingresos de los Datos Nivel Educativo



Selección de la mejor alternativa para energización de zonas rurales

Nivel educativo | Presencia Institucional y del sector público

**Nivel Educativo**

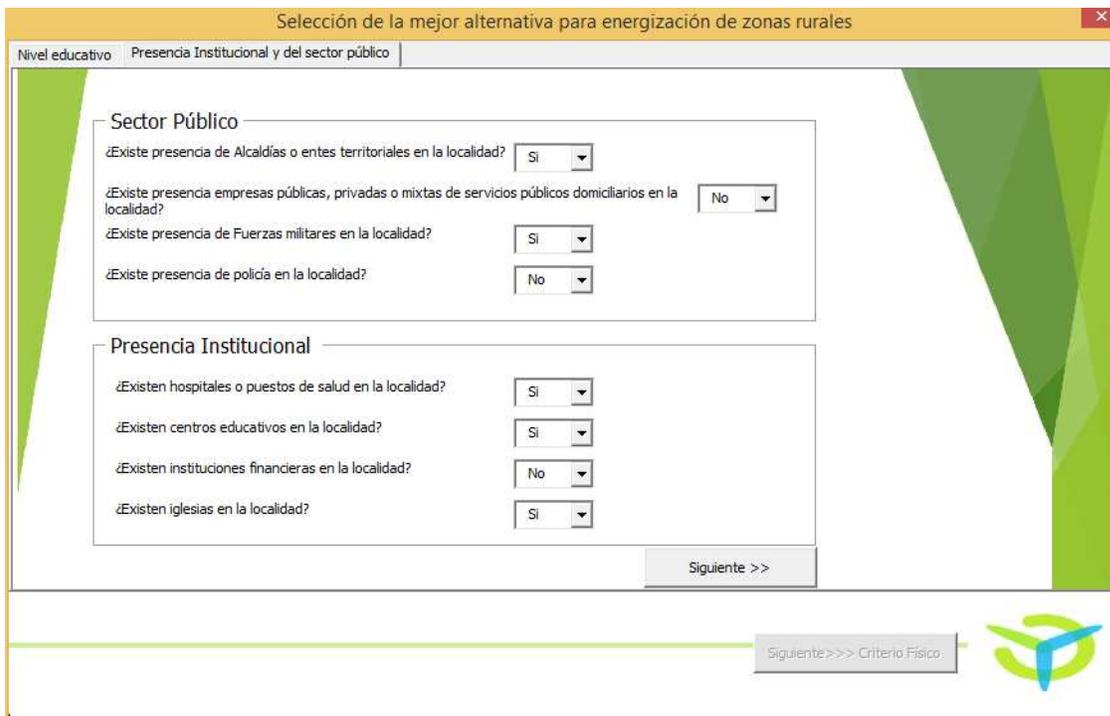
¿Cuál es el número total de pobladores mayores de 23 años que han alcanzado cada uno de los siguientes niveles educativos?

Ninguno	<input type="text" value="20"/>
Primaria	<input type="text" value="190"/>
Secundaria	<input type="text" value="90"/>
Técnico	<input type="text" value="30"/>
Universitario	<input type="text" value="20"/>

Siguiente >>

Siguiente >>> Criterio Físico

Figura 23. Ingreso de datos Sector Público y Presencia Institucional en la localidad



Selección de la mejor alternativa para energización de zonas rurales

Nivel educativo | Presencia Institucional y del sector público

**Sector Público**

¿Existe presencia de Alcaldías o entes territoriales en la localidad?

¿Existe presencia empresas públicas, privadas o mixtas de servicios públicos domiciliarios en la localidad?

¿Existe presencia de Fuerzas militares en la localidad?

¿Existe presencia de policía en la localidad?

**Presencia Institucional**

¿Existen hospitales o puestos de salud en la localidad?

¿Existen centros educativos en la localidad?

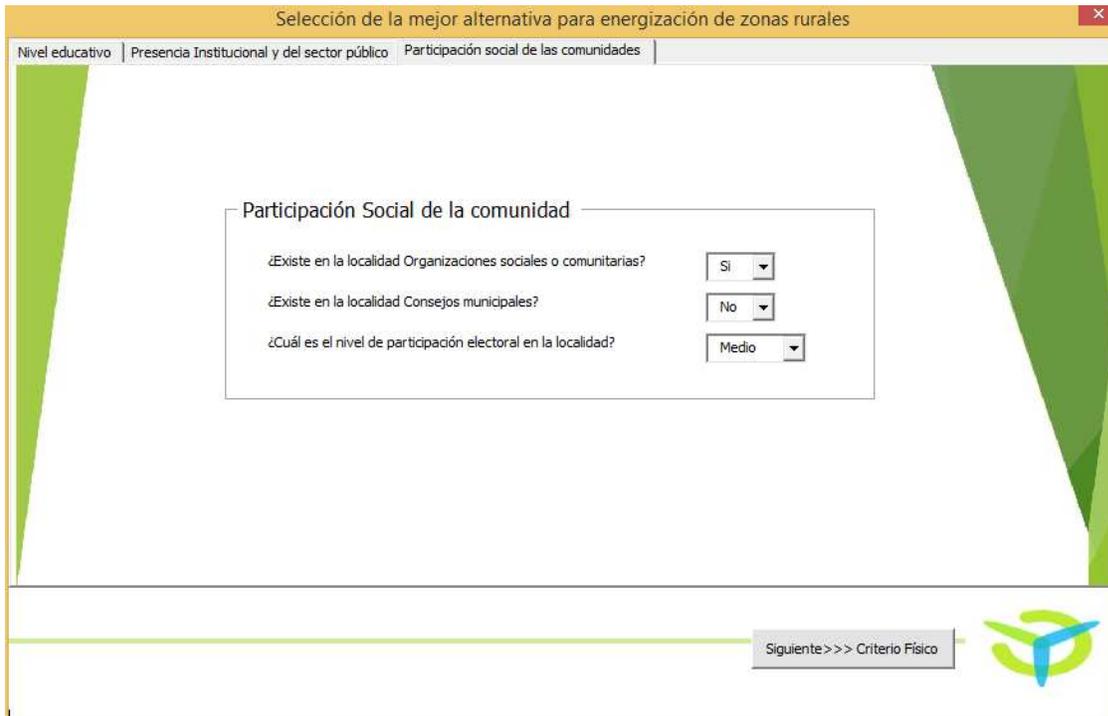
¿Existen instituciones financieras en la localidad?

¿Existen iglesias en la localidad?

Siguiente >>

Siguiente >>> Criterio Físico

Figura 24. Ingreso de datos de la participación social de la localidad



Selección de la mejor alternativa para energización de zonas rurales

Nivel educativo | Presencia Institucional y del sector público | Participación social de las comunidades

Participación Social de la comunidad

¿Existe en la localidad Organizaciones sociales o comunitarias? SI

¿Existe en la localidad Consejos municipales? No

¿Cuál es el nivel de participación electoral en la localidad? Medio

Siguiete >>> Criterio Físico

- **Criterio físico, infraestructura y medios de comunicación con la localidad**

El módulo 4 también evalúa la calidad de las vías y medios de comunicación de la localidad. Por medio de este aspecto se mide la viabilidad del transporte de los elementos de cada alternativa y las dificultades de acceso de las mismas desde la capital más próxima.

**Tabla 37. Datos correspondientes a evaluar la infraestructura de la localidad**

Criterio	Variable	Unidad	Valor
Infraestructura	Tipo de medio de comunicación existente	NA	Vial (carreteras)
	Estado del medio (bueno, regular, malo)	NA	Bueno
	Existe otro medio de comunicación?, Cuál?	NA	
	Distancia entre la población y la red de transporte más cercana (km) que puede ser vial (carreteras), aérea (aeropuertos), fluvial o marítima (puertos marítimos)	km	0.2
	Distancia entre la población y el sitio de distribución o localidad principal más cercana (km).	km	12

**- Criterio económico**

El criterio económico evalúa dos componentes esenciales en el proyecto de energización. El primero se refiere a la disponibilidad y capacidad de pago de la localidad, que se traduce en la valoración del servicio que se recibe. Si hay valoración por el servicio es más fácil para establecer mecanismos tarifarios y de facturación, lo que permite cubrir parte de los costos de inversión, operación y mantenimiento.

**Tabla 38. Capacidad de pago del servicio de energía**

Criterio	Variable	Unidad	Valor
Capacidad de pago del servicio de energía	¿Existe disponibilidad de pago por parte de la mayoría de usuarios de la localidad?	NA	Si
	Capacidad de pago de los usuarios de la localidad de estudio	\$ COP	30.000
	Capacidad de pago de los usuarios del municipio.	\$ COP	50.000

El siguiente aspecto a evaluar dentro de este criterio son, las inversiones realizadas en los sistemas de generación. Para esto se tiene en cuenta los siguientes valores de cada una de las alternativas:

- Costo o capital inicial de la inversión (\$)
- Costo Presente Neto (\$)
- Costo Nivelado de la Energía (\$/kWh)
- Costo anual de operación (\$/año)

Las alternativas que fueron factibles utilizando Homer, se ingresaron los datos asociados a su configuración, tal como se muestra en las siguientes tablas:

**Tabla 39. Conjunto de alternativas factibles para el proyecto**

	<b>Elemento</b>	<b>Capacidad</b>
<b>Alternativa 1</b>	PV	4 kW
	Battery	24 Hoppecke 10 OPzS 1000
	Generador	3 kW
	Inverter	2.5 kW
	Rectifier	2.5 kW
<b>Alternativa 2</b>	Wind turbine	1 SW Skystream 3.7 (1.8kW)
	PV	2 kW
	Generador	3 kW
	Battery	24 Hoppecke 10 OPzS 1000
	Inverter	2.5 kW
	Rectifier	2.5 kW

**Tabla 40. Costo relacionado por cada alternativa**

	Alternativa 1	Alternativa 2
Capital inicial	\$ 18.839	\$ 25.029
Costo Presente Neto	\$ 45.376	\$ 52.291
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.861/kWh	\$ 1.004/kWh
Costo anual de operación	\$ 2.076/yr	\$ 2.182/yr

En la Figura 25, se muestran las alternativas seleccionadas y el nivel considerado de participación de cada uno de los componentes

**Figura 25. Ingreso de configuración de las alternativas factibles**

Ingrese las configuraciones del sistema de generación más factibles encontrados en el Módulo 3: Software Homer®. De las configuraciones ingresadas se determinará la mejor alternativa energética para la localidad evaluada.

Selección Conjunto de Alternativas

Para seleccionar las alternativas entregadas por Homer® tenga en cuenta la siguiente nomenclatura  
[Ver nomenclatura](#)

Seleccione el número de alternativas a evaluar:

Alternativa 1	<input type="text" value="DISF"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>	
Alternativa 2	<input type="text" value="DISFSE"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0,44"/>	<input type="text" value="0,56"/>



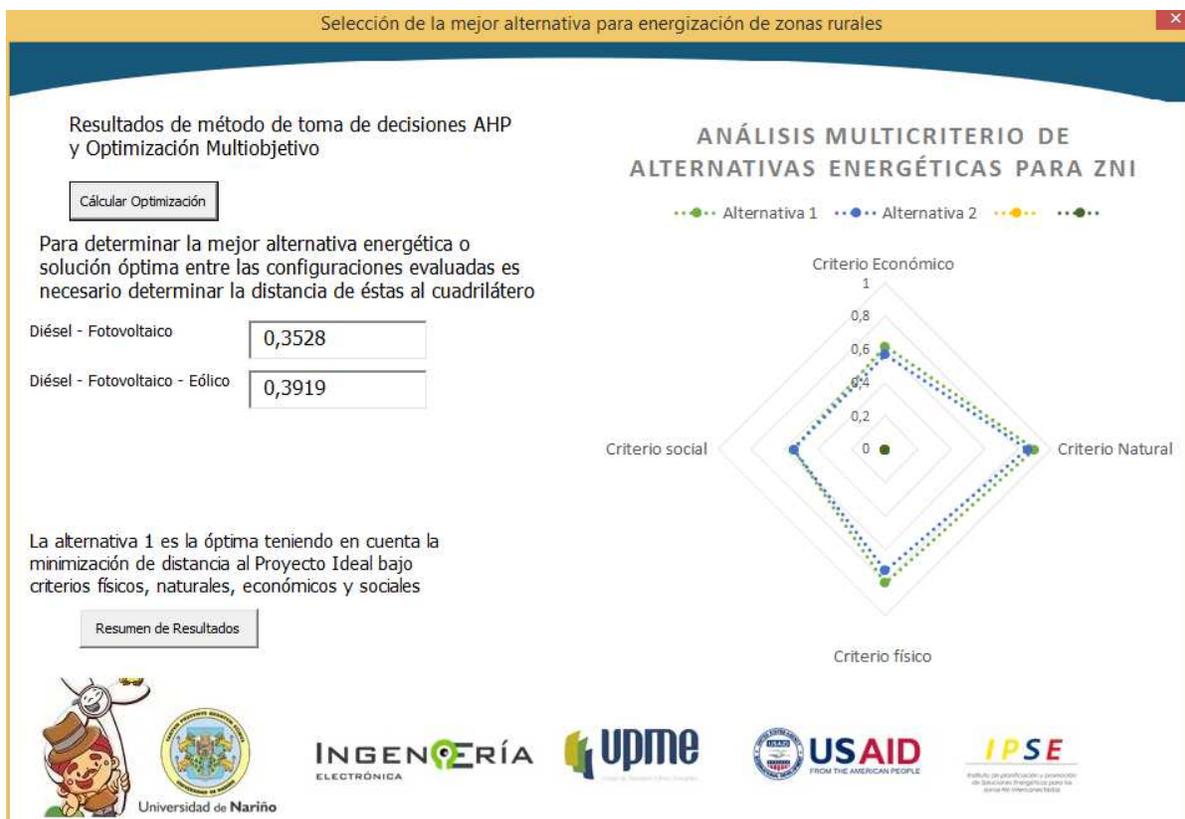
#### - Resultados de la Simulación

De acuerdo a la simulación de las alternativas en la metodología, se obtiene que la alternativa 1 (Diésel Fotovoltaica) sea la óptima y que aporte más a cada criterio a evaluar. En la Figura 25, se muestran los resultados de la evaluación.

Tabla 41. Alternativa Óptima

	Elemento	Capacidad
Alternativa 1	PV	4 kW
	Battery	24 Hoppecke 10 OPzS 1000
	Generador	3.5 KW
	Inverter	2.5 kW
	Rectifier	2.5 kW

Figura 26. Resultados Evaluación de la sostenibilidad para las alternativas



En términos generales, el modelo considera que el uso combinado de tecnologías Diésel – Fotovoltaica (Alternativa 1), es una solución sostenible en el tiempo y aporta significativamente a los capitales de sostenibilidad, sin embargo encuentra una dificultad en el criterio social, específicamente en los mecanismos de participación comunitaria suceso que debería ser fortalecida dentro de los planes de intervención, al mismo tiempo se deben aunar esfuerzos para la apropiación adecuada de los recursos tecnológicos a utilizar.

- **Análisis y propuestas de sostenibilidad para los criterios que dependen de la localidad**

Según la Figura 27, se puede ver que el nivel educativo general de la población es moderado, dado que 20 personas con niveles universitarios y 30 técnicos que representa el 10% de la población con nivel de escolaridad alto, por lo tanto la apropiación tecnológica será relativamente más lenta dentro de cada centro poblado.

El objetivo del proyecto debe estar enfocado aprovechar las capacidades que posean estos futuros profesionales que indirectamente se benefician con el desarrollo de la propuesta, con el fin de asignarles las obligaciones de dirección y veeduría de los procesos como son mantenimiento, facturación del servicio, control interno y tesorería para el cumplimiento de las obligaciones que haya lugar. Para el resto de población se propone se realicen capacitaciones de manera continua para mejorar los aspectos relacionado con el manejo de los recursos y la prestación del servicio turístico que se vienen desarrollando en cada ranchería.

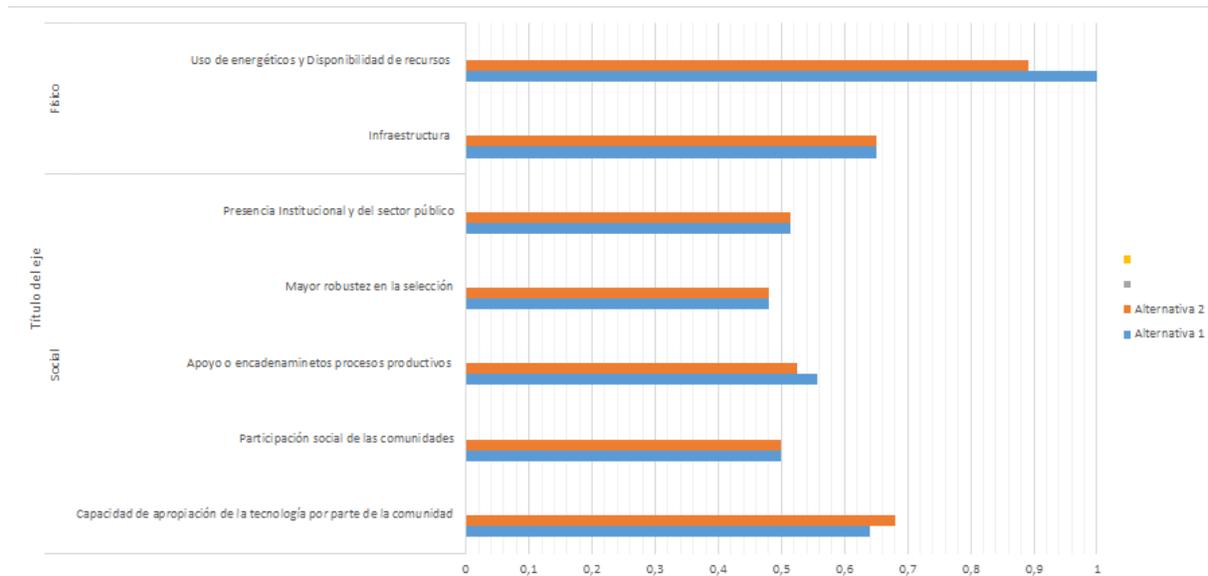
El criterio social también evalúa aspectos organizacionales de la localidad, en términos de medir la capacidad de los pobladores en reunirse en torno a gremios, agrupaciones sociales, etnoculturales o religiosas para poder trabajar en conjunto y de forma solidaria tras un objetivo mutuo (Cherni, 2007); que en este caso sería la formar un esquema asociativo mejor organizado de tal manera que algunos artesanos de la comunidad se

involucren más directamente en el proceso de atención al turista y la entrega oportuna de elementos para su comercialización al interior de las tiendas típicas.

Por lo anterior y bajo las condiciones que los centros poblados muestran según la figura 26 los objetivos de este proyecto se pueden consolidar gracias a que la comunidad está organizada, y reconoce una forma de autoridad que los puede guiar y organizar para alcanzar las metas propuestas; también refuerza este hecho en que la localidad exista la presencia de entidades estatales y la ubicación muy cercana de una urbe importante.

Otro aspecto que tiene a favor, es su buena participación electoral, esto significa que la comunidad se involucra en dar a conocer su opinión y está interesada en el proceso democrático.

**Figura 27 .Resultados que dependen de la localidad**



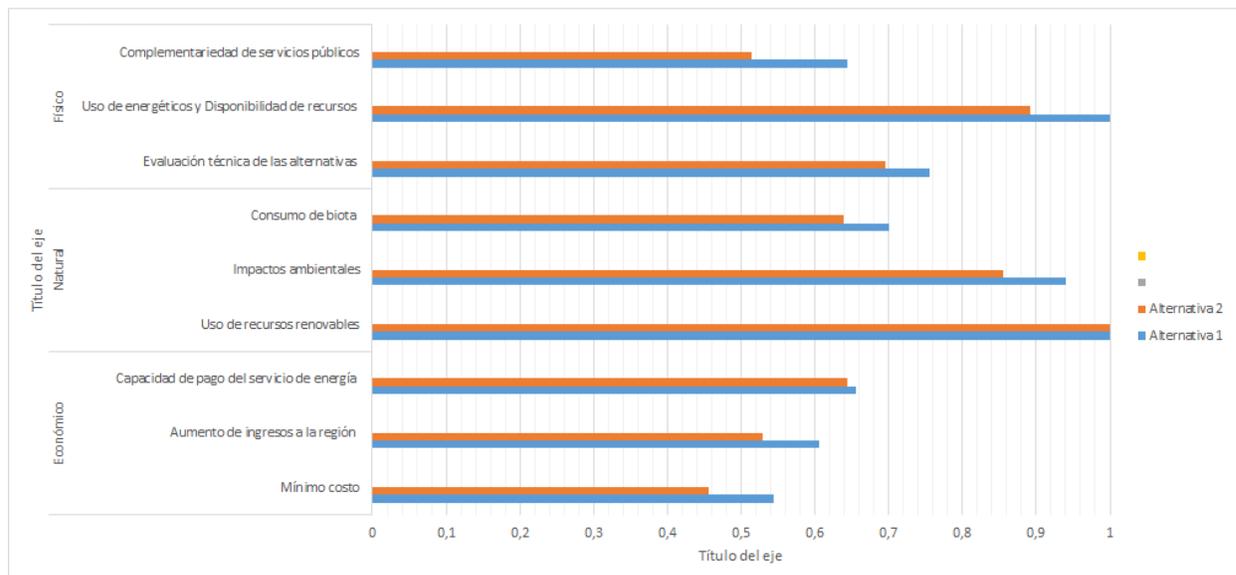
Como se mira en la figura 28, ambas alternativas aportan en el uso de los recursos naturales disponibles en el territorio, sin embargo debido a las facilidades de instalación, los bajos costos de adquisición y el acceso más fácil a la tecnología de generación mediante el uso de paneles fotovoltaicos, esta configuración resulta más recomendable sobre la segunda alternativa.

- **Análisis y propuestas de sostenibilidad para los criterios que dependen de la alternativa**

Como se muestra en la tabla 40, se realiza la calificación de los criterios dependiendo de la alternativa. Se puede ver que de acuerdo a la información suministrada al modelo, la alternativa 1 en términos de costo es mejor que la alternativa 2, debido a que el costo presente neto de la primera es más baja (\$ 45.376) así como el costo nivelado de la energía (\$0.861/kWh ). Ambas alternativas tienen calificaciones altas en términos de uso de los recursos e impactos ambientales, debido a la alta disponibilidad del recurso solar – eólico.

La evaluación se realiza en términos del costo de oportunidad de uso del recurso solar, evaluando los beneficios de usarlo para generación de electricidad y sus aportes debido a la mínima afectación (casi nula) al medio ambiente circundante.

**Figura 28. Calificación de los criterios que dependen de la alternativa**





#### **4.16 CRONOGRAMA**

(Ver Archivo Adjunto – Documento Técnico – Hoja Cronograma Flujo de Fondos)

#### **4.17. PRESUPUESTO**

(Ver Archivo Adjunto – Documento Técnico – Hoja Presupuesto).

