



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA CONSERVACIÓN ADECUADA DE MEDICAMENTOS EN UN CENTRO DE ATENCIÓN EN SALUD DEL MUNICIPIO DEL ALTO BAUDÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ**

**PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE DEL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ**



Plan de Energización Rural Sostenible del Departamento del Chocó

# **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA CONSERVACIÓN ADECUADA DE MEDICAMENTOS EN UN CENTRO DE ATENCIÓN EN SALUD DEL MUNICIPIO DEL ALTO BAUDÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ**

## **AUTORES:**

JEFERSON ASPRILLA PEREA  
PEDRO JAIME PINEDA  
JOHN ENRIQUE LUNA RENGIFO  
LILIANA L. LEMOS

## **CONVENIO CV008 DE 2014**

### **PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE DEL DEPARTAMENTO DE CHOCÓ PERS-Chocó**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ  
UPME  
IPSE  
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES

Quibdó, Diciembre 2015

## CONTENIDO

1. FICHA DEL PROYECTO .....	5
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	6
3. IDENTIFICACIÓN.....	10
3.1. Diagnóstico de la Situación Actual .....	10
3.1.1. Diagnóstico del Área Influenciada por el Proyecto.....	10
3.1.2. Diagnóstico de los Participantes.....	12
3.1.3. Diagnóstico del Servicio .....	13
3.2. Marco de Referencia .....	13
3.2.1. Contribución a la Política Pública.....	13
3.2.2. Problema Central, Causas y Efectos.....	14
4. FORMULACIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	16
4.1. Nombre de la Alternativa .....	16
4.2. Objetivos .....	16
4.2.1. Objetivo General .....	16
4.2.2. Objetivos Específicos.....	16
4.3. Productos, Actividades y Personal Requerido .....	17
4.4. Identificación y Descripción de la Innovación Propuesta .....	18
4.4.1. Línea base de la cobertura energética en Alto Baudó .....	18
4.4.2. Energía solar para mejorar los servicios del centro de salud.....	19
4.4.3. Descripción de la Solución Energética.....	20
4.5. Metodología y Distribución de Responsabilidades.....	21
4.6. Indicadores de Objetivo General, de Producto y de Gestión.....	23
4.7. Bienes y/o Servicios.....	24
4.8. Beneficios.....	25
4.9. Esquema de Sostenibilidad.....	26

## Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Listado de participantes en el proyecto.</i> .....	12
<i>Tabla 2. Detalle de actividades, productos y personal requerido para la ejecución del proyecto.</i> .....	17
<i>Tabla 3. Detalle de demanda de energía para el centro de salud.</i> .....	21
<i>Tabla 4. Indicadores de Objetivo y Productos del proyecto</i> .....	23
<i>Tabla 5. Indicadores de Verificación de Gestión</i> .....	24
<i>Tabla 6. Cronograma del Proyecto</i> .....	29
<i>Tabla 7. Presupuesto General *</i> .....	31

## Lista de Figuras

<i>Figura 1. Localización general del municipio de Alto Baudó.</i> .....	11
<i>Figura 2. Árbol de problemas, causas y efectos</i> .....	15
<i>Figura 4. Esquema de Sostenibilidad Energética</i> .....	27
<i>Figura 5. Acciones para la promoción de la sostenibilidad del proyecto</i> .....	28

## 1. FICHA DEL PROYECTO

<b>Título del Proyecto:</b>			
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA CONSERVACIÓN ADECUADA DE MEDICAMENTOS EN UN CENTRO DE ATENCIÓN EN SALUD DEL MUNICIPIO DEL ALTO BAUDÓ, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.			
<b>Lugar de Ejecución:</b> Alto Baudó	<b>Ciudad:</b> Alto Baudó		<b>Departamento:</b> Chocó
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Entidad Financiadora:</b></li> <li>➤ <b>Entidad Formuladora:</b> Universidad Tecnológica del Chocó</li> <li>➤ <b>Entidad Ejecutora:</b></li> <li>➤ <b>Otras Instituciones Participantes:</b> Alcaldía del municipio de Alto Baudó</li> </ul>			
<b>Duración del Proyecto (En Meses):</b> 7			
<b>Costo total del Proyecto:</b> 171'200.000			
<b>Monto solicitado:</b> 153'400.000		<b>Monto de la contrapartida:</b> 17'800.000	
<b>Población beneficiaria</b>		17.019 habitantes (Urbano: 1569 – Rural: 5.450). Corresponde a la totalidad de habitantes del municipio.	
<b>Persona responsable del proyecto:</b> William Murillo López		<b>Empresa/Institución:</b> Universidad Tecnológica del Chocó  <b>Cargo:</b> Líder Grupo de Investigación en Energías Renovables.	
<b>Nivel de formulación del proyecto:</b>	Perfil		

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

La evidencia demuestra que en el Departamento del Chocó persiste una situación de inequidad en salud y calidad de vida, con oportunidades para el desarrollo socio-económico inferiores al promedio nacional. Se estima que cerca del 25% de la población proyectada cuenta con oferta efectiva de servicios de salud (FEDESALUD, *Sistema General de Seguridad Social en salud en la costa Pacífica de Colombia, La problemática de la Población Dispersa*). La atención a la salud de las personas se caracteriza por ser predominantemente pasiva y asistencial, de libre demanda, principalmente reactiva y centrada en la morbilidad, lo cual provoca mayores costos de operación en el sistema y elevados costos de oportunidad para la población, especialmente agravados por la ausencia de un adecuado ordenamiento y articulación funcional de la red de servicios.

El modelo de atención en salud propuesto para el departamento del Chocó, tiene en consideración limitaciones para el acceso a los servicios, derivado de la dispersión poblacional y geográfica, escasas o precarias vías de comunicación, altos costos del transporte para recorrer extensas distancias fluviales y marítimas necesarias para llegar a una institución de salud, que por lo general son unidades de atención primaria o máximo de primer nivel de complejidad en zonas vulnerables. Así mismo, la diversidad cultural del territorio, obliga a pensar en un modelo basado en la atención primaria en salud, que privilegie las acciones de promoción de la salud y la prevención de la enfermedad, que sean accesibles con enfoque pluriétnico y multicultural, en el que todos los pobladores del departamento tengan cabida (Organización Panamericana de la Salud, 2010).

Uno de los mayores problemas del municipio del Alto Baudó, y particularmente de los servicios de salud, desde un punto de vista tecnológico, es la falta de acceso a los Servicios Básicos (agua, electricidad, comunicaciones, etc). Estas deficiencias explican en buena medida la persistencia de indicadores de salud y calidad de vida inferiores a los promedios nacionales, evidenciándose de esta manera la necesidad de implementar medidas diferenciales y adaptadas en salud a las regiones rurales. En relación con el suministro de energía eléctrica, de acuerdo al Sistema de Información de Energía Eléctrica SIEL, el municipio de Alto Baudó presenta uno de los índices de cobertura de energía eléctrica (ICEE) conectada a la red más bajos en el Departamento del Chocó. El informe de cobertura de energía eléctrica del 2014, establece que más de 1400 usuarios se encuentran clasificados en ZNI (zonas no interconectadas) distribuidos entre la cabecera municipal y el resto de los corregimientos y veredas del municipio. La cabecera municipal; Pie de Pató tiene un ICEE cercano al 34%, el cual corresponde al uso de plantas de energía eléctrica que funcionan a base de combustible fósil, tipo diésel, gasolina y ACPM, los cuales tienen asociados altos costos del suministro, transporte y distribución del recurso, así como una

confiabilidad relativa en el suministro permanente de energía las 24 horas del día, lo cual afecta a los procesos de cadena de frío necesarios para el almacenamiento de medicamentos, vacunas e iluminación de las zonas de urgencia en el centro de salud.

El municipio cuenta únicamente con un Centro de Salud de primer nivel ubicado en Pie de Pató, cuya energía eléctrica proviene de una planta de ACPM y de acuerdo al personal directivo del centro, la energía generada es intermitente y se destina principalmente para la energización de la nevera donde se realiza el almacenamiento de vacunas y medicamentos. La intermitencia del servicio de energía eléctrica afecta a la prestación adecuada del servicio de salud en todas sus componentes y usos finales, por lo que se considera un factor de suma importancia para el desarrollo de los distintos programas y proyectos de salud efectiva para pueblos dispersos que realizan distintas organizaciones nacionales, departamentales y de cooperación en la zona. La relación entre salud y energía es apremiante.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) declara que "La salud y la energía son factores interdependientes que en gran medida determinan el progreso del desarrollo rural. Una estrategia de energía para las áreas rurales será crítica en el logro permanente de mejoras de la salud. La OMS "cree que la energía solar puede jugar un papel importante en el perfeccionamiento de la energía para la salud si se integra con un conjunto más amplio de usos finales". Los programas de atención médica básica son esenciales para el avance de los programas de supervivencia infantil y la calidad general de las condiciones humanas. La distribución de la energía mediante los sistemas convencionales ha fallado en su confiabilidad y accesibilidad, en la solución de las modestas necesidades de los centros de salud rurales (NREL, *Energía Renovable para Centros de Salud Rurales*). Los suministros de gas y keroseno son a menudo costosos y nada confiables. Los refrigeradores que funcionan con gas propano proporcionan adecuada preservación de las vacunas, pero no los refrigeradores más difundidos que acostumbran usar keroseno. Los combustibles como la gasolina, el diésel y el ACPM pueden mover motores generadores para servicio eléctrico, pero estos generadores a menudo, no son funcionales, siempre son caros y generalmente reservados para emergencias cuando se disponen de ellos. La mayoría de los centros de salud rurales en regiones en desarrollo están sin energía eléctrica (NREL).

La electricidad producida *in situ* con energía renovable, ha probado ser capaz de proporcionar energía de calidad para refrigeración de vacunas, alumbrado, comunicaciones, aplicaciones médicas, suministro de agua limpia y sanitaria. También puede perfeccionarse la administración, la logística, distribución e información, educación y comunicación en los centros de salud. En las localidades donde es difícil mantener un personal médico entrenado

en el campo, la electricidad confiable puede proporcionar amenidades de estilo de vida altamente valorable, tales como alumbrado, música y comunicaciones radiales.

Con los elementos expuestos, la alternativa de solución propuesta para esta necesidad energética consiste en el diseño de un sistema de energía solar fotovoltaico que demande la energía eléctrica necesaria para la energización de los principales usos finales del Centro de Salud de primer nivel ubicado en Pie de Pató.

Los programas de inmunización dependen de la refrigeración segura para preservar vacunas y prevenir o erradicar enfermedades peligrosas, incluyendo la Polio, Difteria, Tétano, Tuberculosis, Lesmaniasis, Fiebre amarilla y Hepatitis B. La cadena de frío es un elemento presente en casi todos los países que intentan mantener vacunas a la temperatura adecuada conforme distribuyan los fabricantes a las localidades donde se administran (generalmente la temperatura promedio oscila entre los 0°C y los 8°C). Todas las vacunas deben mantenerse dentro de estos límites de temperatura durante su transporte y almacenamiento. Proporcionar refrigeración, en este caso denominado “cadena de frío de la vacuna”, representa el mayor reto logístico, sobretodo en este tipo de regiones donde no hay suministro de electricidad permanente y confiable. El funcionamiento de refrigeradores alimentados por keroseno o botellas de gas es con frecuencia inadecuado, así como los sistemas alimentados con diesel sufren frecuentemente problemas de suministro de combustible; la energía solar constituye una fuente alterna de energía limpia de gran importancia en la energización de centros de salud rurales y remotos.

El centro de salud contará por lo tanto con un sistema de refrigeración solar de vacunas de acuerdo a las recomendaciones y los standard WHO/UNICEF/E3/RF.3 definidos por la Organización Mundial de la Salud y la UNICEF. De igual manera el sistema de congelación permitirá fabricar hielo en paquetes de agua congelada para transportar las vacunas en las neveras portátiles (cavas) a los corregimientos más remotos del municipio de Alto Baudó.

De conformidad con los Indicadores Básicos en Salud Departamento del Chocó de la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), Alto Baudó, es el segundo municipio del Chocó con mayor población de interés para el programa ampliado de inmunizaciones (PAI, 2010), con una población de interés mayor a los 5000 niños entre los 0 y 5 años. De acuerdo a estos indicadores se definirá un sistema de refrigeración con capacidad Total de 204 Litros y capacidad neta para vacunas de 108 Litros, dimensiones aproximadas de (85cm x 126cm x 60cm), con temperaturas internas en el rango de +2.3°C y +7.6°C, refrigerante ecológico R134A y con termómetro externo. El refrigerador que será instalado para vacunas en el Centro de Salud de Pie de Pató se

selecciona con base en el cumplimiento del código PIS/PQS definido por la OMS, UNICEF y las recomendaciones del Programa PAI en Colombia. En ese sentido se tomarán como referencia los Refrigeradores Vestfrost de Interhospitalaria IH Cadena de Frío, Modelo MK 304, el cual se encuentra disponible en stock con proveedores nacionales.

Para el caso de la fabricación de *icepacks* o paquetes de hielo se instalará un congelador con capacidad total de 111 Litros y capacidad neta de 90 paquetes de hielo de 0.6 Litros, dimensiones aproximadas de (85cm x 72cm x 60cm), refrigerante ecológico R134A y con termómetro externo. De acuerdo a la caracterización que se realice en zona en la primera fase de ejecución del proyecto, se tendrá en cuenta la instalación de un refrigerador de bandejas adicional para conservar medicamentos según la norma DIN58345.

El centro de salud de la cabecera municipal de Pie de Pató cuenta con diferentes espacios destinados a la prestación de servicios, tales como oficinas administrativas, urgencias, odontología, electrocardiograma, sala de partos, laboratorios con microscopio, esterilizador, nebulizador y otras aplicaciones médicas. El proyecto dará la iluminación de alumbrado requerida para cada uno de estos espacios, con principal énfasis en la zona de atención de urgencias, así como en la energización de los principales equipos médicos que sean priorizados por el proyecto. Debido a la humedad presente en el aire que circunda el perímetro interno y ante el aumento de la temperatura de la zona, se energizarán también un par de ventiladores para forzar la circulación del aire de entrada y salida.

### 3. IDENTIFICACIÓN

#### 3.1. Diagnóstico de la Situación Actual

##### 3.1.1. Diagnóstico del Área Influenciada por el Proyecto

El municipio del Alto Baudó se encuentra situado en el valle del río Baudó, su cabecera municipal es la población de Pie de Pató, está localizada en la margen izquierda del río Baudó, a los 05°31'33" de latitud Norte y 76°59'42" de longitud Oeste (Figura 1). Su altura sobre el nivel del mar es de 50 m. Temperatura media de 28°C, precipitación media anual es de 6439 mm. y dista de Quibdó 80 Km. El área municipal es de 1.532 Km<sup>2</sup>. El municipio se enmarca dentro de la cuenca del río Baudó y como contexto geográfico se ubica en el centro y sur del departamento del Chocó, limitando al norte con los municipios de Quibdó, Bojayá y Bahía Solano; al oriente con los municipios de Quibdó, Río Quito y Cantón de San Pablo; al occidente con el municipio de Nuquí al sur con los municipios de Bajo Baudó y Medio Baudó.

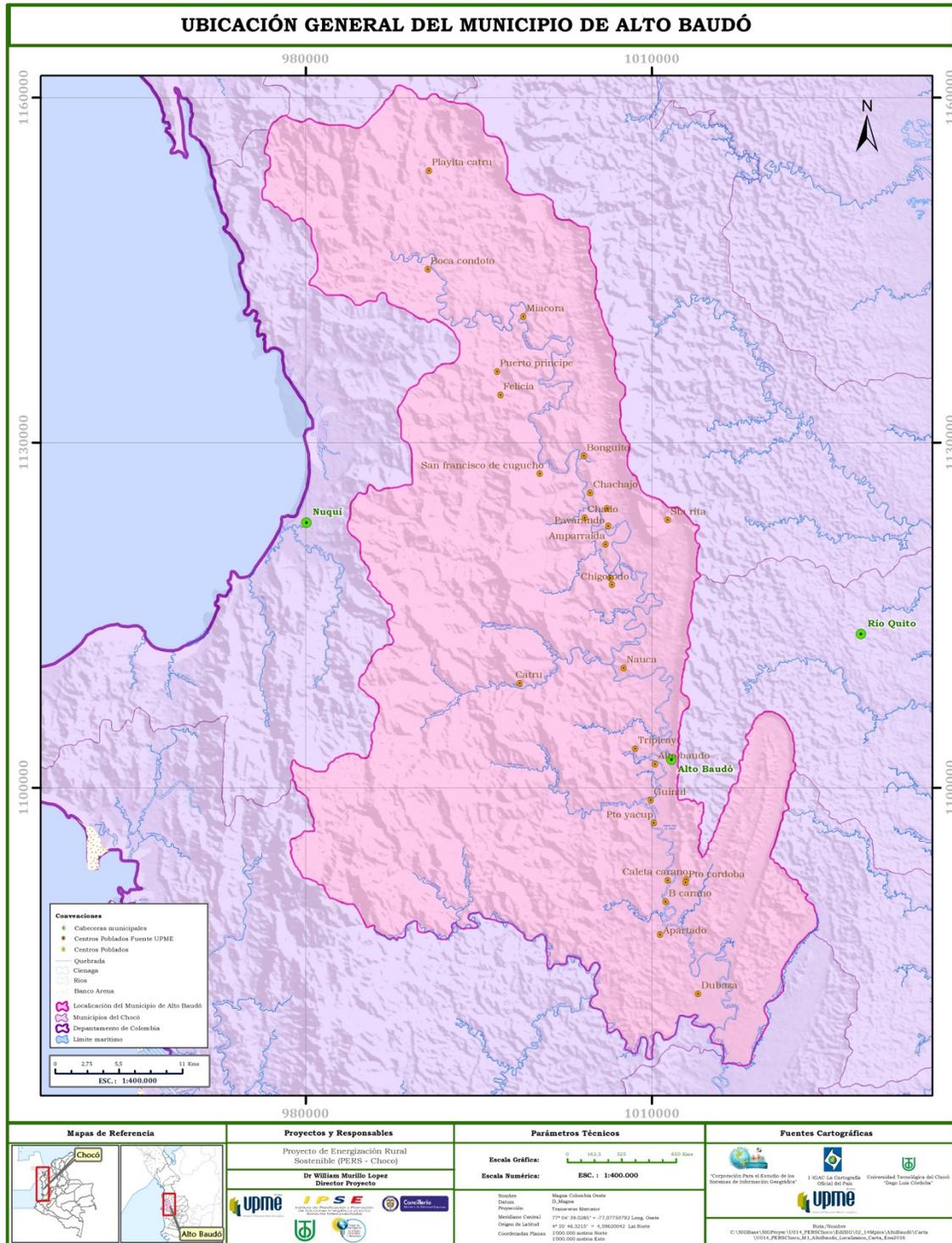


Figura 1. Localización general del municipio de Alto Baudó.

### 3.1.2. Diagnóstico de los Participantes

La formulación, gestión y ejecución del proyecto contará con la participación de diferentes partes involucradas o “*Stakeholders*”. Estas partes son:

- Población en general del municipio
- Alcaldía del municipio del Alto Baudó
- Gobernación del Chocó (Secretaría Departamental de Salud)
- Universidad Tecnológica del Chocó

En la Tabla 1 se detallan los participantes en el proyecto.

**Tabla 1. Listado de participantes en el proyecto.**

Participante	Posición	Tipo de Contribución	Experiencia Previa
Población en general del municipio	Beneficiarios	Recurso Humano	Conocimiento de la zona y trabajo comunitario organizado.
Alcaldía del municipio del Alto Baudó.	Cooperante	Gestión de recursos económicos y Recurso Humano	Planificación y ejecución de estrategias de desarrollo del municipio.
Gobernación del Chocó (Secretaría Departamental de Salud)	Cooperante	Recurso Técnico y Humano	Planificación y gestión de recursos para el fortalecimiento del sector salud del departamento.
Universidad Tecnológica del Chocó.	Cooperante	Recurso Técnico y Humano	Formulación y ejecución de proyectos de inversión.

### 3.1.3. Diagnóstico del Servicio

El municipio del Alto Baudó registra el 97,18% de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) dentro de lo que se destaca la falta en calidad y cobertura de los servicios como agua potables, saneamiento básico, educación, salud, accesibilidad entre otros etc; las condiciones de salud se encuentran limitada ya que en todo el municipio solo se dispone de un centro de salud y 10 puestos de salud rurales presentando deficiente condiciones en la prestación del servicio y lo que es peor en algunos puestos de salud no existe personal médico para atender a la comunidad, este hecho se le suma la ausencia en el servicio de energía eléctrica lo que condiciona fuertemente la prestación del servicio de salud haciendo que los escenarios tengan limitaciones lo que afecta directamente la salud, el bienestar y la calidad de vida de la población del municipio sobre todo la más vulnerable.

Con relación al servicio de energía eléctrica se tiene que la fuente principal de generación es mediante una planta Diesel - ACPM de 500 W y 830 amp, la cual llega al 85% de la población en el casco urbano de manera regular e interrumpida con horarios entre las 11:30a.m. a las 2:00p.m. y de 6:30p.m. a 11:00 p.m. a través de la empresa ELECTROBAUDO.

## 3.2. Marco de Referencia

### 3.2.1. Contribución a la Política Pública

El proyecto contribuye al cumplimiento de los lineamientos de política pública establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 “Todos por un Nuevo País” a través de su Estrategia Transversal número seis (6): *Crecimiento Verde*, la cual tiene como visión avanzar hacia un crecimiento sostenible (desarrollo) y bajo en carbono. En este sentido, el proyecto atendería por un lado el requerimiento energético a través del uso de fuentes renovables y por el otro contribuye al fortalecimiento de la prestación de los servicios de salud reduciendo las pérdidas económicas por el deterioro de medicamentos que requieren refrigeración y un ahorro en los gastos de traslado a otros centros de atención a los pacientes que necesitan de este servicio.

A nivel regional, el proyecto aporta al Plan Departamental de Desarrollo del Chocó 2012 – 2015 “Un Nuevo Chocó para Vivir” en su Capítulo IV: SEGUNDO DESAFIO: EL CAMBIO HACIA UNA VIDA SEGURA, literal 4.4.2.2. Programas para Un nuevo Choco, con seguridad humana. Específicamente en los programas: Protección integral de la primera infancia y adolescencia, juventud y madres gestantes y lactantes, y Salud pública

para los chocoanos. La ejecución del proyecto permite el fortalecimiento de la prestación de los servicios de salud pública en el municipio de su ejecución, a través de la conservación adecuada de medicamentos que requieren refrigeración y que son clave para el cumplimiento de las metas de reducción de la mortalidad infantil y atención de niños menores de 5 años, así como también la atención a jóvenes y adultos en los casos que requieren de este tipo de medicamentos.

### 3.2.2. Problema Central, Causas y Efectos

La aplicación del marco lógico como método de identificación de problemas, causas y efectos, generó los siguientes resultados:

***Problema central:*** Deficiente suministro de energía eléctrica para garantizar la conservación adecuada de vacunas y medicamentos que requieren condiciones especiales de temperatura en centros de atención en salud del municipio del Alto Baudó (Figura 2).

***Causa directa A:*** Limitada cobertura de redes del sistema nacional de interconexión eléctrica en zonas rurales del Chocó.

***Causas Indirectas A:***

A1 Insuficiente interés del gobierno central

A2 Deficiente gestión del gobierno local

***Causa directa B:*** Escasas soluciones energéticas a partir del uso de fuentes renovables en el municipio del Alto Baudó.

***Causas Indirectas B:***

B1 Débil articulación entre procesos de CT+I y la solución de problemas reales en el municipio.

B2 Deficiente gestión del gobierno local.

***Efecto directo AA:*** Pérdida de recursos económicos por el deterioro de medicamentos que requieren condiciones especiales de refrigeración.

***Efecto directo BB:*** Incremento en los recursos que se invierten por traslado de pacientes a centros asistenciales de otras localidades.

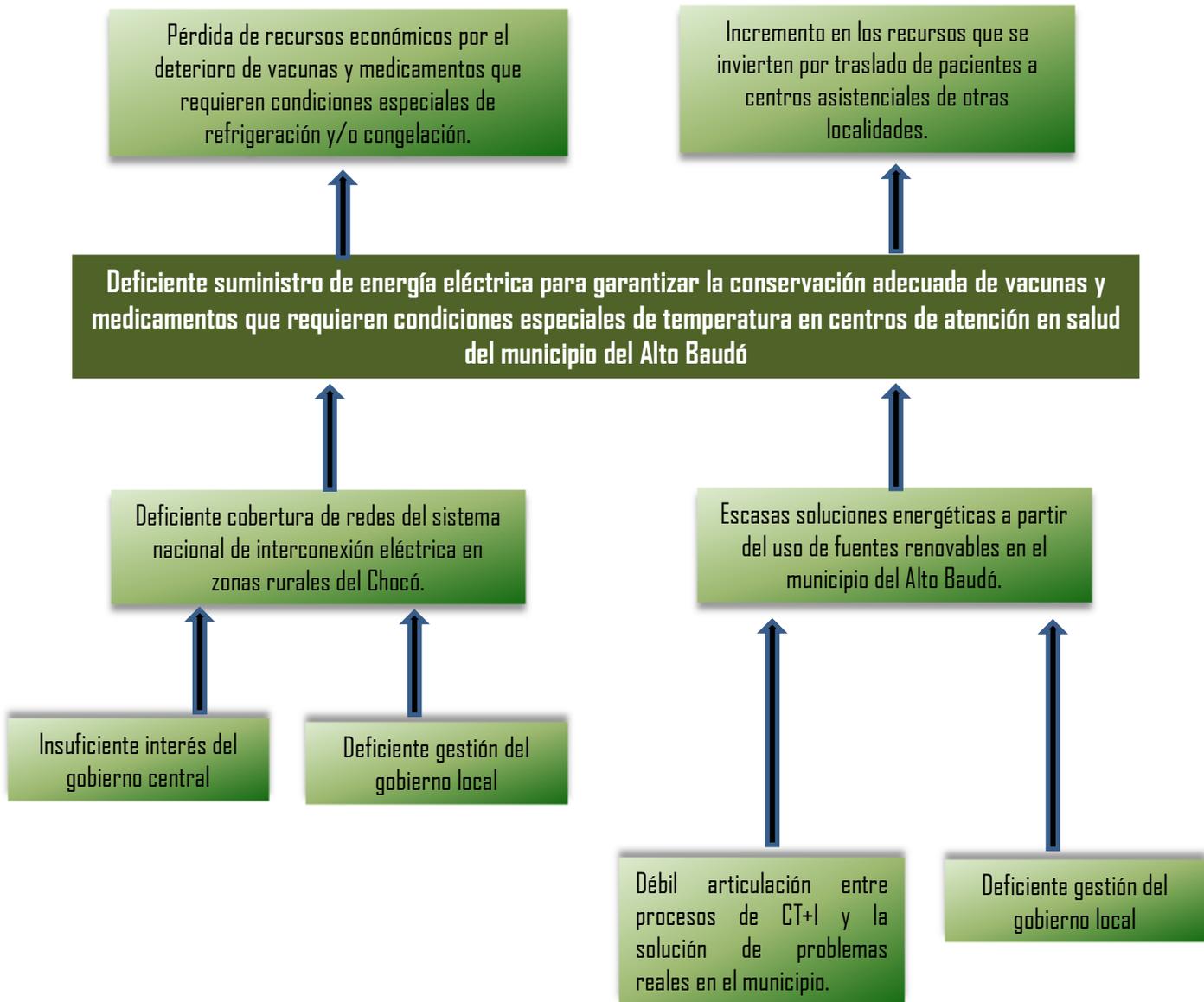


Figura 2. Árbol de problemas, causas y efectos

## 4. FORMULACIÓN DE LA ALTERNATIVA

### 4.1. Nombre de la Alternativa

Diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica para la conservación adecuada de medicamentos en un centro de atención en salud del municipio del Alto Baudó, departamento del Chocó.

### 4.2. Objetivos

#### 4.2.1. Objetivo General

- Diseñar un sistema de energía eléctrica a base de fuentes renovables que garantice la estabilidad y confiabilidad del servicio de energía eléctrica para la conservación adecuada de vacunas y medicamentos que requieren condiciones especiales de temperatura en el centro de salud de Pie de Pató en el municipio de Alto Baudó.

#### 4.2.2. Objetivos Específicos

- Precisar el potencial de generación de energía fotovoltaica en el área de influencia del proyecto.
- Calcular la demanda de energía eléctrica para la conservación adecuada de medicamentos en centros médicos del municipio del Alto Baudó.
- Diseñar un sistema de energía solar fotovoltaica que suministre la energía requerida para satisfacer las necesidades de conservación adecuada de vacunas y medicamentos en el centro de salud de Pie de Pató.

### 4.3. Productos, Actividades y Personal Requerido

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se plantea realizar el proyecto en dos (2) fases, cada una de las cuales tiene sus respectivos productos y/o resultados por actividades de proyecto, como se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2.** Detalle de actividades, productos y personal requerido para la ejecución del proyecto.

FASE	DESCRIPCION DE LA FASE	No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO - PRODUCTO	PROFESIONAL REQUERIDO
Fase 1	Realizar una caracterización geográfica, demográfica, etnográfica, climatológica y económica detallada del municipio de Alto Baudó	A1.1	Gestión de la reunión inicial de socialización del proyecto	R1.A1. Gestionada la reunión de socialización inicial del proyecto.	Profesional social; Profesional en Ingeniería
		A1.2	Socialización del proyecto ante las autoridades comunitarias, entidades territoriales y organismos del sector salud.	R1.A2. Socializado el proyecto ante las autoridades comunitarias y locales	
		A1.3	Recopilación de información primaria necesaria sobre: geografía, demográfica, etnográfica, climatológica, economía, uso de suelos, licencias ambientales (encuestas, entrevistas, georreferenciación)	R1.A3. Recopilada la información primaria social, ambiental, económica y técnica	
		A1.4	Identificación en campo del potencial de almacenamiento y conservación de vacunas y medicamentos	R1.A4. Identificada la cantidad de vacunas y medicamentos y el potencial de su	

FASE	DESCRIPCION DE LA FASE	No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO - PRODUCTO	PROFESIONAL REQUERIDO
				almacenamiento.	
		A1.5	Identificación de las capacidades organizativas y de administración al interior de la comunidad objeto de estudio (técnicas y conocimiento); así como de la estructura de gobierno del territorio étnico	R1.A5. Identificadas las capacidades organizativas y administrativas de las comunidades objeto de estudio.	
		A1.6	Elaborar documento de caracterización	R1.A6. Elaborado el documento de caracterización	
Fase 2	Diseño del sistema de energía solar fotovoltaico para el suministro de energía a la cadena de frío y otros servicios del centro de salud	A2.1	Dimensionado y diseño del sistema de energía solar FV con todas sus componentes y equipos	R3.A1. Realizado el dimensionado y diseño del sistema de energía solar FV con todas sus componentes y equipos	Profesional en Energía Renovable

Fuente: Pedro Pineda, PERS 2015

#### 4.4. Identificación y Descripción de la Innovación Propuesta

##### 4.4.1. Línea base de la cobertura energética en Alto Baudó

La energización rural con energía solar fotovoltaica ha demostrado ser competitiva en regiones remotas de difícil acceso, debido por un lado a la alta dificultad de la extensión de las redes eléctricas del sistema Interconectado Nacional SIN, así como por los altos costos asociados a la disponibilidad, compra y suministro permanente de combustible fósil de uso convencional en plantas de gasolina y diésel. Para el caso específico del Municipio de Alto Baudó no existen usuarios de energía eléctrica conectados al SIN y como se mencionó anteriormente se tiene un bajo índice de cobertura de energía eléctrica ICEE de la cabecera

municipal (34%) y de las zonas rurales (19,64%) de acuerdo al SIEL. La fuente de energía es principalmente el diésel, la gasolina y el ACPM, que se transportan de manera fluvial principalmente, elevando aún más los costos y la confiabilidad de la oferta de energía permanente que afecta la estabilidad requerida por la cadena de frío y por lo tanto de los servicios de salud prestados en la zona. Este panorama permite identificar las amplias dificultades que hacen parte del municipio de Alto Baudó derivadas por la carencia de energía permanente y su afección sobre otros sistemas, como el educativo, la seguridad alimentaria y el sistema de salud al no tener centros de atención distribuidos en la geografía del municipio.

En este contexto, los sistemas de energía solar se convierten en una opción competitiva de cobertura de energía mediante generación descentralizada, amigable con el medioambiente, fácil y rápida de implementar y con buenas condiciones para transferir a la comunidad en términos de apropiación social y sostenibilidad.

#### 4.4.2. Energía solar para mejorar los servicios del centro de salud

En el departamento del Chocó la tecnología solar ha tenido una amplia difusión a través de distintos programas de cooperación internacional y de gobierno realizados en la región, principalmente para la energización de centros educativos rurales y algunas aplicaciones para la refrigeración de alimentos, almacenamiento de medicamentos mediante la conservación de la cadena de frío, alumbrado público y de viviendas remotas, así como para la energización de sistemas de comunicaciones. Sin embargo y a pesar de los esfuerzos realizados, la brecha de energización rural para cubrir la cadena de frío en términos de almacenamiento, conservación y suministro de vacunas y medicamentos sigue siendo bastante alta y se requieren de esfuerzos adicionales que acompañen a los organismos que promueven esquemas de salud en regiones dispersas, así como del apoyo a las comunidades en el proceso de empoderamiento y articulación de los proyectos con esquemas que les permita generación de ingresos para costear parcialmente los gastos de operación de los centros de salud rurales. En el departamento se cuentan con pocos casos de proyectos de energía solar fv para la refrigeración de vacunas y medicamentos, así como hay gran número de casos exitosos de este tipo de proyectos en otros departamentos del país, así como en otros países en desarrollo.

Los centros de salud pueden ser las únicas edificaciones energizadas de manera permanente en un determinado corregimiento. Estando bien iluminados, se convierten en centros atractivos fuera de las horas de actividad, donde se pueden realizar actividades de uso como centro comunitario, tales como capacitaciones en las brigadas de salud.. Tomando en cuenta esto, el diseño del sistema incluirá en el dimensionado su uso como sistema

comunitario, lo cual incrementara el interés de desarrollar el proyecto con la participación de la comunidad.

#### 4.4.3. Descripción de la Solución Energética

La solución en el municipio de Alto Baudó contempla la adecuación del Centro de Salud en Pie de Pató para la generación de electricidad mediante un sistema de energía solar fotovoltaico dimensionado y diseñado para suministrar la energía diaria necesaria para cubrir la cadena de frío requerida para la refrigeración de vacunas y medicamentos de la población objeto de estudio, así como de los servicios de iluminación y conexión de los equipos de comunicaciones, radio y otros equipos médicos que serán confirmados en la primera fase del proyecto tras la consulta con el personal médico y la comunidad del centro de salud de Pie de Pató.

De acuerdo a la información suministrada por la entidad territorial y por DASALUD, en el centro de salud se dispone de un refrigerador para vacunas que funciona con gas propano y con energía eléctrica proveniente de una planta de ACPM, con capacidad de 204 litros. Como se expuso anteriormente, este tipo de sistemas no son confiables, ni permanentes y por lo tanto no es posible mantener las temperaturas adecuadas que requiere la cadena de frío, afectando la calidad de las vacunas y medicamentos que son entregados al municipio. El proyecto de energía solar para la energización del centro de salud, permitirá suministrar la energía requerida para un refrigerador de vacunas y medicamentos de 204 litros, un congelador de 111 litros con capacidad de producir 90 paquetes de hielo para las jornadas del PAI y para otros usos requeridos por el centro de salud.

El centro de salud también contará con iluminación LED necesaria para desarrollar las actividades de trabajo nocturno en diferentes salas, así como para la ventilación de las zonas donde se presenten menor circulación de entrada y salida del aire.

El sistema solar fotovoltaico aislado está compuesto por paneles solares de alto rendimiento para la conversión de la energía de la radiación solar en energía eléctrica, cuya carga es almacenada en un banco de baterías de plomo ácido selladas (tipo GEL o AGM) y que es controlada por un regulador de carga con tecnología MPPT (Maximun Power Point Tracking). Los congeladores funcionan con corriente alterna AC, y siguen el standard WHO/UNICEF/E3/RF.3 definidos por la Organización Mundial de la Salud y la UNICEF. Por lo tanto se instalará un inversor de onda senoidal pura, a 60hZ, 120 Vrms, con el fin de suministrar energía a todas las cargas en AC, tales como el refrigerador, congelador, una radio, iluminación interna y externa, un sistema de comunicaciones, un pulpo de cargadores de celular y un par de ventiladores. En la tabla 3 se establece de manera preliminar el

conjunto de equipos, cantidad y energía promedio diaria a demandar por el sistema de energía solar FV.

**Tabla 3. Detalle de demanda de energía para el centro de salud.**

Equipos	Número de equipos	Potencia	Horas/día	Energía en CA (kwh/día)
Luminarias	30	12	8	2,88
Refrigerador PAI	1		24	1,67
Congelador <i>icepacks</i>	1			1,58
Computador Portatil	1	70	8	0,56
Extractor y ventilador	2	50	8	0,8
Sistema Pulpo Cargador	1	15	2	0,3
Subtotal				<b>7,79</b>
Expansión de la demanda del 25% para conexión de otros equipos médicos y de comunicaciones.				1,95
Total				<b>9,74</b>

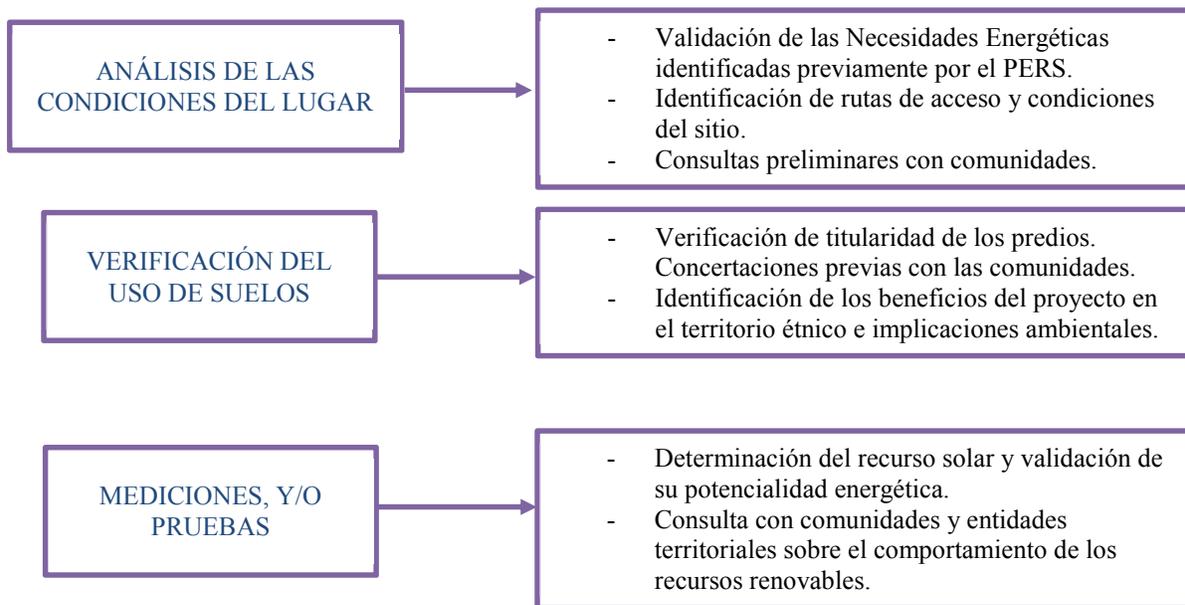
Para la implementación del proyecto se requiere contar previamente con la infraestructura adecuada y adaptada para el Centro de Salud, por lo que parte de las actividades de la fase inicial del proyecto contempla la visita al centro de salud actual, adecuación de los espacios, la obtención de los permisos del uso del suelo y titularidad del predio suministrado por la autoridad territorial, así como verificación de aspectos técnicos de disponibilidad de la infraestructura física donde se albergarán todos los equipos y adecuaciones de tipo eléctrico.

#### 4.5. Metodología y Distribución de Responsabilidades

El proyecto parte desde el inicio con una correcta caracterización de las distintas componentes que deben ser gestionadas desde la oferta y la demanda de energía para promover la sostenibilidad del sistema de energía renovable y de manera transversal al proceso de suministro e instalación de la solución energética se realiza un acompañamiento a la apropiación social del proyecto con las comunidades intervenidas, así como se define un plan de sostenibilidad para la etapa de operación y explotación del proyecto.

Con el fin de articular el esquema de ejecución operativa presentado en la tabla 2 con la metodología de desarrollo del proyecto, se abordarán por cada una de las fases los siguientes procedimientos.

Para la fase 1 se tendrá en cuenta:



Fuente: Pedro Pineda, PERS 2015

Como se describió en la tabla de actividades, resultados y personal requerido, para cada una de las fases es necesario contar con un equipo de profesionales con experiencia en el diseño e implementación de proyectos de energía renovable en ZNI y/o análisis de la gestión ambiental y energética de proyectos de energía limpia. Se requiere por lo tanto del acompañamiento de un profesional en energía renovable, un profesional en ingeniería eléctrica, un profesional en proyectos de salud efectiva para pueblos dispersos, así como un profesional en el área social con experiencia en trabajo con comunidades afrocolombianas e indígenas.

En la Fase 2, se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos:

DISEÑO DEL MODELO DE ENERGÍA  
Y VIABILIDAD DEL MODELO  
AMBIENTAL Y FINANCIERO

- Validación del resultado de consulta comunitaria y del cálculo de la demanda energética para la necesidad de refrigeración, iluminación y otros servicios en el centro de salud.
- Desarrollar el cálculo detallado del dimensionado y diseño del proyecto.
- Aplicación de la Planificación del proyecto
- Validar los costos de inversión antes del inicio de operación del proyecto.
- Trabajar con el Comité de Gestión Local desde la comunidad para proyectar inversiones a mediano y largo plazo.

#### 4.6. Indicadores de Objetivo General, de Producto y de Gestión

A continuación (Tablas 4 y 5) se relacionan los indicadores de verificación del cumplimiento del objetivo general

(IVO), de los productos (IVP) y de gestión del proyecto (IVG).

**Tabla 4.** Indicadores de Objetivo y Productos del proyecto

TIPO	DESCRIPCION	No.	INDICADOR
	<b>OBJETIVO GENERAL</b>		
IVO	Diseñar un sistema de energía renovable que permita el mantenimiento de la cadena de frío para la conservación de medicamentos, iluminación y otros servicios en el centro de salud de Pie de Pató.	IVO1	Dimensionado y diseño del sistema de energía solar FV verificados y ajustados en todas sus componentes.
	<b>PRODUCTOS</b>		
	Documento de caracterización de línea	IVP1	Un documento de línea base en las componentes social, económica y energética-ambiental.

IVP	base del proyecto  Diseños del sistema de energía solar FV con todos sus componentes.		Diseños del sistema de energía solar FV con todos sus componentes.
-----	---	--	--

**Tabla 5. Indicadores de Verificación de Gestión**

TIPO	DESCRIPCION	No.	INDICADOR
	<b>GESTIÓN</b>		
IVG	FASE 1	IVG1	Representantes de la comunidad y de las entidades territoriales socializados con las actividades del proyecto. Validados el uso de suelos, la oferta del recurso solar y la demanda de energía para el centro de salud.
	FASE 2	IVG2	Sistema solar fotovoltaico Diseñado.

#### 4.7. Bienes y/o Servicios

Con la alternativa seleccionada se pretende dotar al centro de salud de un sistema de energía solar fotovoltaica que permita cubrir la necesidad de conservación de medicamentos y vacunas, ya que la inestabilidad y baja confiabilidad del servicio de energía conlleva al deterioro permanente de los medicamentos.

El servicio de energía además potenciara las actividades propias del personal médico y paramédico en el sentido de poder contar con esa energía para iluminación y otros menesteres del centro de salud, con las especificaciones técnicas expuestas anteriormente.

#### 4.8. Beneficios

La puesta en marcha de este proyecto genera beneficios directos a toda la población por cuanto permite una oferta oportuna y de buena calidad de los medicamentos para la atención primaria en salud, incidiendo además en un ahorro en la compra de los mismos.

Permite también reducir las remisiones médicas a instituciones lejanas generando ahorro por traslados y manutención entre otros.

Otros beneficios tienen que ver con la iluminación del centro de salud, incluida las salas de atención de consulta externa y de urgencias, sala de partos y demás menesteres de la atención en salud y actividades administrativas. Para lo anterior, la implementación de la alternativa contempla el suministro de equipos con la capacidad suficiente para atender la demanda que plantea la población y la institución.

Por no contarse con información precisa sobre las cantidades de vacunas y medicamentos que se deterioran al año por falta de energía no fue posible la cuantificación de los beneficios. Se espera que durante el desarrollo de la primera fase del proyecto se pueda obtener esa información y hacer los ajustes correspondientes.

#### 4.9. Esquema de Sostenibilidad

De acuerdo al World Energy Council (WEC), la sostenibilidad energética o también llamada sustentabilidad energética es entendida como el equilibrio entre tres dimensiones principales: la seguridad energética, la equidad social y la mitigación del impacto ambiental. En los proyectos de energización rural con fuentes alternas de energía, el equilibrio de estas tres dimensiones representa un reto en torno al balance de las complejas interconexiones requeridas entre el sector público y privado, así como la articulación de las entidades territoriales, entes regulatorios, recursos renovables disponibles, normatividades vigentes y el comportamiento colectivo y dinámico de las comunidades.

Con base en las experiencias previas de proyectos de energización rural realizados en el Departamento del Chocó por parte de organismos de cooperación internacional como el BID, USAID, OEI y de entidades del gobierno como COLCIENCIAS, se han registrado un conjunto de lecciones aprendidas que son insumo importante para la formulación de nuevos proyectos y la definición del Plan de Sostenibilidad de los mismos.

Realizando una revisión del banco de proyectos implementados en el departamento por parte del equipo de Oferta Energética del PERS, se ha identificado que algunas de estas experiencias de energización rural han fallado en la componente de apropiación social por parte de las comunidades intervenidas, así como en la falta de gestión de la oferta y demanda de la energía por parte de los usuarios o población objetivo, una vez se implementan los proyectos.

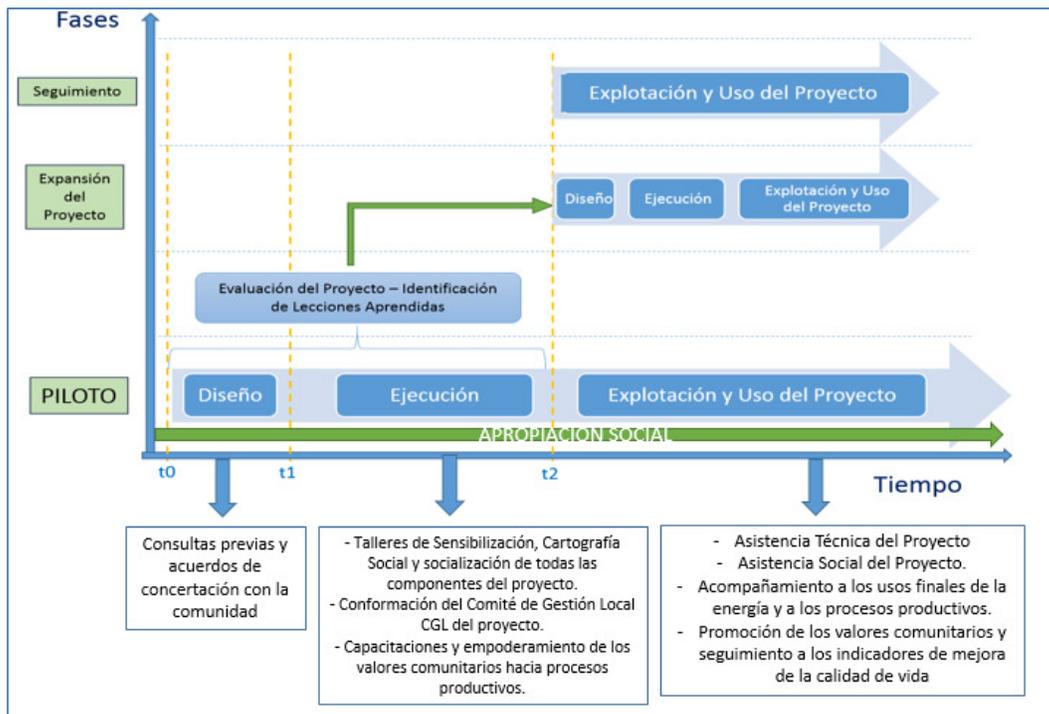
En el año 2015, el programa de Ideas para el Cambio de COLCIENCIAS implementó la convocatoria Pacífico Pura Energía, la cual benefició a cuatro comunidades del Departamento del Chocó con proyectos de energía renovable en escuelas rurales, centros de salud, iluminación y centros de refrigeración, entre otros. En esta convocatoria se presentó por parte de la alianza INSITU - COLCIENCIAS, una estrategia de sostenibilidad que incluye a las comunidades intervenidas como actores directos y prioritarios en el esquema de sostenibilidad. En la Figura 4, se presenta el esquema de sostenibilidad del trilema mencionado anteriormente, donde la apropiación social es transversal a todo el proceso de implementación de los proyectos:



**Figura 3. Esquema de Sostenibilidad Energética**

Fuente: PINEDA, Pedro. INSITU – COLCIENCIAS. 2015

Cuando se introduce el término de sostenibilidad, generalmente se piensa en una serie de acciones que ocurren en una línea de tiempo a mediano y largo plazo. Sin embargo, es importante perfilar este conjunto de acciones desde el momento inicial de la implementación del proyecto, con el fin de articular los elementos que corresponden a la apropiación social y a la definición del esquema de sostenibilidad del proyecto y sus usos finales. En la figura 5 se ilustran algunas acciones requeridas en cada una de las etapas de implementación del proyecto y constituyen la base del plan de sostenibilidad del proyecto:



**Figura 4. Acciones para la promoción de la sostenibilidad del proyecto**

Fuente: PINEDA, Pedro. INSITU – COLCIENCIAS. 2015

Como se observa en el esquema anterior, es necesario tener en cuenta un conjunto de acciones básicas tanto en el diseño, como en la ejecución y explotación de los proyectos de energización rural, con el fin de promover su sostenibilidad. El proyecto de *“Implementación de sistemas de energía solar fotovoltaica para la conservación adecuada de medicamentos en centros de atención en salud del municipio del Alto Baudó, departamento del Chocó”*, tendrá en cuenta estas dimensiones y hará énfasis en la importancia de realizar un acompañamiento a la asistencia técnica y social tanto del proyecto de energía, como de la población objetivo intervenida.

Los elementos que constituyen la asistencia técnica y social en la etapa de explotación del proyecto serán construidos sobre la base de acciones que respondan al fortalecimiento y mejora de los esquemas de salud efectiva para las poblaciones dispersas y que contribuyan al empoderamiento comunitario, local y regional. De igual forma se identificará un mapa de actores potenciales para su articulación con los usos finales de la energía y con los proyectos y subproyectos asociados al mejoramiento de los centros de salud del municipio y del departamento del Chocó.

**Tabla 6.** Cronograma del Proyecto

FASE	OBJETIVO DE LA FASE O COMPONENTE	No.	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
Fase 1	Realizar una caracterización geográfica, demográfica, etnográfica, climatológica y económica detallada del municipio de Alto Baudó	A1.1	Gestión de la reunión de inicio de socialización del proyecto							
		A1.2	Socialización del proyecto ante las autoridades comunitarias y entidades territoriales							
		A1.3	Recopilación de información primaria necesaria sobre: geografía, demográfica, etnográfica, climatológica, economía, uso de suelos, licencias ambientales (encuestas, entrevistas, georeferenciación)							
		A1.4	Identificación en campo del potencial de almacenamiento y conservación de vacunas y medicamentos							
		A1.5	Identificación de las capacidades organizativas y de administración al interior de la comunidad objeto de estudio (técnicas y conocimiento); así como de la estructura de gobierno del territorio étnico							
		A1.6	Elaborar documento de caracterización							

FASE	OBJETIVO DE LA FASE O COMPONENTE	No.	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
Fase 2	Diseño del sistema de energía solar fotovoltaico para el suministro de electricidad a una cadena de frío	A3.1	Dimensionado y diseño del sistema de energía solar FV con todas sus componentes y equipos							

**Tabla 7. Presupuesto General \***

Rubros presupuestales	Contrapartida Universidad Tecnológica del Chocó (en especie)	Contrapartida Gobernación del Chocó (en especie)	Contrapartida de la comunidad (en especie)	Total contrapartidas (en especie)	Solicitud de efectivo	TOTAL
Recurso Humano	12'000.000	4'000.000	0	16'000.000	68'800.000	84'800.000
Materiales y Suministros	0	0	0	0	16'900.000	16'900.000
Equipos	0	0	0	0	16'000.000	16'000.000
Gastos de Campo	0	0	1'800.000	1'800.000	43'500.000	45'300.000
Gastos de Gestión (5%)	0	0	0	0	8'200.000	8'200.000
<b>TOTAL</b>	<b>12'000.000</b>	<b>4'000.000</b>	<b>1'800.000</b>	<b>17'800.000</b>	<b>153'400.000</b>	<b>171'200.000</b>

\* El presupuesto solo corresponde a los rubros necesarios para cubrir las actividades hasta la fase de diseño, los costos de las actividades de implementación no fueron estimados debido a que pueden variar con base en los resultados del presente proyecto.

**Tabla 8. Recurso Humano**

Perfil profesional	Cantidad	Funciones	Dedicación (meses)	Costo/mes (\$)	Costo Total (\$)
Profesional con experiencia en formulación de proyectos	1	Coordinara el desarrollo de las actividades y supervisará las mismas	4.0	\$4'000.000	16'000.000
Profesional social (sociólogo, o antropólogo) con experiencia en trabajo con comunidades	1	Coordinar las actividades de socialización del proyecto, recopilación de la información primaria, del material para la conformación del comité de gestión local, elaboración de los reglamentos de uso de energía, identificación de del esquema productivo y consolidación del mapa de actores	4.0	\$4'000.000	16'000.000
Profesional de economía o administración de empresas	1	Coordinar la identificación de las actividades organizativas y de administración, y demás esquemas necesarios.	4.0	4'000.000	16'000.000
Profesional especialista en Energía Renovable,	1	Coordinar la elaboración de los materiales de sensibilización, las guías para la conformación del comité de gestión local del proyecto guía de operación y mantenimiento del sistema, la capacitación sobre los temas referentes a la tecnología y la generación de energía, y la conformación del comité de gestión local; el dimensionamiento y diseño del sistema fotovoltaico, coordinara además, la capacitación sobre el funcionamiento del sistema solar, sobre mantenimiento preventivo, la elaboración del reglamento de uso de la energía y la consolidación del mapa de actores para el plan de sostenibilidad;	4.0	4'000.000	16'000.000
Trabajadora social	1	Será la encargada de hacer el puente entre las organizaciones de base, las instituciones y el equipo del proyecto, organizara los talleres y reuniones, tabulara y analiza la información primaria recopilada conjuntamente con el profesional del área social	4.0	3'000.000	\$ 12'000.000
		Apoyará todas las actividades del equipo, y servirá de puente entre el equipo de trabajo del proyecto y la coordinación supervisión o interventoría del mismo,			

Perfil profesional	Cantidad	Funciones	Dedicación (meses)	Costo/mes (\$)	Costo Total (\$)
Asistente administrativo	1	para efectos de los requerimientos y necesidades que se presenten, y asumir las delegaciones que se le asignen;	4.0	2'200.000	8'800.000
<b>TOTAL</b>					<b>84'800.000</b>

**Tabla 9.** Materiales y Suministros

Descripción	Cantidad	Costos
Elementos para trabajo de campo	Gb.	9'300.000
Papelería y elementos de escritorio	Gb.	7'600.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 16'900.000</b>

**Tabla 10.** Equipos

Descripción	Cantidad	Costos
Equipos para la identificación del potencial de generación de energía fotovoltaica a través de la caracterización del recurso solar en intensidad, disponibilidad y duración en el área de influencia del proyecto	Gb.	8'500.000
Equipos para recopilación de información	Gb.	3'500.000
Equipos para la identificación de las capacidades organizativas y de administración al interior de la comunidad sujeto de estudio (técnicas y conocimiento); así como de la estructura de gobierno del territorio étnico	Gb.	4'000.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 16'000.000</b>

**Tabla 11. Gastos de Campo**

Descripción	Cantidad	Costos
Alquiler de vehículos y/o compra de combustible		26'600.000
Pago de guías y paseros	Gb.	6'400.000
Pago de transporte entre comunidades	Gb.	12'300.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 45'300.000</b>

**Tabla 12. Actividades**

Actividades	Recurso Humano	Materiales	Gastos de campo	Maquinaria y equipos	Total
Gestión de la reunión inicial de socialización del proyecto	4'300.000		4'000.000		8'300.000
Socialización del proyecto ante las autoridades comunitarias y entidades territoriales	4'600.000	6'000.000	3'800.000		14'400.000
Recopilación de información primaria necesaria sobre: geografía, demográfica, etnográfica, climatológica, economía, uso de suelos, licencias ambientales (encuestas, entrevistas, georreferenciación)	8'300.000	1'000.000	9'100.000	3'000.000	21'400.000
Identificación en campo del potencial de almacenamiento y conservación de vacunas y medicamentos	6'800.000	2'400.000	6'800.000	3'500.000	19'500.000
Identificación del potencial de generación de energía fotovoltaica a través de la caracterización del recurso solar en intensidad, disponibilidad y duración en el área de influencia del proyecto	12'000.000	3'500.000	14'600.000	6'500.000	36'600.000
Identificación de las capacidades organizativas y de administración al interior de la comunidad sujeto de estudio (técnicas y conocimiento); así como de la estructura de gobierno del territorio étnico	21'800.000	500.000	4'800.000	3'000.000	30'100.000
Elaborar documento de caracterización	4'600.000	2'000.000			6'600.000
Dimensionado y diseño del sistema de energía solar FV con todas sus componentes y equipos	14'400.000	1'500.000	2'200.000		18'100.000
Actividades administrativas y de supervisión	8'000.000				8'000.000
Gastos de gestión (5%)					8'200.000
<b>TOTAL</b>	<b>84'800.000</b>	<b>16'900.000</b>	<b>45'300.000</b>	<b>16'000.000</b>	<b>171'200.000</b>