



IMPLEMENTACIÓN DE LA UNIDAD DE ENERGÍAS RENOVABLES DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR



IMPLEMENTACIÓN DEL OBSERVATORIO DE ENERGIAS RENOVABLES DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

ESTADO DEL PROYECTO

Perfil

FORMULADOR:

Ing. Jaime L. Murgas Bornachelly

Especialista en Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública y Privada

Candidato a Magister en Gestión de la Tecnología y la Innovación

EQUIPO DE APOYO

María Camila Cuello

Ingeniera de Minas

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PARA EL DEPARTAMENTO DEL CESAR PERS CESAR

UPME

IPSE

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO EMPRESARIAL DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

GOBERNACIÓN DEL CESAR

Valledupar – Cesar

2018



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. FICHA RESUMEN	5
2. RESUMEN DEL PROYECTO	6
3. IDENTIFICACIÓN	8
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	8
3.1.1. Diagnóstico del Área de Influencia del Proyecto	10
3.1.2. Diagnóstico de Participantes	14
3.2. MARCO DE REFERENCIA	15
3.2.1. Contribución a la Política Pública	15
4. PROBLEMA CENTRAL, CAUSAS Y EFECTOS	17
5. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	18
5.1. NOMBRE DE LA ALTERNATIVA	18
5.1.1. Recursos Disponibles	18
5.1.2. Metodología de Selección de Alternativas de Generación	19
5.2. RESUMEN DE LA ALTERNATIVA	32
5.2.1. Líneas General de Investigación	32
5.3. OBJETIVOS	34
5.3.1. General	34
5.3.2. Específicos	34
5.4 IMPACTO ESPERADO	35
5.5. ANÁLISIS DE RIESGOS	36



6. ESTRATEGIAS PARA LLEVAR EL PROYECTO A PRE-FACTIBILIDAD	38
6.1. POSIBLES FUENTES DE FINANCIACIÓN	38
6.2. CRONOGRAMA	39
6.3. PRESUPUESTO	39
7. BIBLIOGRAFÍA	40



1. FICHA RESUMEN

Título del Proyecto:	IMPLEMENTACIÓN DEL OBSERVATORIO DE ENERGIAS RENOVABLES DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR	
Proponente:	Consortio PSC	
Población Objetivo:	16.388 Estudiantes	
Sub Región:	No Aplica	
Ejecutor:	Por Definir	
Organizaciones Cooperantes:	UPME, IPSE, Gobernación del Cesar, Universidad Popular del Cesar, Universidad Nacional de Colombia (Sede La Paz).	
Departamento:	Cesar	
Duración del Proyecto:	20 Meses	
Costo Total del Proyecto:	\$ 3.213. 614.234 Millones	
Monto Solicitado:	\$ 3.213. 614.234 Millones	
Monto Total Contrapartida		
Contrapartida Entidades	En Efectivo (\$)	En Especie (\$)
Entidad Financiadora		
Gobernación del Cesar	\$ 3.213.614.234 Millones	
Otros		
Lugar de Ejecución del Proyecto:		Municipios: Todos
	Zona Urbana	Departamento: Cesar
Responsable del proyecto:		Cargo:
	Empresa/Institución:	Teléfono de Contacto:



2. RESUMEN DEL PROYECTO

La limitada disponibilidad de combustibles fósiles como fuente a largo plazo de energía, el cambio climático mundial y el compromiso establecido por el gobierno nacional con el fin de favorecer esquemas de desarrollo sustentable (ODS), viene determinando la incesante búsqueda de tecnologías que permitan la generación y el uso eficiente de la energía eléctrica. En este sentido, el departamento del Cesar se podría convertir en uno de los principales referentes nacionales en el monitoreo y seguimiento de los proyectos que utilizan fuentes no convencionales de energía en el país.

Pero paradójicamente este territorio, presenta un rezago significativo en la apropiación de tecnologías novedosas, dada la carencia de capital humano cualificado en el área, una débil infraestructura investigativa y la escasez de inversión en proyectos de este tipo que permitan el desarrollo sostenible de los recursos energéticos disponibles.

Bajo este contexto, se plantea la implementación de un observatorio, que promueva la articulación de los sectores académico, productivo y social, entorno al uso de las energías renovables como modelo dinamizador del desarrollo, principalmente para las comunidades ubicadas en las ZNI del departamento.

Se espera que el observatorio aborde cinco líneas de investigación en energías renovables: 2 aplicadas (solar - eólica) y 3 a nivel experimental (producción de energía con biomasa, el funcionamiento de pequeñas centrales hidroeléctricas y el almacenamiento en celdas de combustible a partir de pilas de hidrogeno). El desarrollo de estas líneas de investigación abarcará la simulación, la metrología y la implementación de las soluciones más apropiadas de energización de acuerdo a las características económicas, ambientales, sociales y tecnológicas presentes entorno.



Esta propuesta se armoniza con el plan departamental (2016 – 2019) que consideran el aprovechamiento de las energías renovables como una apuesta de desarrollo. La investigación y la apropiación de las tecnologías para el aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía a mediano plazo no solo permitirán la generación o la transferencia de conocimientos, sino el establecimiento de alianzas entre distintos actores con fin de generar emprendimientos productivos y fortalecer las capacidades regionales como motor que impulse hacia la productividad o la equidad social.

Concomitante con lo anterior, en el Congreso de la República existe el Proyecto de Ley 133 de septiembre de 2018, el cual tiene como propósito básico que el Gobierno Nacional pueda financiar con aportes del Presupuesto General de la Nación y con créditos y/o garantías de crédito, la participación de las Entidades Territoriales en los proyectos de generación y distribución de energías alternativas renovables, tales como: la biomasa, los aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser consideradas según lo determine la UPME o quien haga sus veces. En este sentido, la participación de departamentos permitirá dotar a las Entidades Territoriales de una fuente de ingresos frescos, modernos y crecientes en el futuro. (Proyecto de Ley 133 de 2018).



3. IDENTIFICACIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En Colombia, la investigación y el desarrollo sobre el uso de las fuentes convencionales de energía es asunto relativamente nuevo. En la práctica las mejores experiencias en el escenario nacional se relacionan con la implementación de plantas hidroeléctricas dado que aproximadamente el 70%¹ de la energía generada proviene de este recurso vital.

El departamento del Cesar, no ha sido ajeno a esta tendencia dada sus potencialidades en materia de recurso solar, en el último año se viene gestando proyectos de generación destacables, como el caso de la planta de energía solar en el municipio de El Paso, que tiene una capacidad instalada de 86,2 MW /176 GWh/año, proyecto ideado por el Grupo ENEL y su filial Enel Power Energy Colombia (EGPC) que aspira entrar en operación en el segundo semestre de esta año.

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 los habitantes de esta zona del país, según cifras oficiales en el departamento del Cesar existen aproximadamente 10.508 viviendas sin conexión al servicio de energía eléctrica, de las cuales 4.771 pertenecen a ZNI².

Otro síntoma importante de destacar se relaciona con el bajo nivel desarrollo científico en el departamento, según Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), en el año 2017 en el departamento del Cesar existían 45 grupos de investigación debidamente acreditados, suceso que representa solo el

¹ Ibíd., Pág. 26.

² Resultados Plan Indicativo de Expansión de Cobertura. 2016 – 2020.



0,86%³ de la capacidad existente en el país. Igualmente, al no disponer de un centro de investigación y desarrollo tecnológico, existe una baja cantidad de proyectos financiados en esta materia con recursos del Sistema General de Regalías (SGR).

³ <http://www.colciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/grupos>. 2017

3.1.1. Diagnóstico del Área Influenciada del Proyecto

El área de influencia del proyecto posiblemente estará ubicada en instalaciones de la Universidad Popular Del Cesar UPC (sede Valledupar) centro universitario ubicado en zona urbana del municipio. (Ver Mapa 1)

Mapa 1. Ubicación Zona de Incidencia del Proyecto



Fuente: NASA. Google.Maps. 2018.

Vista Aérea de la Universidad



Fuente: www.unicesar.edu.co, 2018

- Población

El proyecto pretende beneficiar al mayor número de estudiantes que quieran familiarizarse con el uso de las nuevas tecnologías para el aprovechamiento del potencial en fuentes no convencionales de energía disponibles de los departamentos del Cesar, Magdalena y La Guajira.

- **Total, Población Afectada:** 22.416 estudiantes que representa un 30% de los posibles beneficiarios que se encuentran por fuera al acceso de educación superior. (MEN. Síntesis de Cobertura en Educación del Cesar. 2014).



- **Población objetivo:** 16.388 estudiantes de educación superior en disciplinas asociadas. Esta cifra puede ser fluctuante teniendo en cuenta la oferta y demanda de los departamentos del Cesar, La Guajira y Magdalena.



Tabla 1. Matriz de Identificación Poblacional

Lugar del Proyecto	Beneficiarios	Distancia Aprox. (Cabecera Municipal)	Condiciones de Acceso	Suministro de Agua	Suelos	Infraestructura de Generación Existente
Universidad Popular del Cesar	16.388 Estudiantes	Cabecera municipal	Zona Urbana	Agua de Pozo Profundo de 75 m con un nivel medio de producción de 10 Lts/s	Topografía plana de suelos arenosos de mediana fertilidad.	Sin Información.



3.1.2. Diagnóstico de los Participantes

Participante	Posición	Tipo de Contribución	Rol
Universidad Nacional de Colombia. Sede La Paz.	Cooperante	Asistencia Técnica	Centro de Educación Superior. Líder en Colombia en investigaciones asociadas al uso de biomasa e hidroenergía.
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.
Gobernación del Cesar	Cooperante	Recursos de Cofinanciación	La Gobernación a través de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Empresarial se encarga de administrar y destinar recursos del Sistema General de Regalías.
Comunidad Estudiantil	Beneficiarios	Recurso Humano	Participar activamente en el proceso de desarrollo del proyecto.



3.2 MARCO DE REFERENCIA

3.2.1. Contribución a la Política Pública

Esta propuesta se encuentra alineada con las directrices actuales del plan de desarrollo nacional 2014-2018 que tiene como línea estratégica ampliar la cobertura y la generación de energía eléctrica para todos los colombianos. Tal como se menciona en el numeral d) del objetivo Estratégico No 5. Consolidar el desarrollo minero-energético para la equidad regional:

“En las zonas no interconectadas y en zonas de difícil acceso se implementarán sistemas de generación de energía eléctrica con un criterio de eficiencia económica, según los lineamientos del Plan de Energización de las Zonas No Interconectadas (PEZNI), dando prioridad a los proyectos contenidos en los planes de energización para estas zonas que consideren el uso productivo del recurso energético en beneficio de la comunidad”. (DNP, 2015, Pág 234).

Igualmente, en el artículo 34 de la Ley 1014 del 2017, determina que el Ministerio de Minas y Energía promoverá el desarrollo de soluciones híbridas que combinen fuentes locales de generación eléctrica con fuentes diésel y minimice el tiempo de funcionamiento de los equipos diésel en coherencia con la política de horas de prestación del servicio de energía eléctrica para ZNI.

En concordancia con esta directriz el Plan de Desarrollo Departamental (2016 – 2019), “El Camino de Desarrollo y la Paz”, reconoce la importancia de garantizar el acceso al servicio de energía eléctrica, mediante el uso de las energías renovables como insumo para el desarrollo de las actividades productivas en la zona rural.



Figura 1. Contribución a la Política Pública

Plan del PND

(2014-2018) Todos por un Nuevo País.

Programa del PND

Pilar: Equidad

Objetivo 5. Consolidar el desarrollo minero-energético para la equidad regional.

Departamental:

Plan de Desarrollo. (2016 -2019). “El camino de Desarrollo y la Paz”.

1.7. Más y Mejores Servicios Domiciliarios

2.1. Más Oportunidades para el desarrollo

2.2.1 La Revolución del Campo

2.7. Desarrollo Verde

Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación del departamento del Cesar

- Retos tecnológicos para la agroindustria.

Fuente: Equipo Investigador PERS – Cesar 2018.



4. PROBLEMA CENTRAL, CAUSAS Y EFECTOS

- **Problema Central:**

Bajo nivel de Investigación, Desarrollo e Innovación en tecnologías para el aprovechamiento sostenible de las fuentes no convencionales de energía en el departamento del Cesar

Causas Directas:

- Limitada disponibilidad de ambientes para la formación e investigación en energías renovables.
- Débil capacidad técnica y tecnológica de la población
- Ausencia de Redes de Conocimiento en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Efectos Directos:

- Baja capacidad de transferencia de tecnologías a los sistemas productivos
- Deficiente apropiación en el uso de tecnologías asociadas a las fuentes no convencionales de energía
- Poca estructuración y participación en proyectos asociados al uso de las energías renovables



5. IDENTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVAS

5.1. NOMBRE DE LA ALTERNATIVA:

Alternativa 1: Montaje de la Unidad para la Investigación en Energías Renovables.

Alternativa 2: Oficina de Seguimiento de Proyectos Energéticos de la Universidad Popular del Cesar.

5.1.1. Recursos Disponibles

Según el mapa el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono en Colombia (UPME, IDEAM, 2015), la Ecorregión por sus condiciones geográficas y climatológicas posee un buen potencial en materia de recurso solar, se tienen en cuenta las siguientes alternativas:

Tabla 2. Potencial Promedio de Radiación Solar y Viento

Ecorregión	Municipio	Coordenada de Referencia	Radiación Solar Promedio (Kwh/m ² /dia)	Velocidad del Viento Promedio (50m)	Velocidad del Viento Promedio (10m)
Valle del Cesar	La Paz	10° 23' 25.03 " N 73° 12' 00.98 " W	5, 5 – 6.0	2 – 4	1,5 – 2,5

Fuente: RETScream – NASA. 2018.



5.1.2. Metodología de Selección de Alternativas de Generación Eléctrica

Para este caso, se realizó el análisis de cada una de las alternativas energéticas posibles, utilizando la aplicación **Homer (*Hibrid 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”⁴.

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.

- Configuración General del Sistema

Alternativa (1). Sistema Híbrido (Solar – Eólico 40 kW) Conectado a Red: considera el uso combinado de dos o más tecnologías en función de los recursos disponibles en la zona conectado a la red eléctrica de distribución.

Alternativa (2). Sistema de Interconexión Nacional: Red eléctrica de distribución de la energía existente en la localidad.

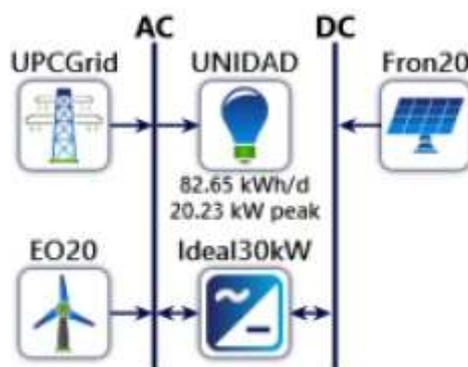
⁴ CASAROTTO, C.F. “Evaluación de Sistemas Híbridos para la Electrificación de Zonas Remotas mediante HOMER”. Universidad Nacional de Comahue. Ponencia. Cuarto Congreso Nacional – Tercer Congreso Iberoamericano Hidrogeno y Fuentes Sustentables de Energía – HYFUSEN . 2011.

El sistema a simular tiene los siguientes elementos:

- Paneles solares
- Aerogenerador
- Conversor DC/AC

En la siguiente figura se muestran los componentes a simular.

Figura 2. Componentes a Simular



Fuente: Homer Pro. 2018.

- **Demanda de Consumo**

Tomando como referencia los datos asociados al perfil de consumo que requiere el funcionamiento de todos los equipos electrónicos que se requieren para el funcionamiento de la Unidad de Investigación, se encuentra que la demanda consumo diaria necesaria es de 82.65 kWh/d.



- 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 3. Costos Componentes (Precios en Dólares Americanos)

Componente	Tamaño	Capital (\$)	Reemplazo (\$)	O & M
Fronius Symo 20.0-3-M with Generic PV	20	18.000	18.000	100
Eocycle EO20	20	50.000	50.000	200
Ideal Power Grid-Resilient 30kW	30	4.000	4.000	60

Fuente: Equipo Investigador PERS Cesar. 2018.

-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 descargados directamente por la aplicación del portal de Power Data Access Viewer - NASA.

Figura 3. Datos Ingresados Recurso Solar



Figura 4. Datos Ingresados de Recurso de Viento



Figura 5. Datos Ingresados Recursos de Temperatura



- Resultados

La ventaja de usar HOMER para determinar la mejor alternativa de energización, es que se pueden plantear escenarios. Para este caso en particular dado que el sistema será interconectado a la red solo se plantea un solo escenario con dos posibles combinaciones así:

Figura 6. Escenario Único. Demanda 82.65 kWh/d

Optimization Results															
Left Double Click on a particular system to see its detailed simulation results.															
Architecture					Cost					System					
Panel	Wind	MPPT	LPCC	Generator	Dispatch	RFC	CC	Operating cost	Initial capital	New Price	Total fuel	Capital Cost	Production	Capital Cost	Production
(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(%)	(\$/yr)	(\$/yr)	(\$)	(\$)	(\$/yr)	(\$)	(kWh/yr)	(\$)	(kWh/yr)
0.00018	20.0	1	999.999	0.00185	CC	\$4.162	\$0.00472	\$3.548	\$50.000	84.8	0	24.5	13.3	30.000	57.800
0.0327	20.0	1	999.999	0.00905	CC	\$9.086	\$0.100	\$3.016	\$190.000	0.0631	0	98.1	53.0		

De acuerdo a los resultados de HOMER, para los dos escenarios no existe una configuración común que satisfaga plenamente las necesidades de consumo para la demanda de 82.65 kW.

Configuración No. 1. Solar – Eólico On Grid

Esta combinación contiene los siguientes elementos:

- **Tabla 4. Componentes Alternativa No.1.**

Elemento	Nombre del Componente	Cantidad
PV	Fronius Symo 20.0-3-M with Generic PV	0.00818
Turbina Eólica	Eocycle EO20	1
Convertidor	Ideal Power Grid-Resilient 30kW	0.00126
Grid	Red Electrica Universidad	999,999

Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

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

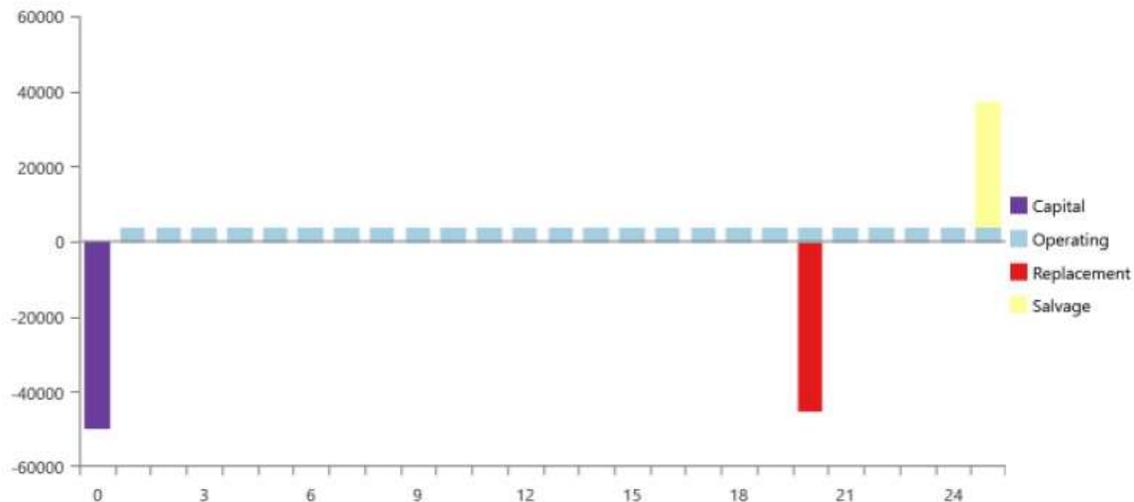
Tabla 5. Costos Alternativa No. 1

Costo	Valor
Costo Presente Neto	\$ 4.162
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.00472/kWh
Costo anual de operación	-\$ 3.548 /yr

Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

Igualmente, en la siguiente figura se puede ver la distribución de los costos por elemento, el único reemplazo a lo largo del proyecto, está dado el convertidor.

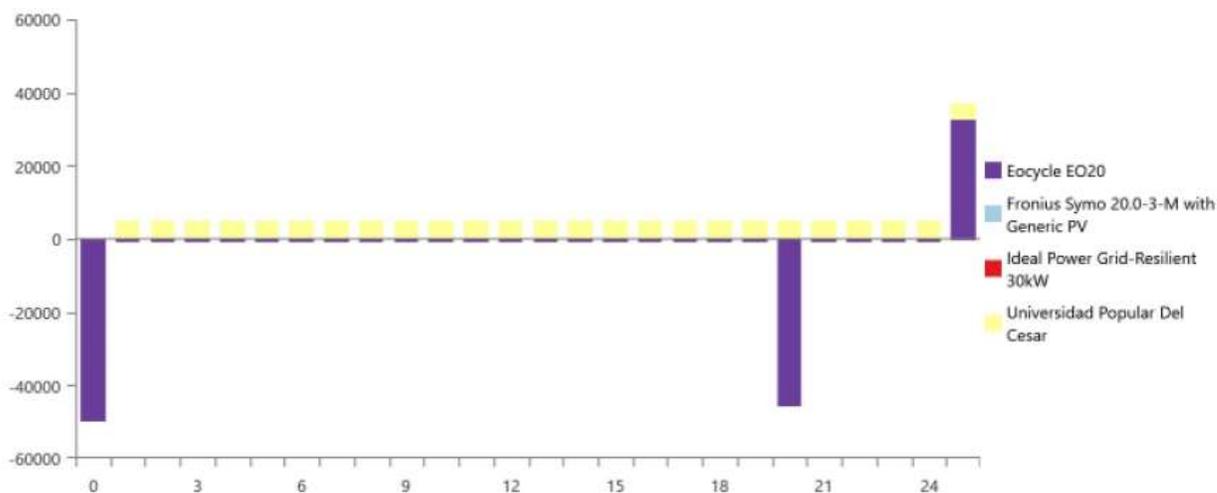
Figura 7. Resumen Flujo de Capital Configuración No. 1.



Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

Dado estos parámetros, el costo de inversión inicial tiene un valor de \$ 50.025. En la figura No. 8, se muestra un reemplazo del aerogenerador en el Año 20 y el valor de salvamento generado por el mismo componente.

Figura 8. Flujo Neto de Inversión



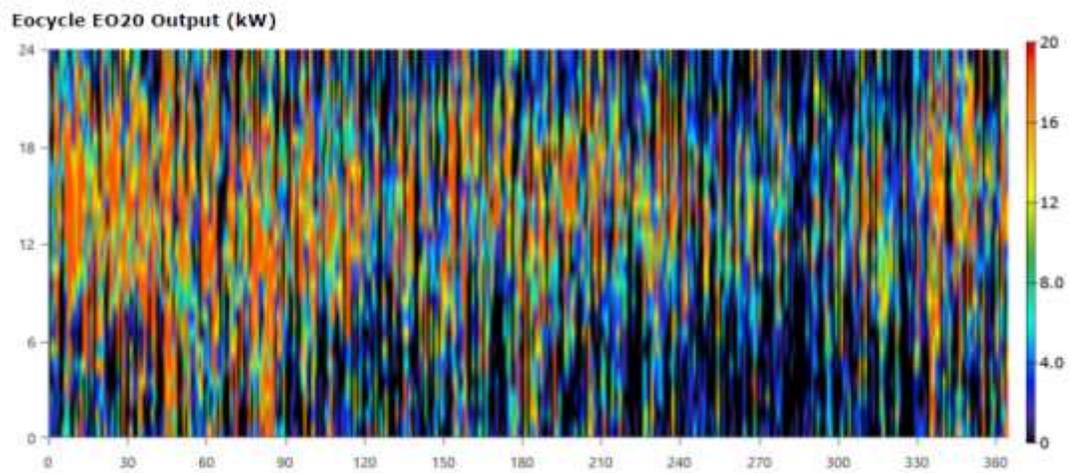
En la tabla 6, se muestra que la turbina eólica genera el 84,6% de la producción eléctrica del sistema.

Tabla 6. Generación Eléctrica / Componente

Componente	Producción (kWh/año)	Fracción
Fronius Symo 20.0-3-M with Generic PV	13,3	0.0194%
Eocycle EO20	57.690	84,6%
Grid Purchases	10464	15,4 %
Total	68.168	100%

Fuente: Homer – Energy. Pro 2018.

Figura 9. Potencia de Salida Anual Diaria – Aerogenerador



Fuente: Homer Pro. 2018.

Tabla 7. Resumen Estadístico - Turbina Eólica

Quantity	Value	Units
Maximun Output	19.4	kW
Wind Penetration	191	%
Hours of Operation	6797	Hrs/yr
Levelizes Cost	0.0028	\$/kWh
Total Production	57690	kWh/yr

Fuente: Homer Pro. 2018.

Configuración No. 2. Sistema (Eólico – On Grid)

Este sistema contiene los siguientes elementos:

- Tabla 8. Componentes Alternativa No.1.

Elemento	Nombre del Componente	Cantidad
Turbina Eólica	Eocycle EO20	1
Grid	Red Eléctrica Universidad	999,999

Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

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

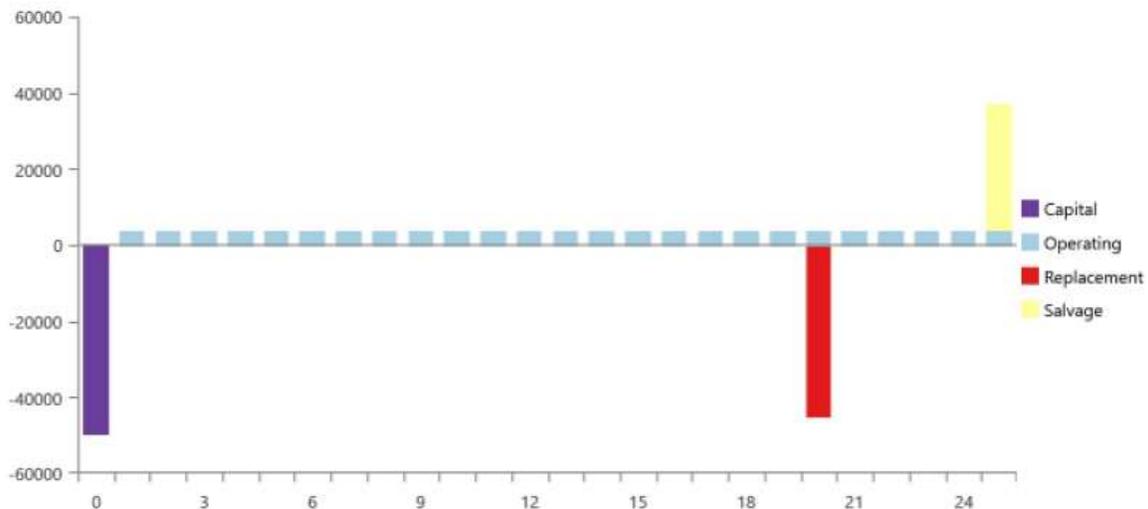
Tabla 9. Costos Configuración No. 2

Costo	Valor
Costo Presente Neto	\$ 4.143
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.00470/kWh
Costo anual de operación	\$ -3.548 /yr

Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

Igualmente, en la siguiente figura se puede ver la distribución de los costos por elemento, el único reemplazo a lo largo del proyecto, está dado por el aerogenerador.

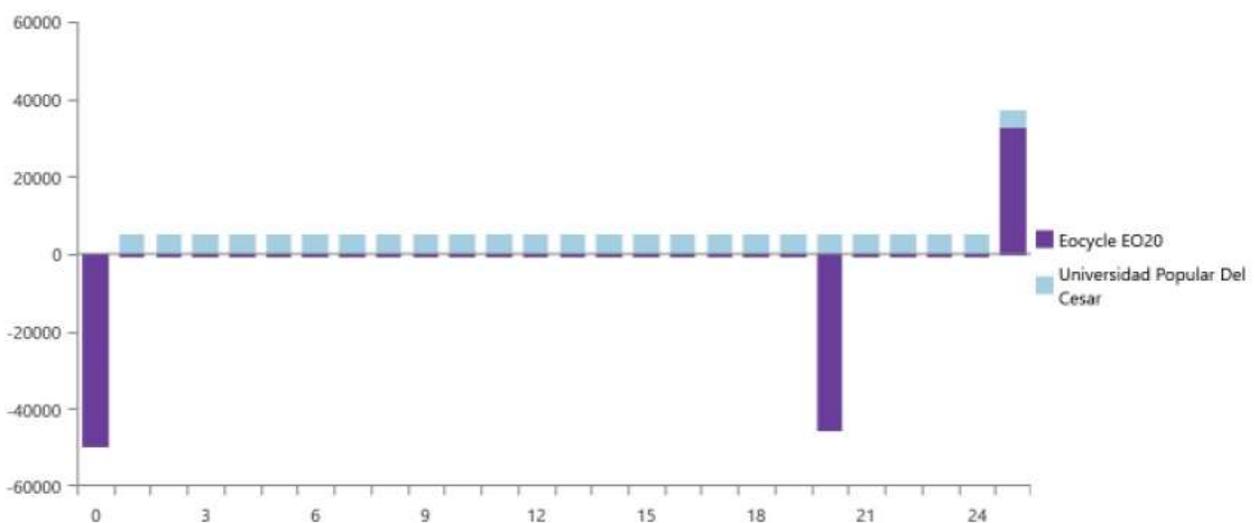
Figura 10. Resumen Flujo de Capital Configuración No. 2.



Fuente: Homer Energy Pro. 2018.

Dado estos parámetros, el costo de inversión inicial tiene un valor de \$ 50.000. En la figura No. 16, se muestra un reemplazo del aerogenerador en el Año 20 y el valor de salvamento generado por el mismo componente.

Figura 11. Flujo Neto de Inversión



Tal como se mostró en la combinación anterior la turbina eólica, genera el 84,6% de la generación eléctrica del sistema.

Tabla 10. Generación Eléctrica / Componente

Componente	Producción (kWh/año)	Fracción
Eocycle EO20	57.690	84,6%
Grid Purchases	10464	15,4 %
Total	68.168	100%

Fuente: Homer – Energy. Pro 2018.

Tabla 11. Resumen Configuración de las Posibles Configuraciones

	Elemento	Componente	Cantidad
Alternativa 1	PV	Fronius Symo 20.0-3-M with Generic PV	0.00818
	Turbina Eólica	Eocycle EO20	1
	Convertidor	Ideal Power Grid-Resilient 30kW	0.00126
	Grid	Red Electrica Universidad	999,999
Alternativa 2	Turbina Eólica	Eocycle EO20	1
	Grid	Red Eléctrica Universidad	999,999

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

Tabla 12. Comparación de costos entre alternativas y escenarios

	Escenario 1.	
	Configuración 1	Configuración 2
Costo Presente Neto	\$ 4.162	\$ 4.143
Costo Nivelado de la Energía	\$ 0.00472/kWh	\$ 000470./kWh
Costo anual de operación	-\$ 3.548 /yr	\$-3.548 /yr

- Selección de la Alternativa

Al comparar las dos alternativas, se puede observar que la alternativa 1 (Solar – Eólico On Grid) presenta un poco significativo menor Valor presente Neto. Igualmente debido a la complementariedad de las tecnologías y el hecho que el mayor aporte eléctrico es generado por el componente eólico se selecciona esta opción.

5.2 RESUMEN DE LA ALTERNATIVA

Como alternativa posible y viable de solución al problema asociado al bajo nivel de Investigación y desarrollo para el aprovechamiento sostenible de las fuentes no convencionales de energía en el departamento de la Cesar, se centrará en la implementación de una Unidad de Investigación de 800 metros cuadrados de área construida, dotado con equipos de última generación especializados en el entrenamiento, medición e investigación en áreas relacionadas a la Energía Solar, Eólica, Biomasa, PCH.

De forma complementaria, la unidad contará con una planta de generación (solar – eólica) conectado a red de 40 kWp.

Esta iniciativa se considera una alternativa viable, dado el impacto positivo que genera en el desarrollo productivo de las comunidades en el territorio y el respaldo que tendrá por parte de la Universidad Popular del Cesar.

5.2.1 Líneas Generales de Investigación.

Entre las líneas generales de investigación a desarrollar en la Unidad de Investigación se destacan:

- a) Producción de Energía mediante sistemas Eólicos.
- b) Generación de Energía Fotovoltaica.
- c) Producción de energía (PCH)
- d) Producción de gas a partir de Biomasa
- e) Almacenamiento de energía a partir de pilas de Hidrógeno

La siguiente tabla muestra los contenidos generales de cada línea de investigación a desarrollar

Tabla 13. Contenido Generales por Línea de Investigación

Ítem	Línea de Investigación	Proyectos Posibles de Investigación
1	Solar Fotovoltaica y Térmica	Análisis de Datos de Estaciones Meteorológicas Adaptación a Equipos de Potabilización o suministro de Agua Sistemas de medición y control Procesamiento de Datos Integración Arquitectónica de la energía solar fotovoltaica Sistemas de Calor – Frio Sistemas Inteligentes de Monitoreo y Control.
2	Eólica	Evaluación y Predicción de Recursos Eólicos Sistemas de medición y control Procesamiento de Datos. Sistemas Híbridos de Generación Distribuida Otras aplicaciones de uso doméstico e industrial
3	Biomasa	Evaluación del Potencial de Biomasa en un área específica Generación de Gas y Energía Eléctrica Desarrollo de Cultivos Energéticos para la Producción de Biocombustibles. Estudios de Sostenibilidad
4	Minihidráulica	Procesamiento de Datos Sistemas de Medición y Control Fabricación de Prototipos Desarrollo de Nuevas Tecnologías de aprovechamiento del Recurso Hídrico.
5	Pilas de Combustible Hidrogeno	Producción y Almacenamiento de Hidrogeno Almacenamiento de Energía en Celdas de Combustible Cogeneración. Sistemas de Monitoreo y Control.

Fuente: Equipo de Investigación PERS Cesar. 2018.



5.3. OBJETIVOS

5.3.1. General

Mejorar el nivel de I+D+I en tecnologías para el aprovechamiento sostenible de las fuentes no convencionales de energía en el departamento del Cesar

5.3.2. Específicos

- Realizar el montaje de un ambiente para la formación e investigación en energías renovables
- Generar capacidades técnicas y tecnológicas para el uso de las fuentes no convencionales de energía como alternativa de abastecimiento energético en la población
- Establecer redes de conocimiento científico en torno a las tecnologías de generación de energías limpias como factor de bienestar social de los posibles beneficiarios.

5.4. IMPACTO ESPERADO

La siguiente tabla muestra los impactos positivos esperados durante la ejecución del proyecto.

Tabla 14. Impactos Esperados

Clase de Impacto	Subclase	Nivel de Incidencia	Indicador	Meta Esperada	Observaciones
Científico y Tecnológico	Participación del recurso humano de la organizaciones cooperantes en la ejecución	Alto	Número de Docentes Vinculados	3	Se aspira a que al menos (3) docentes participen de manera directa en el proyecto.
	Actividades de Divulgación y Transferencia Tecnológica		Número de Estudiantes Sensibilizados	600	Ninguna
Productividad y Competitividad	Condiciones de Investigación y Desarrollo	Alto		Mejorar en 100% las condiciones para el desarrollo de procesos investigativos en energías renovables.	Ninguna
	Transferencia de Experiencias		Número de Instituciones Vinculadas	Al menos (2) instituciones de Educación Superior se vinculan al proyecto	Ninguno

5.5 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 del departamento del Cesar, relacionadas con la “valoración de Amenazas en la Subregión Norte”⁵, la siguiente tabla muestra los posibles riesgos generados por el desarrollo de la actividad al interior de la población objetivo.

⁵ Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo. Gobernación del Cesar. Plan Departamental de Gestión de Riesgo. Amenazas Identificadas y Priorizadas por Subregión. Pág. 81.

Tabla 15. Análisis de Riesgo según Actividades del Proyecto

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Efectos	Impacto	Medida de Mitigación
Caída de ramas sobre los componentes del sistema por tormentas eléctricas y huracanes.	Poco Probable	La caída de ramas u otros elementos afectaría el uso de los equipos, suceso que impediría el normal funcionamiento del mismo.	Bajo	Mitigar la presencia de árboles en los alrededores de las luminarias en caso de ser utilizadas en el exterior de la instalación.
Daño en los elementos de energización por la presencia de tormentas eléctricas.	Poco 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 provengan de las fuertes tormentas que puedan presentarse en la zona.
Afectaciones a los equipos por objetos impulsados por el viento en vendavales.	Poco Probable	Este riesgo afectaría la integridad de los paneles solares.	Moderado	Construcción de rejillas para la retención de sólidos de gran tamaño.

En la zona se presenta diversos riesgos relacionados principalmente con las amenazas de vientos por tormentas eléctricas. Las inundaciones generalmente corresponden a procesos naturales de poca ocurrencia durante las épocas de invierno; por el aumento de escorrentías en la zona de incidencia del proyecto.

Tabla 16. Análisis de Riesgo relacionado con el Entorno

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Efectos	Impacto	Medida de Mitigación
Contacto con los sistemas de almacenamiento de energía	Poco probable	Este riesgo es poco probable y se debe tener en cuenta tener cuidado en el uso de los elementos	Bajo	- Capacitar al personal, brindarle conocimientos hacia las normas de seguridad que deben cumplir al manipular los sistemas de generación.



6. ESTRATEGIAS PARA LLEVAR EL PROYECTO A PRE-FACTIBILIDAD

- La divulgación del proyecto a través de plataformas digitales en este caso el SIG PERS CESAR, permitirá acceder a él y conocer su importancia y viabilidad, logrando despertar el interés de diferentes y posibles entidades para su continuidad a nivel técnico-financiero y paso a la siguiente etapa.
- El desarrollo de alianzas entre las diferentes entidades involucradas en el proyecto y la gestión para la participación de otras que cuenten con las experiencias, habilidades y recursos que permitan la continuidad del proyecto.

6.1 POSIBLES FUENTES DE FINANCIACIÓN

- **Entidades Públicas:** Toda entidad pública cuenta con recursos propios y/o del orden nacional para la ejecución de proyectos y estrategias en harás de promover el desarrollo en la región, en este sentido tanto la Gobernación del Cesar como las Alcaldías Municipales podrán participar en la financiación de las actividades contempladas en el proyecto.
- **Entidades Privadas:** En el departamento del Cesar se han establecidos entidades privadas que cuentan con los recursos para aportar al fomento y desarrollo regional, a través de la financiación de proyectos, convirtiéndolas en posibles actores que contribuyan para la ejecución de estrategias.
- **Fuentes de Cooperación Internacional:** Se cuenta con la presencia de entidades internacionales que se encuentran en el territorio, con el fin de apoyar el desarrollo socioeconómico aportando recurso humano y financiero.



6.2. CRONOGRAMA

(Ver Documento Técnico – Cronograma)

6.3. PRESUPUESTO

(Ver Documento Técnico – Cronograma)



7. BIBLIOGRAFIA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO PARA EL FOMENTO DE LA CIENCIA, LA INVESTIGACION Y LA TECNOLOGIA. (2015). Estado de la Ciencia en Colombia. Bogotá.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADISTICA (2015). Caracterización Poblacional del Departamento del Cesar.

ESTEVEZ, Natalia (2011). Energización de las zonas no Interconectadas a partir de las Energías Renovables Solar y Eólica. Universidad Pontificia Javeriana. Maestría en Gestión Ambiental. Bogotá.

GOBERNACION DEL CESAR. Oficina Asesora de Planeación Departamental. Plan de Desarrollo del Departamento de Cesar. “El Camino de Desarrollo y la Paz”. (2016 – 2019).

UPME. (2011) Formulación de un Plan de Desarrollo para las Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia. Bogotá.

UPME. (2015). Integración de las Energías No Convencionales en Colombia. Bogotá.

SENADO DE LA REPUBLICA (2018). Proyecto de Ley 133 de septiembre de 2018. Participación de las entidades territoriales en proyectos de generación y distribución de energías alternativas renovables.



Plan de Energización Rural Sostenible del Departamento del Cesar

(PERS- CESAR)

Convenio Interinstitucional

GOBERNACIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL CESAR

FRANCISCO OVALLE ANGARITA
Gobernador

CARLOS EDUARDO CAMPO CUELLO
Secretario de Agricultura y Desarrollo Empresarial

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME)

RICARDO RAMIREZ CARRERO
Director General

OSCAR PATIÑO ROJAS
Jefe Oficina de Gestión de Proyectos de Fondos

INSTITUTO DE PLANIFICACIÓN Y PROMOCIÓN DE SOLUCIONES ENERGÉTICAS PARA LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS (IPSE)

NEILA LUZ BALETA MIZAR
Directora (E)

CONSORCIO PSC