



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE CREACIÓN DE UN CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN  
ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL DEPARTAMENTO DE  
AMAZONAS (COLOMBIA)**

**ANDREA J. NIÑO RAMOS**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN DE EMPRESAS,  
PRODUCTOS Y SERVICIOS**

**TRABAJO FIN DE MASTER (PROFESIONAL)**

**TUTOR: MARÍA DEL ROSARIO DE MIGUEL MOLINA**

**VALENCIA, MARZO DE 2018**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	<b>2</b>
<b>TABLA DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>4</b>
<b>SIGLAS</b> .....	<b>6</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1 OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>10</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>11</b>
<b>3. BACKGROUND</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 ESTUDIOS SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA Y EL AMAZONAS</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2 CENTROS DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE ENERGÍAS     RENOVABLES EN COLOMBIA, LATINOAMÉRICA Y ESPAÑA</b> .....	<b>16</b>
3.2.1 CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN COLOMBIA .....	16
3.2.2 CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN LATINOAMÉRICA .....	18
3.2.3 CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA .....	19
<b>4. SITUACIÓN ACTUAL DE AMAZONAS</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1 LÍNEA BASE ENERGÉTICA DE LETICIA SEGÚN EL SISTEMA NACIONAL DE     TELEMETRÍA</b> .....	<b>23</b>
<b>5. INDUSTRIA DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN COLOMBIA</b> .....	<b>27</b>
<b>5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS</b> .....	<b>27</b>
5.1.1 ENERGÍA SOLAR .....	28
5.1.1.1 Energía solar térmica .....	30
5.1.1.2 Energía solar térmica concentrada .....	30
5.1.1.3 Energía solar fotovoltaica .....	31
5.1.2 ENERGÍA EÓLICA .....	34
5.1.3 BIOMASA.....	43
6.1.4 CELDAS DE COMBUSTIBLE .....	50
6.1.5 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	51
<b>5.2 BENEFICIOS TRIBUTARIOS EN COLOMBIA</b> .....	<b>55</b>
<b>6. BENEFICIOS ASOCIADOS AL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN LA ZONA</b> .....	<b>59</b>
<b>6.1 PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL DEL AMAZONAS</b> .....	<b>59</b>
<b>6.2 ARTICULACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE-ODS</b> .....	<b>61</b>
<b>6.3 CENTRO INDUSTRIAL Y DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DEL SENA     REGIONAL GUAJIRA</b> .....	<b>63</b>
<b>6.4 SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS (SGR)</b> .....	<b>67</b>
<b>7. MATRIZ DAFO PARA LA REGIÓN TENIENDO EN CUENTA LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PAÍS</b> .....	<b>71</b>

<b>8. ENTREVISTAS.....</b>	<b>73</b>
<b>9. PROPUESTA: CREACIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS PARA EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS.....</b>	<b>77</b>
<b>10. ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS .....</b>	<b>82</b>
<b>10. 1 SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA .....</b>	<b>82</b>
10.2 ARTICULACIÓN DE PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL 2015-2018 - SENA .....	83
10.3 ANÁLISIS DAFO DEL CENTRO PROPUESTO.....	86
<b>10.4 DESCRIPCIÓN DE TECNOLOGÍAS A UTILIZAR EN EL CENTRO .....</b>	<b>88</b>
<b>10.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....</b>	<b>90</b>
<b>10.6 PRESUPUESTO .....</b>	<b>94</b>
<b>10.7 ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA FISICA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>97</b>
10.7.1 EXPLICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DESGLOSADA .....	98
<b>11. CONCLUSIONES.....</b>	<b>102</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>107</b>

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Prisma Flow Diagram Fuente: Elaboración propia .....	14
Ilustración 2 Diagrama Unifilar Leticia Fuente: Informe de Telemetría del IPSE, junio 2017 .....	25
Ilustración 3 Descripción del Sitio Fuente: Informe de telemetría del IPSE, junio 2017 ....	25
Ilustración 4 Diagrama Unifilar Puerto Nariño Fuente: Informe de Telemetría del IPSE, junio 2017 .....	26
Ilustración 5 Descripción del sitio Fuente: Informe de Telemetría del IPSE, junio 2017 ....	26
Ilustración 6 Tipos de energías alternativas Fuente: Elaboración propia .....	28
Ilustración 7 Solar Térmica Concentrada Fuente: Energiaestrategica.com .....	31
Ilustración 8 Células fotovoltaicas Fuente propia: tomado en la comunidad de Macedonia, Amazonas, donde se está desarrollando el proyecto “DESARROLLO DE SOLUCIONES ENERGÉTICAS HÍBRIDAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS” .....	32
Ilustración 9 Mapamundi de radiación Solar Fuente: Camargo y Dallos, 2011 .....	33
Ilustración 10 Radiación Solar en Colombia por regiones Fuente: Atlas de Radiación Solar, 2011 .....	34
Ilustración 11 Distribución global del potencial de la energía eólica terrestre promedio anual (W/m <sup>2</sup> ) Fuente: Lu et al, 2009 .....	38
Ilustración 12 Capacidad anual de generación eólica instalada en el mundo en el periodo 2003-2011 Fuente: Energiaestrategica.com .....	39
Ilustración 13 Promedio multianual de la velocidad media (m/s) del viento en la superficie Fuente: Atlas de viento y energía Eólica de Colombia, elaborado por la UPME, 2012 .....	41
Ilustración 14 Turbinas eólicas en el Parque Eólico Jepírachi Fuente: Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2012 .....	43
Ilustración 15 Flujos de energía solar almacenados en biomasa residual (UPME) Fuente UPME, Biomasa, Fuente renovable de energía, 2003 .....	44
Ilustración 17 Producción mundial de etanol y biodiesel Fuente: REN 21-2012 .....	47
Ilustración 18 Potencial energético total de los residuos sólidos Fuente: Mapa del Sector de Residuos Sólidos Orgánicos Urbanos, UPME, 2010 .....	50
Ilustración 19 Celda unitaria de combustible Fuente: Química Física, Atkins, 2008 .....	51
Ilustración 20 Inversión en infraestructura tecnológica del Centro en la Guajira Fuente: Informe Centro Industrial y de Energías Renovables-Regional Guajira, 2009 .....	65
Ilustración 21 Capital humano capacitado en energía y mantenimiento requerido en el centro Fuente: Informe Centro Industrial y de Energías Renovables-Regional Guajira, 2009 .....	66
Ilustración 22 Capital humano formado en 2019 Fuente: Informe Centro Industrial y de Energías Renovables-Regional Guajira, 2009 .....	67

Ilustración 23 Asignación de regalías por departamento Fuente: Presentación General del Sistema General de Regalías elaborado por el Departamento Nacional de Planeación de Colombia (DNP) y el Banco de la República. Tomado el 18 de agosto de 2017....	69
Ilustración 24 Diagrama de flujo para la presentación de proyectos financiados Fuente: Elaboración propia.....	79
Ilustración 25 Diagrama de flujo de actividades a realizar para la creación del centro Fuente: Elaboración propia.....	81
Ilustración 26 Cronograma de actividades Fuente: Elaboración propia.....	91
Ilustración 27 Cronograma de actividades en Project Fuente: Elaboración propia.....	92
Ilustración 28 Información ingresada a Project Fuente: Elaboración Propia .....	93
Ilustración 29 Cronograma de actividades y ruta crítica en Project Fuente: Propia.....	93
Ilustración 30 Información de actividades con la tarea crítica resaltada Fuente: Elaboración Propia.....	94
Ilustración 31 Propuesta de distribución de planta del laboratorio del centro de investigación Fuente: Elaboración propia .....	98
Ilustración 32 Instalación Solar Fuente: Elaboración propia.....	99
Ilustración 33 Instalación Aerogenerador Fuente: Elaboración propia .....	99
Ilustración 34 Estación meteorológica Fuente: Elaboración propia.....	99
Ilustración 35 Estación Biomasa Fuente: Elaboración propia.....	100
Ilustración 36 Estación microrred Fuente: Elaboración propia .....	100
Ilustración 37 Estación acumuladores de energía (baterías) Fuente: Elaboración propia ..	101
Ilustración 38 Estación celda de combustible o pila de hidrógeno Fuente: Elaboración propia.....	101
Ilustración 39 Equipo de computo y software especializado Fuente: Elaboración propia .	101

## **SIGLAS**

**ANLA:** Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

**CREG:** Comisión de Regulación de Energía y Gas

**CT+I:** Ciencia, Tecnología e Innovación

**DAFO:** Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades

**DNP:** Departamento Nacional de Planeación

**FNCE:** Fuentes No Convencionales de Energía

**GEE:** Gestión Eficiente de la Energía

**GEI:** Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

**I+D+i:** Investigación, Desarrollo e Innovación

**IES:** Instituciones de Educación Superior

**INEM:** Instituto Nacional de Empleo en España

**IPSE:** Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas

**MGA:** Metodología General Ajustada

**OCAD:** Órganos Colegiados de Administración y Decisión

**SENA:** Servicio Nacional de Aprendizaje

**SGR:** Sistema General de Regalías

**SIN:** Sistema Interconectado Nacional

**UPME:** Unidad de Planeación Minero Energética

**URE:** Uso Racional y Eficiente de la Energía o de Fuentes No Convencionales de Energía

**ZNI:** Zonas no interconectadas.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero empezar dándole gracias a la Universidad Politécnica de Valencia, por abrirme las puertas de su casa y permitirme vivir la experiencia más increíble de mi vida, porque no sólo me formó profesionalmente, sino que también me hizo crecer como persona, al vivir en otro país lejos de mi familia, con un sistema de educación diferente al mío y aun así hacerme sentir como en casa. Porque al realizar mi máster en esta institución, le daba continuidad al camino que ya había empezado mi padre, y de su mano y con la hospitalidad de la universidad hoy puedo decir con orgullo que soy alumni UPV.

Quiero agradecer igualmente a mi familia por apoyarme desde el inicio con este sueño que hoy culmino con mucha alegría, por ser mi motivación para nunca rendirme por más difíciles que hubieran sido los caminos a veces, y así lograr salir adelante siempre con su ayuda.

Un agradecimiento especial quiero expresar a mi directora de tesis y consejera en todos los aspectos María de Miguel, porque antes de ser formalmente mi directora, fue el apoyo y la guía en mi formación académica.

A todos los compañeros que me acompañaron en el camino académico y personal, quienes se convirtieron en amigos que recordaré por siempre e hicieron mucho más feliz mi estadía en España.

Y finalmente a todos los profesores, quienes contribuyeron con mi desarrollo profesional, transmisión de conocimiento y formación integral.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de las energías renovables está tomando mucha fuerza en los últimos años debido al agotamiento de las fuentes tradicionales de energía o combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón). Esto ha obligado a los países a buscar soluciones alternativas para suplirse de energía, aprovechando los recursos inagotables con los que cuentan y que son, principalmente, el sol y el viento. Por esta razón, los gobiernos internacionales han concentrado sus esfuerzos en el desarrollo y aplicación de tecnologías limpias para la generación de energías, que contribuyan con el medio ambiente y con la crisis energética mundial.

Debido a la situación energética actual; la investigación, desarrollo e innovación en energías alternativas cobra mayor importancia y valor, pues ayuda a generar y adaptar el conocimiento científico y tecnológico necesario para aprovechar el potencial energético de los recursos naturales como fuentes alternativas de abastecimiento, contribuyendo así con el bienestar social. Esta propuesta se convierte entonces en un medio para generar continuidad a los proyectos de energías renovables, con el fin de coadyuvar en la preservación de la zona forestal del departamento del Amazonas mediante la creación de un CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL DEPARTAMENTO DEL AMAZONAS, COLOMBIA, el cual colaborará en atenuar los efectos del cambio climático, la inundaciones, las altas temperaturas, sequías y tormentas a través del uso de energías limpias, al tiempo que se planteará un sistema de sostenibilidad para la administración, operación y mantenimiento - AOM- de las instalaciones energéticas previamente instaladas.

Este Centro ayudará a aprovechar energéticamente los recursos naturales en el Amazonas, y promoverá las articulaciones de los sectores, académico, político, empresarial, productivo y social para el desarrollo de comunidades que se encuentran en zonas no interconectadas (ZNI), además de fomentar el uso de tecnologías limpias para el progreso de la región. Finalmente, este proyecto podrá constituirse en un referente investigativo y empresarial a nivel local, regional, nacional e internacional sobre el conocimiento y utilización de las tecnologías relacionadas con las energías renovables, principalmente, la solar fotovoltaica.

# 1. OBJETIVOS

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer y documentar la necesidad de la creación de un Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo en energías alternativas en el departamento de Amazonas, Colombia.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Exponer la situación actual del departamento y los beneficios que le traería la creación de un Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo en energías alternativas.
- Buscar las articulaciones con las distintas entidades que podría tener el centro con los planes de desarrollo a nivel nacional y mundial.
- Realizar un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas, oportunidades,) del departamento de Amazonas y del Centro de investigación, innovación y desarrollo en energías alternativas.
- Explicar cómo se desarrollaría el proyecto según la ley colombiana.
- Realizar un cronograma de actividades para implementar el Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de energías alternativas.
- Realizar un presupuesto de los principales equipos con los que debe contar el laboratorio del Centro.
- Proponer una posible distribución de planta de los principales equipos que contendría el laboratorio del Centro.

## 2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para llevar a cabo este proyecto fue la siguiente:

En primer lugar, se realizó una revisión de información secundaria a través de artículos científicos y académicos, tesinas, informes y libros para conseguir información de energías alternativas del departamento de Amazonas, de la industria energética mundial, de los modelos de sostenibilidad ambiental y los centros de investigación que existen en Colombia, Latinoamérica y España.

Por otro lado, la fuente primaria utilizada para recolectar información de primera mano y reafirmar la información expuesta por los autores, fue mediante entrevista a una representación del grupo de microempresarios (Blu Radio Noticias, 2015) que trabajan en Leticia (la capital de Amazonas), en donde se establecerá el Centro. Con esas entrevistas se quiere contrastar el resultado extraído de la información secundaria, es decir de los problemas y oportunidades que tiene la región según el punto de vista de los empresarios. De este modo, se realizaron tres entrevistas en la ciudad de Leticia, contando con la disponibilidad que tenían las personas, durante el mes de octubre de 2017.

Con toda esta información, se realizó un análisis DAFO de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades y se seleccionó la alternativa más cercana a poder cubrirlas.

Dicha alternativa, que es la creación de un centro específico, se analizó asimismo mediante la matriz DAFO y se estableció un plan de creación.

### 3. BACKGROUND

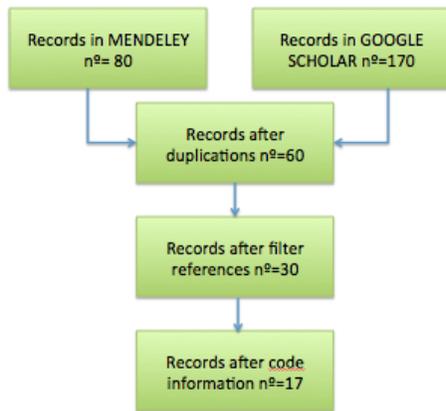
El tema de la energía se ha convertido en un aspecto de gran relevancia para el mundo debido a su proyección y visión de futuro. Gracias a ese interés, se han realizado una variedad de estudios sobre los tipos de energías utilizadas en los diferentes países, las ventajas y beneficios que ofrecen, además de cuidar el planeta antes de que los recursos naturales se agoten por completo. El crecimiento de la población y el desarrollo industrial han deteriorado el medio ambiente, por lo que tanto los gobiernos como los investigadores están buscando alternativas para disminuir el daño. Una forma de disminución es mediante la utilización de energías renovables con el fin de utilizar eficientemente los recursos naturales.

Se han realizado estudios del uso de la energía en diferentes países para analizar la situación actual de cada lugar y buscar soluciones eficientes que reduzcan o minimicen los efectos negativos originados por los abusos de la sociedad en cuanto al consumo energético. Existen tres principales problemas que están impactando al mundo en este momento: el primero hace referencia a la degradación del medio ambiente como el efecto invernadero y el calentamiento global, el segundo es el posible agotamiento de las fuentes energéticas a partir de combustibles fósiles y, finalmente, pero no menos importante, los problemas políticos y sociales derivados de la dependencia de los países industrializados a los recursos y fuentes energéticas. (Velasco, 2009)

### 3.1 ESTUDIOS SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA Y EL AMAZONAS

Se han estudios realizados con respecto al uso de energías renovables en Colombia y en el mundo. En éstos se encuentra información sobre la situación energética actual, el nivel de consumo en los países analizados, los diferentes tipos de combustibles utilizados para la generación de energía y el comportamiento de los mismos. Adicionalmente, se presenta el marco legal de cada uno de los países estudiados para lograr encajar los proyectos de energías renovables con la realidad de cada uno de los lugares y así contextualizarlos según su reglamentación.

Esta revisión de literatura se realizó mediante las bases de datos Google Scholar y Mendeley, en las cuales se encontraron artículos académicos y profesionales acerca de las energías alternativas y la sostenibilidad. Se dio preferencia a trabajos que estuviesen escritos en castellano y se enfocasen en el Amazonas, aunque también se incluyó algún trabajo encontrado en inglés. Para ello, se utilizaron como palabras clave: energías renovables o alternativas, sostenibilidad, modelos de sostenibilidad, Colombia y Amazonas. Inicialmente, arrojaron alrededor de 250 resultados, que fueron filtrados por países y por temas específicos que tuvieran relación con energías alternativas y sostenibilidad, como se muestra en la siguiente figura. Asimismo, se tuvo que restringir a aquellos documentos que tenían accesible el texto completo:



**Ilustración 1 Prisma Flow Diagram**  
Fuente: Elaboración propia

A continuación se mostrará un breve resumen de los principales resultados arrojados después de dicha búsqueda.

**Tabla 1 Revisión de estudios centrados en Colombia y/o el Amazonas**  
Fuente: Elaboración propia

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Ideas principales</b>
Andrade Coelho, 2016.	Open innovation Project: The system of online indicators in Science, Technology and Innovation of Amazonas (SiON).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterización de Amazonas.</li> <li>- Aplicación de proyectos de Open Innovation en Amazonas.</li> </ul>
Beneyto Ortega, 2012.	Estudio de las perspectivas de las energías renovables en los países del este. El caso de Bulgaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pronóstico del consumo de energía a futuro.</li> <li>- Tipos de combustibles consumidos mundialmente.</li> <li>- Situación actual en el mundo.</li> <li>- Aunque se centra en el comportamiento del mercado de Bulgaria, es contrastado con el de Colombia y Latinoamérica.</li> </ul>
Celemin Cuellar, 2016.	Estudio para la implementación de	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación de fuentes convencionales y no convencionales de energía.</li> </ul>

	un sistema fotovoltaico con alternativa rural sostenible de la vereda San Roque en el municipio de Ortega-Tolima.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación de energías según su origen.</li> <li>- Diseño de instalación fotovoltaica para la vereda.</li> </ul>
Gallo, Guerrero, Lozano y Rueda, 2009.	Análisis regional del Departamento de Amazonas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenta un informe de la producción del departamento, describe los diferentes sectores productivos y los factores socioeconómicos que influyen en la región.</li> </ul>
Lillo, 2016.	Acceso a la energía para el Desarrollo Humano Sostenible. Análisis de proyectos con Energías Renovables y modelos de gestión comunitarios en zonas rurales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La importancia de la energía como medio para ayudar a erradicar la pobreza y mejorar la calidad de vida de la población.</li> <li>- El impacto de proyectos de desarrollo sostenible en la vida de las personas.</li> <li>- Cómo desarrollar proyectos de energía en zonas rurales.</li> </ul>
Ñustes, Rivera, 2017.	Colombia: Territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resultados de investigación acerca del sector eléctrico en Colombia.</li> <li>- Estado actual del país con respecto a la energía.</li> <li>- Fuentes de financiamiento en Colombia.</li> </ul>
Petlova, Larson, Pacheco, 2011.	Desafíos para políticas y mercados en América Latina.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discute acerca los diferentes incentivos que se están utilizando en Latinoamérica para prevenir la deforestación y los mecanismos que pueden ser utilizados para contribuir con la preservación del medio ambiente y la sostenibilidad ambiental.</li> </ul>

Pinilla, 2001.	El Amazonas en el camino a la sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los recursos limitados que posee el Amazonas.</li> <li>- La sostenibilidad del hábitat.</li> </ul>
Ribó, 2015.	Análisis y selección de estrategias para el fomento de las energías renovables en Colombia a partir de la priorización de las barreras para su desarrollo basado en Analytical Network Process.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de energías renovables.</li> <li>- Impacto de las barreras en las energías renovables no convencionales.</li> </ul>
Rodríguez Murcia, 2009.	Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus expectativas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo y evaluación de la energía solar en Colombia.</li> <li>- Tipos de energías renovables utilizadas en el país.</li> </ul>
Valero, 2004.	S1 Energía y Desarrollo Social.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consecuencias del consumo energético.</li> <li>- Impacto en el desarrollo social.</li> </ul>

Al final, se pudo tener una buena caracterización del departamento de Amazonas, su situación actual y la relación que tiene con el país al que pertenece (Colombia).

Una vez hecha la revisión de la literatura de los temas más relevantes para el desarrollo de este proyecto, se prosigue a buscar Centros de Investigación, Innovación y Desarrollo que se hayan realizado anteriormente a nivel nacional (Colombia), Latinoamérica y España con el fin de tener referentes que sirvan de guía para la realización de este trabajo.

### **3.2 CENTROS DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA, LATINOAMÉRICA Y ESPAÑA**

#### **3.2.1 CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN COLOMBIA**

Colombia es un país con recursos económicos limitados, razón por la cual los recursos asignados a la investigación son escasos. En este sentido, la creación de un Centro de

Energías Alternativas en el Amazonas se hace aún más interesante, ya que sirve de referencia en otras regiones del país y fomenta la investigación a nivel nacional. A continuación, se nombrarán algunos proyectos relacionados:

- El Parque eólico de Jepirachí, que se realizó en el departamento de la Guajira mediante la instalación de aerogeneradores que se conectan al sistema interconectado nacional, el cual fue financiado por las Empresas Públicas de Medellín en el año 2003.
- El Ministerio de Minas y Energía en el año 2008 desarrolló un proyecto para realizar un centro de experimentación en el departamento de la Guajira, localizado en el norte de Colombia, el cual contemplaba energía eólica, fotovoltaica, baterías y plantas Diesel de energía. El proyecto inicialmente se concibió así y finalmente se constituyó en un sistema híbrido para las comunidades indígenas de Nazaret y Puerto Estrella en la Guajira.
- El Centro de Investigación e Innovación de Energía (CIEN) en el departamento de Antioquia, nació como resultado de la unión de esfuerzos del sector estatal y las universidades del departamento, el cual cuenta con un programa de I+D+i constituido por soluciones para el uso y producción eficiente de la energía, y mercados de energía.
- La Universidad del Norte de Barranquilla, ciudad perteneciente al departamento del Atlántico, cuenta con un laboratorio de energías renovables. Este laboratorio busca aprovechar del potencial eléctrico de la región y su alta radiación debido a su ubicación en una de las zonas costeras del país y con mayor número de horas de sol al año.

### 3.2.2 CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN LATINOAMÉRICA

- En México se encuentra un centro de energías renovables perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), llamado Centro de Investigación en Energía, que cuenta con grupos dedicados al estudio de materiales solares y sistemas energéticos que brindan capacitaciones sobre el tema.
- También se encuentra el Instituto de Investigaciones Eléctricas que realiza estudios de energía fotovoltaica, celdas de combustible, energía eólica y bioenergía; el Centro de Transferencia Tecnológica de Gasificación de Biomasa, el Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica.
- Y por último, en México, se inauguró el Centro Mexicano de Energías Renovables, el cual se enfocará en estudios acerca la eficiencia energética.
- El Centro de Innovación Energética o Centro de Innovación –ENE fue creado por los países miembros del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el cual servirá para financiar proyectos y promover el intercambio de conocimientos y estudios de innovación energética en América Latina a través de su sede en Washington.
- En Brasil se encuentra el Programa de Desarrollo e Investigación del Sector Eléctrico Brasileño, el cual se dedica a la investigación de fuentes alternativas de generación eléctrica, eficiencia energética y sistemas de energía, financiado por empresas del sector eléctrico que contribuyen con el programa donando parte de sus ingresos.
- Chile es un país que le ha dado especial importancia al desarrollo de nuevas tecnologías en energías renovables, por lo que ha creado varios centros de investigación especializados que trabajen en ello, tales como el Centro de Excelencia Geotérmica de los Andes de Chile, el Centro de investigación e

Innovación de Energía Marina (Centro MERIC por sus siglas en inglés Marine Energy Research and Innovation Center) en las Cruces, Valparaíso, y el Centro Chileno de Investigaciones en Energía Solar.

### 3.2.3 CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA

- En España existe un centro tecnológico especializado en la investigación aplicada y en el desarrollo y fomento de energías renovables denominado Centro Nacional de Energías Renovables –CENER-, el cual presta servicios de investigación en las siguientes energías: eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, biomasa, energética edificatoria e integración en red de las energías renovables.
- El Centro de Estudios de Energía Solar –CENSOLAR-, es un centro dedicado exclusivamente a la formación técnica de energía solar, el cual brinda sólo uno de los servicios que prestará el centro de investigación propuesto. CENSOLAR está avalado por el Ministerio de Educación y Ciencia de España y está oficialmente acreditado para entregar Certificados de Profesionalidad de Energía Solar y ofrece formación continua para trabajadores de empresas.
- El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial –CDTI-, tiene una misión parecida a la de los centros de investigación en energías renovables pues promueve la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas, mediante la financiación y apoyo de proyectos de I+D+i.
- El Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos-CIRSE- es un centro creado con el apoyo de la Universidad de Zaragoza en España, que busca impulsar el desarrollo de actividades de I+D+i y acciones formativas que

contribuyan con el desarrollo sostenible y respondan a las necesidades de los sectores productivos en el ámbito energético.

- El Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas – CIEMAT-, es un organismo público perteneciente al Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, que se encarga de crear conocimiento básico para ser aplicado en el sector industrial, trabajando de la mano con otros centros de I+D+i, contribuyendo y apoyando la innovación.
- EU-SOLARIS es una iniciativa europea que se dedica al fomento y contribución del desarrollo tecnológico y científico de las tecnologías de la Energía Solar Termoeléctrica (STE).
- El Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables –CTAER-, tiene como objetivo contribuir con el aprovechamiento de las energías renovables a través de la investigación, el desarrollo tecnológico, la innovación y la formación, aumentando la competitividad en las empresas.
- La asociación de Centros de Investigación Europeos en Energías Renovables – EUREC.
- La Universidad Politécnica de Valencia (UPV) cuenta con un parque científico que se encarga de todo el sistema de I+D+i de la institución en las diferentes áreas del conocimiento, entre ellas la de energía apoyada por los Institutos de Ingeniería Energética y Tecnología Eléctrica.

## 4. SITUACIÓN ACTUAL DE AMAZONAS

Amazonas es uno de los 32 departamentos que componen Colombia, se encuentra ubicado al sur de la línea ecuatorial, limita con los departamentos de Caquetá, Vaupés y Putumayo y con países como Brasil y Perú y es el territorio colombiano con mayor extensión. Se caracteriza por su clima tropical debido a la cercanía con la línea ecuatorial y por su alto grado de humedad, factores que favorecen el desarrollo de la flora y la fauna. Está bañado por numerosos ríos y quebradas que constituyen las principales vías de comunicación en el interior del departamento. Además de su biodiversidad, cuenta con una pluralidad étnica y, como consecuencia de esto, aún se respeta y protege a la población indígena, la cual preserva sus costumbres, tradiciones y cultura.

Las principales actividades económicas realizadas en el departamento de Amazonas son especialmente de comercio y turismo; los habitantes de la región viven de la pesca, la agricultura, el turismo y de otros oficios ocasionales. (Gallo et al, 2009)

Leticia es la capital y constituye el centro urbano con mayor población del departamento ya que presenta un mejor nivel de servicios sociales, infraestructura y desarrollo económico que en el resto de territorio, por lo que resulta el lugar idóneo para ubicar un Centro de Investigación como el propuesto en este proyecto. Además, aquí se encuentran las universidades de la región, entre las que se destacan la Universidad Nacional de Colombia (sede Amazonía), la Universidad de la Amazonía y la Universidad Antonio Nariño.

El segundo municipio más importante en el departamento es Puerto Nariño, conocido como “el pesebre vivo”, ubicado a la orilla del río Amazonas, a 72 kilómetros de Leticia y conformado principalmente por comunidades indígenas. Puerto Nariño es el primer lugar en Colombia en obtener el certificado ambiental internacional y sus emisiones de dióxido

de carbono son cero. (Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, 2016) Es también un municipio que ha ganado bonos de carbonos por las razones expuestas anteriormente. Estos bonos son incentivos económicos que se le otorgan al sector privado con el fin de reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente, y es considerado un mecanismo de descontaminación propuesto por el Protocolo de Kyoto. (Petlova et al, 2011)

Por otro lado, el Amazonas cuenta con el río Amazonas, el cual cruza el departamento por el occidente y es considerado como el río más caudaloso del mundo. Este río, además de ser caudaloso, es utilizado como medio de transporte ya que son las únicas vías de acceso que tienen las diferentes comunidades para movilizarse. Adicionalmente, es un río reconocido por su diversidad piscícola debido al agua dulce que lo compone, pero estas especies se están viendo afectadas por su contaminación como consecuencia de las embarcaciones fluviales, el mercado de abastos, las casas flotantes, los vendedores de comidas en el puerto, las balsas de los talleres de mecánica para motores fuera de borda y el combustible (aceites, filtros e hidrocarburos) de las plantas Diesel, entre otros residuos que son arrojados en él. (Tafur, 2013)

Amazonas es una de las zonas no interconectadas de Colombia, cuya principal característica consiste en que son localidades que no están acopladas al Sistema Interconectado Nacional. (Comisión de Regulación de Energía y Gas -CREG-, 2017) Por esta razón, las empresas prestadoras del servicio público de energía eléctrica en estas regiones pueden ofrecer el servicio mediante plantas Diesel, paneles solares y pequeñas centrales hidroeléctricas. Para el caso del departamento en estudio, se utilizan plantas Diesel para proveer de energía a la región, pero este mecanismo es muy contaminante y supremamente costoso para la población. Así, resulta muy interesante reemplazar las plantas Diesel por energía solar fotovoltaica, la cual además de pertenecer a las energías

limpias, podría suplir de energía a más territorio amazónico y disminuiría el costo del kilovatio/hora que es muy elevado.

Se han realizado algunos adelantos en la implementación de proyectos de energías alternativas en distintas partes del departamento y, como un ejemplo de ello, en este momento se está implementando uno denominado “Desarrollo De Soluciones Energéticas Híbridas Para El Abastecimiento De Energía En El Departamento De Amazonas”, cuyo objetivo consiste en suplir las necesidades energéticas de tres comunidades: Macedonia, San Martín de Amacayacu y Puerto Nariño, mediante una generación híbrida de energía solar fotovoltaica, baterías y plantas Diesel. Esta iniciativa servirá como base de este proyecto, ya que trabaja con una de las energías que manejará el Centro de Investigación, además de promover el uso de energías limpias en la región, ofreciendo el capital humano capacitado para realizar la administración, la operación y el mantenimiento a este tipo de proyectos.

#### **4. 1 LÍNEA BASE ENERGÉTICA DE LETICIA SEGÚN EL SISTEMA NACIONAL DE TELEMETRÍA**

Geográficamente Leticia se localiza en las coordenadas que corresponden a latitud  $4^{\circ}12'55''\text{S}$  y longitud  $69^{\circ}56'26''\text{O}$ , según Dateandtime.info. Adicionalmente, de acuerdo con el informe de telemetría del IPSE (Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (ZNI)), de junio de 2017, el número de usuarios es de 9.370.

Entonces, teniendo en cuenta que un diagrama unifilar explica las conexiones eléctricas de un sistema, es importante resaltar que en Leticia existe este diagrama bien elaborado, pero también se tendrá en cuenta el diagrama de la localidad de Puerto Nariño que se irá

actualizando conforme a los adelantos de los proyectos energéticos en marcha. Esta información será tomada del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE), que busca identificar, implementar y monitorear soluciones energéticas para los habitantes que no cuentan con este servicio con el fin de mejorar sus condiciones de vida y a la vez promover el uso de energías renovables en Colombia. Leticia cuenta con una central de generación eléctrica a partir de plantas diésel, compuesta por siete de éstas con una potencia instalada de 5.709,2 Kw, debido a su lejanía del sistema interconectado nacional colombiano. Puerto Nariño por su parte, tiene también una central de generación eléctrica a partir de plantas diésel, con tres de éstas, las cuales tienen una potencia instalada de 540 Kw. Para las dos localidades estas plantas funcionan alternadas, con el fin de desarrollarles un buen mantenimiento y para que el sistema no se caiga (deje de entregarle energía a los municipios) cuando no funcione una de ellas.

0,0 KW



Planta Diesel, con el voltaje correspondiente en la parte posterior.



Transformador que está conectado a las planta Diesel.

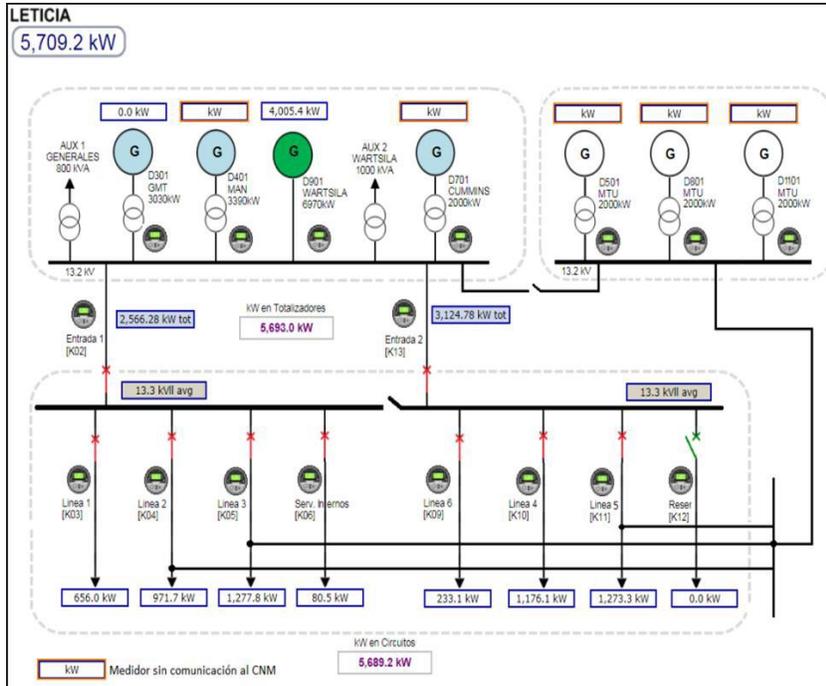


Ilustración 2 Diagrama Unifilar Leticia  
Fuente: Informe de Telemetría del IPSE, junio 2017

GRUPOS ELECTRÓGENO			
ITEM	MARCA	CAPACIDAD	ESTADO
1	GMT - D-301	3030 kW	EN OPERACIÓN
2	MAN D-401	3390 kW	EN OPERACIÓN
3	MTU-501	2000 kW	EN OPERACIÓN
4	MTU-1101	2000 kW	EN OPERACIÓN
5	MTU-801	2000 kW	EN OPERACIÓN
6	WARTSILA D 901	6970 kW	EN OPERACIÓN
7	CUMMINS-701	1825 kW	EN OPERACIÓN

Ilustración 3 Descripción del Sitio  
Fuente: Informe de telemetría del IPSE, junio 2017

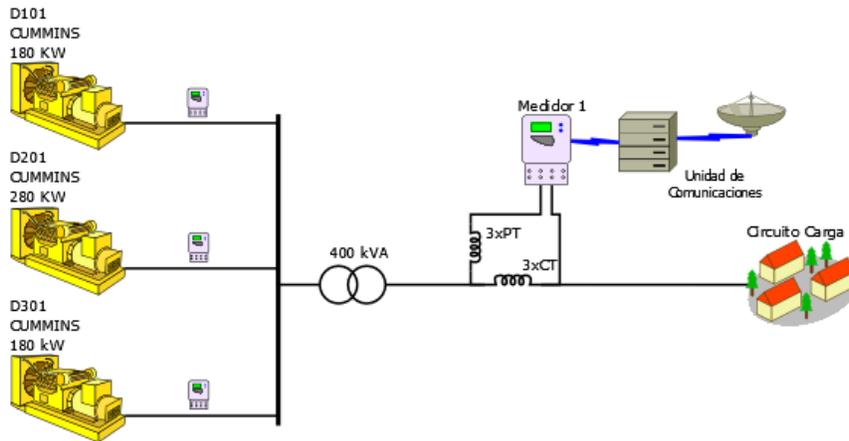


DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y TELEMETRÍA	
Localidad	
PUERTO NARIÑO	CNM-IPSE

Ilustración 4 Diagrama Unifilar Puerto Nariño  
Fuente: Informe de Telemetría del IPSE, junio 2017

GRUPO ELECTRÓGENO			
ÍTEM	MARCA	CAPACIDAD (kW)	ESTADO
1	CUMMINS	180	EN OPERACIÓN
2	CUMMINS	280	EN OPERACIÓN
3	CUMMINS	180	EN OPERACIÓN
TRANSFORMADORES			
ÍTEM	CAPACIDAD (kVA)		ESTADO
1	400		EN OPERACIÓN

Ilustración 5 Descripción del sitio  
Fuente: Informe de Telemetría del IPSE, junio 2017

## **5. INDUSTRIA DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN COLOMBIA**

### **5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS**

Colombia cuenta con una matriz energética relativamente buena tanto en combustibles fósiles como en recursos renovables, pero aún carece de estímulos para aprovecharlos en su totalidad. Por esto se requiere generar acciones que contribuyan al desarrollo sostenible, mediante la creación de una cultura de generación y uso de la energía limpia que ayude a mitigar los problemas y mejoren la calidad de vida de la sociedad.

Cabe resaltar que el avance hacia el desarrollo sostenible de un país exige una importante inversión, así mismo, el progreso de éste depende de la infraestructura y la tecnología a la que se pueda tener acceso, pero también se necesita de una importante inversión en herramientas que faciliten el conocimiento y la innovación.

En Colombia existe una unidad encargada del desarrollo sostenible de los sectores de energía y minería del país, la cual depende directamente del Ministerio de Minas y Energía denominado Unidad de Planeación Minero Energética, en adelante UPME. La UPME tiene como objetivo planear de forma integral y coordinada con las entidades del sector minero y energético para el desarrollo y aprovechamiento de los recursos energéticos y mineros con los que cuenta el país, con el fin de producir y divulgar la información real de estos sectores. Adicionalmente, tiene la potestad de avalar proyectos de energía renovables para que puedan acceder a beneficios tributarios.

Por lo anterior, se hace indispensable revisar la posibilidad de cambiar el sistema energético actual que muestra ser ineficiente, caro y sucio, debido a que se basa en combustibles fósiles NO RENOVABLES, y reemplazarlo por un sistema más eficiente, rentable y

limpio, basado principalmente, en ENERGÍAS RENOVABLES, las cuales van aumentando en todo el planeta. (Dorantes, 2011)

Teniendo en cuenta la situación actual del país y la idea de desarrollar un Centro de Investigación basado en este tipo de energías, se plantean las diferentes líneas posibles de estudio, mostradas en el siguiente diagrama:

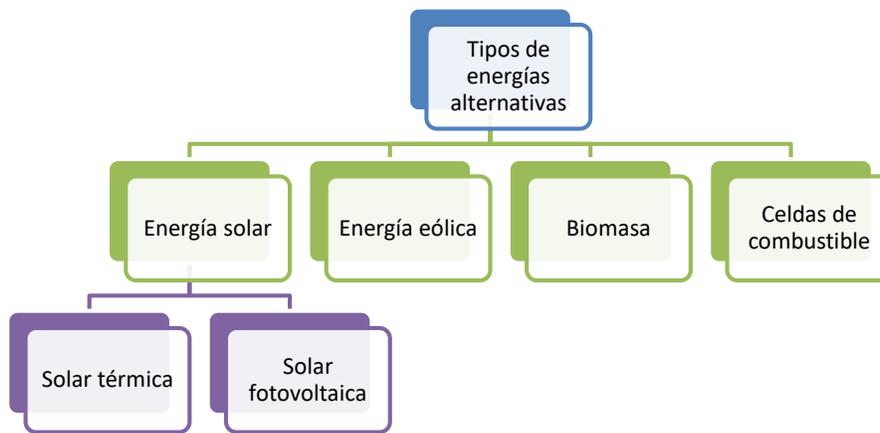


Ilustración 6 Tipos de energías alternativas  
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta una pequeña descripción y estado actual de cada una de estas líneas, tanto a nivel internacional como a nivel nacional.

### 5.1.1 ENERGÍA SOLAR

La energía solar es la energía radiante del sol recibida en la tierra, es una fuente de energía que tiene importantes ventajas sobre otras y que, para su aprovechamiento, también presenta varias dificultades. Entre sus ventajas se destacan principalmente su naturaleza inagotable, renovable y su utilización libre de polución. Pero, para su utilización, es

necesario tener en cuenta su naturaleza intermitente, su variabilidad fuera del control del hombre y su baja densidad de potencia. (Rodríguez, 2008)

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 (irradiación), se mide en kW/m<sup>2</sup>.

(Gómez, 2011) Ahora bien, la potencia de la radiación depende del momento del día, las condiciones atmosféricas y la ubicación. Bajo condiciones óptimas se puede asumir un valor aproximado de irradiancia de 1000 W/m<sup>2</sup> en la superficie terrestre. Esta irradiación puede llegar a la tierra en forma directa o difusa. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias, ésta puede reflejarse y concentrarse para su utilización. (Pérez, 2009). Para captar mejor la radiación directa se pueden utilizar unos mecanismos llamados seguidores que sirven para orientar el sistema receptor hacia el sol. Mientras que la radiación difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna, gracias a los múltiples fenómenos de reflexión (es el cambio en la dirección de un rayo de luz cuando éste no logra traspasar la interfaz entre dos medios) y refracción (es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio material a otro) solar en la atmosfera, en las nubes, y el resto de elementos atmosféricos y terrestres, en este tipo de radiación no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas direcciones.

(Carrillo y Morales, 2009)

La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas.

En un día despejado, la radiación directa es mucho mayor que la radiación difusa, mientras que en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación incidente corresponde a radiación difusa. (Pérez, 2009) Por otra parte, la energía solar fue usada

inicialmente en los programas espaciales, y a partir de la década de los 70's comenzaron los programas encaminados al desarrollo de nuevos materiales fotovoltaicos con el propósito de fabricar módulos solares fotovoltaicos para uso terrestre. En la actualidad, el uso de la energía solar está experimentando un crecimiento inminente donde se destaca el mercado europeo como el generador de gran parte de los proyectos relacionados con la industria. (Oyola y Gordillo, 2009).

En este momento se encuentran tres tipos de tecnologías que aprovechan la energía solar: Solar térmica, solar térmica concentrada y energía solar fotovoltaica.

#### **5.1.1.1 Energía solar térmica**

La energía solar en forma de calor es absorbida por un panel solar térmico o colector, y transferida al fluido para elevar su temperatura, para aplicaciones de agua caliente sanitaria (ACS), piscinas, aplicaciones para usos industriales y sistemas de climatización por la captación de la radiación solar con paneles. También es posible generar energía eléctrica a través de evaporación del fluido mediante su calentamiento y haciendo que éste mueva una turbina. (Rodríguez, 2008; Gómez, 2011; Montenegro, 2013)

#### **5.1.1.2 Energía solar térmica concentrada**

La energía solar térmica concentrada es una fuente renovable para producir electricidad que surge como evolución de la fotovoltaica convencional. La diferencia con la anterior es que se usan celdas fotovoltaicas en las que se focaliza la radiación solar mediante espejos u otros elementos, como se ha mostrado en la Ilustración 3, y se consigue una eficiencia a la hora de transformar esta radiación en electricidad de hasta un 40% frente al 15% de la tradicional. Se utiliza esta tecnología para concentrar y recoger la luz del sol para elevarla a temperatura alta-media, luego esta temperatura se utiliza para generar electricidad de

manera convencional, como por ejemplo con turbinas de vapor o gas, así como también mover motores Stirling. (Greenpeace, 2009)

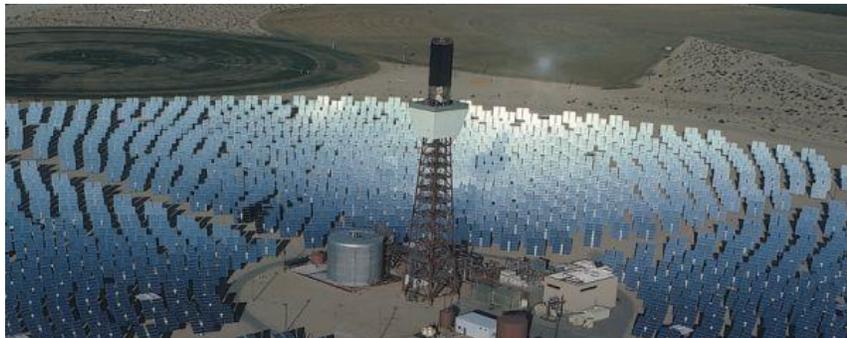


Ilustración 7 Solar Térmica Concentrada

Fuente: [Energiaestrategica.com](http://Energiaestrategica.com)

### 5.1.1.3 Energía solar fotovoltaica

Los sistemas fotovoltaicos son dispositivos conformados por un conjunto de celdas encargadas de generar 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. Son hechas principalmente de un grupo de minerales semiconductores, de los cuales el silicio es el más utilizado. Una célula, panel o celda fotovoltaica tiene un grosor que varía entre los 0,25 y los 0,35 mm y de forma generalmente cuadrada, con una superficie aproximada de 100 cm<sup>2</sup>. El proceso de fabricación varía según la eficiencia de conversión que se quiere lograr (rendimiento, flexibilidad, economía); a más pureza, más altos son los costos. (Sánchez, 2008)

La generación de electricidad con energía solar emplea sistemas fotovoltaicos, como el mostrado en la Ilustración 4, ha estado siempre dirigida al sector rural, en donde los altos

costos de generación originados principalmente en el precio de los combustibles, y los costos de operación y mantenimiento en las distantes zonas remotas, hacen que la generación solar resulte más económica en el largo plazo y confiable. (Rodríguez, 2008)



Ilustración 8 Células fotovoltaicas

Fuente propia: tomado en la comunidad de Macedonia, Amazonas, donde se está desarrollando el proyecto “DESARROLLO DE SOLUCIONES ENERGÉTICAS HÍBRIDAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA EN EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS”

La energía solar fotovoltaica en el mundo ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, impulsada por la necesidad de asumir los retos que en materia de generación de energía se presentan. Este crecimiento se ha producido gracias a los mecanismos de fomento de algunos países, que, como España, han propiciado un gran incremento de la capacidad global de fabricación, distribución e instalación de esta

tecnología. Desde la década de los 50's, Estados Unidos ha venido trabajando con celdas fotovoltaicas para la transformación de la radiación solar en electricidad. Hoy en día, Europa y Japón son las dos potencias líderes en la producción de células fotovoltaicas con un 28.5% y un 24.6% respectivamente, seguidas muy cerca por China. Las principales centrales fotovoltaicas del mundo se localizan en Europa y, más específicamente, en Alemania. (Cantillo, 2012; Ministerio De Ciencia e Innovación de España, 2006)

De acuerdo con la Ilustración 5, referente a la radiación solar mundial, se establece que la mejor ubicación para implementar sistemas de generación de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos, son las zonas cercanas a la línea del ecuador, ya que en ella existe un valor de radiación solar que oscila entre los 200 W/m<sup>2</sup> y los 300 W/m<sup>2</sup>, dependiendo del día del año, y no sufren de cambios drásticos del clima como sucede en los trópicos.

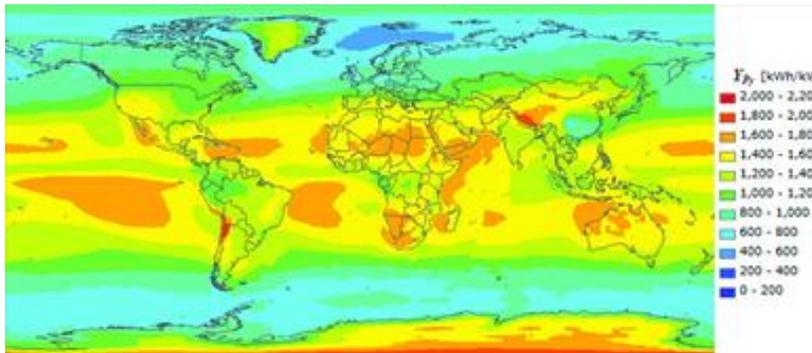


Ilustración 9 Mapamundi de radiación Solar

Fuente: Camargo y Dallos, 2011

Al ser Colombia un país tropical y por estar ubicado cerca del Ecuador, posee una incidencia de radiación solar excelente para implantar proyectos de energía solar fotovoltaica, aprovechando al máximo este recurso natural y renovable. Colombia cuenta

con un promedio diario multianual de radiación solar de 4,5 kWh/m<sup>2</sup>, teniendo en la Guajira un valor promedio de 6 kWh/m<sup>2</sup>, lo que ratifica al territorio nacional como una zona bastante apta para la implementación de este tipo de energías renovables. (Gómez, 2011; Camargo y Dallos, 2011). La Ilustración 10 muestra información acerca de la radiación solar en el territorio colombiano, en la cual se organizan las distintas regiones geográficas del país, de acuerdo con la cantidad de radiación solar que perciben durante el año.

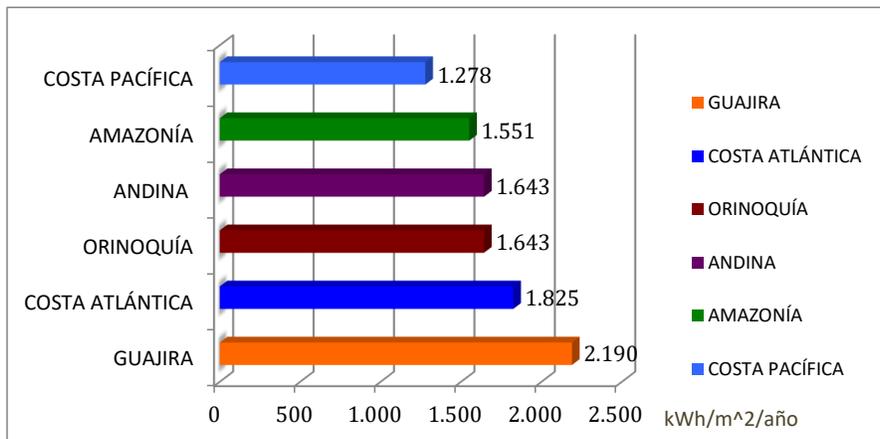


Ilustración 10 Radiación Solar en Colombia por regiones

Fuente: Atlas de Radiación Solar, 2011

### 5.1.2 ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica es la que está presente en forma de energía cinética en las corrientes de aire o viento. Ésta es una forma indirecta de la energía solar. Esta corriente de las masas de

aire se origina por diferencias de temperatura causada por la radiación solar sobre la superficie terrestre. (Energías Renovables, UPME, 2013)

El poder del viento ha sido utilizada por cientos de años, preferencialmente para labores agrícolas como molienda de grano, bombeo de agua y otras aplicaciones mecánicas. En la actualidad, existe un número apreciable de equipos eólicos instalados y en operación alrededor del mundo, para labores de extracción y bombeo de agua. Mientras que el viento seguirá siendo utilizado para labores agrícolas, el uso de la energía eólica como fuente de generación, libre de polución para suministro de electricidad, se constituye en una alternativa atractiva que en los últimos años ha tenido un enorme crecimiento a nivel mundial. El desarrollo más reciente de la energía eólica (desde 1980, cuando se instaló la primera turbina eólica comercial) ha crecido de la mano de modernos desarrollos en electrónica, sistemas de información y comunicación, de nuevos materiales, mejores herramientas computacionales de diseño, entre otros. Por ello el mercado mundial de la energía eólica está creciendo más rápido que cualquier otra fuente de energía renovable. (Pinilla, 2008)

La energía eólica se puede transformar en energía eléctrica, por medio de aerogeneradores, y en fuerza motriz, empleando los comúnmente llamados molinos de viento. En la Tabla 2 se muestran las principales aplicaciones en el uso de la energía eólica.

**Tabla 2 Aplicaciones más usuales de la energía eólica**

Fuente: Moragues y Rapallini, 2003

Objetivo	Categoría	Tipo de Rotor	Aplicación
Generación de energía eléctrica	Sistemas aislados o remotos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horizontal bipala o tripala rápidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– radioenlaces</li> <li>– comunicaciones</li> <li>– iluminación</li> <li>– electrodomésticos</li> <li>– seguridad</li> </ul>
	Sistemas híbridos diesel eólicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertical Darrieus</li> <li>Horizontal 1 a 3 pa-las, rápidos</li> </ul>	– Abastecimiento eléc-trico de comunidades o industrias aisladas.
	Sistemas conectados a las redes eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertical Darrieus</li> <li>• Horizontal 1 a 3 pa-las, rápidos</li> </ul>	– Abastecimiento eléc-trico a través de re-des de distribución
Obtención de Energía me-cánica	Sistemas aislados o remotos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horizontal multipala</li> <li>• Vertical Savonius</li> <li>• Horizontal 1 a 3 pa-las, rápidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bombeo de agua</li> <li>– Molienda</li> <li>– Etc.</li> </ul>

Cabe resaltar que 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 simboliza 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, y llegan a su máxima potencia de generación con vientos de 12-15m/s, y se apagan para evitar averiarse con vientos de velocidades mayores. (Gómez, 2011)

La energía eólica representa actualmente una de las alternativas más viables para la generación eléctrica con energía renovable. Alrededor del año 1900, en los Estados Unidos y Dinamarca ya venían trabajando con la transición de molinos de viento que suministraban energía mecánica a turbinas eólicas generadoras de electricidad. Hoy en día, con el avance de la electrónica de potencia, la tecnología para convertir la energía del viento en electricidad ha avanzado significativamente en eficiencia, costo y confiabilidad. (Ramírez et al., 2012)

Los estudios han reportado que el potencial global de la energía eólica es mucho mayor que el consumo de electricidad en nuestros días. Según Archer y Jacobson (2005), el potencial global de la energía eólica era 72 TW en el año 2000, mientras que la estimación del potencial, sólo en las zonas con una alta velocidad promedio de viento  $\geq 6.9 \text{ ms}^{-1}$ , el tamaño de la turbina de 1,5 MW con un diámetro de rotor de 80 metros, y factor de capacidad de las turbinas de viento (CF) de 48%. El valor del CF es bastante grande, pero es aplicable a zonas con alta velocidad de viento ( $\geq 6.9 \text{ ms}^{-1}$ ). El potencial eólico estimado ha demostrado ser suficiente para producir más de cinco veces la demanda mundial de energía en todas sus formas y cerca de 40 veces la demanda mundial de electricidad del año 2001. Sin embargo, según Lu et al. (2009) el potencial global de la energía eólica es de 470 TW (equivalente a 2.470 EJ sobre una base anual). Este potencial recién estimado es varias veces mayor que la cifra anterior de Archer y Jacobson. Se informó además que los más grandes emisores de gases de efecto invernadero como Rusia, China, EE.UU., India y Canadá, cada uno de ellos tienen un enorme potencial eólico superior a 1.000 GW. De hecho, Rusia solo tiene 82.000 GW en potencial eólico en tierra. Su potencial en alta mar es también muy grande, más de 15.000 GW. Pero entonces, no sería factible explotar el 100% del potencial debido a limitaciones geográficas y otros factores limitantes. La Ilustración 7 muestra la distribución global del potencial de la energía eólica terrestre promedio anual, y aunque en forma global Colombia no es favorecida, es claro que este tipo de tecnología requiere seguir siendo investigada para aumentar su eficacia. De aquí nace el interés del presente proyecto en este tema.

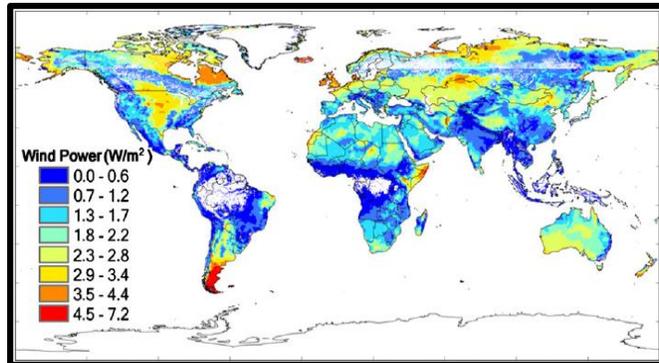


Ilustración 11 Distribución global del potencial de la energía eólica terrestre promedio anual ( $W/m^2$ )  
Fuente: Lu et al, 2009

La generación de energía eléctrica a partir de la eólica es hoy en día la de mayor penetración en el mercado de las energías renovables, con tasas de crecimiento anual superiores al 35%, de acuerdo con la información del Consejo Eólico Mundial (GWEC por sus siglas en inglés). La Ilustración 12 muestra cómo a finales de 2011 se alcanzaron 238.351 GW de capacidad de generación eólica instalada en todo el mundo.

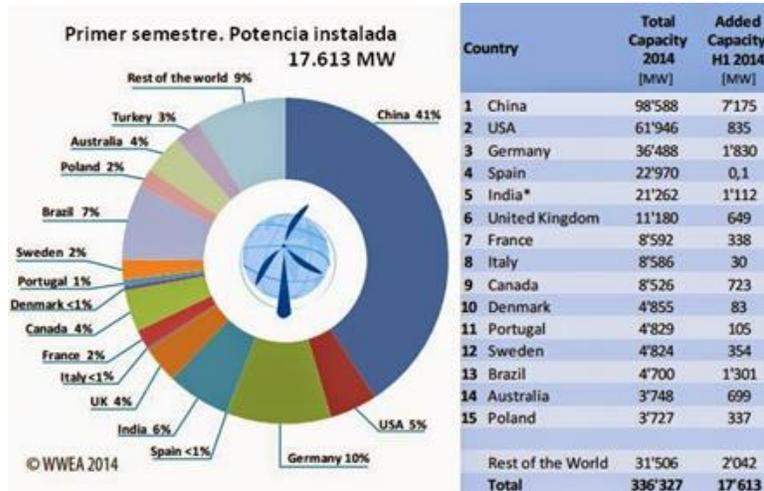


Ilustración 12 Capacidad anual de generación eólica instalada en el mundo en el periodo 2003-2011  
Fuente: Energiaestrategica.com

De acuerdo con las cifras de la Agencia Internacional de Energía (IEA), la generación mundial total de electricidad en el 2007 fue de 19189 TWh, de las cuales la generación eoloelectrica aportó el 1% del global, con cerca de 194 TWh con 93849 MW eólicos. Los países más agresivos en la implementación de la energía eólica, en América Latina, son Brasil, Argentina, Chile, México y Costa Rica, con proyectos para los próximos 3 años por más de 2000 MW. Adicionalmente, Brasil, México y Argentina ya cuentan con plantas de producción de equipos eólicos para suplir el mercado latinoamericano. (Pinilla, 2008)

Colombia se encuentra bajo la influencia de los vientos alisios. Estos vientos cubren casi todas las regiones dentro de los cinturones subtropicales de alta presión y los ecuatoriales de baja presión. Entre diciembre y enero (solsticio de verano en el hemisferio sur), los sistemas de presión y eólicos se desplazan hacia el sur. El cinturón de baja presión alcanza su posición más meridional hasta la 5 ° latitud sur. Como resultado de esto, desde los meses de diciembre a marzo, las regiones del Caribe, los Llanos Orientales y parte de la región

andina son influenciadas por los vientos alisios del noreste, los cuales provienen del hemisferio norte y penetran casi todo el territorio colombiano sin alcanzar el Ecuador. De una manera similar, el cinturón de baja presión alcanza su posición más septentrional hasta los 12° latitud norte alrededor del mes de Junio (verano en el hemisferio norte). Durante los meses siguientes hasta septiembre, los vientos alisios del sur prevalecen en la cordillera oriental y los Llanos Orientales. Como se puede observar, ciertas regiones del país son influenciadas por los dos sistemas de vientos alisios, dependiendo de la estación del año. Los vientos alisios del sur están presentes sobre la región Caribe y el valle del Atrato durante los primeros cuatro meses del año. Normalmente, la presencia de los vientos alisios en esta región está asociada con escasez de lluvias. Los vientos en esta región son fuertes en las zonas planas del norte del país. Sobre la Península de la Guajira, valores de la velocidad de viento de superficie son típicamente altos (v.gr.: 8 - 9 m/s promedio anual de velocidad) variando muy poco en dirección. Otras regiones del país que presentan condiciones de viento interesantes para explorar como recurso energético son los Santanderes, las zonas montañosas del eje cafetero, en general, en las cercanías de los lagos como el lago Calima en el Valle, así como algunas zonas desérticas como en Villa de Leiva y el Huila. (UPME, 2003)

Alguna de las conclusiones más importantes es la gran acogida que tienen estos sistemas en los sectores rurales, tomando como opción abastecer electricidad en estas zonas gracias a la ubicación estratégica del territorio colombiano, siendo un país tropical rico en diversidad de recursos renovables. Todo esto soportado en el número de familias colombianas que cuentan con un servicio de energía eléctrica ineficiente (si existe), no olvidando los resultados efectivos que han tenido los países donde se ha implementado este tipo de

métodos no convencionales y las excelentes proyecciones a futuro. (Ministerio de Minas de Colombia, 2013)

Según el Mapa Eólico de Colombia (UPME), mostrado en la Ilustración 13, se destacaron 16 lugares de Colombia donde las intensidades del viento son importantes para el aprovechamiento del recurso eólico. Tres sitios donde los vientos son persistentes y superiores a 5m/s durante todo el año: Galerazamba en el Departamento de Bolívar, Gachaneca en Boyacá y la isla de San Andrés en el mar Caribe colombiano.

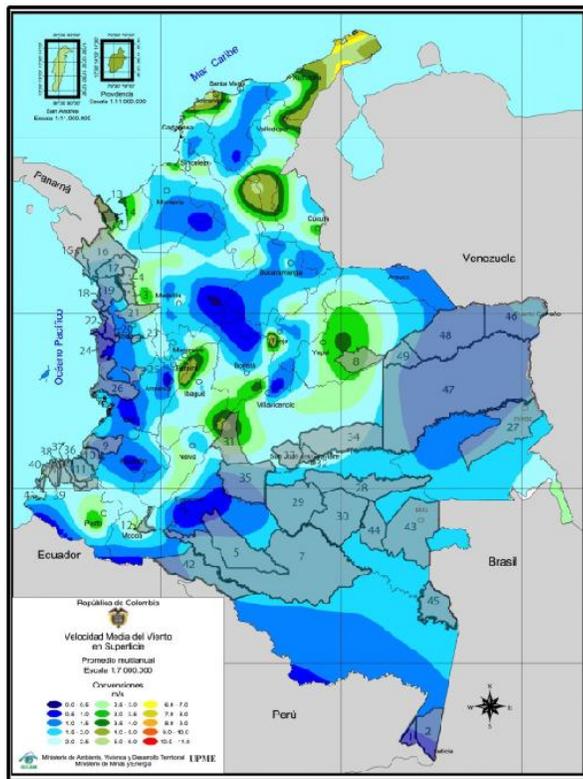


Ilustración 13 Promedio multianual de la velocidad media (m/s) del viento en la superficie  
Fuente: Atlas de viento y energía Eólica de Colombia, elaborado por la UPME, 2012

Tres sitios donde las velocidades son persistentes, pero en el rango entre los 4 y 5m/s: La Legiosa en el Huila, Isla de Providencia en el Mar Caribe y Riohacha en La Guajira. Los restantes 10 lugares no guardan una gran persistencia en la velocidad del viento, excepto para determinadas épocas y/u horas del año como son: Villacarmen en Boyacá, Obonuco en Nariño, Cúcuta y Ábrego en Norte de Santander, Urrao en Antioquia, Soledad en Atlántico, Santa Marta en Magdalena, Bucaramanga en Santander, Anchique en Tolima y Bogotá en Cundinamarca (ver Tabla 3) .

**Tabla 3 Velocidad promedio del viento en 16 puntos geográficos de Colombia**  
Fuente: UPME, 2012

D	LONGITUD	LATITUD	ESTACIÓN	DEPARTAMENTO	VEL. PROMEDIO DEL VIENTO
1	75° 16' W	10° 47' N	GALERAZAMBA	Bolívar	5.9
2	73° 33' W	05° 26' N	GACHANECA	Boyacá	5.5
3	81° 43' W	12° 35' N	AEROPUERTO SESQUICENTENARIO	Isla de San Andrés	5.1
4	74° 44' W	03° 20' N	LA LEGIOSA	Huila	4.1
5	81° 21' W	13° 22' N	AEROPUERTO EL EMBRUJO	Isla de Providencia	4.0
6	72° 56' W	11° 32' N	AEROPUERTO ALMIRANTE PADILLA	La Guajira	4.0
7	73° 30' W	05° 32' N	VILLA CARMEN	Boyacá	3.9
8	77° 18' W	01° 11' N	OBONUCO	Nariño	3.5
9	<b>72° 31' W</b>	<b>07° 56' N</b>	<b>AEROPUERTO CAMILO DAZA</b>	<b>Norte de Santander</b>	<b>3.3</b>
10	76° 07' W	06° 20' N	URRAO	Antioquia	3.0
11	74° 36' W	10° 53' N	AEROPUERTO ERNESTO CORTISSOZ	Atlántico	2.9
12	74° 14' W	11° 08' N	AEROPUERTO SIMÓN BOLÍVAR	Magdalena	2.9
13	73° 11' W	07° 08' N	AEROPUERTO PALONEGRO	Santander	2.8
14	75° 08' W	03° 35' N	ANCHIQUE	Tolima	2.7
15	<b>73° 14' W</b>	<b>08° 05' N</b>	<b>ÁBREGO CENTRO ADMINISTRATIVO</b>	<b>Norte de Santander</b>	<b>2.5</b>
16	74° 09' W	04° 43' N	AEROPUERTO EL DORADO PISTAS 1-2	Cundinamarca	2.2

En Colombia se puede destacar como un proyecto a gran escala el parque eólico Jepírachi, el cual está en funcionamiento desde abril de 2004, y tiene el honor de ser el primer generador de energía de este tipo en Colombia. Jepírachi está conformado por 15 aerogeneradores Nordex N60/250 que producen 1,3 MW cada uno (juntos generan un total de 19,5 MW) y están distribuidos en un terreno de 1,2 km<sup>2</sup> paralelo a la costa de la Guajira colombiana, como se indica en la Ilustración 14.



Ilustración 14 Turbinas eólicas en el Parque Eólico Jepírachi  
Fuente: Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2012

### 5.1.3 BIOMASA

En el contexto energético, el término biomasa se emplea para denominar a una fuente de energía renovable basada en la utilización de la materia orgánica formada por vía biológica en un pasado inmediato o de los productos derivados de ésta. La biomasa tiene carácter de energía renovable ya que su contenido energético procede, en última instancia, de la energía solar fijada por los vegetales en el proceso fotosintético. Esta energía se libera al romper los enlaces de los compuestos orgánicos en el proceso de combustión, dando como productos finales dióxido de carbono y agua. Por este motivo, los productos procedentes de la biomasa que se utilizan para fines energéticos se denominan biocombustibles, pudiendo

ser, según su estado físico, biocombustibles sólidos, en referencia a los que son utilizados básicamente para fines térmicos y eléctricos, y líquidos como sinónimo de los biocombustibles para automoción. (La biomasa, una fuente de energía muy utilizada pero mal aprovechada. Fernando Olmedo. 2011). En la ilustración 15 se muestra un esquema gráfico de la generación de biomasa.

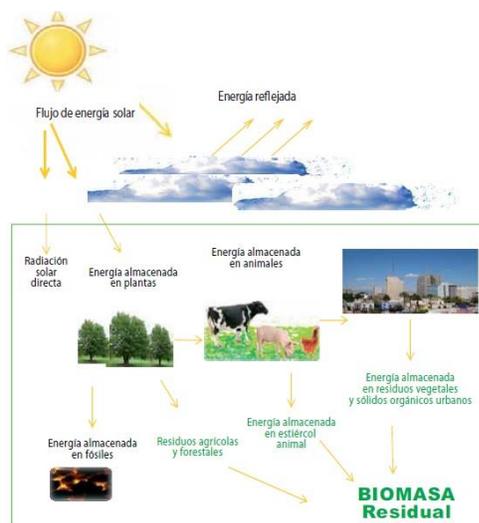


Ilustración 15 Flujos de energía solar almacenados en biomasa residual (UPME)  
Fuente UPME, Biomasa, Fuente renovable de energía, 2003

Actualmente, se vive un proceso de toma de conciencia por el agotamiento de los recursos no renovables, como el petróleo, el cual constituye la base fundamental en el abastecimiento energético mundial y en el desarrollo económico y social de la humanidad. Sin embargo, este combustible es el precursor de problemas ambientales, como el efecto invernadero generado por los gases emanados en su combustión, lo que se traduce en un calentamiento global acelerado. Con el objeto de compensar la disminución de las reservas de combustibles fósiles, la ciencia se ha orientado a desarrollar diferentes tecnologías para

la producción de biocombustibles a partir de diferentes materias primas, como: sorgo, madera, yuca, remolacha, banano, maíz y residuos agrícolas para el caso del alcohol carburante y aceite de palma, jatropha, higuera, soya, y algas marinas, entre otros para el biodiesel.

Europa inició la producción de biodiesel desde comienzos de la década de los 90's y a finales del siglo pasado su producción anual fue de 1.000.000 toneladas por año (May et al., 1998). Países como Alemania y Francia producen el 70% del biodiesel de Europa, lo cual los posiciona como pioneros en la investigación de estas alternativas energéticas emergentes. En los Estados Unidos, el desarrollo de estos combustibles recibió, tanto en la administración del Presidente Clinton como en la del Presidente Bush, un amplio apoyo económico en ayudas directas y específicas. Fue así como el Departamento de Agricultura aprobó US\$2.4 millones para cuatro proyectos de etanol y uno de biodiesel con base en soya. En la actualidad, se están produciendo anualmente en este país alrededor de 130 millones de litros de biodiesel (CORPOBID, 2003), los cuales son aplicados en autobuses, automóviles gubernamentales, la marina, flotas pesqueras, embarcaciones turísticas, tránsito en aeropuertos, parques nacionales, etc.

Para el caso de Suramérica, los países más representativos en la investigación y producción de biodiesel son Argentina, Colombia y Brasil. En el 2007 se registraron las siguientes cifras: utilizando como materia prima principalmente el aceite de soya, se produjeron 1 millón de toneladas métricas (TM) al año y, para el caso de Colombia, se produjo biodiesel a partir de aceite de palma generando anualmente 511.400 TM. Por último, Brasil alcanza una producción anual de 356.762 TM utilizando como materia prima en un 80% el aceite de soya (UPME, 2009).

Además, Colombia por su posición geográfica y variedad de climas, ofrece condiciones favorables para el desarrollo de las actividades agropecuarias. El país cuenta con una superficie continental de 114.174.800 hectáreas, de las cuales el 44,77 % se estima que se destina a la actividad agropecuaria (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006). Por lo tanto, se puede concluir que el sector agropecuario en Colombia puede llegar a ser una fuente importante de biomasa residual.

Por otra parte, un componente importante en el área de biocombustibles es el bioetanol, un compuesto químico obtenido a partir de la fermentación de los azúcares que puede utilizarse como combustible, solo o bien mezclado en cantidades variadas con gasolina, y su uso se ha extendido principalmente para reemplazar el consumo de derivados del petróleo. El etanol mezclado con la gasolina produce un biocombustible de alto poder energético con características muy similares a la gasolina, pero con una importante reducción de las emisiones contaminantes como en los motores tradicionales de combustión interna. (Aburto et al., 2008). El bioetanol es uno de los principales biocombustibles, en Europa su uso se remonta a la invención de los motores de combustión interna. Henry Ford, en los Estados Unidos, inició la producción de su automóvil modelo T, para utilizar alcohol como único combustible. La refinación del petróleo y la "invención" de la gasolina, por su bajo costo, reemplazó el alcohol. En Suecia y Alemania, se mezcla la gasolina con alcohol. En los Estados Unidos, se mezclaban para ese momento (2008) 11 mil millones de litros al año a la gasolina corriente y se esperaba que para el año 2015, este volumen aumente a 18 mil millones de litros por año.

Brasil, actual primer productor de alcohol automotor del mundo, consume 15 mil millones de litros por año para alimentar su flota de 42 millones de vehículos. Desde fines del año 2007 están haciendo furor en Brasil los más de 200.000 autos Flex-fuel, que pueden utilizar

indistintamente gasolina, alcohol o cualquier mezcla de esos dos combustibles. En Japón y Europa, su uso se está generalizando, abriéndose un gigantesco mercado para los países productores de alcohol. Colombia, por su cercanía, tiene en el mercado norteamericano un centro de consumo de primer orden (Biocombustibles, Petrobras y el Ministerio de Minas y Energía de Brasil, 2010). La Ilustración 17 muestra cómo la producción mundial de etanol y biodiesel durante el presente siglo ha presentado un avance importante, llegando a producirse 86.1 y 21.4 billones de litros, respectivamente.

Es válido señalar que la producción de Biocombustibles en Colombia está basada en cuatro

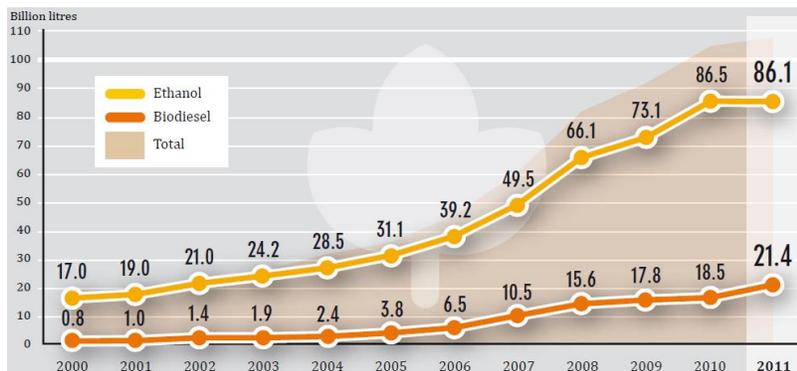


Ilustración 16 Producción mundial de etanol y biodiesel.  
Fuente: REN 21-2012

pilares fundamentales (CORPOBID, 2003), los cuales demuestran la importancia de su masificación y desarrollo en todas las regiones posibles, más aún en aquellas donde por situaciones endógenas o exógenas al gobierno, la disponibilidad de energía y empleo, han sido escasas o en algunos casos nulas, y en donde el recurso de tierras fértiles es amplia pero poco explotada, debido a la falta de capitales y el orden público.

El primer pilar era la diversificación de la canasta y autosuficiencia energética; en el 2009 Colombia contaba con una oferta energética de un 76,2% de materiales no renovables, en donde el petróleo tiene una participación del 47,61%, si se tiene en cuenta que su

producción había decaído paulatinamente, en 1998 la explotación alcanzaba los casi 700 mil barriles por día (bpd) y para el 2007 tan sólo se produjeron 520 mil bpd. Es claro que las reservas han venido disminuyendo, por lo que se requiere ampliar la canasta energética, para ello se cuenta con los biocombustibles que actualmente sólo alcanzan el 2,1% de la oferta total, lo cual se traduce en un gran campo por explotar y aprovechar. (UPME, 2009)

El segundo pilar era el mejoramiento del medio ambiente; exactamente, en la calidad de los gases generados por la combustión, el biodiesel emanaba un 53% menos cantidad de material particulado que el diésel corriente y 20% menos óxidos de nitrógeno (CENIPALMA, FEDEPALMA y ECOPETROL, 2009). Caso similar al bioalcohol que con la mezcla 10% de etanol con la gasolina, se disminuyen en 27% las emisiones de monóxido de carbono en automóviles nuevos y 45% en automóviles típicos colombianos de 7-8 años de uso, lo que reduce notablemente la contaminación del aire y los efectos nocivos generados al medio ambiente por la utilización de combustibles fósiles. (CORPOBID, 2003)

El tercer pilar era la generación de empleo; en el área rural, con las reglamentaciones de ese momento sobre la mezcla de biodiesel (B5), era generar 20.753 empleos, entre directos e indirectos y para cuando tal reglamentación cambiara a B20 (20% Biodiesel – 80% Diesel) existirían alrededor de 82.090 empleos. Para ello se requiere un mayor número de área sembrada, plantas de beneficio y de producción de biodiesel. Para el caso de la producción de bioetanol, se estima que para producir el etanol para suplir el 10% de la mezcla que la reglamentación dispuso, será necesario crear cerca de 170 mil nuevos empleos, que estarían distribuidos en casi todas las regiones deprimidas de Colombia. (CORPOBID, 2003)

El último pilar es el desarrollo del sector agrícola; para la producción actual de biodiesel se tienen 66.410 hectáreas de palma de aceite, pero para cumplir con la producción futura del

biodiesel se requieren 262.689 hectáreas (FEDEPALMA, 2009), lo que significa un incremento importante en el campo, potencializando de esta forma una de las locomotoras más importantes de nuestro país, el sector primario.

Colombia, por su situación en el trópico, posee ventajas comparativas en cuanto a la producción de biomasa y su potencial es suficiente para satisfacer la demanda energética del país. (CORPOEMA-UPME, 2010) Sin embargo, dada su baja densidad energética y los costos de transporte de suministro a las plantas de procesamiento, esta opción no es económicamente viable en la actualidad; por lo tanto, es importante establecer tecnologías para aumentar la densidad energética y viabilizar parcialmente los proyectos de sustitución de combustibles fósiles por biomasa.

El potencial utilizable de biomasa en Colombia está alrededor de 429.19 PJ/año (Zapata, 2010). Estos se pueden dividir en 3 categorías: Residuos Agrícolas de los Cultivos (RAC) de palma africana, caña de azúcar, caña panelera, café, maíz y arroz, con un total de 312 PJ/año, Biomasa Residual Pecuaria (BRP) de los sectores bovino, porcino y avícola para un total del de 177 PJ/año y Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de centros de abasto, plazas de mercado y poda con un total de 0.19 PJ/año, y un gran total de 429.19 PJ/año.

(CORPOEMA-UPME, 2010). En la Ilustración 18 (Mapa Sector Residuos Sólidos, UPME, Orgánicos Urbanos, 2010), se puede observar que, si bien no es la ciudad de mayor potencial, la zona de Cúcuta es una ciudad donde el potencial energético proveniente de los residuos sólidos es importante, por lo tanto, el desarrollo de tecnología relacionada con el aprovechamiento de esta fuente y el mejoramiento de la eficiencia de los sistemas utilizados en dicho aprovechamiento se hacen necesarios.



**Ilustración 17** Potencial energético total de los residuos sólidos  
**Fuente:** Mapa del Sector de Residuos Sólidos Orgánicos Urbanos, UPME, 2010

#### 6.1.4 CELDAS DE COMBUSTIBLE

Esta energía está encaminada a optimizar los mecanismos para la generación de energía a partir de pilas de hidrógeno. En este sentido, para incluir este tipo de mecanismo en un laboratorio se debe dotar de un electrolizador, constituido por un sistema de electrólisis del agua y un compresor encargados de la producción de hidrógeno de alta pureza, una botella de almacenamiento y una pila de combustible. Este sistema está orientado a realizar ensayos para evaluar la adaptabilidad del sistema en relación con la energía entregada, la eficiencia del sistema y los residuos producidos, todo esto en función de la potencia eléctrica almacenada. Se espera que los datos obtenidos permitan verificar la capacidad de utilización de este sistema como una fuente alternativa de abastecimiento energético en

zonas aisladas. Así, el análisis de datos y optimización de variables, se realizará a partir del software Lab View; en un sistema de microred, determinando las variables de funcionamiento que posibiliten el escalado a nivel piloto. De esta manera y en función de los resultados obtenidos, se evaluará el acople de este sistema como fuente alterna para el suministro de energía en la planta física del programa.

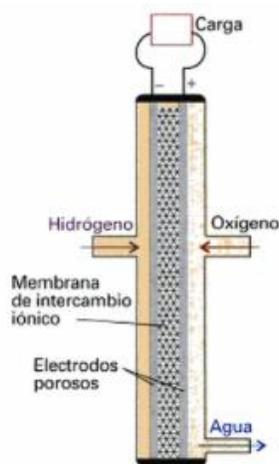


Ilustración 18 Celda unitaria de combustible  
Fuente: Química Física, Atkins, 2008

### 6.1.5 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética y las energías renovables han sido definidas por los expertos como los “pilares” de un futuro energético sostenible. Éstas pueden trabajar unidas para reducir las demandas pico de electricidad en la red, mientras que sustentan las pérdidas y cuellos de botella en la misma, reduciendo con ello los costos ambientales y económicos.

La iniciativa del secretario general de las Naciones Unidas “Energía Sostenible para todos”, tiene como objetivo principal movilizar acciones a nivel mundial para lograr el acceso universal a los servicios modernos de energía, mejorar las tasas de energía, la eficiencia energética, y la expansión del uso de las fuentes de energía renovable para el año 2030.

Para lograr este objetivo se propone la inclusión de expertos locales en todas las regiones del mundo. (REN-21, 2012)

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), en el Energy Technology Perspectives 2012 (ETP), la eficiencia energética y el despliegue de tecnologías bajas en carbono pueden contribuir a limitar el gasto público, reducir la dependencia de importaciones de energía y disminuir las emisiones. Por lo tanto, la implementación de medidas y programas de eficiencia energética constituye una estrategia efectiva en función del costo en el corto y medio plazo. Sin embargo, el ritmo de aplicación de las tecnologías en Colombia aún no está acorde con el acelerado descubrimiento de opciones para el ahorro de energía. Lo anterior se puede atribuir, en gran medida, a las políticas regulatorias, el poco conocimiento del tema que tienen los participantes de este mercado emergente y especialmente, a la dificultad de financiar proyectos de esta índole. Aún cuando se ha demostrado que la implementación de medidas de eficiencia energética es una estrategia eficaz en función del costo en el corto y medio plazo, se requiere una mayor apropiación y articulación entre las instituciones con inherencia en el diseño e implementación de la política, así como el desarrollo de las estrategias e instrumentos que la viabilicen. Una mayor conciencia acerca de las actividades orientadas a la eficiencia energética y de sus beneficios, entre ellos los económicos y ambientales, y una gestión eficiente de los recursos técnicos, humanos, y financieros, debe ser desarrollada coordinadamente entre todos los agentes de la cadena de consumo energético, para hacer posible su aplicación y la apropiación de buenas prácticas operacionales en los diferentes sectores del país. (UPME, 2012)

Como respuesta al desafío que supone desarrollar, adoptar e implementar programas de eficiencia energética, el país declaró el Uso Racional y Eficiente de Energía como un

asunto de interés social, público y de conveniencia nacional a través de la Ley 697 de 2001.

A partir de la promulgación de esta Ley, el Gobierno Nacional ha expedido Decretos Reglamentarios y Resoluciones encaminadas a promover la cultura de Uso Racional y Eficiente de Energía, marcando un hito con la expedición de la Resolución 180919 de 2010, mediante la cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015, con visión al 2020. Este plan desarrolla el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, PROURE (Propuesta de Esquemas Financieros Aplicados a Proyectos de Eficiencia Energética y Fuentes No Convencionales de Energía, UPME, 2012). En ésta se contemplan cuatro objetivos específicos:

- Consolidar una cultura URE (Uso Racional y Eficiente de la Energía).
- Construir las condiciones económicas, técnicas, regulatorias y de información.
- Fortalecer las instituciones.
- Facilitar la aplicación de las normas relacionadas con incentivos.

De igual forma, a partir del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, se recomiendan medidas que ayuden a la conservación del medio ambiente, donde se puede destacar que la mayoría de ellas está directamente relacionada con el uso racional y eficiente de la energía, entre las que se encuentran:

- Promoción del cambio tecnológico en el uso de artefactos eléctricos, sustitución de bombillas convencionales, uso de hornillas y electrodomésticos eficientes.
- Uso eficiente de energía en equipos de refrigeración, aire acondicionado y desarrollo de sistemas de arquitectura bioclimática en viviendas.
- Normalización de redes y disminución de pérdidas no técnicas, así como capacitación a empresarios sobre los beneficios del reemplazo de tecnologías de producción obsoletas por tecnologías más eficientes.

- Iniciativas de política energética y desarrollos regulatorios.

Para la aplicación de estas medidas el Gobierno Colombiano, por intermedio del Ministerio de Minas y Energía y la UPME, buscan la implementación de programas específicos, entre ellos: la creación del Fondo Nacional de Eficiencia Energética o la realización de Auditorías Energéticas en los sectores industriales y comerciales con la implementación de programas URE (Uso Racional y Eficiente de la Energía o de Fuentes No Convencionales de Energía), entre otros.

Tabla 4 Potenciales y metas de ahorro de energía a 2015

Fuente: Propuestas de Esquemas Financieros Aplicables a Proyectos de Eficiencia Energética y FNCE (UPME), 2010.

Sector	Electricidad (GWh/año)		Otros energéticos (Tcal/año)	
	Potencial (%)	Meta(%)	Potencial (%)	Meta(%)
A nivel nacional	20,3	14,75	N/D	2,1
Residencial	10,6	8,66	N/D	0,55
Industrial	5,3	3,43	N/D	0,25
Comercial, público, y servicios	4,4	2,66	N/D	N/D
Transporte	NA	NA	0,44**	0,33
			1,06**	0,96

Además, de acuerdo con diversos estudios sectoriales y las proyecciones de demanda de energía realizadas por la UPME, las cuales incluyen escenarios de demanda alta, media, baja y URE, el Plan de Acción Indicativo presenta potenciales y metas de ahorro de energía estimadas al año 2015 como se muestra en la Tabla 3.

Finalmente hay que mencionar que la influencia del uso de la energía sobre los aspectos ambiental, económico y social, dio lugar a la creación de una norma internacional en sistemas de Gestión de la energía que ofreciera las directrices para el mejoramiento del desempeño energético en las organizaciones, logrando con ello mejoramiento de la

productividad y en la calidad de vida, así como la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que provocan el calentamiento global. (Identificación y evaluación de aspectos ambientales, Hugo González, 2013)

La norma ISO 50001: 2011, Energy Management Systems –Requirements with guidance for use, publicada por ISO el 11 de junio de 2011 y adoptada por Colombia mediante la norma espejo NTC ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para uso, emitida por ICONTEC el 24 de enero de 2012, representa el estándar internacional que responde a este panorama.

En Colombia, los resultados obtenidos de la sinergia Universidad-Empresa-Estado, con el Programa Estratégico Nacional de Sistemas de Gestión de la Energía, específicamente con la formación de cientos de personas y un número aproximado de 65 empresas de distintas regiones del país en cuanto a la apropiación e implementación de la norma, le han permitido al país ser un referente regional en la adopción de sistemas de gestión en la industria con enfoques de eficiencia y productividad.

## **5.2 BENEFICIOS TRIBUTARIOS EN COLOMBIA**

Una vez comprendidos los conceptos de las energías alternativas, es importante resaltar las ventajas sobre el uso de las mismas mediante incentivos otorgados por el gobierno de cada país. En el caso de Colombia y con el fin de tener una matriz energética más amigable con el medio ambiente, se ofrecen alicientes al sector privado y público para implementar el uso de energías limpias, que a pesar de que son un poco más costosas, son mucho menos contaminantes que los combustibles fósiles. Por ello, los actores interesados en hacer inversiones en proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía y Gestión Eficiente de la Energía, podrán acceder a los beneficios tributarios reglamentados por la ley. Para esto,

existe un marco normativo tributario en el que se establecen las leyes y decretos que rigen los lineamientos para promover el uso de energías alternativas. (UPME, 2015)

La ley que establece estos incentivos es la Ley 1715 de 2014, artículos 11, 12, 13 y 14 aprobados por el Congreso de la República, y en la cual se promueve la eficiencia energética y la utilización de fuentes no convencionales de energías renovables, tanto en el sistema interconectado nacional (SIN) como en las zonas no interconectadas (ZNI) y busca, además, desarrollar soluciones híbridas para disminuir el uso de las plantas diésel en las zonas no interconectadas (ZNI).

Por otro lado, el decreto que desarrolla los incentivos previstos por la Ley es el decreto 2143 de 2015 del Ministerio de Minas y Energía, Hacienda y Crédito Público, Comercio, Industrial y Turismo y de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Y las resoluciones que reglamentan el procedimiento que permite acceder a los incentivos son las 520 y 638 DE 2007 y la Resolución 143 de 2016 de la UPME. Registro de proyectos, la Resolución 045 de 2016 de UPME, la Resolución 1283 de 2016 del Ministerio de Ambiente y, por último, la Resolución 186 de 2012 del Ministerio de Ambiente.

Actualmente hay 4 beneficios otorgados a proyectos de energías no convencionales: el primero es la deducción especial del impuesto sobre la renta que se le aplica a las inversiones que se hagan en investigación y desarrollo en el ámbito de la producción y utilización de energía a partir de fuentes no convencionales de energía o gestión eficiente de la energía, por un valor máximo anual del 50% de la renta líquida del contribuyente.

Para poder acceder a este incentivo se debe tener la certificación de la UPME que avalará el proyecto de FNCE o de Gestión Eficiente de Energía (GEE), los equipos, elementos y maquinaria, nacionales o importados o la adquisición de servicios. Además, los

contribuyentes deben obtener la certificación de incentivo ambiental que expide el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El segundo beneficio, es la depreciación acelerada que les aplica a los Generadores de energía a partir de FNCE que hagan inversiones en maquinaria, equipos y obras civiles, construidos con la ley 1715 en vigencia. Esta depreciación debe ser regida por la técnica contable y la tasa anual global de depreciación no puede superar el 20% y debe contar con los mismos requisitos que el beneficio anterior.

El tercer incentivo es la exclusión del IVA en la adquisición de bienes y servicios, el cual aplica a la compra de equipos, elementos y maquinaria o la adquisición de servicios dentro o fuera del territorio nacional que se designen a nuevas inversiones y pre inversiones para la producción y uso de energía a partir de FNCE, así como también los que estén destinados a la medición y evaluación de potenciales recursos. Lo anterior aplica al listado elaborado por la UPME en el Anexo de la Resolución 045 de 2016.

Y, por último, la exclusión del gravamen arancelario, el cual hace una exención del pago de los derechos arancelarios de importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de pre inversión y de inversión de proyectos con fuentes no convencionales de energía. Este incentivo se aplicará a la maquinaria, equipos, materiales e insumos que no se produzcan por la industria nacional y su única forma de adquirirlas sea mediante la importación. Para este incentivo se deben definir con anterioridad las características de los bienes y servicios que se requerirán para desarrollar el proyecto antes de adquirirlas o importarlas, pues esta información es un requisito para solicitar las certificaciones a la UPME y la ANLA. (UPME, 2015)

El propósito de esta normativa es la de incentivar la utilización de energías alternativas especialmente renovables, en el sistema energético nacional, dándole respuesta a la

demanda de los distintos sectores productivos, con criterios de sostenibilidad medioambiental, social y económica. Además, pretende estimular la inversión, investigación y desarrollo para la producción y utilización de energía a partir de fuentes alternativas, lo cual dará como resultado una reducción del impacto ambiental y la utilización de energías limpias, como medio de generación de energía.

## **6. BENEFICIOS ASOCIADOS AL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN LA ZONA**

Se buscaron planes y proyectos que en la zona permitan recibir beneficios tributarios por el uso y promoción de energías alternativas.

### **6.1 PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL DEL AMAZONAS**

El Plan de Desarrollo del Departamento de Amazonas 2016-2019, fue formulado de manera participativa buscando que todo el pueblo se sintiera identificado y que además cumpliera con los propósitos enmarcados en el programa de gobierno nacional. Esta administración que se denomina de “*Gestión y Ejecución para el Bienestar, la Conservación Ambiental y la Paz*”, reconoce a la comunidad como la principal protagonista de este plan, pues reúne las principales necesidades del departamento y se plantean de manera precisa soluciones para el cierre de brechas durante el periodo administrativo.

*El objetivo principal del Plan Departamental de Desarrollo es generar bienestar colectivo, progreso, dinamización de la economía y desarrollo social a partir de la identificación de las necesidades y carencias de sus habitantes, el reconocimiento de los grupos étnicos, la biodiversidad, riqueza hídrica de la región y las oportunidades de realización existentes para garantizar mejores condiciones de vida para sus habitantes en un marco de ejercicio de derechos para la construcción de paz y respecto a la diferencia que caracteriza a la región.*

*El Plan Departamental de Desarrollo 2016-2019, tiene como objetivos específicos:*

- a. Consolidar al Amazonas como un territorio de paz para la convivencia ciudadana armónica.*
- b. Generar procesos de sostenibilidad ambiental y crecimiento verde.*

- c. Incentivar y articular cadenas productivas (Turismo, Agropecuario, Comercio, entre otros) que “transformen el campo”.*
- d. Proteger, promover y conservar la identidad cultural de los grupos étnicos, y todas las manifestaciones significativas de los habitantes.*
- e. Generar y consolidar más infraestructura en todos los sectores para una mejor prestación de servicios.*
- f. Generar más y mejor salud y educación para niños jóvenes, adultos y adultos mayores sin ningún tipo de distinción o discriminación.*
- g. Aprovechar las condiciones de frontera y la cooperación internacional para lograr el bienestar colectivo.*

Teniendo en cuenta el Plan de Desarrollo Departamental, se busca el progreso económico y desarrollo social de la población, ofreciendo herramientas de formación, capacitación y empleo en el área de energías renovables, lo cual adicionalmente puede mejorar la preservación de los recursos naturales mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

Asimismo, se busca generar procesos de sostenibilidad ambiental y crecimiento verde y mejorar la infraestructura para la prestación de servicios, así como ofrecer formación para los adultos y jóvenes interesados en el tema, sin discriminación alguna, contribuyendo a la educación, además de aprovechar cooperación internacional que beneficie a la población.

El Plan de Desarrollo Departamental cuenta con 6 ejes estratégicos: la gestión y ejecución para el bienestar social, post conflicto construcción de hechos de paz para la convivencia, nuestra selva capital para la sostenibilidad ambiental y el crecimiento verde, infraestructura para el desarrollo integral, desarrollo económico con énfasis en turismo y trabajo y el eje de gestión pública, eficiente, eficaz y transparente.

## 6.2 ARTICULACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE- ODS

Por otro lado, están los grandes desafíos que tiene la sociedad con respecto a la pobreza, educación, salud, medio ambiente y paz; los objetivos de desarrollo sostenible -ODS- se convierten entonces en una responsabilidad común de la sociedad. Por lo anterior, es importante describirlos y tenerlos en cuenta a la hora de implementar un nuevo proyecto para encaminarlo hacia ellos y contribuir con el crecimiento sostenible.

Para la elaboración de estos objetivos, el día 25 de septiembre de 2016, los líderes del mundo se reunieron en la sede de las Naciones Unidas, en Nueva York y aprobaron una agenda para el desarrollo sostenible: Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el Desarrollo Global 2016-2030; en donde se hace referencia a varios objetivos importantes que conllevan a la protección del medio ambiente, crecimiento sostenible, los cuales cada nación debe abordar.

- **OBJETIVO: EDUCACIÓN DE CALIDAD:**

*El objetivo busca asegurar que todas las niñas y niños completen su educación primaria y secundaria gratuita de aquí a 2030. También aspira a proporcionar acceso igualitario a formación técnica asequible y eliminar las disparidades de género e ingresos, con el fin de lograr acceso universal a educación superior de calidad.*

- **OBJETIVO: ENERGÍA ASEQUIBLE Y SOSTENIBLE:**

*Para garantizar acceso universal a electricidad asequible en 2030, es necesario invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, eólica y termal. La adopción de estándares eficaces en función del costo en una variedad de tecnologías también podría reducir en 14% el consumo mundial de electricidad en los edificios.*

- **OBJETIVO: TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO:**

*Estimular el crecimiento económico sostenible mediante el aumento de los niveles de productividad y la innovación tecnológica. La promoción de políticas que estimulen el espíritu empresarial y la creación de empleo son cruciales para este fin, así como también las medidas eficaces para erradicar el trabajo forzoso, la esclavitud y el tráfico humano. Con estas metas en consideración, el objetivo es lograr empleo pleno y productivo y un trabajo decente para todos los hombres y mujeres para 2030.*

- **OBJETIVO: INDUSTRIA, INNOVACIÓN, INFRAESTRUCTURA:**

*La inversión sostenible en infraestructura y la innovación son motores fundamentales del crecimiento y el desarrollo económico. Con más de la mitad de la población mundial viviendo en ciudades, el transporte masivo y la energía renovable son cada vez más importantes, así como también el crecimiento de nuevas industrias y de las tecnologías de la información y las comunicaciones.*

*Reducir la brecha digital es crucial para garantizar acceso igualitario a la información y el conocimiento y, en consecuencia, para promover la innovación y el emprendimiento.*

- **OBJETIVO: CONSUMO RESPONSABLE Y PRODUCCIÓN:**

*La gestión eficiente de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos tóxicos y los contaminantes son vitales para lograr este objetivo. También es importante instar a las industrias, los negocios y los consumidores a reciclar y reducir los desechos, así como apoyar a los países en desarrollo a avanzar hacia patrones sostenibles de consumo para 2030.*

- **OBJETIVO: ACCIÓN CLIMÁTICA:**

*El objetivo a nivel de acción climática es movilizar US\$ 100.000 millones todos los años hasta 2020 para abordar las necesidades de los países en desarrollo y ayudar a mitigar los*

*desastres relacionados con el clima.* (Objetivos de Desarrollo Sostenible, Naciones Unidas, 2016)

Teniendo en cuenta la descripción de cada uno de los ODS se puede decir que cualquier propuesta debería contribuir con el cumplimiento de estos objetivos, aportando a la educación del país y de la región, promoviendo el uso y consumo responsable de los recursos naturales y del medio ambiente y aumentando el empleo mediante la oferta de nuevos puestos de trabajo que favorezcan el crecimiento económico, entre otros.

### **6.3 CENTRO INDUSTRIAL Y DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DEL SENA REGIONAL GUAJIRA**

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) lleva algunos años promoviendo programas, proyectos y políticas que fomenten el uso de las energías renovables en las empresas del país. SENA creó un Centro industrial y de Energías Alternativas en el departamento de la Guajira, el cual ofrece formación a las personas que cumplan con los requisitos académicos para titularse como tecnólogos y técnicos en diversos programas. Este centro atiende la demanda existente en la región en cuanto a programas para tecnólogos en Gestión Administrativa, Gestión del Ciclo de Vida del Producto, Administración de Ensamble y Mantenimiento de Computadores en Redes, entre otros.

Es importante, aclarar los conceptos de técnicos, tecnólogos y profesionales en Colombia, debido a que el SENA principalmente se ocupa de la formación técnica profesional y tecnológica según los niveles formativos existentes en el país. Para el Ministerio de Educación, el sistema educativo colombiano está conformado por la educación inicial, la educación preescolar, la educación básica, la educación media y la educación superior. Los técnicos, tecnólogos y profesionales hacen parte de la educación superior. El modelo

formativo de educación superior en Colombia está estructurado en las categorías de pregrado y posgrado; El pregrado son todos aquellos programas ofertados por las instituciones de educación superior-IES- que los faculta para ejercer un oficio o profesión. A nivel de pregrado se encuentran los técnicos profesionales, los tecnólogos y profesionales; los dos primeros son los niveles de educación que ofrece el SENA. Esta regional en la Guajira muestra los beneficios que le ofrece a la región un centro de formación, teniendo en cuenta los lineamientos de la entidad. En este caso, el objetivo del centro es adoptar e implementar el sistema de gestión de la energía en la dirección general, direcciones regionales y centros de formación profesional, con el propósito de alcanzar una mejora en el desempeño energético para el bienestar de las personas y confort en los ambientes de formación, administrativos y de servicio.

Adicionalmente, busca cumplir con los objetivos energéticos de la entidad, los cuales son:

- *Mejorar el desempeño energético a través de actividades que permitan realizar un uso óptimo de la energía, disminuir el consumo e incrementar la eficiencia energética.*
- *Incrementar el control operacional de variables con impacto en el desempeño energético, asegurando que se mantengan bajo condiciones adecuadas para el bienestar y confort del personal de la entidad.*

Seguidamente, se mostrarán las fortalezas, los servicios tecnológicos que ofrece y el talento humano con el que se contó para la creación de este centro industrial, según informe a posteriori realizado por la misma entidad:

*Fortalezas del centro*

- *Talento humano de calidad*

- *Transformación de ambientes de aprendizaje*
- *Ubicación estratégica del centro*
- *Actor en el clúster de minería*
- *Relacionamiento corporativo con entes públicos y privados*
- *Cerrejón principal socio estratégico*

*Servicios Tecnológicos:*

- *Asesoría en montajes de parques de generación*
- *Monitoreo y tomas de datos en sitio.*

La inversión del parque tecnológico de energías renovables es de: \$1.855 millones.

## INFRAESTRUCTURA TECNOLOGICA

	INVERSIÓN
1. TALLER DE MECANIZADO	\$ 850 Millones
2. LABORATORIO DE ENSAYO Y METROLOGIA	\$ 190 Millones
3. LABORATORIO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	\$ 215 Millones
4. ADECUACIONES OBRAS CIVILES	\$ 600 Millones

**Ilustración 19** Inversión en infraestructura tecnológica del Centro en la Guajira  
Fuente: Informe Centro Industrial y de Energías Renovables-Regional Guajira, 2009

*Talento humano:*

- *Doctores en energías renovables*
- *Especialista en proyección de plantas de energía solar y eólica*

En la siguiente ilustración, se especifican los técnicos, tecnólogos y profesionales requeridos para temas de energías y mantenimiento en el centro.

## ENERGIAS Y MANTENIMIENTO



Ilustración 20 Capital humano capacitado en energía y mantenimiento requerido en el centro  
Fuente: Informe Centro Industrial y de Energías Renovables-Regional Guajira, 2009

Por último, el informe realiza una proyección de los niveles de formación que tendrán las personas de la región después de la creación del centro en la Guajira para el año 2019.

## PROYECCION METAS 2019

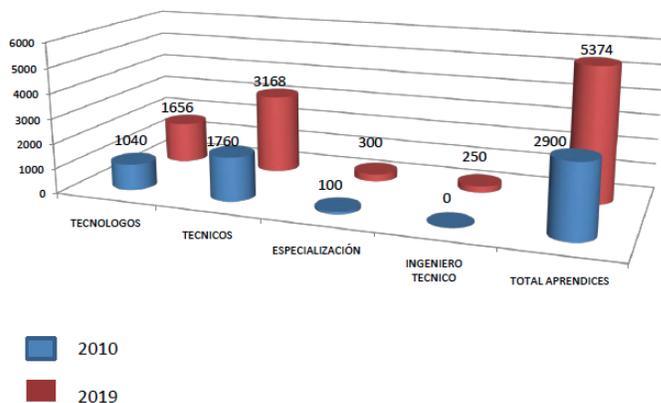


Ilustración 21 Capital humano formado en 2019

Fuente: Informe Centro Industrial y de Energías Renovables-Regional Guajira, 2009

Después de analizar los resultados del Centro Industrial y de Energías Renovables en la Guajira, se puede concluir que la creación de un centro de investigación puede dar muchos frutos que benefician a la sociedad y a la región en donde se localiza, pues no sólo forma y capacita a sus habitantes, sino que contribuye con el mejoramiento de su calidad de vida y las de generaciones futuras.

### 6.4 SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS (SGR)

Es importante conocer la existencia de fuentes de financiación. Por esto, es importante definir el concepto de regalías según la constitución colombiana.

La regalía es una contraprestación económica que se causa a favor del estado por la explotación de un recurso natural no renovable y que está a cargo de las personas a quienes

se les otorga el derecho a explorar o explotar recursos minerales existentes en el subsuelo en determinado porcentaje sobre el producto bruto explotado. (C. Const., Sent.C-800, ago.20/2008. M.P. Manuel José Cepeda Espinosa y Sent. C- 317, mayo 3 de 2012. M.P: María Victoria Sáchica)

Para aclarar un poco más el término de regalías, se encontró que en inglés se traduce como “*royalties*” y se define como *una compensación o parte de las ganancias pagadas al propietario de un derecho, ya sea una patente, petróleo o un derecho mineral, por su uso o explotación.* (Diccionario Collins, 2017)

Colombia es un país que gran parte de sus recursos son generados por la explotación de los hidrocarburos. Esta explotación genera un beneficio para la economía del país ya que se establece una compensación por la explotación del suelo que se denomina regalías que podría traducirse como en un impuesto que las empresas pagan al Estado por extraer recursos fósiles, como el petróleo, carbón o minería.

Por lo tanto, por medio de los recursos de regalías asignados a cada región en Colombia se pueden financiar proyectos que contribuyan con el desarrollo del país. No obstante, no se deben confundir las regalías con el significado de una concesión, debido que una concesión según la Real Academia Española (RAE) es un “*negocio jurídico por el cual la Administración cede a una persona facultades de uso privativo de una pertenencia del dominio público o la gestión de un servicio público en plazo determinado bajo ciertas condiciones*”. Pues las regalías no son consideradas un negocio, sino el beneficio otorgado al estado por la explotación de recursos fósiles con los que cuenta el país y le genera utilidades, que deben ser re invertidos para bien de la comunidad.

El sistema general de regalías es el sistema que regula, distribuye, administra y ejecuta el uso eficiente de los ingresos que provienen de la explotación de los recursos naturales no renovables, así como el que elige el destino de dichos recursos. Sus principales objetivos son los de proveer equidad en la distribución de los recursos para la época de escasez, entregando recursos a la población menos favorecida para generar igualdad social, promoviendo el desarrollo y la competitividad en las regiones, promoviendo proyectos minero energéticos. Tras la reforma que se le hizo al sistema, las regalías quedaron distribuidas tal cual como se muestran en la ilustración 18, mostrada a continuación:

**EN EL TERRITORIO**  
**HOY**  
**Regalías totales por departamento**

**2012 – 2020**  
(cifras en billones)

- Más de \$4
- De \$3,2 a \$4
- De \$2,4 a \$3,2
- De \$1,6 a \$2,4
- De \$0,8 a \$1,6
- De \$0 a \$0,8



**Ilustración 22 Asignación de regalías por departamento**  
Fuente: Presentación General del Sistema General de Regalías elaborado por el Departamento Nacional de Planeación de Colombia (DNP) y el Banco de la República. Tomado el 18 de agosto de 2017.

La función del sistema general de regalías está ligada directamente con el proyecto debido a que es la forma mediante la cual se financiará el centro teniendo en cuenta la asignación de

recursos al departamento del Amazonas y debido a que el proyecto contribuye con los objetivos del sistema, al promover el desarrollo y la competitividad de la región y el desarrollo de proyectos minero energéticos. Por tal razón, se debe estructurar un proyecto siguiendo los lineamientos estipulados por el Departamento Nacional de Planeación, quien se encarga de monitorear, seguir, controlar y evaluar el sistema general de regalías, y aprobar los proyectos para la utilización de los recursos.

## 7. MATRIZ DAFO PARA LA REGIÓN TENIENDO EN CUENTA LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PAÍS

El análisis mediante una matriz DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) para la región de Amazonas es necesario debido a que se ven expuestas las diferentes situaciones por las que puede pasar el proyecto y ayuda a elaborar estrategias que mitiguen el impacto de las amenazas y disminuyan las debilidades que pueden acontecer en los distintos escenarios.

Tabla 5 DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

Fuente: Elaboración propia

DEPARTAMENTO DE AMAZONAS			
Análisis Interno		Análisis Externo	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amplio campo de investigación por su diversidad cultural, etnológica, biodiversidad, entre otras.</li> <li>- Las personas de la región conocen los recursos y servicios con los que cuentan, por lo que los pueden dar a conocer más fácilmente.</li> <li>- Los habitantes respetan y le dan mucha importancia al medio ambiente y a las</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deficiente servicio de energía para el desarrollo de actividades económicas.</li> <li>- Carencia de tecnología en la región.</li> <li>- Poco personal capacitado.</li> <li>- Falta de estructura empresarial que le permita operar con eficacia cualquier actividad.</li> <li>- Dado la estructura de empresas de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estratégica posición geográfica, sobre la línea del Ecuador que le brinda un clima tropical a la región y mucha radiación solar.</li> <li>- Las fronteras con Brasil y Perú facilitan el intercambio comercial y cultural.</li> <li>- Riqueza natural de la región; se encuentran capitales naturales, de flora y de fauna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas de seguridad y mala imagen del país a nivel internacional, por el conflicto interno.</li> <li>- Poca inversión extranjera.</li> <li>- Alta tasa de desempleo en el país.</li> <li>- Falta de posicionamiento y promoción de la región.</li> <li>- Falta de infraestructura en la región que retrasa el desarrollo de la misma, pues</li> </ul>

<p>comunidades indígenas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No existen grandes barreras de entrada de productos o actividades económicas.</li> <li>- Las artesanías realizadas por los nativos son un producto muy apetecido y de excelente calidad.</li> <li>- Debido a que la mayoría de empresas son familiares, hay bajos índices de rotación de personal.</li> <li>- Alto sentido de pertenencia por la región y el medio</li> </ul>	<p>tipo familiar, éstas no se trazan metas de crecimiento y son reacias al cambio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poca disponibilidad de insumos para el desarrollo de actividades.</li> <li>- Poca capacidad de endeudamiento de la región, al no ser una región desarrollada.</li> <li>- Empresarios cuentan con un nivel académico bajo, debido a que no tienen acceso a la formación académica ni empresarial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El cuidado de la región contribuye con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.</li> </ul>	<p>tiene difícil acceso en comparación con el resto del país.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La posibilidad de perder la certificación ambiental internacional con la que cuenta Puerto Nariño por no utilizar energías limpias en el departamento.</li> <li>- La contaminación del río Amazonas por los aceites e hidrocarburos que se necesitan para operar las plantas diésel y que son botadas al río.</li> </ul>
--	---	---	---

Las debilidades detectadas con respecto al país fueron: que existe un deficiente servicio de energía para el desarrollo de actividades económicas, hay una carencia de tecnología y sobre todo de procesos especializados en la región para el avance de proyectos y evolución de la misma, lo que reafirma el poco personal capacitado. Por otro lado, la falta de estructura empresarial hace que cualquier actividad sea más difícil de operar con eficiencia, pues las empresas de tipo familiar (o famiempresas) que componen un gran porcentaje de empresas en Colombia, no se trazan metas de crecimiento y son reacias al cambio. Además,

no cuentan con los insumos disponible para el desarrollo de las actividades, y para adquirirlos deben incurrir en gastos, que la poca capacidad de endeudamiento de la región no les permite.

## 8. ENTREVISTAS

Tras este análisis, se quiso contrastar la información extraída mediante la entrevista realizada a tres empresarios de la comunidad de Amazonas. La entrevista se estructuró de forma semi-dirigida, dejando algunas preguntas con respuestas cerradas y otras con respuestas abiertas. El objetivo era conocer qué propuesta podía ser interesante para este grupo de interés, centrándonos principalmente en las debilidades detectadas.

### Entrevistas Amazonas

1. *Breve introducción del entrevistado: ¿De dónde es? ¿Cuántos años lleva viviendo en la región? ¿Cuál es su ocupación?*

---

---

---

2. *Cuáles son las principales actividades de la región (Marcar una o varias opciones).*
  - a. Comercio
  - b. Turismo
  - c. Pesca
  - d. Agricultura
  - e. Otras: cuál (es)

---

3. *Cuáles cree usted que son las causas de la contaminación del río Amazonas (Marcar una o varias opciones)*
  - a. Embarcaciones fluviales (medio de transporte)
  - b. Mercado de abastos
  - c. Las casas flotantes
  - d. Aguas y desechos residuales

- e. *Vendedores ambulantes*
  - f. *Balsas de los talleres de mecánica para motores fuera de borda*
  - g. *Combustible (aceites, filtros, hidrocarburos) para las plantas de energía diesel*
  - h. *Otras: cuál (es)*
- 

4. *¿Cuáles centros de educación superior conoce usted en el Amazonas? (Marcar una o varias opciones)*
- a. *Universidad Nacional de Colombia sede Amazonía*
  - b. *Universidad de la Amazonía*
  - c. *Universidad Antonio Nariño*
  - d. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)*
  - e. *Otras: cuál (es)*
- 

5. *¿Conoce acerca de la certificación ambiental internacional con la que cuenta Puerto Nariño?*
- a. *Sí*
  - b. *No*

6. *¿Qué tipo de energía utiliza usted actualmente?*
- a. *Plantas diésel*
  - b. *Acumulación de energía en baterías*
  - c. *Paneles solares*
  - d. *Pequeñas centrales hidroeléctricas*
  - e. *Otras: cuál (es)* \_\_\_\_\_

7. *¿Conoce sobre algún proyecto de energías renovables que se esté haciendo en el departamento?*
- a. *Sí*
  - b. *No*
- Cuál:* \_\_\_\_\_

8. *Teniendo en cuenta que un centro de investigación es una institución dedicada desarrollar proyectos de investigación y de ofrecer cursos de formación a la comunidad en temas específicos. ¿Le gustaría que se estableciera un centro de investigación de energías renovables en Leticia?*
- a. *Sí.*
  - b. *No*
- ¿Por qué?* \_\_\_\_\_

9. *Si la respuesta a la pregunta anterior es Sí, ¿qué le gustaría o qué sugeriría para el beneficio de las Amazonenses que este Centro de Investigación ofreciera?*
- 
- 
-

10. *¿Está Usted interesado en obtener en Leticia un título o una certificación en energías alternativas por una institución educativa colombiana y una universidad extranjera?*
- Sí*
  - No*
- ¿Por qué?:*
- 

Los resultados de las tres entrevistas nos permitieron extraer la siguiente información:

- Los entrevistados eran de la ciudad de Villavicencio y de Bucaramanga, llevaban 4, 1 y 20 años en la región respectivamente. Sus ocupaciones venían desde Revisor Fiscal del Hospital San Rafael de Leticia, como comerciante y Director de CTeT de Amazonas.*
- Las principales actividades de la región son: el Comercio, el Turismo, la Pesca, la Agricultura y las artesanías.*
- Las causas de la contaminación del río Amazonas son: embarcaciones fluviales (medio de transporte), el Mercado de abastos, las Aguas y desechos residuales, las Balsas de los talleres de mecánica para motores fuera de borda, el Combustible (aceites, filtros, hidrocarburos) para las plantas de energía Diesel.*
- Los centros de educación superior en el Amazonas conocidos son: la Universidad Nacional de Colombia sede Amazonía, la Universidad de la Amazonía, la Universidad Antonio Nariño, la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y la Universidad Remintong.*
- Todos los entrevistados conocían acerca la certificación ambiental internacional con la que cuenta Puerto Nariño.*
- Los entrevistados coincidieron que la energía que utilizan actualmente es a través de plantas Diesel.*
- Todos los encuestados conocen algún proyecto de energías renovables que se está desarrollando en el departamento. Uno de ellos aclaró que era un proyecto fotovoltaico.*
- Teniendo en cuenta que un centro de investigación es una institución dedicada desarrollar proyectos de investigación y de ofrecer cursos de formación a la comunidad en temas específicos. Los tres quisieran que se estableciera un centro de investigación de energías renovables en Leticia porque le da al departamento sostenibilidad ambiental.*
- Las sugerencias recibidas como beneficio a la comunidad de Amazonas si se estableciera un Centro de investigación es el que este ofreciera: gestión de*

*proyectos para implementar en las zonas no interconectadas, conocimiento en tecnologías que ayudan a la región a obtener nuevas certificaciones ambientales, mayor cobertura al público para los estudio, energía limpia, una cultura ambiental y Responsabilidad social.*

- 10. Finalmente, todos están interesados en obtener en Leticia un título o una certificación en energías alternativas por una institución educativa colombiana y una universidad extranjera, porque les puede traer mayores y mejores oportunidades de trabajo.*

## **9. PROPUESTA: CREACIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS PARA EL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS**

Vistos los resultados de la información analizada en los puntos anteriores, la propuesta que se plantea es la de crear un Centro de Investigación y Formación de Energías Alternativas que sea manejado por el Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA-, con el objetivo de que sea un referente nacional e internacional. En el contexto nacional gracias a su presencia con sucursales alrededor del país, y por el conocimiento y tecnología relacionadas con las energías renovables; solar, eólica, biomasa, hidrogeno, mareomotriz. Al igual que en el contexto internacional, ya que, al estar ubicado en la frontera con Perú y Brasil, sirve como modelo para implementar un programa similar de formación e investigación en la zona.

Inicialmente se necesitará un espacio físico (laboratorios) donde se realizará investigación, se implementarán sistemas de medición en distintos puntos cardinales de la región, que permitirán caracterizar el potencial energético del país y definir el uso apropiado de éste en las distintas zonas de Colombia. Paralelamente, se iniciará un estudio con los empresarios, el sector productivo y la comunidad en general, para conocer y describir los principales procesos y equipos en lo relacionado con los consumos energéticos utilizados. Además, se busca implementar sistemas de gestión de la energía. Esto último, entre otros, con el fin de optimizar el consumo energético de la región, aportar al cumplimiento de normas ambientales internacionales para los productos, y reducir el costo final de los mismos; permitiendo a los empresarios de la región ser más competitivos.

Se realizarán actividades de formación que permitan a la sociedad en general apropiarse de la tecnología existente en el área, así como del nuevo conocimiento que se genere durante

el desarrollo del proyecto. Para ello el centro tiene previsto contar con espacios físicos que permitan realizar demostraciones prácticas del uso de las energías renovables y de aulas de enseñanza con las adecuaciones pertinentes. El programa tiene como uno de sus objetivos buscar la sinergia entre la comunidad, los sectores económicos, las universidades, las entidades territoriales y los profesionales de la zona.

En primera instancia, para la realización de este Centro se implementará el procedimiento para presentar proyectos que sean financiados por el Sistema General de Regalías. Es necesario determinar cada uno de los pasos y realizar un diagrama de flujo con el proceso de la creación del centro, luego de estar aprobada su financiación, la creación y constitución del mismo.

La manera para obtener recursos del Sistema General de Regalías (SGR) para el desarrollo de proyectos como el Centro de Investigación y Formación de Energías Alternativas, es el siguiente: primero, se debe presentar el proyecto ante el Departamento Nacional de Planeación – DNP – y el Ministerio o entidad del Estado cabeza del sector, mesas técnicas y Órganos Colegiados de Administración y Decisión (OCAD), los cuales se encargan de definir los proyectos de inversión que se tendrán en cuenta para ser financiados con recursos de regalías, además de evaluar, viabilizar, aprobar y priorizar los proyectos para financiarlos y asignarles un ejecutor.

La presentación de estos proyectos debe hacerse utilizando la Metodología General Ajustada (MGA), que es una herramienta informática que ayuda a formular proyectos de inversión pública. La MGA está compuesta por cuatro módulos: identificación, preparación, evaluación y toma de decisiones. Estos proyectos deben tener un alto impacto regional o local, para poder ser estudiados y financiados y deben ser presentados por una entidad que garantice la continuidad, sostenibilidad y funcionamiento; en el caso del

Centro, la entidad sería el SENA, pues esta entidad le dará cumplimiento a una de las exigencias del Sistema General de Regalías (SGR) al darle continuidad al proyecto después de entregado, además de proveer el sitio donde funcionará y operará el centro de investigación.

Seguidamente, el proyecto debe ser revisado por la secretaría técnica del OCAD, y si éste cumple con los requisitos y es aprobado por votación, se le asignará un ejecutor y se empezarán a hacer los trámites para la realización de desembolsos. Los desembolsos se efectuarán mediante el Sistema Integrado de Información Financiera de Sistema General de Regalías a través de una cuenta habilitada con ese propósito.

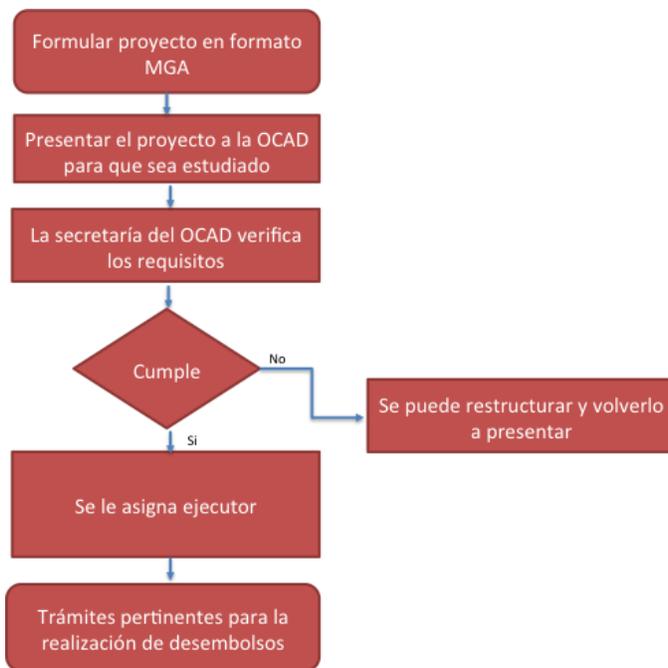


Ilustración 23 Diagrama de flujo para la presentación de proyectos financiados  
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para la creación del Centro en sí, luego de tener aprobada la financiación mediante el Sistema General de Regalías (SGR), lo primero que debe hacerse es el montaje del centro en la sucursal del SENA de la región adjudicada. Seguidamente, se deben capacitar a todos los actores involucrados en el proyecto con el fin de poner a funcionar el Centro lo más pronto posible. Posteriormente, se debe realizar la adquisición e instalación de los equipos y tecnología especializada por un equipo de expertos. Una vez el espacio esté adecuado y se ponga en marcha el centro, se deben estructurar al menos 4 proyectos relacionados con energías renovables en los cuales se empezará a trabajar.

Consecutivamente, se deberá hacer el montaje y puesta en marcha de los sistemas de generación de energía a base de fuentes renovables en zonas no interconectadas (ZNI) con el propósito de continuar promoviendo en la región el uso de éstos. Luego de establecido el Centro y de tener el personal capacitado, se empezarán a ejecutar las formaciones en temas de energías renovables a los habitantes de la región y realizar actividades de socialización, como se puede ver a continuación:

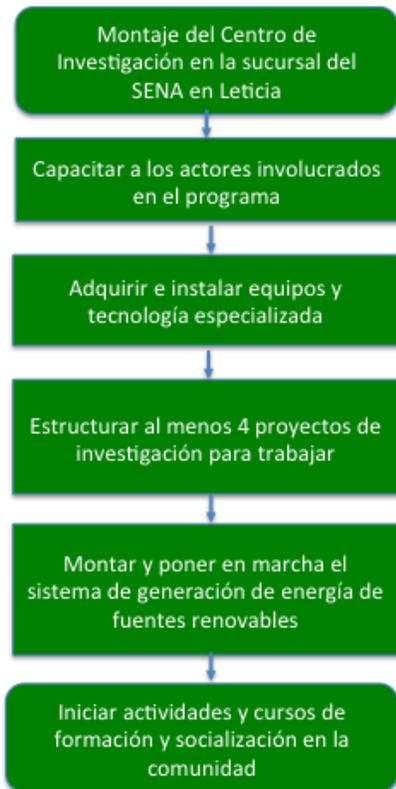


Ilustración 24 Diagrama de flujo de actividades a realizar para la creación del centro  
Fuente: Elaboración propia

## **10. ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS**

Los principales participantes de este proyecto se constituyen por la comunidad del departamento del Amazonas que gozará de los beneficios de tener un centro de investigación, innovación y desarrollo de energías alternativas, el gobierno nacional y departamental, que mediante este proyecto contribuirá a los planes de desarrollo propuestos y finalmente la entidad que se hará cargo del centro una vez terminado, que será el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) el cual será explicado detalladamente a continuación.

### **10.1 SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA**

“Es un establecimiento público del orden nacional, con personería jurídica, patrimonio propio e independiente, y autonomía administrativa; adscrito al Ministerio del Trabajo de Colombia. Ofrece formación gratuita a millones de colombianos que se benefician con programas técnicos, tecnológicos y complementarios que, enfocados en el desarrollo económico, tecnológico y social del país, entran a engrosar las actividades productivas de las empresas y de la industria, para obtener mejor competitividad y producción con los mercados globalizados. “

“La Institución está facultada por el Estado para la inversión en infraestructura necesaria para mejorar el desarrollo social y técnico de los trabajadores en las diferentes regiones, a través de formación profesional integral que logra incorporarse con las metas del Gobierno Nacional, mediante el cubrimiento de las necesidades específicas de recurso humano en las empresas, a través de la vinculación al mercado laboral -bien sea como empleado o subempleado-, con grandes oportunidades para el desarrollo empresarial, comunitario y tecnológico.” (SENA, 2017)

Esta entidad nació en 1957 con el fin de ofrecer formación profesional a los trabajadores colombianos de la industria, comercio, minería, entre otras actividades. La idea de este servicio era brindar capacitación técnica a los empleados y formación complementaria a los adultos para crear un sistema nacional de aprendizaje, en el cual participaran no sólo los trabajadores sino en conjunto con los empleadores y el gobierno.

Adicionalmente, cuenta con servicios de empleo como una nueva herramienta de información que se encarga de enlazar a los colombianos con las vacantes laborales ofrecidas por empresarios con el fin de contribuir con el desempleo del país. Este último servicio amplía el espectro del SENA ya que además de contribuir con la formación de los ciudadanos, les ofrece la oportunidad de poner en práctica sus conocimientos mediante el trabajo. Este servicio asemeja el SENA con lo que era el INEM (Instituto Nacional de Empleo) en España, pues el INEM se encargaba de ayudar a gestionar el empleo en el país, ofreciendo un servicio de orientación, seguimiento e intermediación laboral para el empleo. Mientras que el SENA se enfoca principalmente en la formación de los ciudadanos, que se convierte en una herramienta para conseguir empleo. Por lo tanto, el rol principal del SENA abarca más temas de formación que de consecución de empleo con el fin de contribuir con la educación y el desarrollo del país. Un centro de investigación especializado en energías renovables aprovechará a las personas capacitadas por la entidad para realizar investigación en el tema, con recursos de la misma.

## **10.2 ARTICULACIÓN DE PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL 2015-2018 - SENA**

Teniendo en cuenta que la entidad encargada de darle continuidad al centro después de construido será el SENA, es importante conocer su plan estratégico y conectarlo con los

objetivos del centro para darle aún más sentido al proyecto. Con respecto a las estrategias de ciencia, tecnología e innovación, el plan establece siete acciones concretas: desarrollar un ecosistema habilitante para la Ciencia, Tecnología e Innovación (en adelante CT+I) con capacidades y financiamiento adecuado para la innovación; convertir a Colombia en líder latinoamericano en cinco áreas prioritarias de CT+I; formar los investigadores e innovadores que lideren la transformación de CT+I del país; mejorar la calidad y el impacto de la investigación y la transferencia de conocimiento y tecnología; promover el desarrollo tecnológico y la innovación como motor del crecimiento empresarial y del emprendimiento; generar una cultura que valore y gestione el conocimiento; y la innovación y emprendimiento para una economía naranja, (definida por la Revista P&M como “el conjunto de actividades que de manera encadenada permiten que las ideas se transformen en bienes y servicios culturales, cuyo valor está determinado por su contenido de propiedad intelectual. El universo naranja está compuesto por: i) la economía cultural y las industrias creativas, en cuya intersección se encuentran las industrias culturales convencionales y ii) las áreas de soporte para la creatividad)” (Revista P&M, 2015).

Contribuyendo al diseño y ejecución de política pública y en cumplimiento de su misión, el SENA viene ejecutando proyectos que buscan impactar sobre la innovación, desarrollo tecnológico y competitividad del sector productivo del país, priorizando sus acciones en áreas estratégicas que incentiven la demanda.

El SENA, a través de la Línea de Fomento de la Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo en las Empresas, desarrolla acciones que contribuyen al fortalecimiento de los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en el sector productivo colombiano, cuyos resultados incidan sobre los niveles de productividad y competitividad del mismo, así como en la formación profesional integral y la formación para el trabajo. Lo

anterior se realiza a través del desarrollo de proyectos innovadores al interior de los Centros de Formación y en alianzas con el Sector Productivo orientados en:

- Desarrollo e implementación de tecnologías: para apoyar iniciativas de innovación y desarrollo tecnológico, a partir de una necesidad debidamente formulada, así como proyectos que resulten de investigaciones en los Centros de Formación, para la creación de nuevos productos, servicios o la generación de nuevos procesos que impliquen el desarrollo y/o implementación de tecnologías.
- Transferencia y apropiación de tecnologías: apoyar proyectos que mejoren la gestión tecnológica y la innovación de productos y procesos, mediante la incorporación y apropiación de tecnologías blandas en administración, comercialización, producción, gestión empresarial, recursos humanos y medio ambiente, así como en tecnologías duras que contribuyan al cierre de brechas tecnológicas.
- Buenas prácticas: mediante esta línea se tiene como objetivo apoyar las iniciativas de innovación y desarrollo tecnológico que se enmarquen en el diseño, apropiación y desarrollo de buenas prácticas de acuerdo con los estándares internacionales.

De acuerdo con el plan detallado anteriormente, se puede observar el valioso aporte que hará el centro al contribuir con la innovación y el desarrollo tecnológico del país y de la región, al brindar las herramientas para el estudio y consolidación de proyectos que contribuyan a la preservación del medio ambiente y a la vez aporten al progreso del departamento.

### 10.3 ANÁLISIS DAFO DEL CENTRO PROPUESTO

En este apartado se hará un análisis interno y externo del centro de investigación, innovación y desarrollo en energías alternativas propuesto, teniendo en cuenta sus condiciones actuales.

**Tabla 6 CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS**  
Fuente: Elaboración propia

<b>CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN ENERGÍAS RENOVABLES</b>			
<b>Análisis Interno</b>		<b>Análisis Externo</b>	
<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brindar capacitación y formación a la población de Amazonas.</li> <li>- Contar con personal capacitado para manejar equipos y tecnología especializada.</li> <li>- Tener personal calificado para realizar formación e investigación en energías renovables.</li> <li>- Ofrecer continuidad a proyectos de energías o temas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microempresarios y población con baja formación académica para hacerse cargo de proyectos especializados.</li> <li>- La energía utilizada en la actualidad en Leticia (donde se ubicará el centro) es mediante planta diesel.</li> <li>- Altos costos de inversión inicial, en maquinaria y equipos especializados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprovechar los compromisos que los diferentes países han adquirido con respecto a la promoción de uso y de generación de energías limpias mediante los acuerdos internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible.</li> <li>- Los convenios de cooperación fronteriza a proyectos de generación de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La contaminación ambiental y visual por el uso de planta diésel.</li> <li>- La falta de interés de la región por formarse o investigar.</li> <li>- La falta de presupuesto del estado para financiar proyectos de energías alternativas.</li> <li>- La tecnología cambiante de los equipos y maquinaria requerida.</li> <li>- La falta de apoyo de comunidades indígenas con el centro.</li> <li>- Carencia de información y conocimiento de la importancia de las energías renovables/alternativas.</li> </ul>

<p>especializados que se estén llevando a cabo en la región.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiar con recursos de regalías los proyectos de alto impacto medio ambiental por realizar.</li> </ul>		<p>renovables o fotovoltaicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los incentivos económicos representados en bonos de carbono por disminuir o evitar las emisiones de dióxido de carbono.</li> <li>- Los beneficios tributarios que el gobierno nacional otorga al sector privado en la generación de energía fotovoltaica.</li> <li>- El alto costo de kilovatio hora generado por las plantas diesel en zonas no interconectadas (ZNI) que promueve el uso de energías alternativas.</li> <li>- Las instituciones de educación superior de la región no ofrecen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La población en general no tiene el bagaje académico necesario para trabajar en energías alternativas, tanto en el departamento como en las fronteras con Perú y Brasil.</li> <li>-</li> </ul>
---	--	--	---

		programas de formación continua o titulaciones oficiales en energías alternativas.	
--	--	--	--

Al terminar el análisis DAFO del centro se encontraron varias oportunidades importantes, tales como: aprovechar los compromisos que los diferentes países han adquirido con respecto a la promoción de uso y de generación de energías limpias mediante los acuerdos internacionales tales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los convenios de cooperación fronteriza a proyectos de generación de energía renovables o fotovoltaicas, los incentivos económicos representados en bonos de carbono por disminuir o evitar las emisiones de dióxido de carbono, los beneficios tributarios que el gobierno nacional otorga al sector privado en la generación de energía fotovoltaica, el alto costo de kilovatio hora generado por las plantas Diesel en zonas no interconectadas (ZNI) que promueve el uso de energías alternativas, las instituciones de educación superior de la región no ofrecen programas de formación continua o titulaciones oficiales en energías alternativas.

#### **10.4 DESCRIPCIÓN DE TECNOLOGÍAS A UTILIZAR EN EL CENTRO**

Una de las razones por las cuales se planteó el centro de investigación, innovación y desarrollo de energías alternativas en la región, fue debido a que no se tiene información actualizada sobre los datos meteorológicos del lugar que tienen gran relevancia a la hora de ejecutar el proyecto de generación eléctrica a partir de fuentes no convencionales de

energía, principalmente porque está ubicado en un departamento que no hace parte del sistema interconectado nacional.

Las tecnologías integradas que contendrá el centro serán las siguientes:

- Energía Solar
- Energía eólica
- Biomasa
- Celdas de combustible

La energía solar permite obtener electricidad a partir de la energía del sol, por la cual los paneles solares transforman la radiación solar en electricidad, gracias a una reacción fotoeléctrica que ocurre en las células de silicio y un inversor de corriente que transforma de energía continua a energía alterna.

La energía eólica aprovecha la energía que tiene la velocidad del viento, la cual es captada por las aspas de un aerogenerador, el cual produce un movimiento rotatorio, en donde se mueven un juego de engranajes que permiten la generación de electricidad, de la misma forma que la instalación solar cuenta con un inversor de corriente el cual transforma de energía continua a energía alterna.

La finalidad de utilizar estas tecnologías es desarrollar investigaciones de eficiencia energética y así los actores involucrados puedan tener datos sobre el impacto de las tecnologías de generación de energía utilizadas y aplicarlas en la región, por ejemplo: con la quema de diferentes fuentes de biomasa disponibles en la zona (ejemplo carbón, desechos sólidos, leña, etc.); aprovechamiento de la radiación solar, velocidad del viento y, así mismo, del recurso hídrico de la zona para la generación de hidrógeno para luego una generación de energía eléctrica.

El ahorro energético y la eficiencia energética se definen como el acto de efectuar un “gasto de energía menor del habitual”, es decir, consiste en reducir el consumo de energía mediante actuaciones concretas, pero manteniendo el mismo nivel de confort. A diferencia del ahorro energético, que requiere de cambios de hábitos de consumo, la eficiencia energética está directamente relacionada con el hecho de minimizar la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda sin afectar su calidad, además una instalación eléctricamente eficiente permite su optimización técnica y económica, es decir la reducción de sus costos técnicos y económicos de explotación; supone la sustitución de un equipo por otro que, con las mismas prestaciones, consuma menos electricidad y/o mejores especificaciones técnicas de funcionamiento. (Energías Renovables y Eficiencia Energética, Ministerio de Minas y Energía, 2015)

Para lograr la eficiencia energética de la integración de las diferentes fuentes de energía no convencionales integradas en el centro de investigación, se acopla un sistema de redes inteligentes o micro-redes, el cual es un sistema que utiliza tecnologías digitales y automatizadas para gestionar el transporte de la energía a partir de todas las fuentes de generación y controla la demanda, con el fin de utilizar todas las partes del sistema de la manera más eficiente posible.

### **10.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

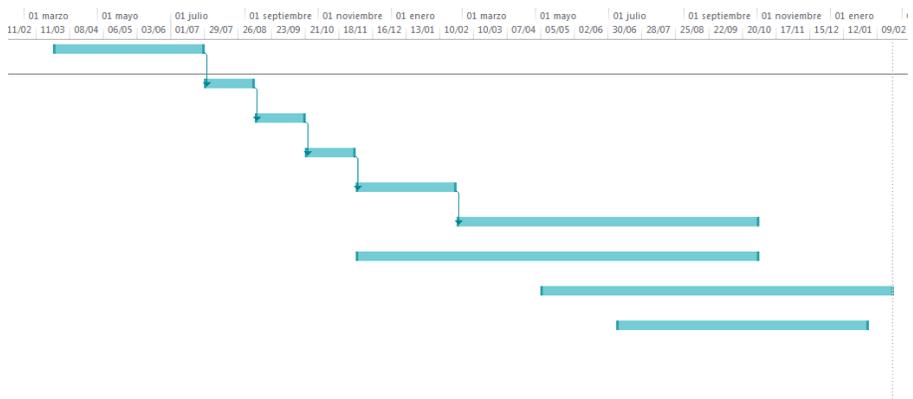
A continuación, se presenta el cronograma general del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación, que incluye desde la fase de la presentación del proyecto para buscar financiación hasta la socialización con la comunidad, como se expuso anteriormente.

ACTIVIDAD	MESES																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Formular proyecto del Centro en Formato MGA	■	■	■																
Presentar el proyecto a la OCAD para que sea estudiado				■	■	■													
Si el proyecto cumple con los requisitos de la OCAD se le asigna ejecutor						■	■												
Trámites para la realización de desembolsos							■	■											
Montaje y adecuación del Centro en la sucursal del SENA en Amazonas								■	■	■									
Capacitar a los actores involucrados en el programa del Centro									■	■	■	■	■	■					
Adquirir e instalar equipos y tecnología especializada										■	■	■	■	■	■				
Estructurar y presentar al menos 4 proyectos de investigación relacionados con las energías renovables a entidades nacionales y posteriormente a entidades internacionales													■	■	■	■	■	■	■
Iniciar con actividades y cursos de formación y socialización a los habitantes																		■	■

**Ilustración 25 Cronograma de actividades**  
Fuente: Elaboración propia

Las actividades a realizar para la consecución del centro mostradas en la ilustración 28 son: formular el proyecto del Centro en Formato MGA, actividad que tiene una duración de 3 meses. Posteriormente, se debe presentar el proyecto a la OCAD para que sea estudiado, que dura 2 meses. En dado caso que el proyecto cumpla con los requisitos de la OCAD se le asigna un ejecutor, esto tomaría alrededor de un mes. Luego se realizarían los trámites para la realización de desembolsos, que tardaría otro mes. Se capacitaría a los actores involucrados en el programa del centro, lo cual tardaría 5 meses. Paralelamente se adquirirían e instalarían los equipos y la tecnología especializada requerida. Una vez adecuado el laboratorio, se estructurarían y presentarían al menos 4 proyectos de investigación relacionado con energías renovables a entidades nacionales e internacionales, los cuales se empezarían a hacer a partir del mes 13 en adelante. Y finalmente, se iniciarían con las actividades y cursos de formación y socialización a los habitantes.

Y con la finalidad de realizar una proyección con un enfoque más administrativo, se realizó el cronograma en el software Microsoft Project, el cual ayuda a planificar y controlar el desarrollo del proyecto de una forma detallada. Los datos se ingresaron teniendo en cuenta que en Colombia empieza a regir la ley de garantías, la cual impide que se realicen contrataciones con el estado o recursos del estado 4 meses antes de que haya elecciones presidenciales o de cualquier tipo, por lo tanto, el proyecto se estima que empiece a finales de marzo de 2018. Después de introducir los datos a Project, estos fueron los resultados que arrojó:

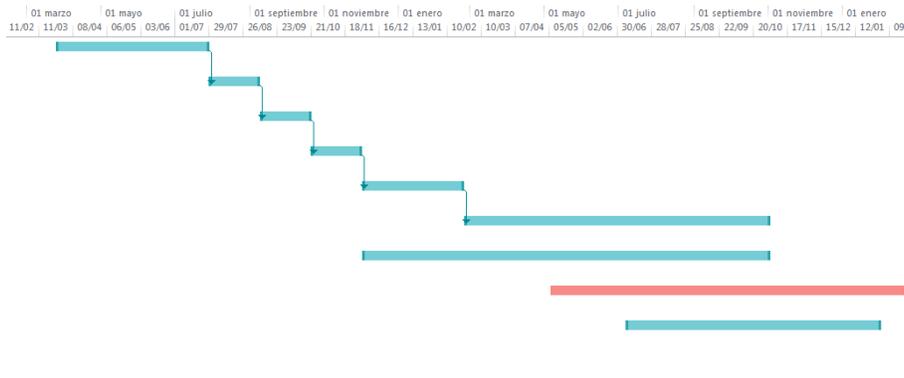


**Ilustración 26 Cronograma de actividades en Project**  
 Fuente: Elaboración propia

	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	🚩	Formular proyecto del Centro en formato MGA	90 días	lun 26/03/18	vie 27/07/18	
2	🚩	Presentar el proyecto a la OCAD para que sea estudiado	30 días	lun 30/07/18	vie 07/09/18	1
3	🚩	Si el proyecto cumple con los requisitos de la OCAD se le asigna ejecutor	30 días	lun 10/09/18	vie 19/10/18	2
4	🚩	Trámites para la realización de desembolsos	30 días	lun 22/10/18	vie 30/11/18	3
5	🚩	Montaje y adecuación del Centro en la sucursal del SENA en Amazonas	60 días	lun 03/12/18	vie 22/02/19	4
6	🚩	Capacitar a los actores involucrados en el programa del Centro	180 días	lun 25/02/19	vie 01/11/19	5
7	🚩	Adquirir e instalar equipos y tecnología especializada	240 días	lun 03/12/18	vie 01/11/19	
8	🚩	Estructurar y presentar al menos 4 proyectos de investigación relacionados con las energías renovables a entidades nacionales y/o internacionales	210 días	lun 06/05/19	vie 21/02/20	
9	🚩	Iniciar con actividades y curso de formación y socialización a los habitantes	150 días	lun 08/07/19	vie 31/01/20	

**Ilustración 27 Información ingresada a Project**  
Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente y en ese mismo programa, se buscó la ruta crítica y la tarea resaltada fue la de estructurar al menos 4 proyectos de investigación relacionados con energías renovables a entidades nacionales y/o internacionales:



**Ilustración 28 Cronograma de actividades y ruta crítica en Project**  
Fuente: Propia

	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	➤	Formular proyecto del Centro en formato MGA	90 días	lun 26/03/18	vie 27/07/18	
2	➤	Presentar el proyecto a la OCAD para que sea estudiado	30 días	lun 30/07/18	vie 07/09/18	1
3	➤	Si el proyecto cumple con los requisitos de la OCAD se le asigna ejecutor	30 días	lun 10/09/18	vie 19/10/18	2
4	➤	Trámites para la realización de desembolsos	30 días	lun 22/10/18	vie 30/11/18	3
5	➤	Montaje y adecuación del Centro en la sucursal del SENA en Amazonas	60 días	lun 03/12/18	vie 22/02/19	4
6	➤	Capacitar a los actores involucrados en el programa del Centro	180 días	lun 25/02/19	vie 01/11/19	5
7	➤	Adquirir e instalar equipos y tecnología especializada	240 días	lun 03/12/18	vie 01/11/19	
8	➤	Estructurar y presentar al menos 4 proyectos de investigación relacionados con las energías renovables a entidades nacionales y/o internacionales	210 días	lun 06/05/19	vie 21/02/20	
9	➤	Iniciar con actividades y curso de formación y socialización a los habitantes	150 días	lun 08/07/19	vie 31/01/20	

Ilustración 29 Información de actividades con la tarea crítica resaltada  
Fuente: Elaboración Propia

## 10.6 PRESUPUESTO

Por último, se hará una estimación de los costos en los cuales se tiene que incurrir para la puesta en marcha del Centro de Investigación, con el fin de dar una aproximación en términos monetarios de los equipos y software que se requieren para su implementación.

Los equipos más importantes corresponden a los que se tendrán en los laboratorios y en los diferentes tipos de energías alternativas a analizar: solar, eólica y biomasa.

Tabla 7 Presupuesto de tecnologías a utilizar con el centro  
Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	VALOR
<b>Implementación energía solar fotovoltaica</b>	\$710.419.021
Paneles	
Inversor de red	
Inversores cargadores	
Baterías	
Estación metereológica	
<b>Implementación pilas de hidrógeno</b>	\$704.381.080
Celda de combustible	
<b>Implementación energía eólica</b>	\$473.502.600
Aerogenerador	
Inversor de red	
<b>Implementación de producción a gas a partir de biomasa</b>	\$1.483.433.341
Equipos de quema de biomasa y de recuperación de calor	
Inversores cargadores	
Baterías	
Microred	

Dentro del presupuesto de las actividades va incluido: el transporte (aéreo, terrestre y marítimo), la mano de obra y la instalación de los equipos y el software de control del centro de investigación. El Software SMA, es el encargado de obtener los datos de generación, almacenamiento y estado de los equipos para tener un sistema altamente eficiente y así poder realizar las diferentes pruebas con las tecnologías instaladas en el Centro de Investigación. Se le puede meter todos los datos que tiene el centro. Y todo va por cableado de comunicación.

Adicionalmente del presupuesto de los equipos se hace necesario definir un organigrama del talento humano necesario para poner en marcha y darle continuidad al Centro. Por lo tanto,

se sugiere que el Director del Centro de investigación, innovación y desarrollo, debe ser un profesional con Doctorado en energías con especialidad y experiencia en renovables, procedido por el Co-investigador, quien preferiblemente debería ser un profesional en ingenierías con doctorado. En el tercer nivel encontramos a un profesional con maestría que estará liderando y en constante contacto con los proyectos desarrollados o en desarrollo, seguido por los auxiliares de investigación, donde se encontrarán los técnicos del centro, que estarán a cargo de los equipos y del mantenimiento de este. Este personal sugerido podría ser suministrado mediante convenio interinstitucional o de cooperación con universidades nacionales y/o extranjeras, Y por último, los estudiantes de pregrado y posgrado, para quienes el centro estará disponible para poner en práctica sus conocimientos. Todo este equipo de profesionales, expertos y formandos serán los encargados adicionalmente de ofertar los cursos de capacitación y de asesorías a las empresas públicas y privadas interesadas en el uso de energías renovables.



NOMBRE	FUNCIÓN	DEDICACIÓN (h/sem)	SEMANAS	NUMERO DE PERSONAS	VALOR HORA (\$)	TOTAL
Profesional con Doctorado	Director	40,00	90,00	1,00	\$ 50.000,00	\$ 180.000.000,00
Profesional con Doctorado	Co-investigador	40,00	90,00	1,00	\$ 50.000,00	\$ 180.000.000,00
Profesional con Maestría	Co-investigador	30,00	90,00	2,00	\$ 35.000,00	\$ 189.000.000,00
Auxiliares de Investigación (Técnico)	Asistente de Inv.	20,00	90,00	2,00	\$ 20.000,00	\$ 72.000.000,00
					<b>TOTAL</b>	\$ 549.000.000,00

## 10.7 ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA FISICA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN

La siguiente sección muestra una propuesta de cómo se podrían organizar físicamente en un espacio que se denominaría Centro de investigación, innovación y desarrollo, los equipos que conforman los laboratorios de los diferentes tipos de energías alternativas, tales como: solar fotovoltaica, eólica, biomasa y celda de combustible. El laboratorio tendrá un barraje principal el cual estará conectado a un sistema que simula la carga, mediante un banco de resistencias o también podría ir conectado al centro educativo suministrando energía limpia para el consumo del centro, esto con el fin de obtener resultados más precisos en cuanto a la generación, ya sea de una sola energía o integrando las diferentes energías del Centro de Investigación, con el sistema de control adaptado a éste. Los encargados de tomar las medidas son los estudiantes acompañados por una persona capacitada para manejar los equipos, podría ser el profesor o el técnico utilizando el software que le arrojará las medidas.

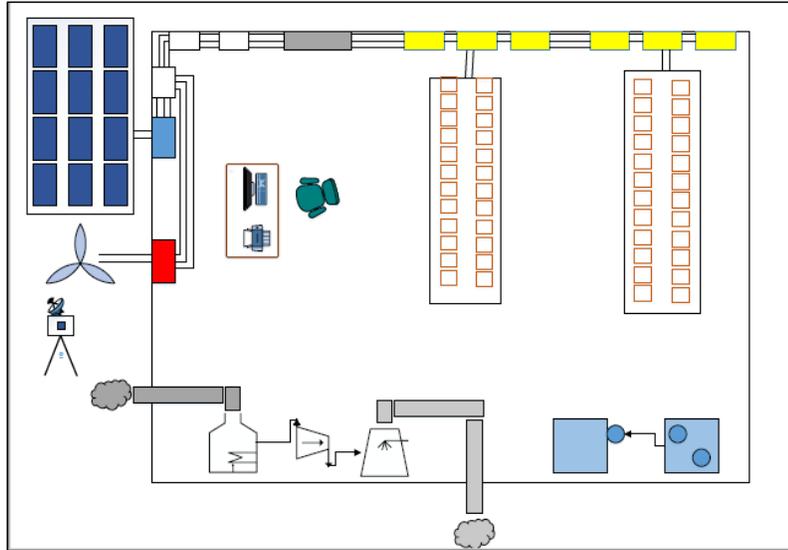


Ilustración 30 Propuesta de distribución de planta del laboratorio del centro de investigación  
Fuente: Elaboración propia

### 10.7.1 EXPLICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DESGLOSADA

Seguidamente, se desglosará la distribución planteada por partes y se hará una breve descripción de los equipos.

**Instalación Solar (Paneles – Inversor de red):** La instalación solar cuenta con sus respectivos generadores: su inversor de corriente, ya que los paneles generan en corriente continua, y los electrodomésticos que se utilizan en corriente alterna.

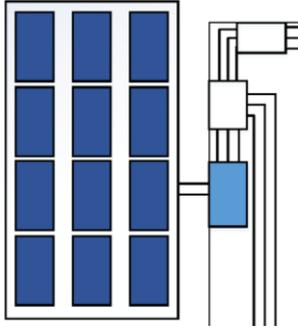


Ilustración 31 Instalación Solar  
Fuente: Elaboración propia

**Instalación Aerogenerador (Aerogenerador – Inversor de Red):** Los sistemas de generación eólica, es el aerogenerador tripala con sus respectivos soportes y acometida.

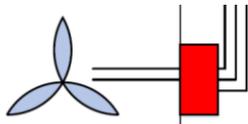


Ilustración 32 Instalación Aerogenerador  
Fuente: Elaboración propia

**Estación meteorológica:** Cubre la función de medida tanto de: radiación con una celda solar, velocidad del viento con un anemómetro, sonda de humedad para determinar la humedad presente en el ambiente, pluviómetro para determinar el volumen de agua que se obtiene luego de una llovizna; este mismo equipo de meteorología cuenta con su propia batería para trabajar en zonas con difícil acceso.



Ilustración 33 Estación meteorológica  
Fuente: Elaboración propia

**Estación Biomasa:** El sistema de generación de energía a partir de la quema de biomasa, consiste en una pequeña caldera integrada a un intercambiador de calor y una torre de enfriamiento de agua.

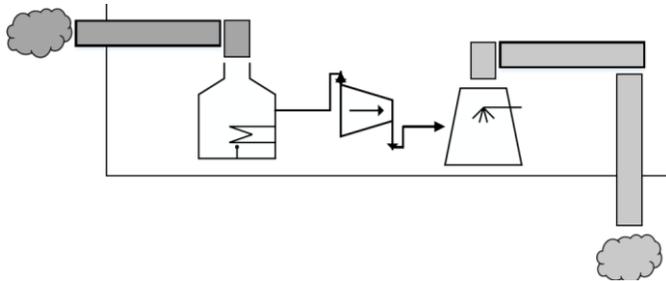


Ilustración 34 Estación Biomasa  
Fuente: Elaboración propia

**Estación microred:** Es la red interna que integra la generación solar, biomasa y eólica, es decir la red de energía que concentra la generación de las tres fuentes de generación.

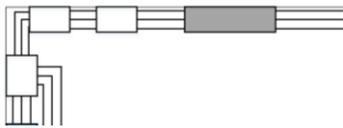


Ilustración 35 Estación microred  
Fuente: Elaboración propia

**Estación Acumuladores de energía en baterías de gel selladas:** Sistema integrado por grupos bancos de baterías e inversores cargadores que irían conectados a la micro-red del centro de investigación.

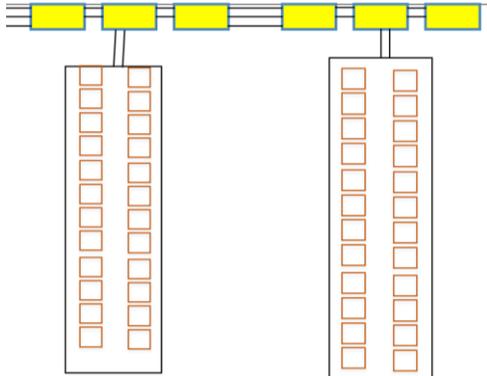


Ilustración 36 Estación acumuladores de energía (baterías)  
Fuente: Elaboración propia

**Estación Celda de combustible o generación de hidrógeno:** Constituido por sistema de generación de hidrógeno a partir de electrolisis y así mismo una celda de combustible para la generación de energía.

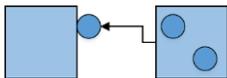


Ilustración 37 Estación celda de combustible o pila de hidrógeno  
Fuente: Elaboración propia

**Equipo de cómputo y software especializado:** Sistema en donde se realiza el monitoreo del sistema de meteorología y el sistema de generación de energía y la eficiencia del proceso integrando con la micro-red todas las tecnologías de generación.

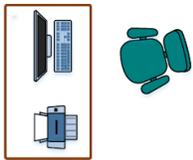


Ilustración 38 Equipo de cómputo y software especializado  
Fuente: Elaboración propia

## 11. CONCLUSIONES

El presente trabajo propone la creación de un Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo en energías alternativas en el departamento de Amazonas, Colombia, como una acción concreta para fomentar y establecer una cultura en el uso de energías renovables que forman parte de los los Planes de Desarrollo de la Presidencia de la República, 2010 – 2014, y 2014 – 2018, como también, como una acción más de apoyo a las políticas regionales que tiene la Gobernación de Amazonas en promover y fomentar el uso de las energías alternativas renovables. Todo esto contribuirá para darle continuidad a los proyectos realizados en el Departamento en temas de fuentes no convencionales de energías, capacitando a la comunidad y haciendo trabajo de investigación, desarrollo e innovación sobre energía renovables y eficiencia energética en forma permanente.

Las conclusiones de esta investigación se sintetizan así:

- Se pudieron constatar las ventajas y beneficios que para esta comunidad podría ofrecerles el Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo en energías alternativas, no sólo en lo medio ambiental, sino de avances tecnológicos y desarrollo social para la región y por ende para mejorar las condiciones de vida de sus ciudadanos.
- Se localizaron y se sugirieron posibles alianzas con entidades de los órdenes local, regional e internacional para aunar esfuerzos a través de los planes de desarrollo y los que tuvieren las Naciones Unidas, que justificaran la creación del Centro de Investigación propuesto para lograr entre otros de los objetivos colaterales de protección de la selva amazónica, su fauna, su flora y sus recursos hídricos mediante

la utilización de energías alternativas que promuevan su desarrollo sostenible, la conservación del medio ambiente y dejen atrás las utilizadas.

- Al realizar un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) se evidenció que dentro de las principales debilidades del país se encuentran: la generación de energía con recursos renovables en especial en las Zonas No Interconectadas – ZNI –, caso del proyecto en Amazonas; la carencia de tecnología en la región; el poco personal capacitado en energías renovables; la falta de estructura empresarial que permita operar con eficacia cualquier actividad y una ausencia total de la cultura hacia el uso de energías alternativas. Dada la estructura de empresas de tipo familiar y teniendo en cuenta que el costo de energía es una variable que pesa mucho en el costo de los productos y servicios que ofrecen, éstas en su gran mayoría, no tienen contemplado el uso de este tipo de energías y algunas no dan la posibilidad de hacerlo en parte por el costo de la inversión, desconocimiento y temor a que no se sea una energía de calidad y confiable. Adicionalmente, la escasa disponibilidad de insumos para el desarrollo de actividades, la poca capacidad económica, el endeudamiento de la región, el bajo nivel académico bajo de sus empresarios (debido al deficiente acceso a la formación académica ni empresarial) se conjugan en aspectos que reafirman las debilidades y amenazas.
- Por otro lado, se encontraron las siguientes Oportunidades con la creación del Centro: aprovechar los compromisos que los diferentes países han adquirido con respecto a la promoción de uso y generación de energías limpias mediante los acuerdos internacionales de control de emisión de gases invernadero, los convenios de

cooperación fronteriza a proyectos de generación de energía renovables, ya sean de biomasa o fotovoltaicas, los incentivos económicos representados en bonos de carbono por disminuir o evitar las emisiones de dióxido de carbono, los beneficios tributarios que el gobierno nacional otorga al sector privado por usar energías renovables en sus empresas y la disminución del costo de kilovatio hora generado por este tipo fuentes no convencionales de energía en comparación de los altos precios de generación con plantas Diesel en zonas no interconectadas (ZNI), entre las más importantes. Así mismo, teniendo en cuenta que las instituciones de educación superior de la región no ofrecen programas de formación continua o titulaciones oficiales, ya sea a nivel de pregrado o postgrado en energías alternativas, este Centro puede brindarle la oportunidad a la comunidades y a las actuales y nuevas generaciones del Departamento de Amazonas y regiones limítrofes, la formación suficiente y necesaria a todos los lugareños para que no continúen generando CO<sub>2</sub> y de esta forma proteger y conservar los pulmones del mundo que es la selva amazónica.

- Se propone un plan de acción y un cronograma de actividades para la creación del Centro de Investigación. Para ello se analizó su funcionamiento y de esta forma contemplar la posibilidad que sea un proyecto financiado a través del Sistema General de Regalías.
- Se propone un cronograma actividades para la creación del Centro de Investigación y que se resume en las siguientes fases:
  - Solicitar al gobierno departamental la apropiación o reserva de sus recursos propios, de regalías o de proyectos financiados por el Instituto de Planificación de soluciones energéticas en zonas no

Interconectadas – IPSE - del Ministerio de Minas y Energía para la creación del Centro.

- Formular el proyecto del Centro mediante metodología MGA, con la información contenida en este trabajo, y cuya actividad debe tener una duración de 3 meses.
- Presentar el proyecto al Órgano Colegiado de Administración y decisión -OCAD-, que es el ente que aprueba los proyectos para asignación de recursos del sistema general de regalías. Tiene una duración de dos meses.
- El OCAD define cual será la entidad ejecutora (en este caso la Gobernación de Amazonas) y la asignación de recursos, una vez se agoten y se cumplan los requisitos del proyecto establecidos por el sistema de regalías. Esto se tomaría alrededor de un mes.
- Se adelantarían por parte de la Gobernación de Amazonas los trámites para lograr los desembolsos por parte del Ministerio de Hacienda a la Gobernación lo cual tardaría un mes.
- Capacitar a los actores involucrados en el programa del Centro, lo cual toma un tiempo de 5 meses.
- Adecuar la planta física requerida, adquirir e instalar los equipos de laboratorio y la tecnología especializada requerida.
- Una vez adecuado el laboratorio, se estructurarían y presentarían al menos 4 proyectos de investigación relacionados con energías renovables a entidades nacionales e internacionales, los cuales se tiene previsto desarrollar a partir del mes 13 en adelante.

- Posterior o en forma paralela, se iniciarían con las actividades y cursos de formación y socialización a los habitantes.
- Una vez tomada la decisión de la creación del Centro y conociendo la apropiación presupuestal disponible definitiva se sugiere una revisión de presupuesto del proyecto, en especial lo relacionado con equipamiento y talento humano especializado para el buen funcionamiento del mismo.
- Se propuso una distribución de planta teniendo en cuenta los equipos contemplados en el presupuesto, que serían ubicados en el laboratorio del centro, donde se realizaran las labores de investigación, desarrollo en innovación planteadas.

## BIBLIOGRAFÍA

Andrade Coelho, 2016. Open innovation Project: The system of online indicators in Science, Technology and Innovation of Amazonas (SiON). Doi: 10.14807.

Atkins de Paula (2008). Química Física. Buenos Aires. ISBN: 978-950-06-1248-7.

Banco de Desarrollo de América Latina, (2016). Innovación en energía limpia en América Latina. Tomado de <http://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2016/02/Innovación-en-energ%C3%ADa-limpia-en-América-Latina-2.pdf>.

Beneyto Ortega, 2012. Estudio de las perspectivas de las energías renovables en los países del este. El caso de Bulgaria. Trabajo final de carrera. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Carrillo y Morales, 2009. Estudio para la electrificación con energías alternativas, utilizando celdas fotovoltaicas para electrificar el poblado de cañada colorada, municipio de apaxco, estado de México. Tesis. Mexico: Instituto Politécnico Nacional.

Celemin Cuellar, 2016. Estudio para la implementación de un sistema fotovoltaico con alternativa rural sostenible de la vereda San Roque en el municipio de Ortega-Tolima. Trabajo de fin de Master. Manizales: Universidad de Manizales.

CENIPALMA, FEDEPALMA y ECOPETROL, 2009. Predicción y análisis de emisiones de mezclas combustibles diésel/biodiésel modificadas con nanopartículas de alúmina y ácido oleico. Tomado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rion/v30n1/0120-100X-rion-30-01-00045.pdf>.

Collins Dictionary,(2008). Definition of Royalties. Disponible en<<https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/royalty>>. [Consulta: 2017]

CORPOBID, 2003. Etanol y Biodiesel en Colombia Tomado de <http://www.motor.com.co/actualidad/industria/etanol-biodiesel-colombia/29097>.

DATEANDTIME.INFO, (2017), Coordenadas geográficas de Leticia, Colombia. Tomado de <http://dateandtime.info/es/citycoordinates.php?id=3676623>.

Departamento Nacional de Planeación, (2012). Sistema General de Regalías. Tomado de [http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/eventos/archivos/sem\\_135.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/eventos/archivos/sem_135.pdf).

Diario Correo, (2013). ¿Porqué sustituir la energía solar a los combustibles fósiles?. Tomado de <http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/elporquedelascosas/2014/06/29/por-que-podria-sustituir-la-energia.html>.

Dorantes, (2011). Río Amazonas en peligro por contaminación constantemente. Tomado de <https://diariocorreo.pe/ciudad/rio-amazonas-en-peligro-por-contaminacion-co-81317/>.

Eco Portal (2011). El río Amazonas: un futuro incierto. Tomado de [http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/Agua/El rio Amazonas un futuro incierto](http://www.ecoportal.net/Temas-Especiales/Agua/El_rio_Amazonas_un_futuro_incierto).

Energía Estratégica (2017). Cómo avanza la energía solar fotovoltaica en Latinoamérica: precios y potencia. Tomado de <http://www.energiaestrategica.com/avanza-energia-solar-fotovoltaica-latinoamerica-precios-potencia-instalada/>.

Energía Estratégica (2017). Cómo avanza la energía solar fotovoltaica en Latinoamérica: precios y potencia. Tomado de <http://www.energiaestrategica.com/avanza-energia-solar-fotovoltaica-latinoamerica-precios-potencia-instalada>.

Energía Termo Solar (2009). Solar Térmica Concentrada. Disponible en <<http://energium.es/?p=6278>>. [Consulta: X de Julio de 2017].  
Energy and Climate Partnership of the Americas, (2017). Centro de Innovación Energética.. Tomado de <http://www.ecpamericas.org/Initiatives/default.aspx?id=47>.

FEDEPALMA, 2009. Entorno económico y desempeño del sector palmero en 2016 y perspectivas del 2017. Tomado de [http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Semanario%20Palmero/30%20de%20marzo/27032017\\_Contexto\\_Desempe%C3%B1o\\_2016\\_fin.pdf](http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Semanario%20Palmero/30%20de%20marzo/27032017_Contexto_Desempe%C3%B1o_2016_fin.pdf).

Gallo, Guerrero, Lozano y Rueda, 2009. Análisis regional del Departamento de Amazonas. Trabajo Fin de Grado. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

González, H, (2013). Identificación y evaluación de aspectos ambientales. Tomado de <https://calidadgestion.wordpress.com/2013/05/14/identificacion-y-evaluacion-de-aspectos-ambientales/>.

Greenpeace, 2009. Greenpeace saca del mercado focos generadores de cambio climático. Tomado de <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Prensa1/2009/Enero/Greenpeace-saca-del-mercado-focos-generadores-de-cambio-climatico/>.

Instituto Argentino de la Energía “General Mosconi”, (2003). Tabla de aplicaciones más usuales de los molinos de viento o energía eólica. Tomado de [http://www.iae.org.ar/renovables/ren\\_eolica.pdf](http://www.iae.org.ar/renovables/ren_eolica.pdf)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2012). Atlas de viento y Energía Eólica de Colombia. Tomado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019813/Capitulo1.pdf>.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1993). Sector Agropecuario : Situaciones y perspectiva. Colombia. ISBN: 338-109861C718.  
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2006). Energía Eólica. Tomado de [http://dl.idae.es/Publicaciones/10374\\_Energia\\_eolica\\_A2006.pdf](http://dl.idae.es/Publicaciones/10374_Energia_eolica_A2006.pdf).

Lillo, 2016. Acceso a la energía para el Desarrollo Humano Sostenible. Análisis de proyectos con Energías Renovables y modelos de gestión comunitarios en zonas rurales.

Tomado de

[http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos\\_user/documentos/revista53/energias\\_6.pdf](http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/documentos/revista53/energias_6.pdf).

Ministerio de Ambiente (2016). Puerto Nariño Primer Municipio de Colombia con certificación ambiental le apuesta a la construcción de paz. Tomado de

<http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2447-puerto-narino-primer-municipio-de-colombia-con-certificacion-ambiental-le-apuesta-a-la-construccion-de-paz>.

Ministerio de Minas y Energías (2015). Energías Renovables y Eficiencia Energética. Tomado de <https://www.minminas.gov.co/energias-renovables-no-convencionales>.

Moragues y Rapallini (2003). Manual de aplicación de energía Eólica. Atlas de Radiación Solar en Colombia. Tomado de [http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/energias\\_alternativas/material\\_difusion/manualE%F3licaweb.pdf](http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/energias_alternativas/material_difusion/manualE%F3licaweb.pdf).

Ñustes, Rivera, 2017. Colombia: Territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, Vol 17 (1). Tomado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6096088.pdf>.

Oyola J.S., Gordillo, 2007. Estado del arte de los materiales fotovoltaicos y de la tecnología solar fotovoltaica. Prospectiva, 6(2), 11-15.

Perez, 2009. Tomado de  
<http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=189>.

Petkova, E; Larson, A y Pacheco, P. (2011). Gobernanza Forestal y REDD+, Desafíos para las políticas y mercados en América Latina. Cifor: Indonesia. ISBN: 978-602-8693-65-3.

Petlova, Larson, Pacheco, 2011. Desafíos para políticas y mercados en América Latina. DOI: 10.17528/cifor/003642

Pinilla, 2001. El Amazonas en el camino a la sostenibilidad. Revista Universidad Externado de Colombia. Tomado de  
<http://revistas.uexternado.edu.co/index.php/tursoc/article/view/2213>

Pinilla 2008. El poder del viento. Tomado de  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-49932008000200010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932008000200010).

Programa de Nacionales Unidas para el Desarrollo, (2017). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Tomado de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.

Real Academia Española (2017). Definición de CONCESIÓN. Tomado de <http://dle.rae.es/?id=A7vOPVe>.

REN 21 (2012). Energías Renovables: Reporte de la Situación Mundial. Tomado de [//www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR\\_2016\\_KeyFindings\\_SPANISH.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf).

Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, (2012). Parque Eólico Jepirachi. Tomado de <http://www.evwind.com/2012/10/17/eolica-en-colombiaproyecto-eolico-para-instalar-aerogeneradores-en-la-guajira>.

Revista Eólica y Vehículo Eléctrico (2009). La energía eólica en Colombia: 40 megavatios eólicos instalados y un Potencial desaprovechado y poco estudiado. Tomado de <https://www.evwind.com/2009/10/04/la-energia-eolica-en-colombia-40-megavatios-eolicos-instalados-y-un-potencial-desaprovechado-y-poco-estudiado/>

Revista Semana (2016). En busca de alternativas energéticas en Chocó. Tomado de <http://www.semana.com/nacion/articulo/nuevo-centro-de-investigacion-de-energias-renovables-en-choco/473246>.

Ribó, 2015. Análisis y selección de estrategias para el fomento de las energías renovables en Colombia a partir de la priorización de las barreras para su desarrollo basado en Analytical Network Process. Trabajo Fin de Grado. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Rodríguez, 2008; Gómez, 2011; Montenegro, 2013. Producción y generación de energía eléctrica. Tomado de <http://www.mty.itesm.mx/etie/deptos/ie/profesores/jgomez/ie/prodgen.pdf>

Rodríguez Murcia, 2009. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus expectativas. Tomado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12.pdf>

Sanchez, 2008. EVALUACION TECNO-ECONOMICA DE LA PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE MICROALGAS. Tomado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6751/1/8110005.2012.pdf>

Servicio Nacional de Aprendizaje -SENA-(2009). Centro Industrial y de Energías Alternativas Regional Guajira. Tomado de <http://www.sena.edu.co/es-co/regionales/zonaCaribe/Paginas/guajira.aspx>.

Servicio Nacional de Aprendizaje, (2015). Quienes somos: Tomado de <http://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/quienesSomos.aspx>.

Unidad de Planeación Minero Energética (2010). Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia. Tomado de <https://biblioteca.minminas.gov.co/pdf/ATLAS%20POTENCIAL%20ENERGETICO%20BIOMASA%20RESIDUAL%20COL.%20UPME.pdf>.

Unidad de Planeación Minero Energética (2010). Propuestas de esquemas financieros aplicables a proyectos de eficiencia energética y fuentes no convencionales de energía.. Tomado de <http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=ef6pbeMehlU%3D&tabid=91&mid=449&language=en-USf>.

Unidad de Planeación Minero Energética- UPME- (2011). Atlas de Radiación Solar en Colombia. Tomado de: [http://www.upme.gov.co/docs/atlas\\_radiacion\\_solar/1-atlas\\_radiacion\\_solar.pdf](http://www.upme.gov.co/docs/atlas_radiacion_solar/1-atlas_radiacion_solar.pdf).

Unidad de Planeación Minero Energética- UPME- (2011). Mapas de radiación Solar Global Sobre una Superficie Plana. Tomado de [http://www.upme.gov.co/docs/atlas\\_radiacion\\_solar/2-mapas\\_radiacion\\_solar.pdf](http://www.upme.gov.co/docs/atlas_radiacion_solar/2-mapas_radiacion_solar.pdf).

Unidad de Planeación Minero Energética -UPME-(2013). Planeamiento energético y energías alternativas en Colombia. Tomado de [http://www.upme.gov.co/presentaciones/2013/upme\\_pers-n\\_planeamientoenergetico-energiasalternativas\\_vf.pdf](http://www.upme.gov.co/presentaciones/2013/upme_pers-n_planeamientoenergetico-energiasalternativas_vf.pdf).

UPME (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. Bogotá: Colombia. ISBN: 978-958-83-26-4.

Valero, 2004. S1 Energía y Desarrollo Social. Tomado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n32/aaval.html>