

**Implementación de un sistema de provisión de energía amigable con el medio ambiente
para el Municipio de Juradó – Departamento del Chocó.**

Estudiante: Samir Machado Romero

Asesor:

Mg. David Díaz Palacio.

Esp. Ulilo Acevedo Méndez.

Institución Universitaria Pascual Bravo

Facultad de Producción y Diseño

Programa Especialización en Gestión de Proyectos

Medellín, 2018

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	6
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Marco de Referencia.....	7
2.2 Marco Antecedentes.....	10
2.3 Marco Conceptual.....	15
2.4 Marco Normativo.....	18
3. JUSTIFICACIÓN	20
4. ANÁLISIS DE PROBLEMAS	23
4.1 Descripción de la situación existente con relación al problema	23
4.2 Problema Central	23
4.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de línea base	23
4.4 Causas que generan el problema.....	24
4.4.1 Causas directas.....	24
4.4.2 Causas indirectas.....	24
4.5 Efectos generados por el problema	24
4.5.1 Efectos directos	24
4.5.2 Efectos indirectos.....	25
4.6 Diagrama árbol de problemas	26
5. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS	28
5.1 Matriz de Análisis de Involucrados	28
5.2 Población Afectada.	29
5.3 Población Objetivo.....	29
6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES	30
6.1 Descripción de la iniciativa.....	30
6.2 Localización.....	31
6.3 Aporte a la política pública.....	37
6.4 Análisis del Mercado	39
6.5 Objetivo General.....	40
6.6 Objetivos Específicos.....	40
7. DIAGRAMA ÁRBOL DE SOLUCIONES.....	41

8. MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS.....	43
9. COSTOS DE ALTERNATIVA.....	44
9.1 Cálculos del proyecto.....	44
10. PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO	44
11. VALORACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS	45
11.1 Valoración de Beneficio #1	45
11.2 Valoración de Beneficio #2	47
11.3 Valoración de Beneficio #3	48
11.4 Cálculo de la TIR para el proyecto	49
12. CRONOGRAMA Y COSTOS DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.....	50
BIBLIOGRAFÍA	55
GLOSARIO	60

Índice de Tablas

Tabla 1 Diagrama árbol de problemas	26
Tabla 2 Matriz de Análisis de Involucrados	28
Tabla 3 Localización.....	37
Tabla 4 Cuadro de Política Pública Nacional	37
Tabla 5 Cuadro de Política Pública Departamental	38
Tabla 6 Cuadro de Política Pública Municipal	38
Tabla 7 Análisis de mercado.....	39
Tabla 8 Diagrama árbol de soluciones.....	41
Tabla 9 Matriz de análisis de riesgos	43
Tabla 10 Presupuesto general del proyecto	44
Tabla 11 Valoración de Beneficio #1	45
Tabla 12 Valoración de Beneficio #2	47
Tabla 13 Valoración de Beneficio #3	48
Tabla 14 Flujo de caja del proyecto a cinco (5) años	49
Tabla 15 Cronograma y costos de alternativas del proyecto	50

Índice de Gráficas

Ilustración 1 Emisiones de GEI por sector en América Latina y el Caribe	8
Ilustración 2 Emisiones GEI por tipo de gas en América Latina y el Caribe	8
Ilustración 3 Capacidad instalada energía renovable en latinoamérica - año 2015	11
Ilustración 4 Explotación y producción nacional de recursos energéticos primarios en el año 2012	12
Ilustración 5 Esquema general del sistema fotovoltaico.....	17
Ilustración 6 Mapa de radiación solar Municipio Juradó-Chocó.....	31
Ilustración 7 Datos de radiación solar Municipio de Juradó - Departamento del Chocó (2017)..	32
Ilustración 8 Datos de radiación solar Municipio de Juradó - Departamento del Chocó (2017)..	33
Ilustración 9 Datos de radiación solar Municipio de Juradó - Departamento del Chocó (2017)..	33
Ilustración 10 Consumo promedio mensual Instituciones públicas en el Municipio de Juradó - Chocó	46

1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

En este proyecto se examinan alternativas para suplir el deficiente suministro de energía eléctrica para habitantes del casco urbano del Municipio de Juradó – Departamento del Chocó, donde actualmente opera un sistema de energía eléctrica operado con una planta diésel, se realiza una revisión de las políticas públicas, planes de desarrollo nacional, departamental y municipal, con énfasis en el sector energético y medio ambiental , siguiendo lineamientos de los ODS, que invitan a adoptar medidas que mejoren la calidad de vida, reduzcan la desigualdad económica de la población, se proteja el planeta reduciendo las emisiones de CO₂, garantizando el acceso a una energía, sostenible, moderna y amigable con el medio ambiente, resaltando aquellas energías renovables, como soluciones de energización para centros poblados que pertenecen a las Zonas No Interconectadas (ZNI) del territorio nacional.

Se analiza el potencial del recurso solar y eólico para el Municipio de Juradó basado en los registros del IDEAM, se realizan cálculos de dimensionamiento del sistema de generación, se evalúa la alternativa y se plantea una propuesta de energización estimando la inversión de capital aproximado.

Se resalta la ventaja de implementar una solución a partir del recurso de la radiación solar, un sistema de energía fotovoltaico o sistema híbrido fotovoltaico (70%) – diésel (30%).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco de Referencia

La contaminación global por emisión de gas (CO₂) y el cambio climático, se encuentran estrechamente ligados, así lo reconoce la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), que tiene el objetivo de velar por la estabilización de gases efecto invernadero a niveles que su interferencia no sean nocivos para el sistema climático. Las actividades relacionadas con la energía eléctrica (generación, procesamiento, transformación, consumo, etc), representa el 80% de las emisiones de (CO₂) a escala mundial, impactando el desarrollo sostenible de la población.

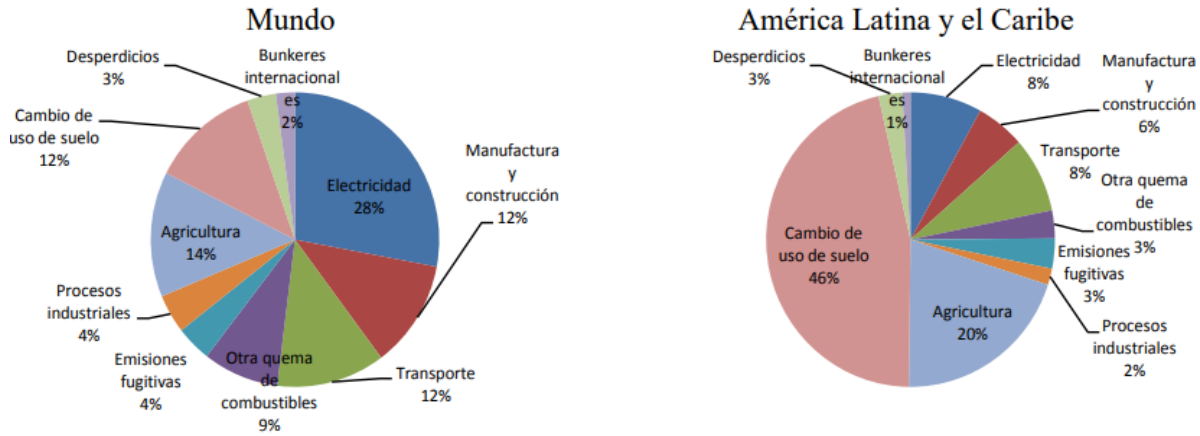
Conviene destacar que el sector energético desempeña un papel de importancia fundamental en el desarrollo económico a nivel mundial, la generación de la energía debe ser compatible con los tres principios fundamentales: competitividad, seguridad de abastecimiento y protección medioambiental, buscando un crecimiento sostenible; el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España (s.f.) hace referencia de éste en el siguiente apartado:

El sector energético comprendiendo la extracción, producción, transporte y uso de la energía, es la fuente más importante de gases de efecto invernadero. Los principales gases de efecto invernadero producidos por el sector energético son el CO₂ y el CH₄ procedentes de la quema de combustibles fósiles... (Párr. 7)

Asimismo, estudios realizados en 2005 por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en atención a identificar los sectores con mayor impacto en la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), arroja como resultado que el sector de la producción de electricidad

contribuye al efecto invernadero en el orden del 28% a nivel mundial y se estima que es el 8% para América Latina y el Caribe, como se aprecia en el siguiente gráfico.

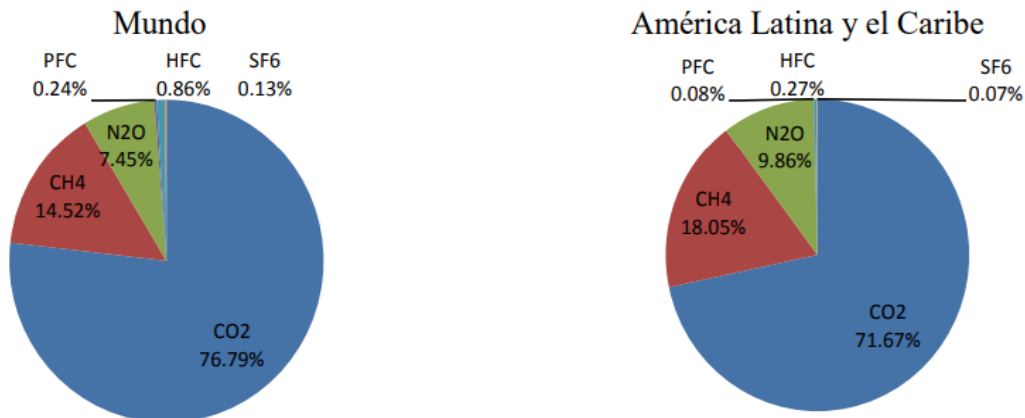
Ilustración 1 Emisiones de GEI por sector en América Latina y el Caribe



Fuente: América Latina y cambio climático. (s.f.). CEPAL

Conviene destacar en este mismo estudio, los resultados por emisión de CO₂ y el CH₄ procedentes de la quema de combustibles fósiles.

Ilustración 2 Emisiones GEI por tipo de gas en América Latina y el Caribe



Fuente: América Latina y cambio climático. (s.f.). CEPAL

En el año 2012 las Naciones Unidas (UN) lo celebró como el año de la Energía sostenible para todos, argumentando que existe una estrecha relación entre la energía y el desarrollo sostenible, resaltando la importancia de obtener una energía moderna, menos contaminante y eficiente para erradicar la pobreza de la población mundial. En consecuencia, los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), invitan adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, argumentando que las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO₂) han aumentado casi un 50% desde 1990 (ODS-13), por su parte (ODS-7) suscita el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, argumentando que el acceso universal a la energía es esencial y es una oportunidad, que transforma positivamente la vida, la economía y el planeta.

La energía eléctrica que disfrutamos de nuestros hogares e industrias, podemos extraerla de la naturaleza de diferentes formas, exploremos las fuentes y cómo podemos lograr que esta energía sea transformada para el consumo.

Estas se dividen en fuentes renovables y no-renovables.

- Fuentes renovables: esta categoría incluye aquellas que se derivan de elementos como el viento, el sol, el agua, biomasa (materia orgánica e inorgánica) no se agotan por su uso.
- Fuentes no-renovables: esta categoría hace relación a los derivados de combustibles fósiles (carbón mineral, gas natural, petróleo) se agotan por su uso y se encuentran en cantidades limitadas y requieren explotación del subsuelo.

La energía solar es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. La radiación solar que alcanza la Tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando. Hoy en día, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotoeléctricas, heliostatos o colectores solares, pudiendo transformarse en energía eléctrica.

Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que podrían ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad. (Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible CECODES, 2016)

2.2 Marco Antecedentes

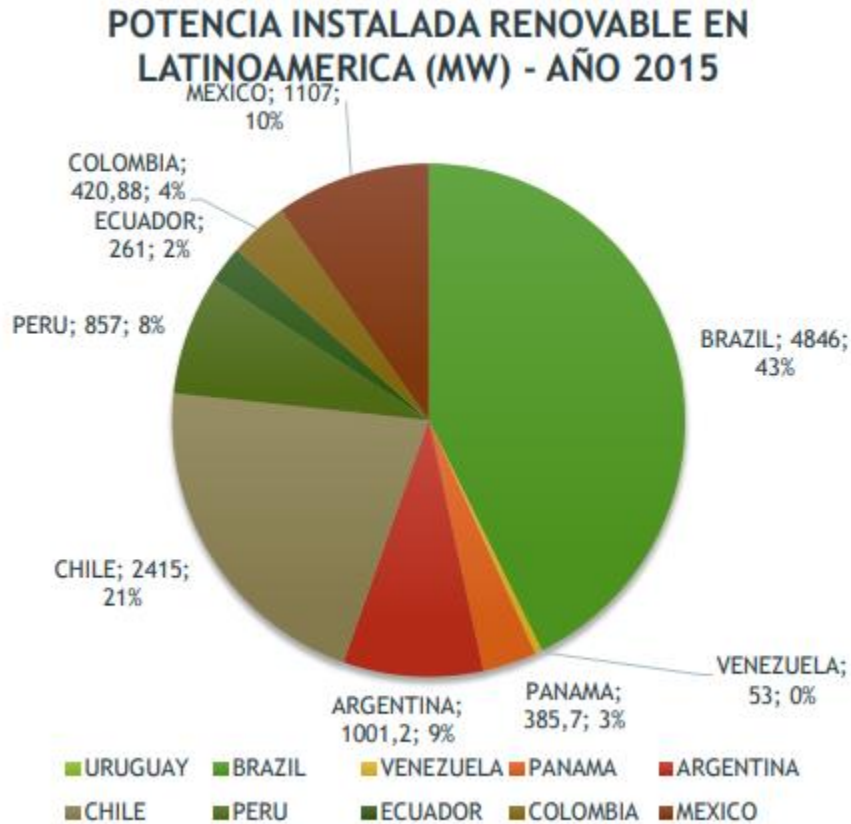
El uso de la energía solar fotovoltaica desde finales de 1970, ha sido empleada para alimentar innumerables aparatos autónomos, para abastecer hogares e industrias aisladas de la red eléctrica, pero sobre todo, de forma creciente durante los últimos años, para producir electricidad a gran escala integrada a las redes de distribución, operar sistemas de transporte masivo, beneficiando muchos más usuarios.

Alemania, Japón, China, Australia y Estados Unidos, han sido los países donde la fotovoltaica está experimentando un crecimiento vertiginoso. A finales de 2015, se habían instalado en todo el mundo cerca de 230 GW de potencia fotovoltaica, convirtiendo a la energía fotovoltaica en la tercera fuente de energía renovable más importante en términos de capacidad instalada a nivel global, después de las energías hidroeléctrica y eólica.

Por su parte en América Latina y el Caribe, los países que lideran el uso de recursos naturales y generación de energías limpias son Brasil, México, Chile y Argentina. El crecimiento del mercado está siendo impulsado por políticas de estado, con el compromiso de reducir emisiones de gases que impactan el calentamiento global, se promulgan leyes que incentivan la generación y uso de fuentes de energía renovable no convencionales en cada país, ampliando beneficios económicos para aquellas empresas dedicadas a la fabricación de partes y amparos arancelarios para las que realizan importación de elementos requeridos en la generación de energía renovables.

Siendo las cosas así, se vislumbra un panorama más claro en el desarrollo de tecnologías para la generación de energías renovables, dentro de esta perspectiva se ha de lograr una eficiencia económica, que permita llegar a tener precios comparables con la generación de energía convencional o derivada de combustibles fósiles.

Ilustración 3 Capacidad instalada energía renovable en latinoamérica - año 2015



Fuente: Sercolombia Asociación Energías Renovables. (2016).

Para el caso Colombiano, las cifras recientes de la Unidad de Planeación Minero Energética (Upme) evidencian un importante crecimiento del 32% en la radicación de iniciativas de producción de electricidad a través de fuentes renovables no convencionales que buscan acogerse a los beneficios tributarios de la Ley 1715 del 2014.

El país que goza de una matriz energética relativamente rica tanto en combustibles fósiles como en recursos renovables. Resulta claro que la explotación y producción energética del país está constituida a grandes rasgos en un 93% de recursos primarios de origen fósil, aproximadamente un 4% de hidroenergía y un 3% de biomasa y residuos.

Ilustración 4 Explotación y producción nacional de recursos energéticos primarios en el año 2012

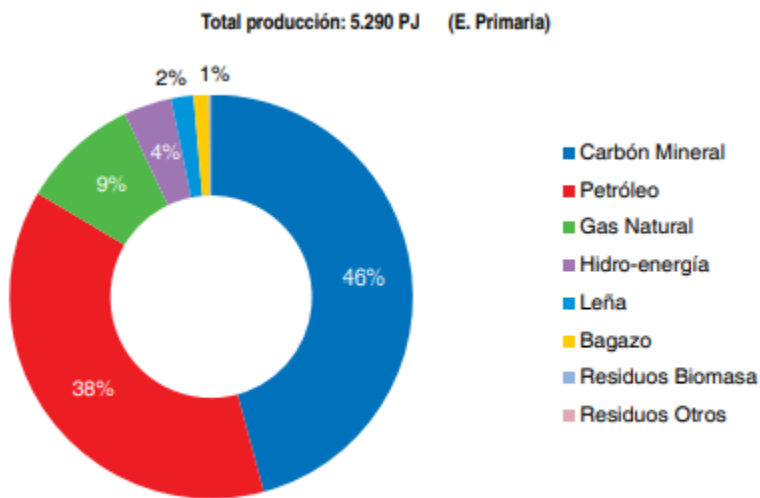


Figura 1.1. Explotación y producción nacional de recursos energéticos primarios en el año 2012. Fuente: UPME, 2012.

Fuente: Integración Energías Renovables. (2015). UPME

Colombia por su posición geográfica, ubicado en la zona ecuatorial, cuenta con radiación solar constante en determinadas zonas del territorio, uno de los elementos claves para convertirse en generador de energía solar. Este efecto puede durar las 12 horas al día, registrando incluso los índices más altos a nivel mundial. Por lo que con una menor cantidad de paneles solares, a diferencia de otros países, es posible abastecer una casa o edificio, haciéndolo más económico y eficiente a largo plazo.

La Unidad de Planeación Minero Energética (Upme) (2018) citado por Heidy Monterrosa para la revista web La República (2018) plantea que desde 2007 se han inscrito 2.073 proyectos de

generación, de los que hay 548 vigentes de los cuales 374 son solares, mientras que 128 son hidráulicos.

El gran salto y desarrollo de la energía fotovoltaica en el país, se da en el año 2013 alcanzando 39 GW frente a los resultados de la energía eólica 35GW en el mismo periodo, logrando así, la cifra de 139GW que representa un crecimiento promedio anual del 55% de la capacidad operativa instalada, en cuenta los últimos 5 años.

Casos exitosos:

En el 2012 se realizó, un montaje piloto de sistemas fotovoltaicos en cuatro escuelas en el Departamento del Chocó: Las Mercedes, Bocas del Purdú, Loma de Belén, El Barranco y la escuela de la Comunidad Indígena José Melanio Tunay. Los sistemas energéticos se encuentran en funcionamiento actualmente, este proyecto incluye la entrega de equipos audiovisuales y de cómputo y un proceso de formación docente en el uso y apropiación de Medios y TIC y la conexión de aquellos a la Internet.

Para el año 2013, el Director General del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas – IPSE, hace una Audiencia Pública de Rendición de Cuentas donde indica las Soluciones Energéticas Instaladas en la Sierra Nevada de Santa Marta (Cordón ambiental):

El IPSE entregó el 5 de octubre de 2013 proyectos fotovoltaicos que brindan soluciones energéticas, paneles solares suministran energía para salones de clase y centros médicos, a las comunidades indígenas Seywiaka, Kantinurwa, Gunmaku, Rongoy, Maruamake, Simonurwa y Kankawarwa en la sierra nevada de Santa Marta. (pág. 19)

Las granjas solares generan grandes cantidades de energía limpia que se transporta a través de la red convencional y contribuyen a disminuir los impactos en el medio ambiente, caso

implementado en Yumbo (Valle), que cuenta con 35.000 módulos fotovoltaicos instalados, 9 inversores que transforman la energía continua en energía alterna, marcó un hito en la historia de la electricidad del país: se levantó donde antes funcionaba Termoyumbo -a base de carbón- para dar paso a la energía renovable.

En la industria también se registran novedosos sistemas, como el proyecto que CELSIA (2018) denominó “El techo de energía solar más grande de Antioquia” ubicado en la Fábrica Rionegro de la Compañía Nacional de Chocolates, filial de Grupo Nutresa. El sistema fotovoltaico, que cuenta con 8.000 módulos y 74 conversores, tiene capacidad para generar 2.132 kWp y atenderá la demanda del 15% del consumo de la fábrica, como principio estratégico de sostenibilidad de la compañía, de reducir el impacto ambiental, con este nuevo sistema se dejarán de emitir 604 toneladas de CO₂, lo que equivale a sembrar al año un bosque de 40 hectáreas.

En el departamento del Chocó, se desarrolló en el año 2013 un proyecto híbrido solar-diésel en el corregimiento Titumate (Municipio Unguía), es un caso de éxito en el que se mejoró el suministro del servicio de energía eléctrica de esta población, pasando de 4 horas/día a 24 horas/día, de las cuales 6 horas se generan con combustible diésel y las otras 18 horas a través de tecnologías fotovoltaicas, los resultados de la producción energética diaria Diesel se reducen del 100% al 30%.

La población beneficiada en este proyecto fueron 105 habitantes, con necesidades básicas insatisfechas (NBI) del 65%, “Como éste, otros proyectos también están diseñados con el objetivo de reemplazar los combustibles diésel por fuentes de energía limpia y aportar a la sostenibilidad ambiental.” (Unipymes, 2014)

2.3 Marco Conceptual

El efecto fotoeléctrico permite transformar directamente energía solar (ya sea directa o parcial) en energía eléctrica continua. El elemento base en el sistema, son las células o paneles solares, suelen ser fabricados de silicio mono cristalino, poli-cristalino o amorfo. Los conjuntos de células se disponen geográficamente en el sitio, para aprovechar la mayor cantidad de la radiación solar diaria, el segundo componente del sistema está compuesto, por la unidad de almacenamiento o acumulador, que consta de un banco de baterías, finalmente conectadas a un sistema de conversión de la corriente, una vez terminado el proceso de conversión de energía, esta se integra a la red doméstica mediante el circuito o cableado, para que los usuarios logren aprovechar y disfrutar de sus beneficios en el hogar, oficinas o industria.

La eficiencia de los paneles solares se define como, la relación entre la producción de energía de la célula solar y la entrada de energía del sol, la página web paneles solares fotovoltaicos (2018) plantea que hay tres tipos de estos que son eficientes:

- Paneles solares monocristalinos → 22-27%
- Paneles solares policristalinos → 15-22%
- Paneles solares amorfos → 15-22%

Energía:

La energía de un sistema está definida como la cantidad de trabajo que dicho sistema es capaz de producir.

Energía eléctrica

La energía eléctrica, se considera como la energía de mayor calidad, debido a que tiene el más alto potencial de realizar trabajo, por lo tanto, puede utilizarse para realizar un mayor número de actividades.

Emisiones de gases de efecto invernadero en la generación eléctrica:

En el proceso de generación eléctrica a partir de combustibles fósiles se liberan grandes cantidades de CO₂ debido a que la energía se obtiene a partir de la combustión del carbono presente en los combustibles de origen fósil. La combustión de la biomasa también genera emisiones de CO₂, en efecto, la leña genera más emisiones que los combustibles fósiles. Ahora bien, el carbón es el que más genera emisiones (95 gCO₂/MJ), luego el petróleo (73 gCO₂/MJ) y el que menos genera emisiones es el gas natural (56 gCO₂/MJ). (Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, 2010)

Energía solar:

La energía solar es la energía transportada por las ondas electromagnéticas que proviene del sol. La emisión de energía desde la superficie del sol se denomina radiación solar; y a la energía emitida, energía radiante, se mide en kWh/m². La potencia radiante que incide sobre la superficie terrestre por unidad de área (irradiancia), se mide en kW/m².

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

Acumuladores:

Elementos de almacenamiento de energía que permiten almacenar y disponer de esta en periodos que no hay disponibilidad de radiación solar. Usualmente se utilizan bancos de baterías recargables, las más empleadas por precio y desempeño son las diseñadas con níquel cadmio y plomo ácido. Otro factor importante está dado por el ciclo de carga y descarga, mantenimiento reducido, en los últimos 5 años se ha venido utilizando baterías tubulares, con rejillas de aleación

de bajo contenido de antimonio, con mayor reserva de electrolito y conductos transparentes que facilitan su inspección visual. Se recomienda reciclar y tratarse al final de su ciclo de vida, a fin de evitar contaminación generadas por plomo.

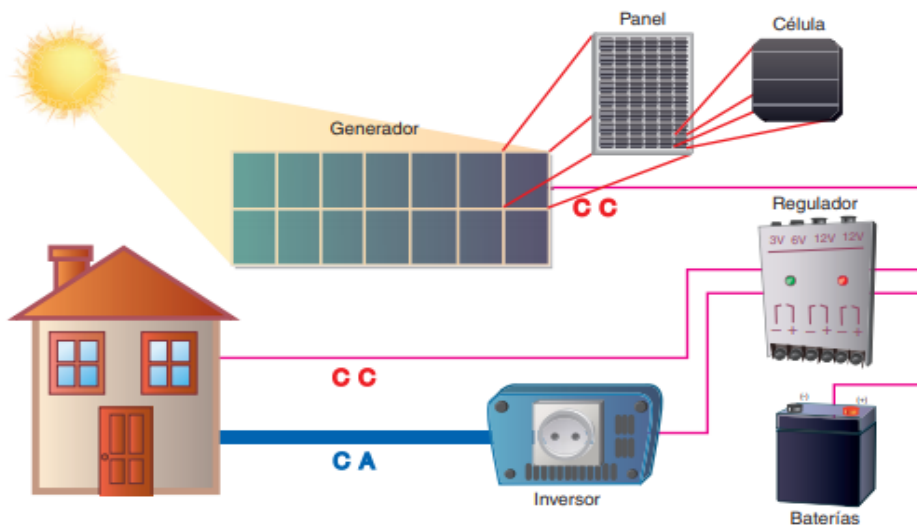
Inversores:

Estos elementos adaptan la energía entregada por el generador fotovoltaico o por el banco de batería (acumuladores) a las condiciones de requeridas por el sistema, bien sea en corriente continua (DC), corriente alterna (AC) o inyección de energía directa a la red principal.

Regulador:

Este elemento tiene como función principal, regular la carga y descarga de la batería (acumulador), en el circuito podemos incorporarlo de dos formas, en sistema paralelo, donde el exceso de tensión se controla derivando la corriente a un circuito que disipa la energía sobrante y en sistema serie, donde se incorporan interruptores eléctricos o electromecánicos que desconectan el generador cuando se excede el nivel de tensión de referencia.

Ilustración 5 Esquema general del sistema fotovoltaico



Fuente: Componentes de una instalación solar fotovoltaica. (s.f.).

2.4 Marco Normativo

La constitución política de Colombia (1991)

Promulga: "El acceso a una vivienda adecuada y segura, así como, al agua potable y a los servicios sanitarios, de energía, a espacios públicos adecuados, son condiciones esenciales de la calidad de vida".

Colombia en el Marco de las Naciones Unidas, sobre la convención del cambio climático, se adhirió al Protocolo de Kyoto en el amparo de la Ley 629 de 2000. El objetivo de este Protocolo promulga reducir las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), por lo cual las energías renovables se convirtieron en una opción estratégica para el país.

Ley 697 de 2001 declara el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de conveniencia nacional.

Además, creó el Programa Nacional de URE (PROURE), en el que se promueven la eficiencia energética y otras formas de energías no convencionales.

El sistema eléctrico nacional colombiano se encuentra dividido en dos programas, el primero conformado por el Sistema Interconectado Nacional (SIN), dicho sistema cuenta con plantas de generación de energía y redes de transmisión que abastecen el servicio de energía eléctrica gran parte del territorio nacional; en el segundo se localizan las Zonas No Interconectadas (ZNI), como su nombre lo indica, no se encuentran articuladas al SIN.

La ley 855 de 2003, define las Zonas No Interconectadas en el territorio nacional.

Dicho aislamiento del sistema energético nacional se debe a que existen territorios Departamentos, Municipios, Corregimientos, Veredas, sin conexión a la red de distribución de energía, dado que presentan una accidentada topografía, ausencia de vías de accesos, lo que dificulta la implementar la expansión de redes eléctricas en estas zonas, por lo tanto, la conexión al SIN es inviable por los altos costos.

El decreto 1124 de 2008, reglamenta el fondo de apoyo financiero para la energización de las Zonas No Interconectadas en el territorio nacional – FAZNI, para apoyar financieramente los programas que mejoren la prestación del servicio de energía eléctrica en estos territorios.

La ley 1450 de 2011,

*artículo 105 sobre energías renovables señala que “El Gobierno nacional diseñará e implementará una política nacional encargada de fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación en las energías solar, eólica, geotérmica, mareomotriz, hidráulica y demás alternativas ambientalmente sostenibles, así como una política nacional orientada a valorar el impacto del carbono en los diferentes sectores y a establecer estímulos y alternativas para reducir su huella en nuestro país...”

Ley 1665 de 2013, promueve el uso sostenible de las energías renovables, aprobó el estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA)

Ley 1715 de 2014, desarrolla una política pública para la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema energético nacional.

3. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Jurado se encuentra ubicado en la zona noroccidental del departamento del Chocó a orillas del Océano Pacífico, aproximadamente a 320 kilómetros al noreste de la capital del departamento, el área territorial del municipio de Jurado es de 1.353Km², que corresponden al 2.9% del territorio del Departamento del Chocó.

Las comunidades negras representan el 48,65% pertenecen a la etnia afro colombiana, el grupo conformado por comunidades indígenas 49,35%, perteneciente a los Emberás y Waunanás, adicionalmente hay presencia minoritaria de grupos mestizos 2%, especialmente en la cabecera municipal, llegados de otras regiones del país (Valle, Antioquia, Córdoba, Caldas) que se han establecido como aserradores y comerciantes.

Las actividades económicas de esta población son la Agricultura, pesca y explotación de madera. (Plan de Desarrollo Municipio de Jurado, 2016)

El municipio de Jurado, cuenta con 3350 habitantes, se encuentra registrado en categoría G (Desarrollo Temprano) y sus habitantes reportan un Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) del 98.8%, según los datos de Dane (2005).

El municipio de Jurado, actualmente registra un déficit en la prestación de servicios básicos domiciliarios para sus habitantes, tanto en la cabecera municipal, como en la zona rural, siendo el servicio de energía eléctrica suministrado de forma intermitente para sus pobladores, este último, es generado por una planta diésel que opera entre 10 a 12 horas/día, cuando las condiciones de abastecimiento de combustible (diésel) así lo permiten. Durante este periodo de operación, se identifica presencia de altos niveles de contaminación por CO₂, de igual manera altos decibeles (ruido), resultados del funcionamiento de estos equipos (planta y generador de energía).

En el territorio nacional se contemplan dos categorías en el marco del acceso o conexión del suministro al servicio de energía eléctrica a la población, el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y la Zonas No Interconectadas (ZNI).

Las zonas marginales que no se encuentran interconectados con la red eléctrica nacional (Zonas No Interconectadas (ZNI)) están conformadas por poblaciones aisladas geográficamente, territorios como la Orinoquía, la Amazonía, el Litoral Pacífico, San Andrés- Providencia y otras localidades de difícil acceso que carecen de la conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN). (Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2018)

Se estima que las ZNI se encuentran habitadas por alrededor de 1.800.000 personas. La cobertura de energía eléctrica en estas zonas es del 34% y el servicio depende en un 96% de plantas que utilizan combustibles fósiles (Diésel – Gasolina).

Es por esta razón, en los últimos 10 años en el país, se ha despertado un gran interés en implementar programas de generación fuentes de energía renovables, en dichas alternativas podemos mencionar, la energía solar (producida por el sol), la energía eólica (producida por el viento), la energía mareomotriz (producida por el mar) y la energía geotérmica (producida por el calor). (Datos Abiertos Gobierno Digital Colombia, 2017)

La implementación de un sistema de energía renovable, sostenible y no contaminante surge como una alternativa para suplir y complementar del suministro del servicio de energía eléctrica en diferentes escenarios, bien sea en lugares apartados del territorio nacional donde existen diversos factores que imposibilitan estar conectados a la infraestructura eléctrica nacional, en empresas comprometidas con reducir los niveles de contaminación al medio ambiente y en hogares que pretenden reducir costos e innovar en nuevas fuentes de suministro de energía eléctrica.

Con el uso de esta fuente de energía amigable con el medio ambiente, permite cerrar las brechas de desigualdad social, reducir el impacto al medioambiente, estimula el uso de tecnología avanzada y menos contaminante que la producida por combustibles fósiles, fomenta y aplica los objetivos de desarrollo sostenible para mejorar su calidad de vida de la población beneficiada.

4. ANÁLISIS DE PROBLEMAS

4.1 Descripción de la situación existente con relación al problema

Se evidencia un deficiente suministro de servicio eléctrico generado por la planta eléctrica Diesel en el Municipio de Juradó – Departamento del Chocó, adscrito a la zona no interconectada de la red eléctrica nacional.

El uso de combustibles de derivados fósiles (Diesel /Gasolina), para generar energía eléctrica en el Municipio de Juradó es de 172 Galones/día. En el procesamiento de este combustible, se emiten altos niveles de contaminación al medioambiente, por emisión de CO2 como factor principal, sumado al alto nivel de ruido consecuencia del funcionamiento de la planta y generador de energía.

El servicio operado por la planta diésel es de 10 a 12 horas/día, impactando a entidades públicas, comercio, instituciones educativas y centro de salud, afectando el bienestar y la calidad de vida de la población.

4.2 Problema Central

Insuficiente suministro del servicio de energía eléctrica en el municipio de Juradó – Departamento del Chocó.

4.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de línea base

Actualmente el suministro del fluido eléctrico en la cabecera municipal es de 10 a 12 horas/día, afectando a 1620 habitantes de la cabecera municipal que equivale al 49% del total de la población del Municipio.

4.4 Causas que generan el problema

Se evidencia la ausencia de un sistema integral de suministro de energía eléctrica renovable y amigable con el medio ambiente, en la comunidad de Municipio Juradó - Departamento de Chocó.

4.4.1 Causas directas

A- Inexistencia de un sistema de provisión de energía eléctrica amigable con el medioambiente

B- Inadecuado programa integral de uso apropiado de energía eléctrica

4.4.2 Causas indirectas

A1- Escasas iniciativas para provisión de un sistema de energía eléctrica renovable

A2- Altos costos económicos para el desarrollo de un sistema de energía limpia

B1- Carencia de voluntad política municipal para explorar programas de nuevas formas de suministro de energía eléctrica

B2- Baja sensibilización y preparación sobre sistema de energía renovable

4.5 Efectos generados por el problema

En general se presentan diversos efectos adversos derivado de la problemática planteada, entre ellos se da el descontento de la población por la prestación del servicio de energía eléctrica de forma irregular con todos los inconvenientes que esto acarrea y, por otro lado se presenta un incremento de los índices de contaminación por CO₂.

4.5.1 Efectos directos

A- Alto grado de contaminación por ruido y CO₂ generados por la planta eléctrica.

B- Precaria atención en centro de salud, por deficiencia del fluido eléctrico

C- Escaso suministro del servicio de energía en Aulas escolares

4.5.2 Efectos indirectos

A1- Incremento en tasa de enfermedades respiratorias en niñ@s

A2- Aumento de improductividad laboral

B1- Constate atrasos en el procesamiento de exámenes de laboratorio

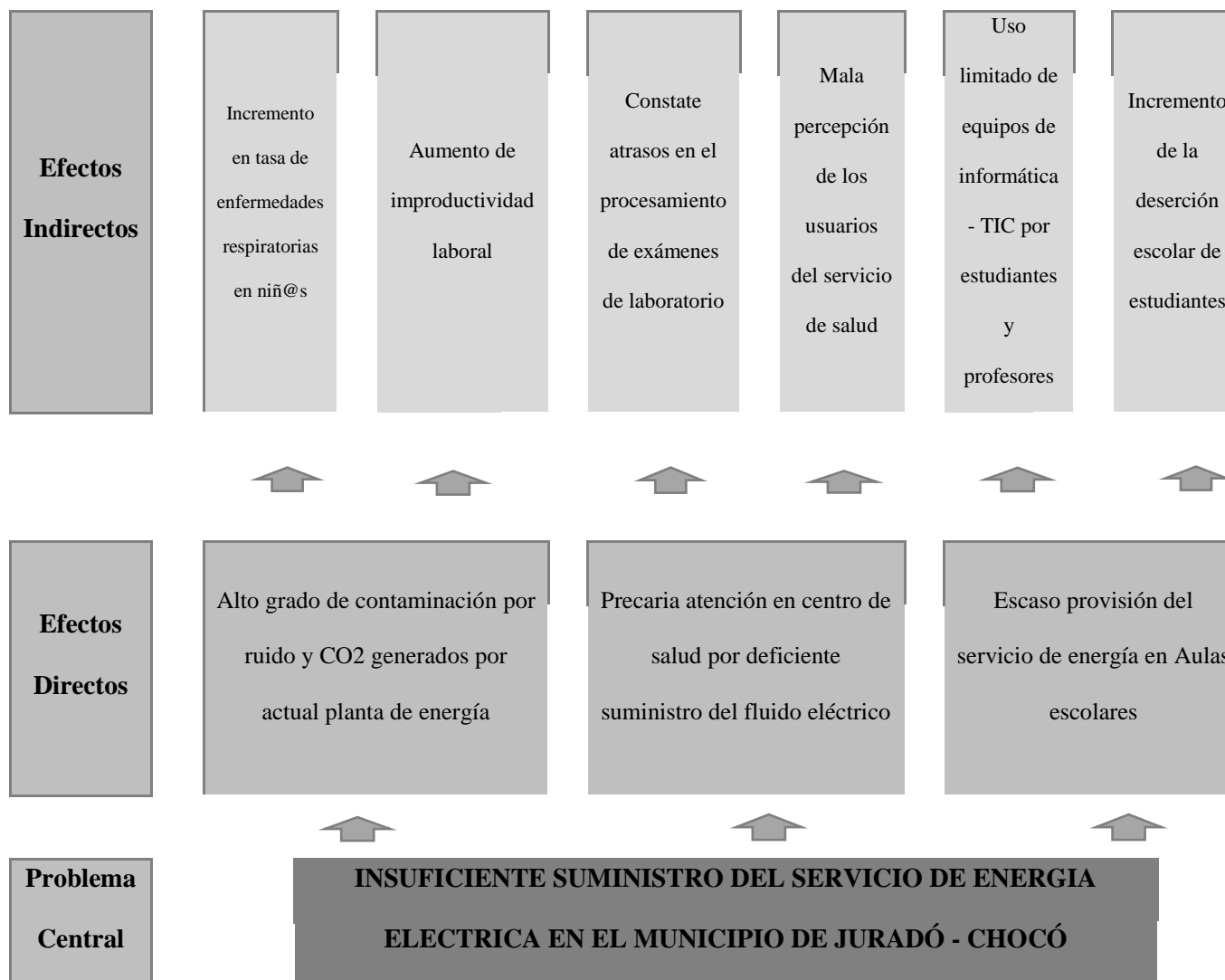
B2- Mala percepción de los usuarios del servicio de salud

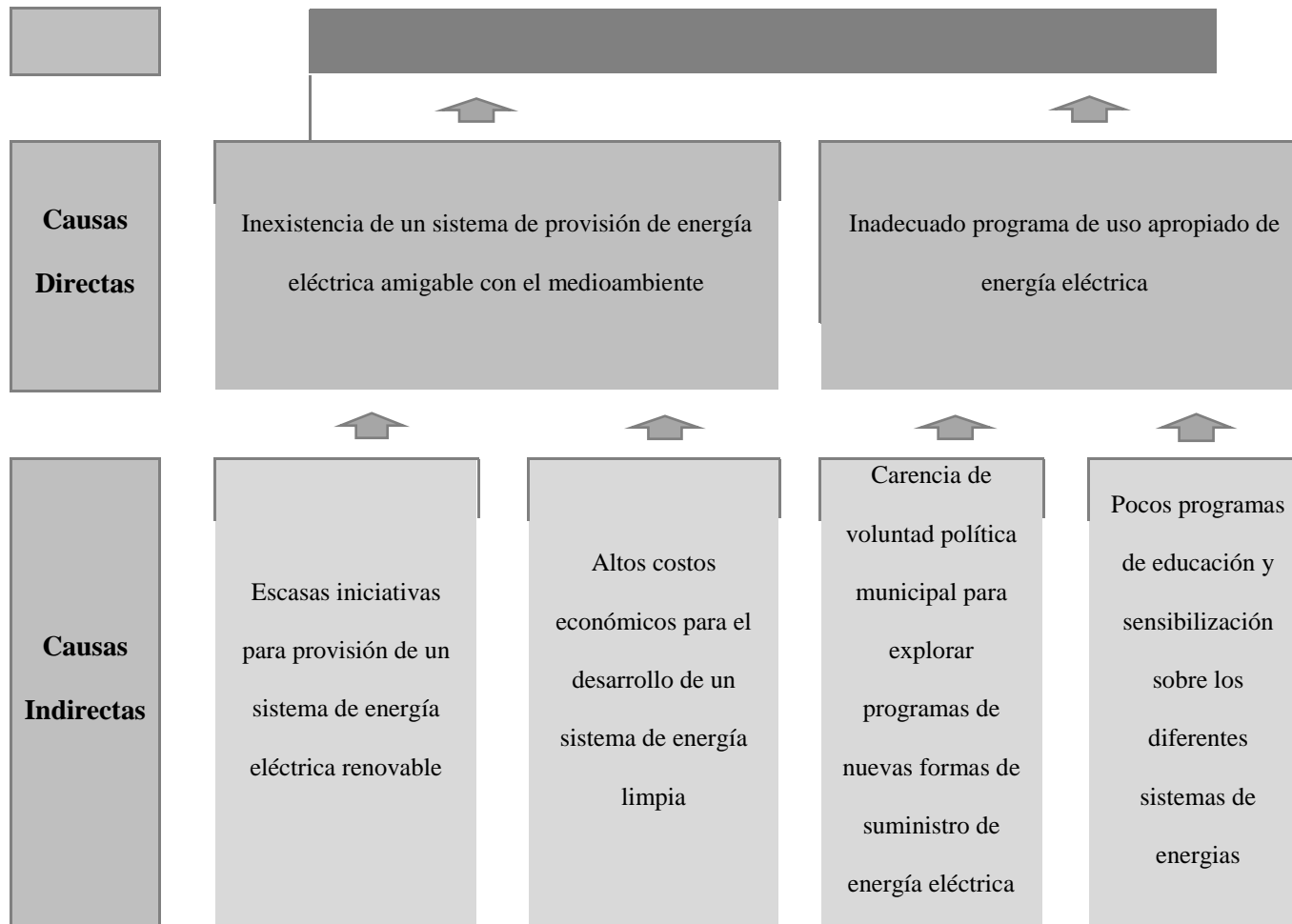
C1- Desmotivación de uso de equipos de informática - TIC

C2- Incremento de la deserción escolar

4.6 Diagrama árbol de problemas

Tabla 1 Diagrama árbol de problemas





Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

5. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

5.1 Matriz de Análisis de Involucrados

Tabla 2 Matriz de Análisis de Involucrados

INVOLUCRADOS	PROBLEMÁTICA	INTERES	RECURSOS
Población - Usuario	El servicio de energía ofrecido actualmente es deficiente, contaminante y representa costos altos para el usuario.	Tener acceso a un mejor servicio de energía eléctrica, no contaminante, renovable, de menor costos en los hogares, instituciones educativas, centro de salud y zonas recreativas	El apoyo al proyecto, vinculando recursos de mano de obra participativo.
Institucional - Municipio de Juradó	Deficiencias en políticas de desarrollo del sector energético	Impulsar y masificar políticas de desarrollo del sector energético	El apoyo financiero y Recurso Humano
Personal Técnico (Ingeniero Eléctrico, Tecnólogos, Ing Ambiental).	No se percibe problema	Crear e Implementar Programas para manejo y producción de energía amigable con el medio ambiente.	Recurso Humano y Económico

SGR- FAZNI- FENOGE – Fondo Internacional (BID)	Falta de proyectos formulados orientados al sector Energético - ambiental	Apoyar programas para mejorar la producción de energía amigable con el medio ambiente	Recurso de SGR, Cofinanciado con programas BID, FAZNI, FENOGE
--	---	---	---

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

5.2 Población Afectada.

El universo de la población afectada por la problemática es la totalidad de los habitantes del Municipio de Juradó en el Departamento del Chocó es de 3.350 personas, como se enuncia en el Documento Proyecciones Dane (2018), ya que directa e indirectamente se ven afectados.

5.3 Población Objetivo

La población objetivo a beneficiar directamente con la intervención propuesta son los residentes en la cabecera Municipal de Juradó en el Departamento del Chocó, es de 1.620 personas. (Dane, 2018)

6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

6.1 Descripción de la iniciativa

Se plantea la implementación de un sistema fotovoltaico o híbrido solar – diesel, teniendo en cuenta valores del recurso solar para el Municipio de Juradó – Departamento del Chocó, dicha información es obtenida del mapa de radiación solar del IDEAM, partiendo de este dato se procede a los cálculos del valor de la radiación día promedio del mes menos favorable (peor escenario). Esto surge de un estudio energético dadas las condiciones de la zona, como primer paso.

Se procede con los cálculos del dimensionamiento, partiendo de la demanda de consumo de usuario e instituciones, para estimar una potencia promedio, horas de consumo y total de horas de la prestación del servicio diaria, una vez definida esto, se procede con el análisis de las siguientes variables:

Angulo de inclinación de los paneles (para obtener máximo captación de luz solar), Dimensionamiento del generador fotovoltaico, Dimensionamiento de acumuladores, Dimensionamiento del regulador, Dimensionamiento del inversor, Dimensionamiento del cableado, Infraestructura del sistema fotovoltaico.

Se estiman costos, viabilidad financiera, teniendo en cuenta los costos con y sin subsidio, para evaluar la mejor alternativa y propuesta energética para el Municipio de Juradó.

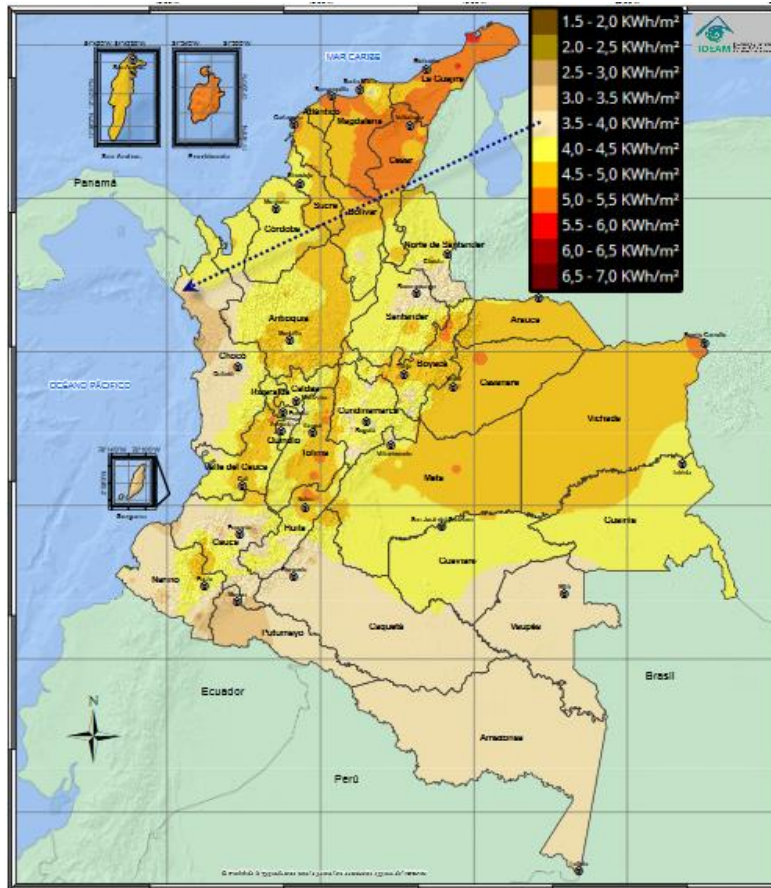
Partiendo de la aprobación y asignación presupuestal, se procede con:

Compra y adquisición de equipos, Adecuación de locación, Instalación de equipos, Conexión a la red, Mediciones y pruebas, Auditoria de puntos de conexión, Monitoreo y Mantenimiento, Correcciones y Mantenimiento preventivo.

Mapa de radiación solar: Municipio de Juradó- Chocó

Radiación estimada (3.5 a 4.0 kWh/m²)

Ilustración 6 Mapa de radiación solar Municipio Juradó-Chocó



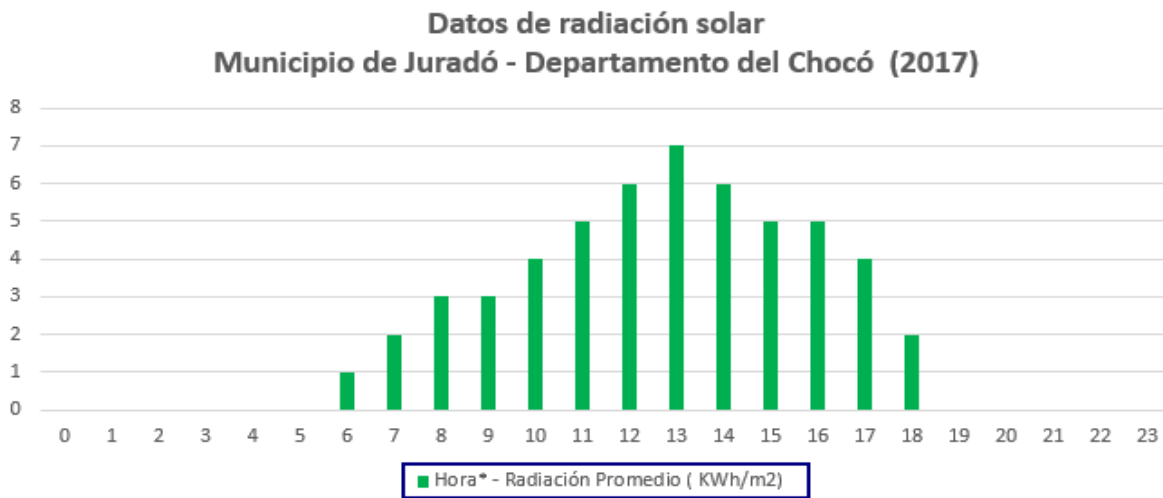
Fuente: IDEAM. (s.f.)

Cálculos del proyecto

Ecuación de Energía generada * día.

Energía Generada (kWh/día) = $G * [(kWh/m^2 * día)] * \text{Eficiencia del panel}(\%) * \text{Área del panel}$
(m²) * cantidad del paneles(N) * PR.

Ilustración 7 Datos de radiación solar Municipio de Juradó - Departamento del Chocó (2017)

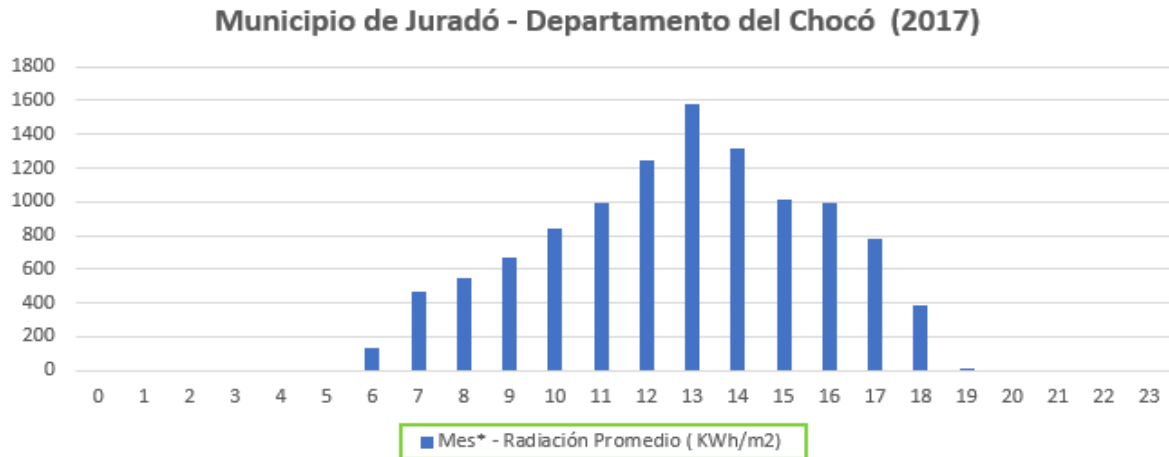


Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

Ecuación de Energía generada * mes.

Energía Generada (kWh/mes)= $G * [(kWh/m^2 * mes)] * Eficiencia\ del\ panel(\%) * Area\ del\ panel$
(m2)* cantidad del paneles (N) * PR

Ilustración 8 Datos de radiación solar Municipio de Juradó - Departamento del Chocó (2017)

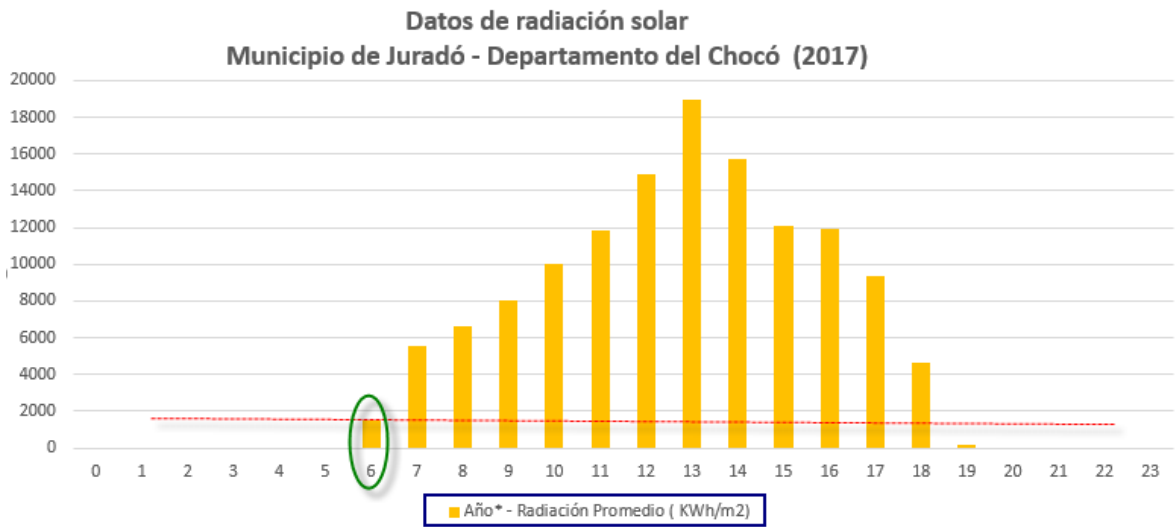


Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

Ecuación de Energía generada * año

$$\text{Energía Generada (kWh/año)} = G * [(\text{kWh/m}^2 * \text{año})] * \text{Eficiencia del panel}(\%) * \text{Área del panel} (\text{m}^2) * \text{cantidad de paneles}(\text{N}) * \text{PR}$$

Ilustración 9 Datos de radiación solar Municipio de Juradó - Departamento del Chocó (2017)



Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

G: Corresponde a la Irradiación solar en un periodo de tiempo dado. [kWh/día, kWh/mes, kWh/año]

A: Corresponde al área del panel dado por el fabricante. (m²)

PR: Coeficiente de rendimiento de paneles solares. Puede variar entre 75% a 90%, dado por el fabricante.

Eficiencia del Panel: dado por el fabricante. (%)

Cantidad de paneles (N).

En el sistema se debe tener en cuenta pérdidas, las cuales se estiman y se han de considerar en el diseño (30%):

- Pérdidas por cableado =1%
- Pérdidas por conversión de energía=5%
- Pérdidas por temperatura =15%
- Pérdidas por polvo y periodos de sombra= 6%
- Otras = 3%.

Partiendo de los datos obtenidos en campo, para las instituciones públicas del municipio de Juradó- Departamento del Chocó, se estima el máximo consumo anual de 219292 kWh/año.

Teniendo en cuenta las pérdidas 30%.

Se estima consumo anual de 219292 kWh/año * 1.30 = 285080 kWh/año

Se procede a realizar los cálculos correspondientes a determinar el número de paneles solares requeridos

Cantidad de paneles (N) = ¿?

Eficiencia del Panel: 18%

PR: Coeficiente de rendimiento de paneles solares=80%

A=1.6m²

G: 12980 kWh/año. Se toma el escenario del valor promedio del periodo de irradiación solar correspondiente entre 06:00 y 18:00 horas para el Municipio de Juradó. Gráfico #3.

Energía Generada: 285080 kWh/año. Es la energía eléctrica requerida para consumo operativo de los equipos en las entidades públicas del Municipio de Juradó en periodo (año).

Cantidad de paneles (N) = $285080 \text{ kWh/año} / [(12980 \text{ kWh/año}) * 18\% * (1.6\text{m}^2) * (80\%)] = 58.68$

Cantidad de paneles (N)=95.33 Paneles.

Se redondea al número par próximo, Cantidad de paneles (N) = 96 paneles.

En el caso que se ajuste el valor de la eficiencia del panel, afecta de forma directa en el número de paneles requeridos en el sistema.

Ahora, se toma Eficiencia del Panel: 15.98%

Cantidad de paneles (N) = $285080 \text{ kWh/año} / [(12980 \text{ kWh/año}) * 15.89\% * (1.6\text{m}^2) * (80\%)] = 107.38$

Cantidad de paneles (N)=107 Paneles.

Se redondea al número par próximo, Cantidad de paneles (N) = 108 paneles.

Ahora, la potencia instalada del sistema está dada por la siguiente ecuación:

Potencia Instalada (kWp) = Cantidad de paneles (N) * Potencia por Panel (kWp/N)

$$= 108 \text{ Paneles} * .260\text{kWp} = 28.08\text{kWp}$$

Área requerida = Cantidad de paneles (N) * 1.6mt²

$$= 108 * 1.6\text{m}^2 = 172.8\text{mt}^2$$

Se aproxima un área para instalación de paneles solares de 180mt².

Calculo de Baterías requeridas para soportar la carga y suministro de energía.

Se toman batería de gel y ciclo profundo con mayor cantidad de ciclos de carga y descarga.

Tienen las siguientes características. Voltaje (6V) & Corriente (I) de 350 Amp*hora

Potencia nominal= $V * I = 6v * 350 \text{ Amp*hora.} = 2100 \text{ Wh}$

Para estimar el ciclo de vida de estas baterías se sugiere realizar cálculos con un 70% de su carga.

Retomando los cálculos del diseño:

Se toma el escenario promedio de energía generada por el sistema del periodo de irradiación solar correspondiente a las 10 horas, para el Municipio de Juradó y teniendo en cuenta el resultado obtenido de 108 paneles, se tiene

Energía Generada: 61,635 kWh/año.= 31kWh/día.

Mediante una regla de tres simple, se procede a calcular la máxima eficiencia de las baterías.

61,635kWh \rightarrow 70%

X \rightarrow 100%

X = 88,050kWh = 88050Wh

Se procede a calcular el número de baterías.

N de baterías = potencia real/ potencia de baterías = 88050Wh/2100 Wh*Baterías

N de baterías= 41.97 baterías.

Se redondea al número par próximo, Cantidad de Baterías (N) = 42 Baterías.

Para efectos de ofrecer un mejor servicio, se sugiere implementar un sistema de respaldo con autonomía para dos (2) días de suministro de energía.

Los cálculos serian así:

N de baterías = potencia real/ potencia de baterías = 88200Wh * 2 días/2100 Wh*Baterías

N de baterías= 84 baterías.

6.2 Localización

Tabla 3 Localización

<i>Región</i>	<i>Departamento</i>	<i>Municipio</i>	<i>Clase del Centro de Poblado</i>	<i>Resguardo Indígena</i>	<i>Localización Específica</i>
Occidente	Chocó	Juradó	Cabecera Municipal	No	Barrio Nuevo

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

6.3 Aporte a la política pública

Tabla 4 Cuadro de Política Pública Nacional

PLAN DE DESARROLLO NACIONAL 2014-2018	
Plan de Desarrollo:	(2014-2018) Todos por un nuevo país
Programa:	2102 - Consolidación productiva del sector de energía eléctrica
Estrategia:	1052 - Competitividad e infraestructura estratégica
Sector:	Minas y Energías
Objetivo:	10521 - Consolidar el desarrollo minero-energético para la equidad regional.

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia a partir de las Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un país: paz, equidad, educación”, Departamento Nacional de Planeación

Tabla 5 Cuadro de Política Pública Departamental

PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL 2016-2019	
Plan de Desarrollo:	Oportunidad para todas las Sub Regiones -Choco 2016 -2019
Línea estratégica	Suministro y prestación de servicios públicos domiciliarios.
Programa:	Energía Eléctrica
Sector:	Servicios públicos
Objetivo:	Mejorar indicadores en zonas no interconectadas - No se encuentra definidos alcances para este objetivo.

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

Tabla 6 Cuadro de Política Pública Municipal

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2016-2019	
Plan de Desarrollo:	En unidad construiremos un Juradó de progreso. Juradó-Choco 2016-2019
Línea estratégica	Suministro y prestación de servicios publicos domiciliarios.
Programa:	Energía Eléctrica

Sector:	Servicios públicos
Objetivo:	Mejorar indicadores en zonas no interconectadas - No se encuentra definidos alcances para este objetivo.

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

6.4 Análisis del Mercado

Tabla 7 Análisis de mercado

<i>Periodo - Mes</i>	<i>Producción - Mes</i>	<i>Demanda - Mes</i>	<i>Déficit - Mes</i>
Enero	1200 KW/h	1500 KW/h	300 KW/h
Febrero	1200 KW/h	1600 KW/h	400 KW/h
Marzo	1200 KW/h	1400 KW/h	200 KW/h
Abril	1200 KW/h	1300 KW/h	100 KW/h
Mayo	1200 KW/h	1400 KW/h	200 KW/h
Junio	1200 KW/h	1600 KW/h	400 KW/h
Julio	1200 KW/h	1300 KW/h	100 KW/h
Agosto	1200 KW/h	1600 KW/h	400 KW/h
Septiembre	1200 KW/h	1500 KW/h	300 KW/h
Octubre	1200 KW/h	1400 KW/h	200 KW/h
Noviembre	1200 KW/h	1600 KW/h	400 KW/h
Diciembre	1200 KW/h	1800 KW/h	600 KW/h
PROMEDIO	1200 KW/h	1500 KW/h	300 KW/h

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

6.5 Objetivo General

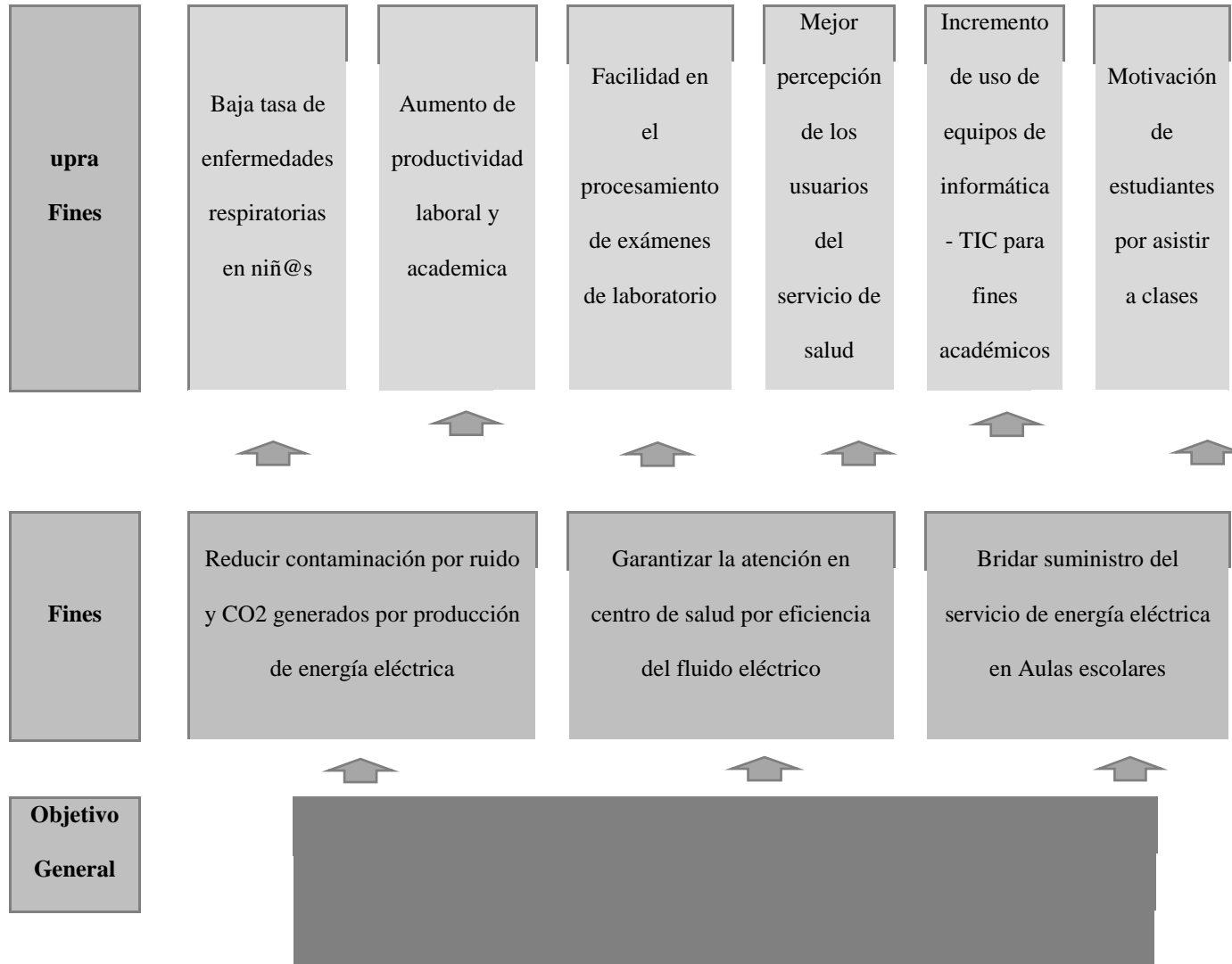
Prestar un óptimo suministro del Servicio de Energía Eléctrica Amigable con el Medio ambiente para el Municipio de Juradó – Departamento del Chocó.

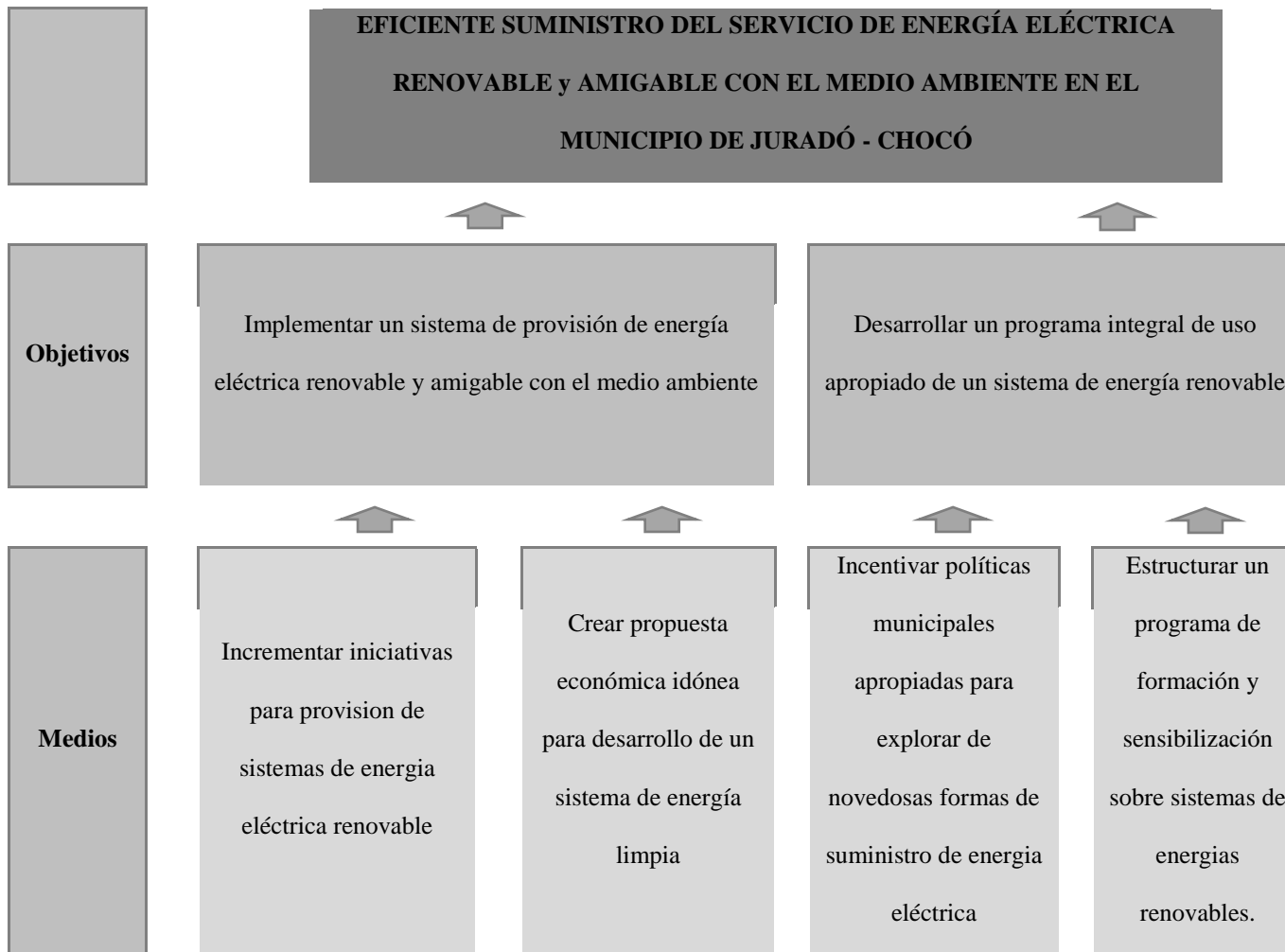
6.6 Objetivos Específicos

- Implementar un sistema de provisión de energía eléctrica renovable, sostenible y amigable con el medio ambiente.
- Desarrollar un programa integral de uso apropiado de un sistema de energía renovable.

7. DIAGRAMA ÁRBOL DE SOLUCIONES

Tabla 8 Diagrama árbol de soluciones





Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

8. MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS

Tabla 9 Matriz de análisis de riesgos

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Efectos	Mitigación
Cambios del valor de la Tasa representativa del mercado TRM	Probable	Alto	Incrementan costos y afecta suministro de equipos.	Elaborar adecuado plan de compras y garantizar suministros de equipos.
Afectación por Orden Público	Probable	Medio	Atrasos en cronograma de ejecución	Solicitar acompañamiento de la fuerza pública en la zona
Probabilidad de afectaciones climáticas	Probable	Medio	-Fallas de suministro de energía - Incremento de costos	Ajustes a la capacidad de almacenamiento de energía, considerando variación de los pronósticos climáticos.
Movimientos sísmicos	Probable	Alto	-Atrasos en cronograma de ejecución - Incremento de costos	Disponer de planes de evacuación.
Incrementos súbitos en costos de transporte. (materiales y equipos)	Muy Probable	Medio	-Atrasos en cronograma de ejecución - Incremento de costos	Establecer acuerdos con empresas transportadoras

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

9. COSTOS DE ALTERNATIVA

9.1 PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

Tabla 10 Presupuesto general del proyecto

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio/Unidad	Total
SFV_M01	Uds	Módulo Fotovoltaico 260Wp	108	\$ 1,100,000.00	\$ 118,800,000.00
SFV_M02	Uds	Estructura para soporte y fijación de los módulos fotovoltaicos.	108	\$ 350,000.00	\$ 37,800,000.00
SFV_M03	Uds	Inversor senoidal compacto	12	\$ 2,170,000.00	\$ 26,040,000.00
SFV_M04	Uds	Baterías Gel FS 350 (6v/350Amp*h)	84	\$ 1,278,000.00	\$ 107,352,000.00
SFV_M05	Uds	Regulador Scheneider Xantrex	12	\$ 1,900,000.00	\$ 22,800,000.00
SFV_M06	Uds	Conectores Multi-contact de derivación hembra para cable unipolar de 6 mm	250	\$ 22,000.00	\$ 5,500,000.00
SFV_M07	Uds	Parejas de terminales enchufables Multi-Contact para encastar , para cable de 6 mm	250	\$ 18,000.00	\$ 4,500,000.00
SFV_M08	Uds	Pareja de terminal Multi-Contact para encastar para cable de 50 mm	250	\$ 12,000.00	\$ 3,000,000.00
SFV_M09	Uds	Caja de conexiones Max-Connect hasta 1000 V y 160 A	12	\$ 90,000.00	\$ 1,080,000.00
SFV_M10	Uds	Cuadro de protecciones trifásico AC de la firma ESHIA modelo TMF10 de 125 A.	12	\$ 350,000.00	\$ 4,200,000.00
SFV_M11	Uds	Cuadro de contadores modular de acuerdo con IEB-47.	12	\$ 350,000.00	\$ 4,200,000.00
SFV_M12	Uds	Contador electrónico trifásico multifuncional Cahors modelo PN-2T	3	\$ 1,850,000.00	\$ 5,550,000.00
SFV_M13	Uds	Conductor unipolar para línea captadora 0,6/1kV.	250	\$ 10,000.00	\$ 2,500,000.00
SFV_M14	Uds	Conductor de protección a tierra de cobre aislado , sección 35 mm	250	\$ 8,000.00	\$ 2,000,000.00
SFV_M15	Uds	Sistema de monitorización y diagnosis Solarview de Robotiker Tecnalia	1	\$ 5,500,000.00	\$ 5,500,000.00
SFV_M16	Uds	Costo Instalación - Mano de obra	1	\$ 52,357,500.00	\$ 51,857,500.00
SFV_M17	Uds	Costo de Talleres - Capacitación	1	\$ 5,875,000.00	\$ 5,875,000.00

Total = Sistema Solar Fotovoltaico	\$ 408,554,500.00
Administración (14 %)	\$ 57,197,630.00
Utilidad (5 %)	\$ 20,427,725.00
Interventoria (8 %)	\$ 3,268,436.00
IVA (19 %)	\$ 77,625,355.00
Costo Total del proyecto	\$ 567,073,646.00

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

11. VALORACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS

11.1 Valoración de Beneficio #1

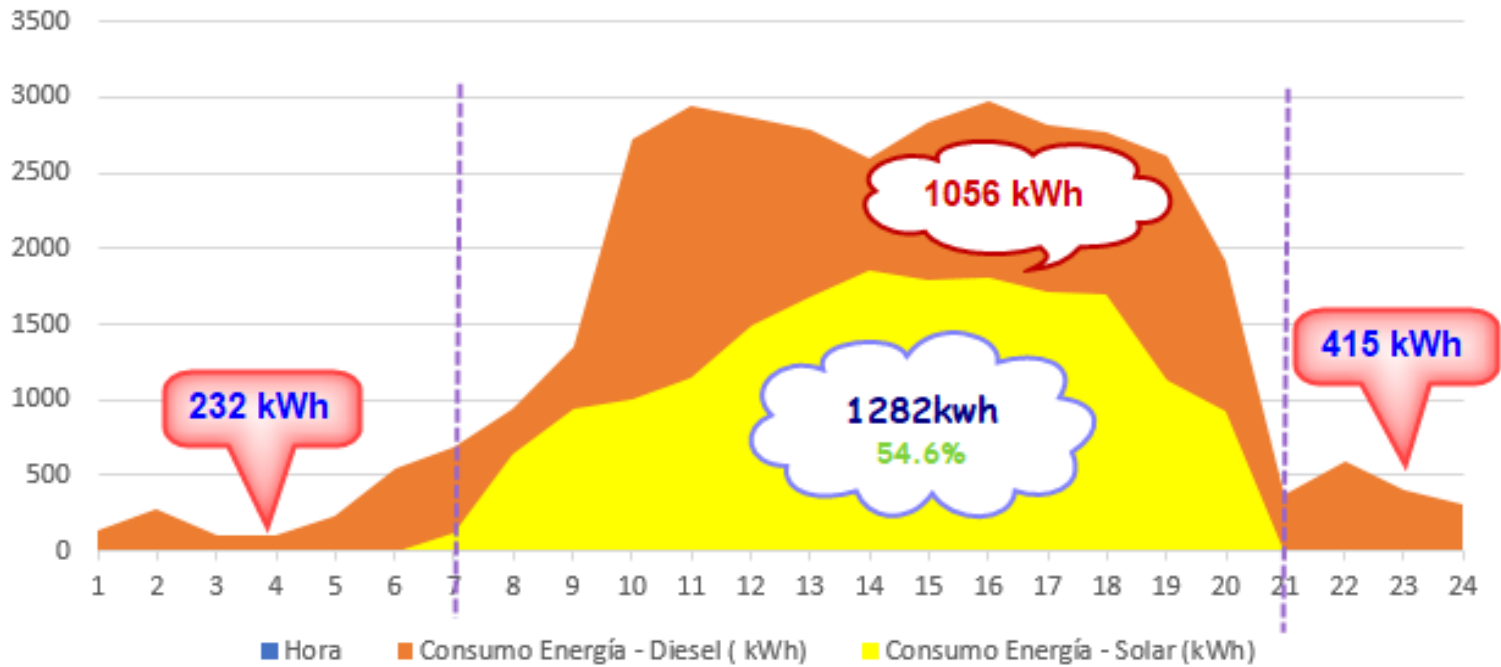
Tabla 11 Valoración de Beneficio #1

BENEFICIO # 1 "AHORRO EN PAGO DE SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA OPERADO POR PLANTA DIESEL.				
Este beneficio refleja el ahorro que tendría el proyecto, por pago de suministro de energía eléctrica correspondiente a las entidades públicas, medido por el promedio de ahorro esperado año Tarifa = \$278.235 kWh : *meses (Año)				
Costo de la tarifa		\$	278.235	
TOTAL		\$	278.235	
Ingreso o Beneficio	Ahorro en costos por apago de servicio de energía eléctrica operado por planta Diesel.			
Tipo			Beneficios	
Medido a través de			Pesos	
Bien producido			Otros	
Razón Precio Cuenta			0.8	
Porcentaje de la ahorro de consumo de servicio de energía eléctrica			54%	
PERIODO	CANTIDAD kWh*año	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	
1	12742	\$ 278	\$ 3,545,270	
2	12742	\$ 278	\$ 3,545,270	
3	12742	\$ 278	\$ 3,545,270	
4	12742	\$ 278	\$ 3,545,270	
5	12742	\$ 278	\$ 3,545,270	
TOTAL		\$	17,726,352	

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

Ilustración 10 Consumo promedio mensual Instituciones públicas en el Municipio de Juradó - Chocó

Consumo promedio Mensual Instituciones públicas en el Municipio de Juradó - Chocó



Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

11.2 Valoración de Beneficio #2

Tabla 12 Valoración de Beneficio #2

BENEFICIO # 2 "AHORRO EN CONSULTAS MÉDICAS y MEJOR ATENCIÓN DE USUARIOS EN CENTRO DE SALUD -->			
* Ahorro en gastos médicos de la población infantil en el centro de salud, dado en número de niños entre 0 y 14 años por el valor de los gastos médicos promedio en enfermedades *año #niños 0 a 14 este beneficio refleja el ahorro que se tendría por los costos asociados a las consultas médicas por enfermedades.			
Número de consultas por año/#niños			
Costo de la consulta		\$	32,830
Costos Medicamentos		\$	3,000
Medicamentos fuera del POS		\$	44,715
Desplazamiento Hospitar >>nivel		\$	200,000
Valor por persona		\$	280,545
TOTAL		\$	280,545
Ingreso o Beneficio	Ahorro en costos por atención en salud (Consultas médicas ocasionadas por consumir agua de mala calidad)		
Tipo			Beneficios
Medido a través de			Pesos
Bien producido			Otros
Razón Precio Cuenta			0.8
Porcentaje de la población que sufren enfermedades y consultas médicas			6%
PERIODO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	120	\$ 280,545	\$ 33,665,400
2	120	\$ 280,545	\$ 33,665,400
3	120	\$ 280,545	\$ 33,665,400
4	120	\$ 280,545	\$ 33,665,400
5	120	\$ 280,545	\$ 33,665,400
TOTAL		\$	168,327,000

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

11.3 Valoración de Beneficio #3

Tabla 13 Valoración de Beneficio #3

BENEFICIO # 3 "BENEFICIO COSTOS POR LA DESERCIÓN ESCOLAR EN INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN PÚBLICA."			
<p>* Este beneficio se refleja en la inversión realizada por el estado, para garantizar el acceso y permanencia de los niñ@s en el sistema educación pública, Aportes * Estudiante = \$360,000 anual. El municipio reporta una tasa de deserción escolar del 21.3%, (según información de oferta institucional 2015). Según Secretaria de Educación Departamental del Chocó. Con la implementación del proyecto, se reduciría 3 PP el índice de deserción escolar. (Plan piloto realizado en Instituciones distritales de Bogotá D.C con aproximaciones de cálculos realizados por FEDESARROLLO_2008).</p>			
Valor por estudiante		\$	360,000
TOTAL		\$	360,000
Ingreso o Beneficio	Ahorro en costos por atención en salud (Consultas médicas ocasionadas por consumir agua de mala calidad)		
Tipo		Beneficios	
Medido a través de		Pesos	
Bien producido		Otros	
Razón Precio Cuenta		0.8	
Porcentaje de la población que se mejora en el indicador de permanencia escolar.		3.0%	
PERIODO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	35	\$ 360,000	\$ 12,600,000
2	35	\$ 360,000	\$ 12,600,000
3	35	\$ 360,000	\$ 12,600,000
4	35	\$ 360,000	\$ 12,600,000
5	35	\$ 360,000	\$ 12,600,000
TOTAL		\$	63,000,000

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

11.4 Cálculo de la TIR para el proyecto

Tabla 14 Flujo de caja del proyecto a cinco (5) años

Periodo *(Años)	0	1	2	3	4	5
Beneficio #1		\$ 17,726,352	\$ 17,726,352	\$ 17,726,352	\$ 17,726,352	\$ 17,726,352
Beneficio #2		\$168,327,000	\$168,327,000	\$168,327,000	\$168,327,000	\$168,327,000
Beneficio #3		\$6300,000	\$63,000,000	\$63,000,000	\$63,000,000	\$63,000,000
Aportes	\$ (567,073,646)	\$192,353,352	\$192,353,352	\$192,353,352	\$192,353,352	\$192,353,352
IPC = 3.5%			3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
TIR =>	\$ (567,073,646)	\$249,0353,352	\$257,770,219	\$266,792,176	\$276,129,903	\$285,794,449
TIR =	36%					

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

12. CRONOGRAMA Y COSTOS DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

Tabla 15 Cronograma y costos de alternativas del proyecto

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN																		
<i>Alternativa # 1</i>						Total	Meses											
ACTIVIDAD	# horas	# Dias	# Meses	Valor\$ MO1	Valor\$ MO2	\$ 5,875,000.00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Socialización del proyecto ante las autoridades comunitarias y entidades territoriales	4	5	1	43750	43750	\$ 875,000.00												
Elaboración de materiales de sensibilización (taller de energías renovables, cartografía social).	8	5	1	18750	43750	\$2,500,000.00												
Capacitación sobre tecnología de generación de electricidad con paneles solares para la refrigeración y conservación de medicamentos, alumbrado y otros servicios. Apropiación social (sentido de pertenencia, empoderamiento comunitario)	8	5	1	18750	43750	\$2,500,000.00												

ACTIVIDAD	# horas	# Dias	# Meses	Valor\$ MO1	Valor\$ MO2	\$ 9,610,000.00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Localización: Estudio de localización tiene como objetivo seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto.	8	15	1		43750	\$ 5,250,000.00												
Adecuación del terreno: Preparación del terreno para la adecuación de la zona en donde se llevará acabo la respectiva instalación de la unidad solar.	8	8	1	6250	12500	\$ 1,200,000.00												
Excavación para soporte y ubicación: Sistema el cual permite graduar la inclinación ideal de las unidades (panel solar).	8	8	1	8750	6250	\$ 960,000.00												
Instalación panel(es) solar. Proceso adecuación de los paneles solares (altitud, longitud y latitud)+ orientación relativa, configurar el ángulo adecuada de inclinación unidad solar.	8	10	1	8750	18750	\$ 2,200,000.00												

ACTIVIDAD	# horas	# Dias	# Meses	Valor\$ MO1	Valor\$ MO2	\$ 4,700,000.00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Excavación zanja para cables - Canalización. Proceso adecuación de zanja para conectar los paneles solares con el regulador + Cableado.	8	8	1	8750	6250	\$ 960,000.00												
Instalación y conexión batería. Proceso adecuación de baterías serán almacenada en un gabinete, en un lugar seco y debidamente asegurado.	8	7	1	8750	18750	\$ 1,540,000.00												
Instalación y conexión Regulador(es). Proceso adecuación de Regulador(es) las unidades serán almacenados en un gabinete, en un lugar seco y debidamente asegurado.	8	5	1	8750	18750	\$ 1,100,000.00												
Instalación y conexión Inversor(es). Proceso adecuación de Inversor(es) las unidades serán almacenados en un gabinete, en un lugar seco y debidamente asegurado.	8	5	1	8750	18750	\$ 1,100,000.00												

ACTIVIDAD	# horas	# Dias	# Meses	Valor\$ MO1	Valor\$ MO2	\$ 3,997,500.00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Protecciones contra sobretensiones. Proceso adecuación de Protección, las unidades serán almacenados en un gabinete, en un lugar seco y debidamente asegurado.	8	10	1	8750	18750	\$ 2,200,000.00												
Protecciones Pararayos. Proceso adecuación de Protección a pararrayos	8	3	1	8750	18750	\$ 660,000.00												
Sistema de Monitoreo. Proceso adecuación de sistema de monitoreo.	6	3	1		43750	\$ 787,500.00												
Pruebas de funcionamiento del sistema de energía.	4	2	1		43750	\$ 350,000.00												

ACTIVIDAD	# horas	# Dias	# Meses	Valor\$ MO1	Valor\$ MO2	\$ 34,050,000.00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puesta en marcha de la instalación. Comprobación de los valores de tensión y frecuencia de la conexión a red.	8	3	1		43750	\$ 1,050,000.00												
Capacitación sobre el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de energía solar y sus componentes con los mantenedores locales	8	5	2	18750		\$ 1,500,000.00												
Seguimiento & Monitoreo	8	5	2	18750		\$ 1,500,000.00												
Trasporte de Equipos. Trasporte Maritimo + Trasiego a Bodega	8	15	2			\$ 30,000,000.00												

Fuente: Machado, S, (2018). Construcción propia

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, J., & Hontoria, L. (2007). *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos, CIEMAT: Curso de Energía Solar Fotovoltaica, Universidad de Jaén*. Recuperado de <http://www.ujaen.es/dep/ingeauto/PgPersonal/PPLHontoria/PPLHontoriaInvestigacion/CapLibros/LHontoriaCiemat2007.pdf>
- Armendáriz, J. (s.f.). *Costo-Beneficio de Sistemas Fotovoltaicos en el Sector Residencial en la Ciudad de Chihuahua*. Universidad Autónoma de Baja California, México. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/322784870_Costo-Beneficio_de_Sistemas_Fotovoltaicos_en_el_Sector_Residencial_en_la_Ciudad_de_Chihuahua
- Asamblea Departamental del Chocó. (2016). *Documento bases del plan de desarrollo departamental del chocó 2016 – 2019 “oportunidades para todas las subregiones”*. Recuperado de http://choco.micolombiadigital.gov.co/sites/choco/content/files/000023/1103_pdd20162019.pdf
- CELSIA. (2018). *Proyectos de energía solar que debes conocer en Colombia*. Recuperado de <https://blog.celsia.com/proyectos-de-energia-solar-en-colombia>
- CEPAL. (s.f.). *Gráfica 1*. Recuperado de https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/8/40548/ALyC_y_CC_CursoAlatorre.pdf
- CEPAL. (s.f.). *Gráfica 2*. Recuperado de https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/8/40548/ALyC_y_CC_CursoAlatorre.pdf

- Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2018). *Zonas no interconectadas*. Recuperado de <http://www.creg.gov.co/index.php/es/sectores/energia/zni-energia>
- *Componentes de una instalación solar fotovoltaica*. (s.f.). Recuperado de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>
- Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible CECODES. (2016). *Las ciudades y las energías limpias*. Recuperado de <https://www.cecodes.org.co/site/las-ciudades-y-su-papel-ante-las-energias-limpias/>
- Datos Abiertos Gobierno Digital Colombia. (2017). *Mapa de Localidades ZNI Telemetría Septiembre 2017*. Recuperado de <https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ-a/Mapa-de-Localidades-ZNI-Telemetr-a-Septiembre-2017/n27t-fqjz>
- Decreto N° 1124. Presidente de la República de Colombia, Bogotá, Colombia, 11 de abril de 2008.
- Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*. Recuperado de <https://www.minagricultura.gov.co/planeacion-control-gestion/Gestin/Plan%20de%20Acci%C3%B3n/PLAN%20NACIONAL%20DE%20DESARROLLO%202014%20-%202018%20TODOS%20POR%20UN%20NUEVO%20PAIS.pdf>
- Durán, J. & Godfrin, E. (2010). *Aprovechamiento de la Energía Solar en la Argentina y en el Mundo*. Recuperado de <http://www.onenergias.com/energia-online/wp-content/uploads/2010/12/aprovechamiento-de-la-energ%C3%ADa-solar.pdf>
- *Eficiencia del panel solar*. (2018). Recuperado de <https://panelessolaresfotovoltaicos.org/paneles-solares-fotovoltaicos/eficiencia-del-panel-solar/>

- Fondo Multilateral de Inversiones FOMIN. (2016). *Distribución de energía sostenible en américa latina estudio sobre redes de distribución inclusiva*. Recuperado de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7911/Distribucion-de-energia-sostenible-en-America-Latina-Estudio-sobre-redes-de-distribucion-inclusiva.pdf?sequence=1>
- Gobernación del Chocó. (2008). *Indicadores Básicos en Salud Departamento del Chocó*. Recuperado de https://www.paho.org/col/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1190-ib-choco-2008&category_slug=datos-y-estadisticas&Itemid=688
- Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas IPSE. (2013). *Audiencia Pública de Rendición de Cuentas* [Diapositivas PowerPoint]. Recuperado de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/557209/Presentacion+IPSE+Carlos+Neira/555ac23e-454f-40b7-9b12-84eb32026273>
- Ley N° 629. Congreso de Colombia, Bogotá, Colombia, 15 de octubre de 1999.
- Ley N° 629. Congreso de Colombia, Bogotá, Colombia, 03 de octubre de 2001.
- Ley N° 855. Congreso de Colombia, Bogotá, Colombia, 18 de diciembre de 2003.
- Ley N° 1450. Congreso de Colombia, Bogotá, Colombia, 16 de junio de 2011.
- Ley N° 1665. Congreso de Colombia, Bogotá, Colombia, 13 de julio de 2013.
- Ley N° 1715. Congreso de Colombia, Bogotá, Colombia, 13 de mayo de 2014.
- Merino, L. (s.f.). *Energías renovables para todos*. España: Iberdrola renovables. Recuperado de http://www.concursosol.santafe-conicet.gov.ar/materiales/4_energias_renovable_iberdrola.pdf

- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España. (s.f.). *Energía y desarrollo sostenible*. Recuperado de <https://www.mincotur.gob.es/energia/desarrollo/Medioambiente/CambioClimatico/Paginas/CambioClimatico.aspx>
- Monterrosa, H. (2018). *Proyectos de energía solar fotovoltaica, los que más se están registrando en el país*. Bogotá: La República. Recuperado de <https://www.larepublica.co/infraestructura/proyectos-de-energia-solar-fotovoltaica-son-los-que-mas-se-estan-registrando-en-el-pais-2744233>
- Naciones Unidas. (2012). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2012). *Año Internacional de la energía sostenible para todos*. Recuperado de <http://www.un.org/es/events/sustainableenergyforall/background.shtml>
- Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Energía sostenible para todos*. Recuperado de <http://www.un.org/es/sustainablefuture/energy.shtml>
- Ruiz, A. (2008). *Evaluación de la aplicación de los subsidios condicionados a la asistencia escolar en Bogotá* (Tesis). Escuela Superior de Administración Pública, Bogotá, Colombia. Recuperado de [http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/Documentos%20PDF/a6675%20-%20evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de%20los%20subsidios%20condicionados%20a%20la%20asistencia%20escolar%20en%20bogot%C3%A1%20\(pag%2052%20-%20350%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/Documentos%20PDF/a6675%20-%20evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de%20los%20subsidios%20condicionados%20a%20la%20asistencia%20escolar%20en%20bogot%C3%A1%20(pag%2052%20-%20350%20kb).pdf)
- Sercolombia Asociación Energías Renovables. (2016). *Gráfica 3* [Diapositivas PowerPoint]. Recuperado de

http://www.creg.gov.co/phocadownload/presentaciones/panel_energia_07_octubre_2016/ser.pdf

- Unipymes. (2014). *IPSE promueve la eficiencia energética en todo el país*. Recuperado de <https://www.unipymes.com/ipse-promueve-la-eficiencia-energetica-en-todo-el-pais/>

GLOSARIO

CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CORPES Consejo Regional de Planificación Económica y Social.

CREG Comisión Reguladora de Energía y Gas.

DNP Departamento Nacional de Planeación.

EFV Energía Fotovoltaica.

FAO Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación.

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IPSE: Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas.

NBI Necesidades Básicas Insatisfechas.

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

SFV Sistema Fotovoltaico.

UPME Unidad de Planeación Minero Energética.

ZNI Zonas no Interconectadas.

Baterías: Dispositivo que almacena energía eléctrica de corriente directa (CD).

Watt (W) o Vatio: Es la unidad de potencia eléctrica producida por un diferencial de potencia de un voltio y una corriente eléctrica de un amperio.

Celda fotovoltaica: Dispositivos fabricados con silicio, destinados a generar energía eléctrica a partir de la luz solar.

Panel: Configuración de celdas fotovoltaicas encapsuladas.

Inversor: Dispositivo eléctrico que transforma la corriente directa (CD) en corriente alterna (CA).

Regulador de carga Controlador: Equipo utilizado para regular la carga o voltaje de las baterías.

Voltio (V): Es la unidad de fuerza que provoca el movimiento de los electrones en elemento conductor.

Electricidad: Es el flujo de los electrones a través de un circuito.

Acometida: Derivación de la red local del servicio de energía que llega hasta el inmueble del usuario final.

Zona No Interconectadas (ZNI): las Zonas No Interconectadas se entienden a los municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectadas al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) : Recurso de energía renovable disponible en la naturaleza que son ambientalmente sostenibles.

TIR: Tasa interna de retorno, nos da información sobre la rentabilidad de un proyecto, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.