

Propuesta de Diseño de un sistema de paneles solares para el  
suministro de energía eléctrica a la comunidad del Resguardo Pijao  
Tatacoa del municipio de Villavieja, Huila en el 2019.

Carlos Andrés Parra Blandón  
Javier Orlando Barón Robles

Universidad Nacional Abierta y a Distancia.  
Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de  
Negocios – ECACEN  
Especialización en Gestión de Proyectos  
Neiva  
2019

Propuesta de Diseño de un sistema de paneles solares para el  
suministro de energía eléctrica a la comunidad del Resguardo Pijao  
Tatacoa del municipio de Villavieja, Huila en el 2019.

Carlos Andrés Parra Blandón  
Javier Orlando Barón Robles

Julio Cesar Hernández G.  
Asesor

Universidad Nacional Abierta y a Distancia.  
Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de  
Negocios – ECACEN  
Especialización en Gestión de Proyectos  
Neiva  
2019

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Neiva, 12 de diciembre de 2019

## **Abstract**

This project intends to give an answer to the problem that is due to the deficiency and / or lack of electric power service in the community of Pijao Tatacoa shelter of the municipality of Villavieja (Huila), which is located in the geographical area of the Tatacoa desert, this geographical location being a determining factor for the lack of this essential public service in the 21st century. Therefore, it is considered that through solar energy, a solution can be given, since it is a source of clean, infinite, economical energy, because by means of energy supply equipment with photovoltaic panels and with the different technical, environmental factors and economic in their favor, they make this the best alternative for the supply of electric energy for this community and they can count on a type of renewable energy that is easily accessible, due to the different technological advances that have been made lately.

So in order to define and develop this project, a methodology was used that brought together a set of procedures and techniques that were applied in an orderly and systematic way in the conduct of this research, with a qualitative approach, this being a type investigation Descriptive, it was possible to measure the scope and fulfillment of the proposed objectives in an outstanding way, taking into account what the PMBOK (sixth edition) raises regarding Project Management processes to increase the possibility of success in them.

## **Resumen**

Con este proyecto se pretende dar una respuesta a la problemática que se tiene por la deficiencia y/o carencia del servicio de energía eléctrica en la comunidad del resguardo Pijao Tatacoa del municipio de Villavieja (Huila), la cual se encuentra ubicada en el área geográfica del desierto de la Tatacoa, siendo esta su situación geográfica un factor determinante para la carencia de este servicio público y esencial en pleno siglo XXI. Por lo anterior se considera que por medio de la energía solar, se pueda dar solución, ya que es una fuente de energía limpia, infinita, económica, pues por medio de equipos de suministro energético con paneles fotovoltaicos y con los distintos factores técnicos, ambientales y económicos a su favor, hacen que esta sea la mejor alternativa para el suministro de energía eléctrica para esta comunidad y puedan contar con un tipo de energía renovable de fácil acceso, debido a los diferentes adelantos tecnológicos que se han hecho últimamente.

Así que con el fin de definir y desarrollar este proyecto, se empleó una metodología que reunió un conjunto de procedimientos y técnicas que se aplicaron de manera ordenada y sistemática en la realización de esta investigación, con un enfoque cualitativo, siendo esta una investigación de tipo descriptiva, se logró dimensionar el alcance y el cumplimiento de los objetivos propuestos de una manera sobresaliente, teniendo en cuenta lo que plantea el PMBOK (sexta edición) en cuanto a procesos de Dirección de Proyectos para aumentar la posibilidad de éxito en los mismos.

## Tabla de Contenido

|   |    |
|---|----|
| Introducción .....  | 10 |
| Título del proyecto .....   | 12 |
| Línea de investigación .....                                      | 12 |
| Formulación del problema .....                                    | 13 |
| Antecedentes .....  | 13 |
| Formulación del problema: .....                                   | 14 |
| Justificación .....   | 16 |
| Objetivos .....   | 18 |
| Objetivo General .....  | 18 |
| Objetivos específicos .....                                       | 18 |
| Marco referencial .....   | 19 |
| Marco Conceptual .....  | 19 |
| <b>Generalidades</b> .....  | 19 |
| <b>Definición de conceptos.</b> .....                             | 19 |
| Marco teórico .....   | 23 |
| <b>Energía solar.</b> .....                                       | 23 |
| <b>Tipos la energía solar</b> .....                               | 25 |
| <b>Radiación Solar</b> .....                                      | 26 |
| <b>Efecto fotoeléctrico.</b> .....                                | 29 |
| Marco Geográfico .....  | 31 |
| Marco legal .....   | 33 |
| <b>Leyes</b> .....  | 34 |
| <b>Normas técnicas</b> .....                                      | 35 |
| Diseño metodológico .....   | 37 |
| Tipo de investigación .....                                       | 38 |
| Enfoque de la investigación .....                                 | 38 |
| Técnicas de recolección de información .....                      | 39 |
| Participantes en el proyecto .....                                | 40 |
| Equipo del Proyecto .....   | 40 |
| Stakeholders .....  | 40 |
| Presupuesto .....   | 42 |
| Cronograma de actividades .....                                   | 43 |
| Análisis de la propuesta .....                                    | 44 |
| Análisis social .....   | 44 |
| Análisis ambiental .....  | 45 |
| Ciclo de vida de los Paneles Solares y su Impacto Ambiental ..... | 45 |

|   |    |
|---|----|
| Efectos medio ambientales de la Energía Solar Fotovoltaica (ESFV).....    | 46 |
| Análisis Económico .....  | 46 |
| Desarrollo del Objetivo específico No. 1.....                             | 48 |
| Caracterización territorial y demográfica .....                           | 48 |
| <b>Zona Rural</b> .....   | 48 |
| <b>Centros poblados</b> .....   | 48 |
| <b>Zona urbana: Barrios</b> .....   | 49 |
| Contexto demográfico.....   | 49 |
| Número de viviendas. ....   | 50 |
| Número de hogares .....   | 50 |
| Población del resguardo Pijao Tatacoa .....                               | 50 |
| Desarrollo del Objetivo específico No. 2.....                             | 53 |
| Consumo eléctrico de la instalación.....                                  | 55 |
| Mantenimiento de paneles solares .....                                    | 57 |
| <b>Inspección visual de posibles degradaciones (bimensualmente)</b> ..... | 58 |
| <b>Control de la temperatura del panel (trimestralmente)</b> .....        | 59 |
| Inversores.....   | 59 |
| Plan de mantenimiento correctivo.....                                     | 60 |
| Desarrollo del Objetivo específico No. 3.....                             | 61 |
| Área de estudio .....   | 61 |
| Normatividad vigente.....   | 62 |
| Matriz de impacto ambiental.....  | 63 |
| Conclusiones .....  | 66 |
| Recomendaciones .....   | 67 |
| Lista de referencias .....  | 68 |

## Lista de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Nivel de desertificación del Municipio de Villavieja .....                                       | 32 |
| Tabla 2. Matriz de Poder- Impacto de los stakeholders.....  | 41 |
| Tabla 3. Presupuesto del proyecto .....   | 42 |
| Tabla 4. Distribución del Municipio de Villavieja por extensión territorial y área residencial, 2013..... | 49 |
| Tabla 5. División Poblacional Resguardo Pijao Tatacoa.....  | 51 |
| Tabla 6. Consumo promedio de la instalación a diseñar. ....   | 56 |
| Tabla 7. Consumo promedio mensual de energía, estratos 1, 2 y 3.....                                      | 57 |
| Tabla 8. Normatividad vigente en Colombia.....  | 62 |
| Tabla 9. Valoración matriz de impacto ambiental .....   | 63 |
| Tabla 10. Matriz de impacto ambiental del proyecto .....  | 64 |

### Lista de Ilustraciones

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1. Estructura del Sol.....                                    | 24 |
| Ilustración 2. Radiación Solar.....                                       | 27 |
| Ilustración 3. Niveles de radiación en Colombia.....                      | 28 |
| Ilustración 4. Radiación solar por región en Colombia .....               | 29 |
| Ilustración 5. Efecto Fotoeléctrico.....                                  | 30 |
| Ilustración 6. Ubicación del Municipio de Villavieja.....                 | 31 |
| Ilustración 7. Territorio del Resguardo Pijao la Tatacoa.....             | 52 |
| Ilustración 8. Configuración básica de un sistema de paneles solares..... | 53 |
| Ilustración 9. Limpieza de paneles.....                                   | 58 |
| Ilustración 10. Termografía panel fotovoltaico .....                      | 59 |

## **Introducción**

Teniendo claro que hoy en día la calidad de vida de las personas de una comunidad o población se puede mejorar con unos buenos servicios públicos, esenciales para su supervivencia y desarrollo, se han hecho grandes esfuerzos a nivel nacional y local para dar una cobertura de estos servicios a todos los Colombianos, sin embargo en cuanto al suministro de energía eléctrica, en Colombia se tiene un 97% de la población colombiana cuenta con energía eléctrica, según datos del Sistema de Información Minero Energético Colombiano, pero, específicamente el departamento del Huila, pese a ser uno de los departamentos con .mejor cobertura en zona rural del país, en este momento tiene tan solo un 92% de cobertura eléctrica en la zona rural, esto debido a que gran parte de la población del departamento es rural y cada vez las personas se ubican en zonas muy apartadas y dispersas de los grandes centros poblados del departamento, siendo esto un factor perjudicial para interconectarlos a la red eléctrica nacional, además que esto hace que se eleven los costos de interconexión, haciendo poco viable esta alternativa para darles un suministro de energía eléctrica económica y confiable, como es el caso específico de la comunidad del Resguardo Piajo Tatacoa del municipio de Villavieja, Huila, que al encontrarse en la zona geográfica del desierto de la Tatacoa, declarada como área natural protegida, por el Consejo Directivo de la CAM (Corporación Autónoma del Alto Magdalena) que le dio la categoría de Parque Natural Regional, la cual es una de las más restrictivas en el uso de suelo. Todo esto,

exige que se identifiquen fuentes alternas para el suministro de energía eléctrica, que permita dar una solución económica, de fácil acceso para la comunidad específica y que sea amigable con el ecosistema.

Es así, que ante esta problemática, por medio de este proyecto se identificó y se estableció que la alternativa de aprovechamiento de la energía solar, disponible de forma infinita en la zona, era la mejor opción para que fuese transformada en energía eléctrica, por medio de un sistema de paneles solares, que hacen la conversión de energía, que sirve en el uso doméstico, beneficiando de esta manera a la comunidad, y específicamente mediante este proyecto se propone alcanzar a beneficiar 21 viviendas (85 personas), que podrían hacer uso de paneles solares ubicados en la cubierta de sus viviendas, como receptores de la luz solar y que mediante un sistema complementario de almacenamiento de energía, se estaría garantizando la demanda de energía eléctrica de consumo diario de cada una de las viviendas interesadas.

### **Título del proyecto**

Propuesta de Diseño de un sistema de paneles solares para el suministro de energía eléctrica a la comunidad del Resguardo Pijao Tatacoa del municipio de Villavieja, Huila en el 2019.

### **Línea de investigación**

De acuerdo a la anterior necesidad planteada se trabajará según el acuerdo 101 de 24 noviembre de 2018. Capítulo 11 Artículo 22: Línea: Gestión de innovación y del conocimiento

A. Sub línea: vigilancia tecnológica e inteligencia tecnológica

Bajo las siguientes temáticas:

1. Procesamiento de información como herramienta para mejorar la eficiencia en el proyecto
2. Tecnologías de la información y su impacto en el desarrollo de proyectos/ programas / portafolios
3. Integración de las tecnologías de la información a las áreas de conocimiento del proyecto
4. Proyectos de desarrollo tecnológico.

## **Formulación del problema**

### **Antecedentes**

Teniendo en cuenta que toda población para tener mejores condiciones de vida para una población, necesita tener una adecuada disponibilidad y acceso a los servicios básicos esenciales, tales como agua, electricidad y servicio de alcantarillado (sanitario), se tiene específicamente en cuanto al servicio de energía eléctrica en Colombia:

“El 97% de la población colombiana tiene acceso a energía eléctrica, según datos del Sistema de Información Minero Energético Colombiano, una proporción mayor a la mundial que alcanza el 83%, según la Agencia Internacional de Energía. Pero, al comparar con otros países latinoamericanos de desarrollo similar, Colombia se encuentra por debajo del promedio regional.” (Garcia, 2016)

Situación muy similar se tiene en el departamento del Huila, que a pesar de ser uno de los departamentos con .mejor cobertura en zona rural del país, en este momento tiene tan solo un 92% de cobertura eléctrica en la zona rural, esto debido a que gran parte de la población del departamento es rural y cada vez las personas se ubican en zonas muy apartadas y dispersas de los grandes centros poblados del departamento, como es el caso del municipio de Villavieja- Huila, que tiene:

“Cobertura del 97.21% en la cabecera municipal, en los centros poblados del 92.63% y en el área rural 65.6%, servicio que es dado por la

ELECTRIFICADORA DEL HUILA E.S.P. mediante líneas aéreas de alta tensión en los siguientes tramos:

Línea Neiva – Villavieja con esta línea se alimenta el servicio de energía eléctrica para los centros poblados de Polonia, Hato nuevo y la Cabecera Municipal.

Línea Aipe – San Alfonso – La Victoria; con esta línea se abastece los centros poblados de La Victoria, Potosí, San Alfonso, La Calera, San Juanito y Golondrinas, esta línea es controlada por la sub-estación Aipe y presenta el problema de interrupción de energía eléctrica, de manera constante.

Línea Baraya – Doche: con esta línea se alimenta el centro poblado de Doche, en un bajo porcentaje por su insuficiencia de transformadores.

Línea Aipe – Kilómetro 121 – Comunidad indígena Pijao la Tatacoa: estas veredas presentan el mismo problema que las veredas del norte de Villavieja, en lo referente a la constante interrupción del servicio al depender de la línea principal de Aipe.” (Alcaldía de Villavieja, 2018, p123).

### **Formulación del problema:**

Pese a lo anteriormente descrito, la mayoría de las veredas dispersas ubicadas en el área geográfica del Desierto de la Tatacoa requieren del servicio de electrificación rural. Pues estas veredas a pesar de estar relativamente cerca de Línea eléctrica Aipe – Kilómetro 121 – Comunidad indígena Pijao la

Tatacoa, no cuentan con la viabilidad técnica- económica para conectarlas a esta línea, primero porque esta línea tiene una constante interrupción del servicio al depender de la línea principal del municipio de Aipe. Y además hay zonas rurales tan apartadas, donde el costo de llevarles la energía es de \$30 millones de pesos por familia, cuando el promedio nacional es de \$10 millones de pesos. Adicionalmente, en el caso específico de la comunidad del Resguardo Pijao Tatacoa del municipio de Villavieja, Huila, que al encontrarse en la zona geográfica del desierto de la Tatacoa, declarada como área natural protegida, por el Consejo Directivo de la CAM (Corporación Autónoma del Alto Magdalena) mediante el acuerdo 017 de 2008, le dio la categoría de Parque Natural Regional, la cual es una de las más restrictivas en el uso de suelo. Exigiendo todo esto que se identifiquen fuentes alternas para el suministro de energía eléctrica, que permita dar una solución económica, de fácil acceso para la comunidad específica y que sea amigable con el ecosistema

Por lo anterior si la solución de interconexión a la red eléctrica para estas comunidades está muy distante, se hace necesario estudiar la posibilidad de utilizar otra alternativa y resolver la siguiente pregunta: *¿Con el diseño de un sistema de paneles solares se puede suplir la necesidad de energía eléctrica en la comunidad del resguardo indígena Pijao Tatacoa del municipio de Villavieja?*

## **Justificación**

Considerando que el suministro de energía eléctrica para todos los hogares colombianos es sumamente importante si se lograra facilitar a todos los puntos más remotos del país y de esta manera mejorar la calidad de vida de la población en general.

Se identificó mediante este proyecto la comunidad rurales del Resguardo Pijao Tatacoa del municipio de Villavieja, del departamento del Huila, ubicada en la zona protegida del desierto de la Tatacoa, siendo esta su ubicación geográfica, un factor determinante que desfavorece a esta comunidad, pues no cuenta con el servicio básico esencial de la energía eléctrica, por diferentes razones, como son los altos costos de interconexión a la red eléctrica nacional, entre otros, se hace necesario mediante este proyecto identificar una alternativa de solución para el suministro de energía eléctrica que sea económica, confiable y amigable con su ecosistema.

Por lo anterior se propone aprovechar la energía solar, mediante el uso de nuevas tecnologías a bajo costo, como son los paneles solares que se encargan de transformar la energía solar en energía eléctrica a través de un proceso químico, para su consumo en cada vivienda, y de esta manera beneficiar a 21 viviendas (85 personas) de la comunidad afectada, logrando así tener un impacto positivo, tanto en la naturaleza misma, como en los pobladores de la comunidad del resguardo Pijao Tatacoa.

Por último, si se quiere en un futuro inmediato implementar la propuesta de este proyecto, se podría hacer, ya que el diseño establecido es relativamente

económico (< \$10 Millones de peso), funcional y de fácil mantenimiento, adicionalmente se pueden buscar recursos oficiales del FAZNI, que es el Fondo de Asistencia para Zonas no Interconectadas.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Proponer un diseño de paneles solares para el suministro de energía eléctrica a las comunidades que no cuentan con el servicio de energía eléctrica en el Resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar población del Resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja- Huila
- Identificar y establecer el sistema de solución más adecuado para las necesidades específicas de energía eléctrica para la comunidad Resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila.
- Identificar los impactos ambientales que podrían generar la implementación de paneles solares en el resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila.

## **Marco referencial**

### **Marco Conceptual**

#### **Generalidades**

De acuerdo a la siguiente definición que dice que “el término marco conceptual permite comprender y situar el objeto de estudio, permitiendo al investigador poder ordenar el conocimiento de una manera coherente.”

(Navarro, 2015)

Y teniendo en cuenta que el marco conceptual se usa fundamentalmente en el ámbito de “la investigación con carácter científico”, en este proyecto aplicado se usaron algunos conceptos para poder hacer la representación general de toda la información que se maneja en este proceso de investigación.

#### **Definición de conceptos.**

##### ***Sistema de Paneles solares.***

Principalmente es un conjunto de partes u elementos integrados entre sí que cumplen un propósito específico, en este caso y para comprender mejor es necesario tener primero claro que es un Panel solar? que de acuerdo a los expresado por Perez y Gardey (2015) así:

“Un panel solar, de este modo, es un elemento que permite usar los rayos del sol como energía. Lo que hacen estos dispositivos es recoger la energía térmica o fotovoltaica del astro y convertirla en un recurso que

puede emplearse para producir electricidad o calentar algo.

Una clase de panel solar, por lo tanto, es el que se emplea para calentar agua. Estos dispositivos cuentan con una placa que recibe los rayos solares, caños que permiten la circulación del agua y un depósito que almacena la energía térmica. A través de una bomba, el agua ya caliente se distribuye mediante la cañería.” (Perez y Gardey, 2015)

Y que “Los paneles solares que permiten generar corriente eléctrica cuentan con diversas células o celdas que aprovechan el denominado efecto fotovoltaico. Este fenómeno consiste en la producción de cargas negativas y positivas en semiconductores de distinta clase, lo que permite dar lugar a un campo eléctrico.

Las celdas de estos paneles solares pueden estar construidas con silicio o arsenurio de galio. Para funcionar, deben estar en contacto directo con los rayos del sol.” (Perez y Gardey, 2015)

Así que se podría definir al sistema de Paneles solares, como el conjunto de elementos encargados de captar la radiación solar y transformarla en energía eléctrica. Y que estos a su vez pueden ser de distintos tipos, dependiendo del mecanismo escogido para disfrutar de la energía solar:

- Los que usan captadores solares térmicos (energía solar térmica)
- Los que tienen módulos fotovoltaicos (energía solar fotovoltaica)
- O sin ningún elemento externo (energía solar pasiva)

### ***Energía Solar.***

De acuerdo a lo dicho por Porto y Merino (2012), la energía es:

“una capacidad que consiste en transformar o movilizar alguna cosa.

Dentro del contexto de la economía y la tecnología, el término refiere al recurso natural que puede emplearse a nivel industrial gracias a ciertos factores asociados.

La energía solar, por lo tanto, es aquella que se obtiene al captar el calor y la luz que emite el Sol. Gracias a sus características, la energía solar es limpia (no contamina) y renovable (porque utiliza recursos que no se agotan).”

Uno de los elementos primordiales para la producción de energía solar, es la radiación solar. Debido a este fenómeno es posible transformar la energía del sol en electricidad.

### ***Suministro de energía eléctrica.***

Para tener claridad de este concepto es importante definir primero que es la energía eléctrica. Así que según lo expresado por Raffino (2019)

“La energía eléctrica o electricidad es la corriente de energía que se origina de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos determinados, cuando se los pone en contacto mediante un transmisor eléctrico. Dicha corriente consiste en la transmisión de cargas negativas (electrones) a través de un material propicio para ello, como suelen ser los metales, desde el punto de su generación (y/o almacenamiento) hasta el punto de consumo, que usualmente la aprovecha para convertirla en otras formas de energía: lumínica, mecánica o térmica.”

En la cotidianidad de las personas, la energía eléctrica que se consume proviene de una red eléctrica, a la cual se adquiere por medio de tomacorrientes,

así como de la instalación de circuitos eléctricos en los distintos establecimientos bien sea residenciales o comerciales. Dicha red es surtida por las empresas que suministran de este servicio, considerado hoy en día como un factor importante para el desarrollo y calidad de vida de una sociedad.

***Calidad del servicio.***

Teniendo en cuenta que el suministro de energía eléctrica es un servicio básico esencial para las personas, es importante entender que este se debe suministrar con calidad, la cual se puede cuantificar a través de diferentes parámetros, como por ejemplo: la continuidad del servicio, las fluctuaciones de voltajes, el contenido armónico de las formas de onda de voltaje y de corriente, etc.

## **Marco teórico**

### **Energía solar.**

De acuerdo a la página web solar-energia.net (2019):

“la energía solar, es un tipo de energía renovable, que trata de aprovechar todo el sistema de radiación del sol, pues la energía contenida en el sol es tan abundante que se considera inagotable. El Sol lleva 5 mil millones de años emitiendo radiación solar y se calcula que todavía no ha llegado al 50% de su existencia.

La energía solar, además de ser inagotable es abundante: la cantidad de energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el planeta. La radiación recibida se distribuye de una forma más o menos uniforme sobre toda la superficie terrestre, lo que dificulta su aprovechamiento.

La energía solar, además de ser una fuente de energía renovable, es una energía limpia y supone una alternativa a otros tipos de energía no renovables como la energía fósil o la energía nuclear.”

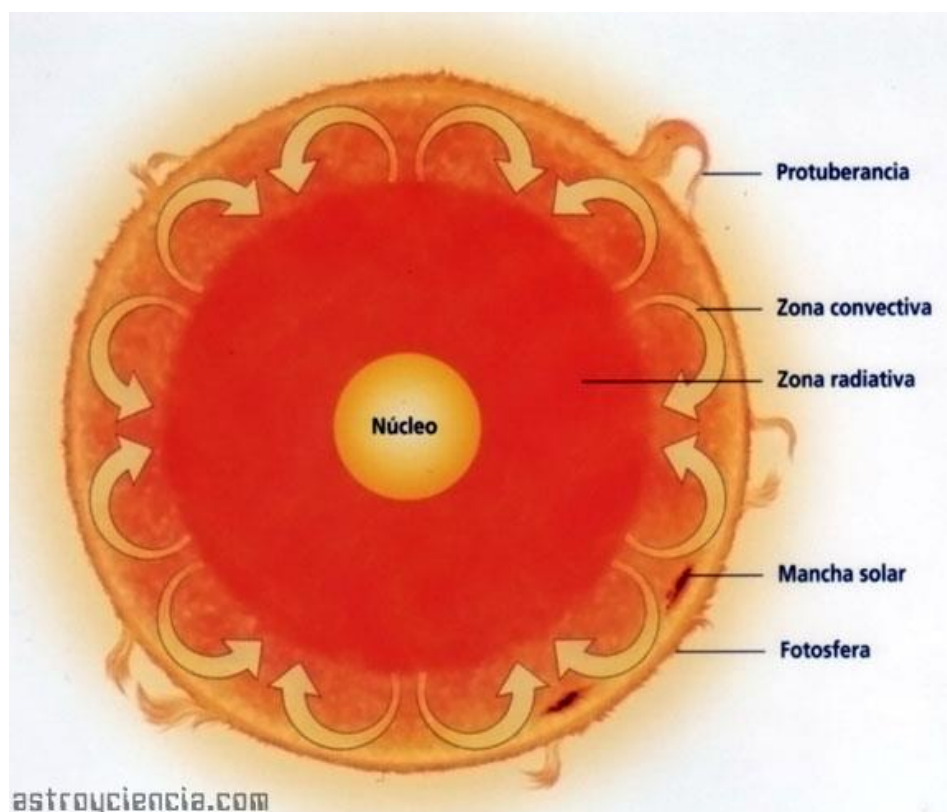
### ***La estructura del sol.***

Tomando como referencia Blog de astronomía y ciencia, astrociencia (2019):

“El Sol está formado por capas (izquierda). Las reacciones de fusión termonuclear del núcleo producen temperaturas de aproximadamente 15 000000 °C. Esta energía del núcleo se desplaza hacia fuera a través de la zona radiativa en forma de fotones (partículas de energía electromagnética). A continuación se

enfria y sigue un movimiento de convección por la zona del mismo nombre.

Cuando llega a la fotosfera (La superficie visible del Sol), el gas no está a más de 6000 °C. Allí, las zonas más frías forman manchas solares, y las emisiones de gas que se conocen como prominencias forman erupciones en la superficie. La cromosfera, una capa delgada y fría rodea la fotosfera. La atmósfera exterior del Sol, la corona alcanza 1.000.000 °C.”



*Ilustración 1. Estructura del Sol*

*Fuente:* <http://www.astrociencia.com/2012/01/03/la-central-solar/>

## **Tipos la energía solar**

De acuerdo a la página web, solar-energia.net (2019):

“En la actualidad existen básicamente tres formas para aprovechar la energía solar:

- La energía solar pasiva.
- La energía solar fotovoltaica.
- La energía solar térmica.

La energía solar pasiva es el método más antiguo de aprovechamiento de la radiación solar. Se trata del método que ya utilizaban las culturas antiguas tal y como se explica en historia de la energía solar. Este sistema consiste en aprovechar la radiación solar sin la utilización de ningún dispositivo o aparato intermedio, mediante la adecuada ubicación, diseño y orientación de los edificios, empleando correctamente las propiedades de los materiales y los elementos arquitectónicos de los mismos: aislamientos, tipo de cubiertas, protecciones, etc. Aplicando criterios de arquitectura bioclimática se puede reducir significativamente la necesidad de climatizar los edificios y de iluminarlos.

La energía solar fotovoltaica aprovecha el efecto fotovoltaico para generar una corriente eléctrica. La corriente que generan los paneles solares es corriente continua, que tratada correctamente (convirtiéndola en corriente alterna), se puede utilizar para suministrar electricidad en instalaciones autónomas o se puede utilizar para suministrarla (venderla) directamente a la red eléctrica.

Otra forma de aprovechamiento muy habitual y económico se trata de la energía solar térmica. Su funcionamiento se basa en el aprovechamiento de la radiación solar para calentar agua mediante colectores solares. Los colectores solares aumentan la temperatura del fluido aumentando su energía interna. De esta forma es fácil transportar la energía térmica generada y utilizarla donde se necesite: se podrá utilizar para obtener agua caliente sanitaria o para la calefacción de una vivienda.”

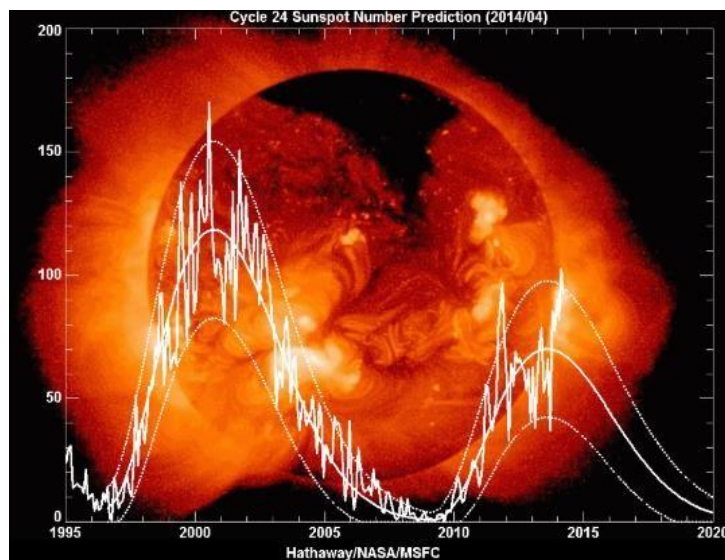
### **Radiación Solar**

De acuerdo al reporte del IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2014) se tiene que: “Debido a las reacciones nucleares de fusión  $H \rightarrow He$  que tienen lugar en el interior del sol, unos 4 millones de toneladas de materia se transforman en energía cada segundo, similar a lo que sería un gigantesco reactor nuclear con una potencia de unos 1026 W (o sea, del orden de unos 100.000 billones de centrales nucleares convencionales, como la de Vandellós, Ascó o Almaraz).”

Así mismo, Lorente (2010), expone que: “una pequeñísima parte de la energía radiada por el Sol es interceptada por la Tierra, situada a unos 150 millones de km de distancia. La irradiación solar es la magnitud empleada para indicar el valor de la radiación incidente en una superficie. En el caso del Sol, se define como la energía solar recibida por cada  $m^2$  en un segundo. Para un día claro de verano al mediodía en España se reciben del orden de 800 W sobre un  $m^2$  de una superficie horizontal. A lo largo de un día despejado varía, sobre

todo, por la inclinación de los rayos solares. Esta inclinación es mayor en invierno, disminuyendo entonces la irradiación solar.

La irradiación solar en la cima de la atmósfera, en dirección perpendicular a los rayos solares, tiene un valor medio de  $1.367 \text{ W/m}^2$ . Este valor se denomina constante solar porque se mantiene prácticamente constante durante decenas o centenares de años, ya que, al ser básicamente dependiente de factores astronómicos o astrofísicos, su variación es muy lenta.” (Página 4)



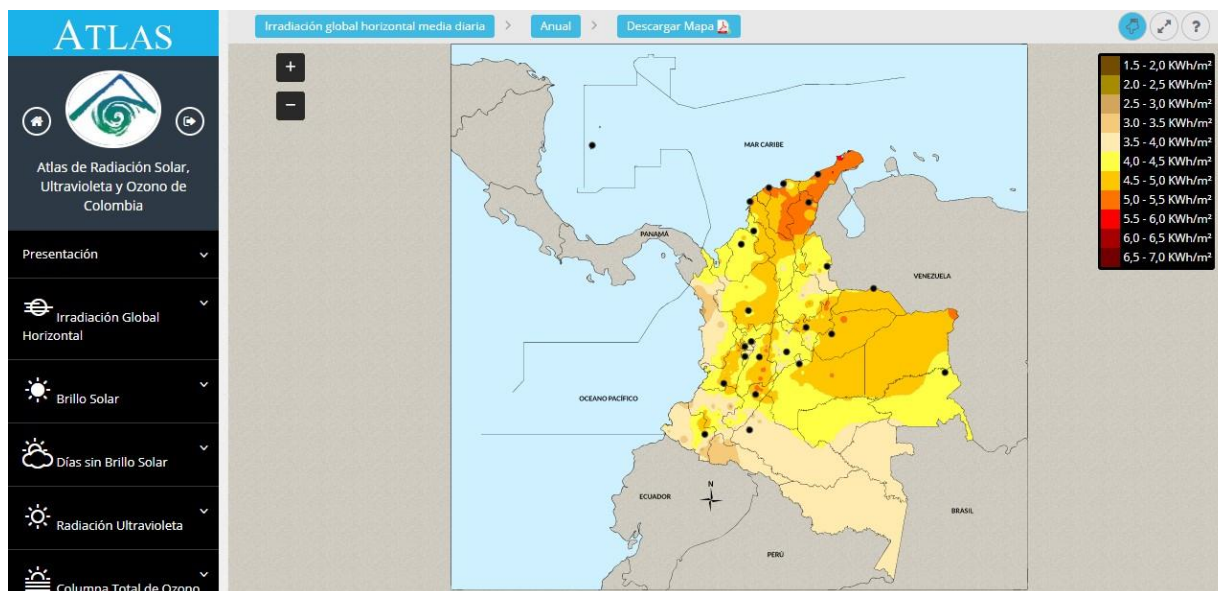
*Ilustración 2. Radiación Solar*

Fuente: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>

En cuanto a este tema, precisamente Colombia se encuentra en una ubicación geográficamente muy estratégica, pues además de contar con diversos ecosistemas, faunas y flora, cuenta a su vez con un nivel sumamente alto de radiación solar, permitiéndole así tomar ventaja sobre otros países que carecen

del uso de este tipo de este tipo de energías renovables.

En la siguiente figura se puede apreciar el mapa de radiación en Colombia



*Ilustración 3. Niveles de radiación en Colombia*

Fuente: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

Considerando lo que expone el blog de información creado por América Fotovoltaica, La Guía Solar: “La UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) y el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) diseñan en el año 2005 un mapa de radiación en el país que se encarga de la información como punto de referencia. Así mismo el aprovechamiento de la radiación para el adecuado sostenimiento de la radiación solar en Colombia, teniendo en cuenta un valor en los diferentes

departamentos.” (Tomado el 4 de diciembre de 2019)



*Ilustración 4. Radiación solar por región en Colombia*

Fuente: [laguiasolar.com/radiación-solar-en-Colombia/](http://laguiasolar.com/radiación-solar-en-Colombia/)

### **Efecto fotoeléctrico**

Según expone Franco (2016): “La emisión de electrones por metales iluminados con luz de determinada frecuencia fue observada a finales del siglo XIX por Hertz y Hallwachs. El proceso por el cual se liberan electrones de un material por la acción de la radiación se denomina efecto fotoeléctrico o emisión fotoeléctrica. Sus características esenciales son:

Para cada sustancia hay una frecuencia mínima o umbral de la radiación electromagnética por debajo de la cual no se producen fotoelectrones por más intensa que sea la radiación.

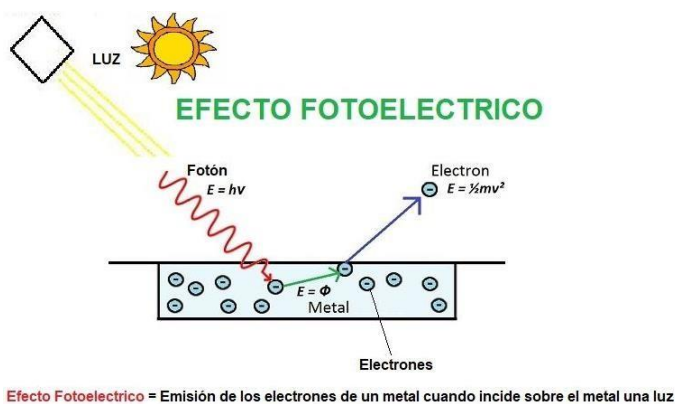
La emisión electrónica aumenta cuando se incrementa la intensidad de la radiación que incide sobre la superficie del metal, ya que hay más energía

disponible para liberar electrones.

En los metales hay electrones que se mueven más o menos libremente a través de la red cristalina, estos electrones no escapan del metal a temperaturas normales porque no tienen energía suficiente. Calentando el metal es una manera de aumentar su energía. Los electrones "evaporados" se denominan termo electrones, este es el tipo de emisión que hay en las válvulas electrónicas. Vamos a ver que también se pueden liberar electrones (fotoelectrones) mediante la absorción por el metal de la energía de radiación electromagnética.”

De acuerdo a la página web areatecnologia.com “Una de las principales aplicaciones del efecto fotoeléctrico es el efecto fotovoltaico, de hecho muchas veces la gente habla de uno u otro como si fueran lo mismo, pero realmente no lo son.

Se podría decir que el efecto fotovoltaico es un proceso del efecto fotoeléctrico, es cuando gracias al efecto fotoeléctrico se consigue generar corriente eléctrica, por ejemplo en una celda solar o en los paneles solares.”



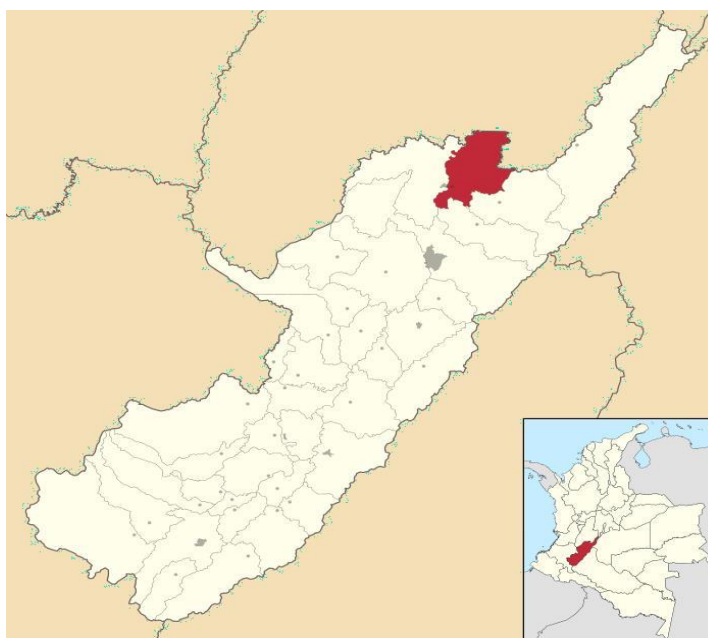
*Ilustración 5. Efecto Fotoeléctrico*

Fuente: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/efecto-fotoelectrico.html>

## Marco Geográfico

En el norte del departamento del Huila, se localiza el municipio de Villavieja, conocido como “la capital Paleontológica de Colombia”. Este bello municipio se encuentra en la parte alta del valle interandino del río grande de la Magdalena. Siendo esta ubicación, muy estratégica, ya que lo convierte en un escenario paisajístico invariable, destacándolo como turísticamente tanto a nivel nacional como internacional.

De acuerdo a la página oficial de la Alcaldía de villavieja: “El municipio de Villavieja tiene 670 km, cuadrados, correspondiente a 57.800 hectáreas de terreno plano con ligeras ondulaciones en parte de su extensión, que corresponde al 2,9% del territorio del departamento del Huila. La altitud sobre el nivel del mar es de 430 metros.”



*Ilustración 6. Ubicación del Municipio de Villavieja*

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Villavieja\\_\(Huila\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Villavieja_(Huila))

El municipio de Villavieja se encuentra localizado en la parte norte del departamento, siendo esta región caracterizada por sufrir acelerados procesos de degradación del ecosistema, y un incremento acelerado en el proceso de desertificación, situación alarmante, ya que esto indica, que gran parte del territorio está en deterioro permanente y el tema ambiental requiere atención prioritaria.

El ministerio de Ambiente define por desertificación “la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y por una mala o excesiva utilización de estas por parte del hombre”. Siendo este tema, en Villavieja, de gran impacto, debido a que las tierras que se degradan corresponden a “las zonas productivas”, lo que genera: “la reducción de la productividad, pérdida del suelo y de la biodiversidad, y disminución de la calidad de vida de los habitantes.”

*Tabla 1. Nivel de desertificación del Municipio de Villavieja*

| Municipio  | Área Municipio Km2. | Área con Desertificación Km2. | % con Desertificación | % Bajo | % moderado | % Alto | % Muy Alto |
|------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|--------|------------|--------|------------|
| VILLAVIEJA | 611                 | 600                           | 98.1                  | 24.9   | 2.1        | 47.1   | 24         |

Fuente: Propuesta de documento CONPES Norte del Huila – Sur del Tolima, DAP HUILA 2007

Tal como se muestra en la tabla 1, de los 670 km<sup>2</sup> de Villavieja, 90% sufre desertificación. Para esto el departamento del Huila, en coordinación con la CAM (corporación del Alto Magdalena), se firmó el Convenio

Interadministrativo No 1071- 200 de 2005, Gobernación del Huila- CAM-USCO, para la “FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO Y DECLARATORIA COMO ÁREA NATURAL PROTEGIDA DEL DESIERTO DE LA TATACOA”, Estudio que permitió la creación del Parque natural Regional Eco región de la Tatacoa –Acuerdo 017 de 2008. CAM. Este Parque, comprende una extensión de 56.676 Has, localizadas en los municipios de Villavieja y Baraya.

Mediante Acuerdo No. 016 de 2010 y tomando como referencia la sentencia de la corte constitucional 598 de 2.010 y el decreto 2372 de 2010, fue declarado Parque Natural Regional la Tatacoa, que cobija en el Municipio de Villavieja a 11 veredas y se enmarca dentro de uno principios culturales y ecológicos de conservación y restauración de fauna, flora e hidrología.

Incluye un área total de 35.829,66 hectáreas y alberga a un resguardo indígena de la cultura Pijao.

Con todo esto, la alcaldía de Villavieja afirma que: “el principal problema de su territorio es el climático y el recurso hídrico; a pesar de la cercanía al río Magdalena, los terrenos cultivables no poseen agua, ya que se encuentran a un nivel superior al río Magdalena, y además las vegas cercanas al río, se inundan, debido a las crecientes del río.”

### **Marco legal**

Colombia dentro de sus marcos legales para las energías renovables, ofrece muchos incentivos tributarios que buscan que las

energías renovables se fomenten y de esa manera suministrar electricidad en todo el país. Así mismo, mediante las nuevas leyes que regulan la integración de las energías limpias y renovables al Sistema energético Nacional, el país ha empezado de cierta manera a tener una independencia tanto de las hidroeléctricas como de las termoeléctricas.

Como lo que comenta el senador José David Name, en la publicación de la revista Portafolio, del día 14 de mayo de 2014: “La disposición tumba barreras económicas de entrada a las tecnologías de generación a través de estos mecanismos y genera incentivos para aquellos colombianos que decidan invertir en este tipo de opciones para sus inmuebles o su actividad productiva.”

“Igualmente, establece el marco legal y los instrumentos para promover el uso de estos mecanismos, mediante el fomento de la inversión, la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias, la eficiencia energética y la respuesta a la demanda.” (Portafolio, 2014)

### **Leyes**

En el año 2014, fue aprobada por el Congreso de la República de Colombia la Ley 1715 de 2014, “Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”.

Que de acuerdo al Diario Oficial No. 49.150 de 13 de mayo de 2014, del Congreso de la República de Colombia dice en su artículo Primero que: “esta ley tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no

convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.”

A la fecha el Gobierno y las entidades delegadas por la Ley para su reglamentación han expedido las siguientes normas:

Resolución CREG 201 de 2017 “Por la cual se modifica la Resolución CREG 243 de 2016, que define la metodología para determinar la energía firme para el Cargo por Confiabilidad, ENFICC, de plantas solares fotovoltaicas”

### **Normas técnicas**

Con relación al tema del diseño y construcción de instalaciones solares fotovoltaicas y que serán tenidas en cuenta en este proyecto, se tienen las siguientes normas publicadas por el ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas):

“NTC 2775 y NTC 1736. Donde se dan las definiciones relacionadas con las instalaciones solares fotovoltaicas se tratan en las normas.

NTC 2883. 74, referente a Paneles solares, las características y las

especificaciones para los paneles solares fotovoltaicos.

NTC 2959 y NTC 5287, con relación a las características y las especificaciones para las baterías solares fotovoltaicas se tratan en las normas.

GTC 114 y NTC 2050, da las características y las especificaciones para las instalaciones solares fotovoltaicas.” (Alvarez y Serna, 2012).

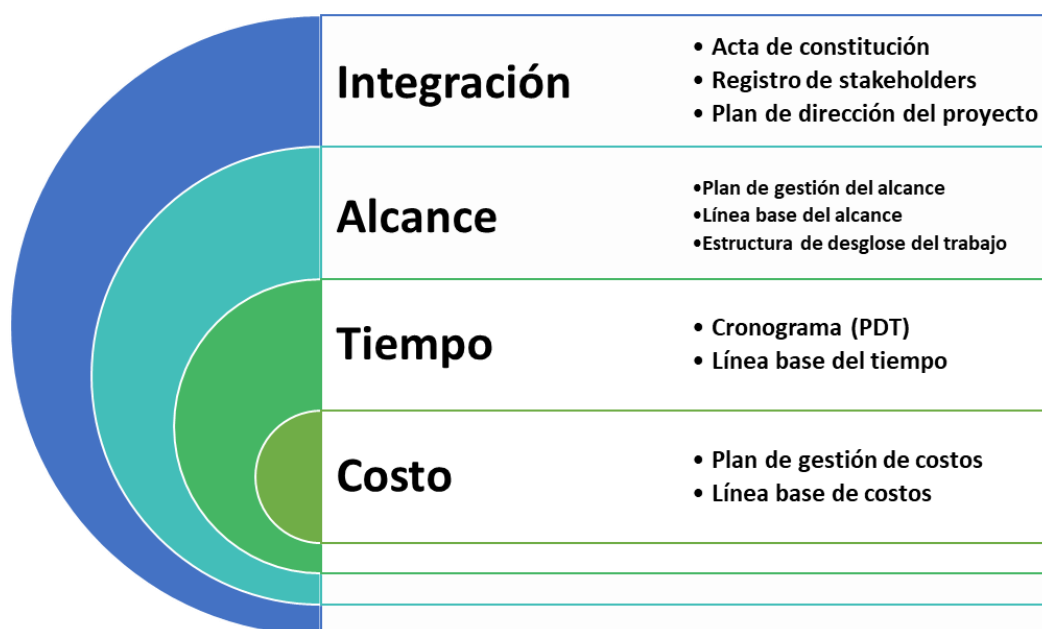
## **Diseño metodológico**

Como metodología de la investigación, se tiene un conjunto de procedimientos y técnicas que se aplicarán de manera ordenada y sistemática en la realización de esta investigación, con un enfoque de la investigación cualitativo, siendo una investigación de tipo descriptiva, iniciando por recolección de información y población objetivo.

Para la formulación y desarrollo, se usa como base, algunas fuentes de información de segundo y tercer grado, teniendo en cuenta los alcances ingeniería para poder suplir las necesidades básicas y los objetivos específicos planteados.

Igualmente se usa el PMBOK en su sexta edición, teniendo en cuenta que este plantea procesos de Dirección de Proyectos que se aplican en todos los sectores industriales, por lo que la aplicación de estos procesos aumenta la posibilidad de éxito en de este Proyecto. (Propuesta para el Diseño de un sistema de paneles solares para la comunidad del Resguardo Pijao Tatacoa del municipio de Villavieja, Huila).

Según la metodología del PMBOK para la gestión de proyectos, a continuación, se presentan los principales procesos integrados en los objetivos de este proyecto aplicado:



### **Tipo de investigación**

Se dispone de un estudio donde se realizaron análisis descriptivos y condiciones actuales, identificación de deficiencias en el suministro de energía eléctrica en el municipio de Villavieja, logrando identificar posibles tecnologías que brinden la solución a la problemática.

### **Enfoque de la investigación**

Para desarrollar la presente propuesta de investigación aplicada, se basó en la descripción y el análisis cualitativo que se encontró de manera inicial en la caracterización de una población objetivo, obteniendo datos poblacionales.

Igualmente se identificaron distintas alternativas de solución a la problemática

principal, estableciendo como propuesta un sistema de paneles solares, por su alto grado de accesibilidad, teniendo en cuenta factores sociales, económicos y ambientales.

### **Técnicas de recolección de información**

Para el desarrollo del primer objetivo que es Caracterizar población del Resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja- Huila, se plantean las siguientes técnicas de recolección de datos que brinden una trazabilidad basada en expertos:

- Registros documentales en informes o investigaciones del mismo municipio de Villavieja.

En el desarrollo del segundo objetivo que es identificar y establecer el sistema de solución más adecuado para las necesidades específicas de energía eléctrica para la comunidad Resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila, se propone realizar lo siguiente:

- Análisis descriptivo de las actuales fuentes de energía renovables.
- De acuerdo a las características anteriores, realizar una caracterización del sistema de paneles solares que más se adapta a las necesidades.

Para el tercer objetivo que es identificar los impactos ambientales que podrían generar la implementación de paneles solares en el resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila, se utilizan fuentes secundarias como:

- Documentales: Obtener información escrita, para soportar las afirmaciones, análisis o estudios realizados por expertos.

## **Participantes en el proyecto**

### **Equipo del Proyecto**

- Ing. Carlos Andrés Parra Blandón, Coordinador Técnico-
- Ing. Javier Orlando Barón Robles, Director administrativo-

### **Stakeholders**

Como primera medida es importante describir que es un stakeholder, para así poder comprender su impacto en la dirección de los proyectos.

Los stakeholders son aquellos grupos, organizaciones o personas que comúnmente se conocen como los grupos de interés y son aquellos que sin su apoyo la organización o proyecto no podría ser, pero también pueden ser afectados de forma significativa por las decisiones y acciones que se desarrollen en un proyecto o derivadas del mismo.

Por lo cual hay que tener en cuenta a la hora de dirigir y gestionar proyectos a los stakeholders o interesados, pues estos pueden afectar de forma directa o indirectamente, de forma positiva o negativa a un proyecto. Y de igual importancia es saber cuál es la posición de cada interesado dentro del proyecto.

Los grupos de interés o involucrados en este proyecto son una gran variedad de actores, como se pueden identificar en la siguiente Matriz de poder elaborado para este proyecto.

Tabla 2. Matriz de Poder- Impacto de los stakeholders.

| ID INVOLUCRADO | TIPO DE INVOLUCRADO                | Listado general de Interesados                 | No. Personas | INTERNO / EXTERNO | INFLUENCIA |         |                         |                    |                     |                    | GRADO IMPACTO | EXPECTATIVA  | INTERACCIÓN CLAVE                    |
|----------------|------------------------------------|--|--------------|-------------------|------------|---------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------|--|--------------------------------------|
|                |                                    |  |              |                   | Objetivo   | Alcance | Obtención del Beneficio | Toma de Decisiones | Grado de Influencia | Tipo de Influencia |               |  |                                      |
| A1             | Patrocinador / Cliente             | Alcaldía del municipio de Villavieja           | 5            | Interno           | Alto       | Alto    | Alto                    | Alto               | Alto                | Positiva           | Alto          | Lograr que el proyecto se ejecute en el tiempo estimado y lograr satisfacer las necesidades del cliente                              | Asignación de Recursos               |
| A2             | Dirección corporativa de proyectos | Director del Proyecto                          | 1            | Interno           | Alto       | Alto    | Alto                    | Alto               | Alto                | Positiva           | Alto          | Cumplir con los objetivos y el alcance del proyecto en el tiempo estimado para la ejecución del mismo.                               | Toma de decisiones                   |
| A3             | Equipo del proyecto                | Equipo del Proyecto                            | 2            | Interno           | Alto       | Alto    | Alto                    | Alto               | Alto                | Positiva           | Alto          | Cumplir con las condiciones y requerimientos necesarios para dar cumplimiento al proyecto en sus diferentes fases.                   | Ejecución                            |
| A4             | comunidad / Usuarios               | Habitantes del Resguardo Pijao Tatacoa         | 85           | Interno           | Alto       | Alto    | Alto                    | Bajo               | Medio               | Negativa           | Medio         | Cumplir con las necesidades y obtener solución a la problemática   | Suministrar Información              |
| A5             | Suministrador / competidor         | Electrohuala                                   | 5            | Externo           | Bajo       | Medio   | Bajo                    | Bajo               | Bajo                | Negativa           | Bajo          | Cumplir con las necesidades y obtener solución a la problemática   | Suministrar Información              |
| A6             | contratistas                       | Empresas proveedoras de Paneles solares        | 3            | Externo           | Bajo       | Medio   | Alto                    | Bajo               | Bajo                | Positiva           | Medio         | Cumplir con las condiciones y requerimientos necesarios para dar cumplimiento al proyecto  | Suministrar Información              |
| A7             | Reguladores                        | Ministerio de minas y energía                  | 1            | Externo           | Alto       | Medio   | Medio                   | Bajo               | Bajo                | Positiva           | Medio         | Las actividades incluidas en la ejecución del proyecto cumplen con la normatividad de regulación.                                    | Permisos, licencias y autorizaciones |
| A8             | Reguladores                        | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible | 1            | Externo           | Alto       | Medio   | Medio                   | Bajo               | Bajo                | Positiva           | Medio         | Las actividades incluidas en la ejecución del proyecto cumplen con la normatividad de conservación ambiental y benefician al entorno | Permisos, licencias y autorizaciones |

Fuente: Desarrollo propio para el proyecto

## Presupuesto

El presupuesto para el desarrollo del presente proyecto aplicado se basa en uso de recursos humanos, informáticos para la investigación, suministros, transportes.

Tabla 3. Presupuesto del proyecto

| Actividad   | PRESUPUESTO |               |                     | HORAS HOMBRE | Valor hora Hombre |
|---|-------------|---------------|---------------------|--------------|-------------------|
|   | Cantidad    | V/r. Unitario | V/r Total           |              |                   |
| Planteamiento de la Propuesta de Proyecto   | 1           | \$ 250.000    | \$ 250.000          | 20           | \$ 12.500         |
| Planteamiento del Problema, objetivos de la Propuesta de Proyecto   | 1           | \$ 250.000    | \$ 250.000          | 20           | \$ 12.500         |
| Análisis de Alternativas de Solución Para el Problema   | 1           | \$ 750.000    | \$ 750.000          | 60           | \$ 12.500         |
| Caracterizar población del Resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila  | 1           | \$ 1.250.000  | \$ 1.250.000        | 100          | \$ 12.500         |
| Identificar y establecer el sistema de solución más adecuado para las necesidades específicas de energía eléctrica para la comunidad Resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila. | 1           | \$ 1.250.000  | \$ 1.250.000        | 100          | \$ 12.500         |
| Identificar los impactos ambientales que podrían generar la implementación de paneles solares en el resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila                                   | 1           | \$ 1.250.000  | \$ 1.250.000        | 100          | \$ 12.500         |
| Construcción del documento "Propuesta para el Diseño de un sistema de paneles solares para la comunidad del Resguardo Pijao Tatacoa del municipio de Villavieja, Huila."                        | 1           | \$ 2.000.000  | \$ 2.000.000        | 160          | \$ 12.500         |
| Presentación Final Proyecto de Grado  | 1           | \$ 500.000    | \$ 500.000          | 40           | \$ 12.500         |
| <b>TOTAL</b>  |             |               | <b>\$ 7.500.000</b> |              |                   |

### Cronograma de actividades

| Tiempo  | <i>mes 1</i> |    |    |    | <i>mes 2</i> |    |    |    | <i>mes 3</i> |    |    |    | <i>mes 4</i> |    |    |    |
|---|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|
| Actividad   | s1           | s2 | s3 | s4 | s1           | s2 | s3 | s4 | s1           | s2 | s3 | s4 | s1           | s2 | s3 | s4 |
| Planteamiento de la Propuesta de Proyecto   |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |
| Planteamiento del Problema, objetivos de la Propuesta de Proyecto   |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |
| Análisis de Alternativas de Solución Para el Problema   |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |
| Caracterizar población del Resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila  |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |
| Identificar y establecer el sistema de solución más adecuado para las necesidades específicas de energía eléctrica para la comunidad Resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |
| Identificar los impactos ambientales que podrían generar la implementación de paneles solares en el resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila                 |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |
| Construcción del documento "Propuesta para el Diseño de un sistema de paneles solares para la comunidad del Resguardo Pijao Tatacoa del municipio de Villavieja, Huila."      |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |
| Presentación Final Proyecto de Grado  |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |              |    |    |    |

## **Análisis de la propuesta**

### **Análisis social**

El aprovechamiento de la Energía del Sol no es una actividad nueva, se considera al físico Alexandre-Edmond Becquerel, como uno de los primeros en reconocer el efecto fotoeléctrico y las características espectroscópicas de la luz solar, en 1839 (Revista eléctrica, 2012). Sin embargo, en ese entonces no tuvo mucha aceptación debido a los grandes costos tanto en el Sistema de Captación de Energía Solar como en el de implementación. Hoy en día, estos sistemas se han ido perfeccionando y han permitido contar con estos como una alternativa viable para que las familias puedan implementarlos en sus viviendas.

Dentro del impacto social, que trae consigo el uso de Energía Fotovoltaica en el Departamento de Huila, se pueden incluir como beneficios la creación de empleos, mejoras en la salud de la población al disminuir las fuentes generadoras de contaminantes atmosféricos por el uso de combustibles fósiles, nuevas opciones de estudios como los que hoy en día ya se están viendo, como es el caso de pregrados y posgrados en Cambio Climático, viviendas sostenibles, transporte sostenible, entre otros, incrementando las alternativas de desarrollo social y humano; mejoras en la calidad de vida de poblaciones rurales, donde la llegada de Energía Eléctrica era muy difícil y/o costosa, ahora tienen la alternativa de la instalación de Paneles Solares, que no le van a traer un costo económico por su uso.

## **Análisis ambiental**

Se hace un análisis de los impactos ambientales que ocasiona el Sistema de Abastecimiento Energético Convencional en el Departamento de Huila, así como los impactos que se generan del uso de Energía Fotovoltaica.

### **Ciclo de vida de los Paneles Solares y su Impacto Ambiental.**

“El ciclo de vida de una instalación de Energía Fotovoltaica se limita a la fabricación, instalación y operación de la propia instalación. El componente principal de la instalación son los Paneles Fotovoltaicos, cuya fabricación representa los principales impactos a lo largo del ciclo de vida de la instalación. La producción de 1 kWh de Energía Fotovoltaica tiene asociadas unas emisiones de 81,2 g CO<sub>2</sub> equivalentes, así como el consumo de 9,35 litros de agua, aproximadamente 95 % de los cuales se asocian al proceso de fabricación de las celdas de silicio. A pesar de esto, el silicio es el segundo elemento mayoritario en la Tierra y no es tóxico, con lo cual el impacto de su extracción, purificación y manipulación está asociado al consumo de Energía y materiales. El proceso de conversión de Energía Solar en electricidad está prácticamente libre de emisiones y generación de ruidos, ya que las únicas partes móviles son los dispositivos de seguimiento solar, si los hubiera, los cuales se desplazan muy lentamente. Los principales impactos reportados durante la operación son los impactos visuales de afectación al paisaje.” (Pascualino, 2015)

### **Efectos medio ambientales de la Energía Solar Fotovoltaica (ESFV).**

En general la implementación y conexión del Sistema de Energía Solar Fotovoltaica, posee un impacto ambiental tan bajo que se puede determinar cómo nulo.

En cuanto a la generación de otras clases de impacto ambiental como son los residuos sólidos, emisiones de GEI, impacto auditivo e impacto a los recursos naturales, no se identifican directamente con el proceso de generación de energía, puede llegar a relacionarse únicamente con la producción o fabricación de materiales.

La Energía Solar Fotovoltaica (ESFV) necesita que las grandes superficies sean utilizables y se requiere una cantidad mínima para toda su construcción. La extracción, de todos los materiales a tomar propone un impacto ambiental.

En la fabricación se utilizan diferentes materiales como el aluminio (Al) (para los marcos), etc., de esta forma estos son los materiales más utilizados a nivel industrial. Los sistemas cada vez avanzan y se supone que su crecimiento tienda a crecer el doble, hace suponer que habrá una reducción del Impacto Ambiental, debido al uso de nuevos elementos para su fabricación e instalación.

### **Análisis Económico**

Se analizarán los diferentes procesos del proyecto:

- *Diseño*
- *Ejecución*
- *Operación y mantenimiento*

La diferencia de los gastos de cada uno de los procesos será el valor total y se dividirá este valor para la sumatoria de toda la energía que se produzca a lo largo de su uso.

De esta forma se conseguirá un comparativo de costos a través de indicadores. Se medirá por kilovatio hora.

## **Desarrollo del Objetivo específico No. 1**

### **Caracterización territorial y demográfica**

De acuerdo al Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Villavieja, se tienen los siguientes datos:

“El municipio de villavieja tiene 670Km<sup>2</sup>, correspondiente a 57.800 hectáreas, lo cual corresponde al 2.9% del territorio departamental. La altitud sobre el nivel del mar es de 430m. Limita: norte: Departamento del Tolima; Sur: con los Municipios de Tello y Baraya; en el Oriente: Municipio de Baraya y al Occidente: Municipio de Aipe.

Comprende en la zona rural siete (7) centros poblados desarrollados alrededor de una fuente hídrica y nueve (9) veredas, y un territorio especial (resguardo indígena LA TATACOA); en la zona urbana cuenta con 14 barrios.” (Alcaldía de Villavieja, 2018, p 25)

### **Zona Rural.**

“Veredas: El cuzco, El Libano, Golondrinas, Cabuyal, Kilómetro 121, La Manguita, Palmira, San Juanito, San Nicolás Gaviotas, La Chivera.” (Alcaldía de Villavieja, 2018, p 26)

### **Centros poblados.**

“Doche, Hato Nuevo, La victoria, la Calera, Polonia, Potosí, San Alfonso y el resguardo indígena la Tatacoa.” (Alcaldía de Villavieja, 2018, p 26)

### **Zona urbana: Barrios.**

“El Centro, Gaitan, La estación, la Portada, Las brisas, Buenavista, Alberto Galindo, 1° de Mayo, Campoalegre, Rodrigo Lara, El jardín, Cacica toca yá, la estrella y Totoyó.” (Alcaldía de Villavieja, 2018, p 26).

“La extensión del municipio de Villavieja es de 670 Km<sup>2</sup> y el 79.6% corresponde la zona rural, donde se concentra la mayor cantidad de población del municipio.” (Alcaldía de Villavieja, 2018, p 25)

*Tabla 4. Distribución del Municipio de Villavieja por extensión territorial y área residencial, 2013.*

| Municipio         | Extensión urbana |            | Extensión rural |            | Extensión total |            |
|-------------------|------------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
|                   | Extensión        | Porcentaje | Extensión       | Porcentaje | Extensión       | Porcentaje |
| <b>Villavieja</b> | 137              | 20,4%      | 533             | 79,6%      | 670             | 100%       |

Fuente: Censo Dane 2005

El 90% del territorio de Villavieja sufre de desertificación, por tal razón el principal problema del territorio es el climático y el recurso hídrico; a pesar de la cercanía al río Magdalena, y además las vegas cercanas al río, se inundan debido a las crecientes del río.

### **Contexto demográfico.**

“La Población total según el censo DANE 2005 se proyecta 7.327 habitantes para el municipio en el 2013, de los cuales 2.459 (33.57%) residen en la cabecera municipal y 4.868 (66,43%) en el área rural.

Por kilómetro cuadrado (670 kilómetros cuadrados), (33.57%) residen en la cabecera municipal y (66,43%) en el área rural. Con una densidad aproximada de 10.93 habitantes por Kilómetro cuadrado.

Relación población por área de residencia urbano/rural, se evidencia que un alto porcentaje de la población se encuentra ubicada en el área rural y en menor proporción en el área urbana.” (Alcaldía de Villavieja, 2018, p 73)

#### **Número de viviendas.**

“Según el Censo DANE 2005, número de viviendas en área urbana es de 639 donde 52,4% está construido en bloque, ladrillo o piedra. Para el área rural es de 1.909 y el 52,6% está construido en adobe o bahareque.” (Alcaldía de Villavieja, 2018, p 74)

#### **Número de hogares**

“Según el Censo DANE 2005 en el municipio de Villavieja se encuentran 2287 hogares en promedio están conformados por 5 personas cada uno. En el área urbana 987 hogares y en la zona rural 1300 hogares. El 10,04% de los hogares está en hacinamiento.” (Alcaldía de Villavieja, 2018, p 74)

#### **Población del resguardo Pijao Tatacoa**

“En el departamento del Huila la mayor parte de la población no se considera de etnia propia, está en el grupo de ninguna de las anteriores, sin embargo las propias etnias tienen su mayor presencia con la población indígena y negro, mulato y afrocolombiano; los primeros tienen mayor presencia en la parte rural del departamento y los segundos en la parte urbana, algunos como consecuencia del desplazamiento de zonas propias de este tipo de población.” (Alcaldía de Villavieja, 2018, p 74)

En el resguardo Pijao Tatacoa, actualmente se encuentran 18 viviendas,

con una población de 163 personas. Como se ve en la siguiente tabla.

*Tabla 5. División Poblacional Resguardo Pijao Tatacoa*

|    |                              |     |
|----|------------------------------|-----|
| 1. | # Total de viviendas         | 18  |
| 2. | # Total de Familias          | 51  |
| 3. | # Total de personas          | 163 |
| 4. | # Hectáreas Territorio TOTAL | 290 |
| 5. | # Hect. Monte                | 84  |
| 6. | # Hect. Potrero              | --  |
| 7. | # Hect. Rastrojo             | 80  |
| 8. | # Hect. Chagras              | 200 |
| 9. | # Hect Vende aguja           | --  |

Fuente: datos otorgados por la comunidad

Cerca del Resguardo Pijao Tatacoa, según el Plan de salvaguarda étnica del pueblo Pijao, 2014, “no se haya ninguna base militar, ni de policía. La jurisdicción se toma desde la cabecera municipal donde la estación de policía funciona como garante de la seguridad en el municipio, pues desde hace varios años en la zona existe una relativa tranquilidad con respecto a los actores armados legales e ilegales.” (Ministerio del Interior, 2014, p 13)

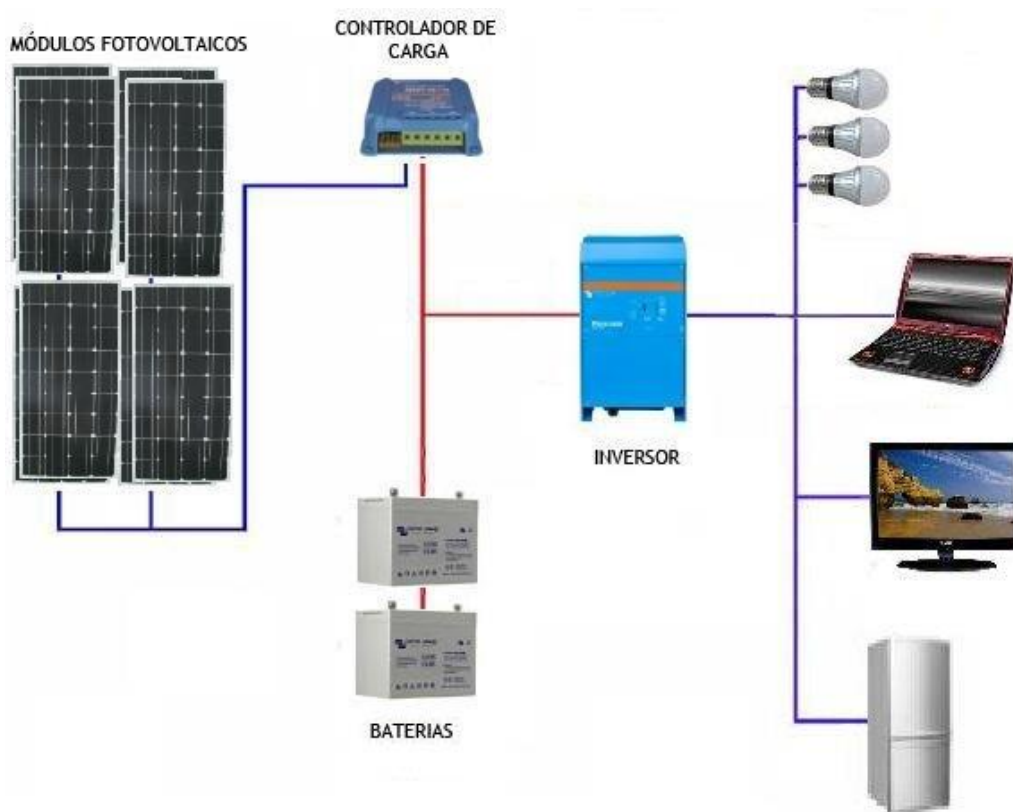


*Ilustración 7. Territorio del Resguardo Pijao la Tatacoa.*

Tomada por PSP 2014.

## Desarrollo del Objetivo específico No. 2

Diseñar el sistema de solución más adecuado para las necesidades específicas de energía eléctrica para la comunidad Resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila. Partiendo del sistema básico de paneles solares como el que se ilustra a continuación, se buscará el diseño más adecuado para la necesidad o problemática planteada.



*Ilustración 8. Configuración básica de un sistema de paneles solares*

Fuente: <http://www.riovalle.cl/sistemas-fotovoltaicos-autonomos/>

“La configuración básica de las instalaciones aisladas de la red eléctrica está compuesta por el generador fotovoltaico, un regulador de carga y una batería. La batería es el elemento encargado de acumular la energía entregada por los paneles durante las horas de mayor radiación para su aprovechamiento durante las horas de baja o nula insolación. El regulador de carga controla la carga de la batería evitando que se produzcan sobrecargas o descargas excesivas que disminuyen su vida útil. Con esta configuración el consumo se produce en corriente continua.

Otra configuración básica es el bombeo solar, compuesto por los paneles, un pequeño equipo y la bomba, en el que se bombea agua cuando hay sol, no necesitando baterías.

La configuración más utilizada en viviendas es la compuesta por el generador fotovoltaico, regulador de carga, baterías e inversor, este último para convertir la energía acumulada en las baterías en corriente alterna, que es la utilizada para la mayoría de las aplicaciones.

Para el cálculo de este tipo de instalaciones, los criterios de diseño son diferentes. En las instalaciones conectadas a red, se intenta maximizar la producción anual, orientando al sur y con la inclinación más favorable. En cambio, para las instalaciones aisladas, el criterio debe ser para que produzca al máximo en el mes más desfavorable, diciembre, así el resto del año tendrá como mínimo la energía calculada para el peor mes, cubriendo siempre las necesidades.”

(Guía Energía Solar, 2006, p.34)

### **Consumo eléctrico de la instalación**

De acuerdo a la enciclopedia wikipedia (2011): “El consumo eléctrico es la energía eléctrica demandada durante un tiempo dado; equivale a la potencia eléctrica aplicada durante un tiempo a un equipo o artefacto eléctrico para que este funcione. La energía eléctrica que consume un equipo (carga) se da en kilovatios-hora (kWh), y se obtiene de multiplicar la potencia que demanda para su operación, por el tiempo de funcionamiento.

$$E = P * T$$

Donde,

*E= Consumo de energía eléctrica del equipo (carga) i, en kWh*  
*P= Potencia requerida por el equipo i, en kW*  
*T= Tiempo de funcionamiento del equipo i, en horas.*

La energía consumida por un conjunto de equipos es la suma del consumo de cada uno de ellos durante un tiempo determinado, generalmente, día o mes. Se obtiene de la siguiente forma,

$$E = \sum E = E + E + E + \dots + E \text{ donde,}$$

E Consumo de energía eléctrica del equipo (carga) i, en kWh, día o mes

E Consumo total de energía eléctrica del conjunto de equipos, en kWh, día o mes, según se requiera.

Para el diseño de la instalación en cuestión, de acuerdo con la potencia de cada uno de los equipos instalados, el consumo de energía es el siguiente,

Tabla 6. Consumo promedio de la instalación a diseñar.

| DESCRIPCIÓN EQUIPO     | POTENCIA<br>INSTALADA<br>(W) | HORAS<br>USO<br>DIARIO<br>(h) | CONSUMO<br>ENERGÍA<br>DIARIO<br>(kWh)/día | CONSUMO<br>ENERGÍA<br>MENSUAL<br>(kWh)/mes |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---|--|
| Luminarias (4 de 20 W) | 80                           | 6                             | 0,48                                      | 14,4                                       |
| Televisor              | 100                          | 5                             | 0,50                                      | 15   |
| Nevera                 | 300                          | 6                             | 1,80                                      | 54   |
| Estufa eléctrica       | 1500                         | 2                             | 3,0                                       | 90   |
| Licuada                | 400                          | 0,1                           | 0,04                                      | 1,2  |
| Lavadora               | 320                          | 0,5                           | 0,16                                      | 4,8  |
| Ventilador             | 200                          | 8                             | 1,6                                       | 48   |
| Computador y celulares | 100                          | 4                             | 0,40                                      | 12   |
| Electrobomba           | 200                          | 2                             | 0,40                                      | 12   |
| <b>TOTALES</b>         | <b>3200</b>                  |                               | <b>8,38</b>                               | <b>251,4</b>                               |

Fuente: UPME – Universidad Nacional de Colombia, 2006.

En Colombia el UPME ha realizado estudios (medición) de los consumos eléctricos de la población, con el fin de proyectar la demanda de energía eléctrica. En el cuadro siguiente se muestran los promedios mensuales de consumo eléctrico para hogares estratos 1, 2 y 3; estos son hogares que tienen servicio de gas y por lo tanto en la tabla no se incluyen consumos para cocción de alimentos”.

Tabla 7. Consumo promedio mensual de energía, estratos 1, 2 y 3.

| Usos            | Consumo medio en KWh por hogar<br>(estratos 1, 2 y 3) |              |              |              |
|-----------------|---|--------------|--------------|--------------|
|                 | Bogotá  | Medellín     | Barranquilla | Pasto        |
| Iluminación     | 36.2  | 25           | 24.8         | 34.3         |
| TV              | 8.2   | 7.8          | 11.7         | 6.9          |
| Nevera          | 44.1  | 55           | 60           | 29           |
| Plancha         | 10.7  | 9.4          | 9            | 7.7          |
| Licuada         | 1.2   | 1            | 1.9          | 1.7          |
| Lavadora        | 12.7  | 12.7         | 3.8          | 5.2          |
| Ducha Eléctrica | 63.1  |              |              | 62.8         |
| Ventilador      |   |              | 42.7         |              |
| <b>Total</b>    | <b>176.2</b>  | <b>110.9</b> | <b>153.9</b> | <b>147.6</b> |

Fuente: UPME – Universidad Nacional de Colombia, 2006

### Mantenimiento de paneles solares

Según lo expresado por Fernández, pág. 6 (2012): “Los Paneles solares fotovoltaicos por su propia configuración carente de partes móviles, los paneles fotovoltaicos requieren muy poco mantenimiento, al mismo tiempo el control de calidad de los fabricantes es general y rara vez presenta problemas. Dos aspectos a tener en cuenta primordialmente son, por un lado, asegurar que ningún obstáculo haga sombra sobre los módulos, y por el otro, mantener limpia la parte expuesta a los rayos solares de los módulos fotovoltaicos. Las pérdidas producidas por la suciedad pueden llegar a ser de un 5%, y se pueden evitar con una limpieza periódica adecuada. El mantenimiento consiste en:

Limpeza periódica del panel La suciedad que pueda acumular el panel puede reducir su rendimiento, las capas de polvo que reducen la intensidad del sol no son peligrosas y la reducción de potencia no suele ser significativa.

Las labores de limpieza de los paneles se realizarán mensualmente o bien después de una lluvia de barro, nevada u otros fenómenos meteorológicos similares. La limpieza se realizará con agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos). Preferiblemente se hará fuera de las horas centrales del día, para evitar cambios bruscos de temperatura entre el agua y el panel (sobre todo en verano).” (Fernández, 2012, p.6)



*Ilustración 9. Limpieza de paneles*

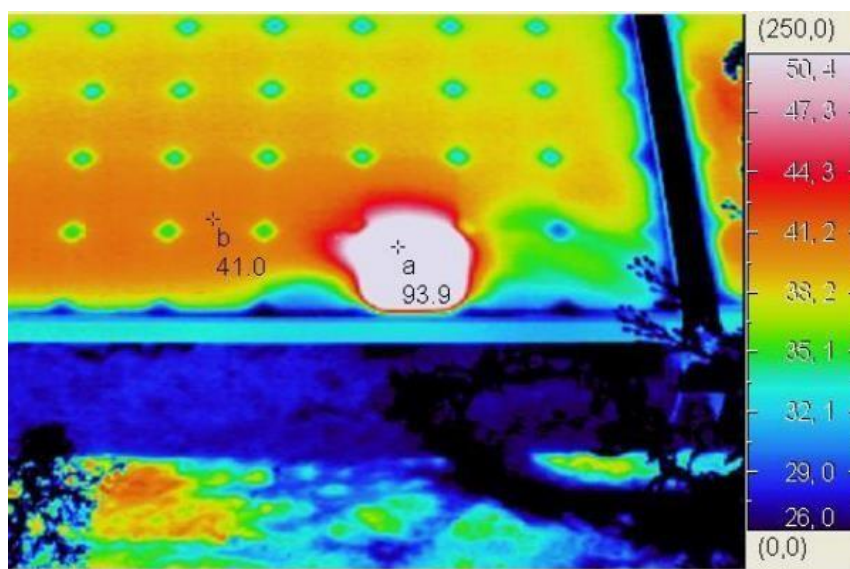
### **Inspección visual de posibles degradaciones (bimensualmente)**

“Se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas).

Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas).” (Fernández, 2012, p.6)

### Control de la temperatura del panel (trimestralmente)

“Se controlará, a ser posible mediante termografía infrarroja, que ningún punto del panel esté fuera del rango de temperatura permitido por el fabricante, sobre todo en los meses de verano.” (Fernández, 2012, p.6)



*Ilustración 10. Termografía panel fotovoltaico*

[https://www.camarastermograficas.es/termografia\\_fotovoltaiica.html](https://www.camarastermograficas.es/termografia_fotovoltaiica.html)

### Inversores

Así mismo lo expresado por Ruiz, pág.14 (2012): “Los inversores son uno de los equipos más delicados de la instalación, y como tal requieren un mantenimiento más exhaustivo. Si bien los intervalos de mantenimiento dependen del emplazamiento de estos y de las condiciones ambientales (polvo, humedad, etc). Las instrucciones que a continuación se muestran son válidas para el emplazamiento en el interior de un edificio sometido a rangos

de temperatura normales (0-40°C a la sombra). Los trabajos de mantenimiento son los siguientes:

Cada mes:

- ✓ Lectura de los datos archivados y de la memoria de fallos.

Cada 6 meses:

- ✓ Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- ✓ Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.” (Ruiz, 2012, p.14).

### **Plan de mantenimiento correctivo**

“Este plan de mantenimiento se aplicará únicamente cuando por circunstancias sobrevenidas, debidas a averías en la instalación, sea necesario subsanar el defecto de la misma.

Las labores de mantenimiento correctivo serán delegadas en una empresa externa, especialista en el sector, encargada de realizar todas las reparaciones pertinentes así como suministrar los repuestos necesarios.”  
(Ruiz, 2012, p.14).

### **Desarrollo del Objetivo específico No. 3**

Para identificar los impactos ambientales que podrían generar la implementación de paneles solares en el resguardo Pijao Tatacoa del Municipio de Villavieja-Huila, es de considerar que en Colombia se realizó y dio a conocer el código de recursos renovables.

Así mismo en Brasil se estableció por las naciones unidas los diferentes acuerdos los cuales ejecutaron una evaluación de impacto ambiental y cualquier actividad que puede causar daño o consecuencias negativas al medio ambiente. De igual forma es un punto de referencia este tipo de instrumentos a utilizar. La expedición de la ley 99 de 1993 establecen los principios generales de la política ambiental de Colombia.

#### **Área de estudio**

De acuerdo al Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Villavieja, se tienen los siguientes datos:

“El municipio de Villavieja tiene 670 km, cuadrados, correspondiente a 57.800 hectáreas de terreno plano con ligeras ondulaciones en parte de su extensión, que corresponde al 2,9% del territorio del departamento del Huila. La altitud sobre el nivel del mar es de 430 metros.

El municipio de Villavieja se encuentra localizado en la parte norte del departamento, siendo esta región caracterizada por sufrir acelerados procesos de degradación del ecosistema, y un incremento acelerado en el proceso de desertificación, situación alarmante pues quiere decir que la mayoría del

territorio está en deterioro permanente lo cual obliga a otorgar al tema ambiental la máxima prioridad”.

### **Normatividad vigente**

En cuanto a la normatividad vigente en esta materia, se elaboró la siguiente tabla de manera de poder comprender y tener referenciada rápidamente las normas que aplican y regulan:

*Tabla 8. Normatividad vigente en Colombia*

| <b>Normatividad</b>                | <b>Obligación</b>   |
|------------------------------------|---|
| <b>Ley 697 de 2001</b>             | “Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones”  |
| <b>Decreto 3683 de 2003.</b>       | “Por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una Comisión Intersectorial”.   |
| <b>Decreto 139 de 2005</b>         | Por el cual se modifican los parágrafos 2º y 3º del artículo 23 del Decreto 3683 del 19 de diciembre de 2003  |
| <b>Decreto – ley 2811 de 1974.</b> | “Código de recursos naturales y de protección al Medio Ambiente   |
| <b>Resolución 0563 de 2012</b>     | “Establece el procedimiento y requisitos para evaluar y conceptuar sobre las solicitudes presentadas ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con miras a obtener la exclusión de impuestos sobre las ventas IVA y/o reducción en la renta de elementos, equipos y maquinaria destinados a proyectos, programas o actividades de reducción en el consumo de energía y eficiencia energética |

Se cuentan con diferentes normas el cual ICONTEC ha publicado acerca la energía solar y sus diferentes aplicaciones, y gran parte de estos procedimientos se guían para realizar pruebas con dichos sistemas en gran parte tomados como referencia en la Norma europea Electrotechnical Commission

(IEC), y cuenta con un equipo especializado para la emisión de normas internacionales photovoltaics (el comité TC 82). Aproximadamente un total de 64 normas técnicas disponibles las cuales pueden ser consultadas en la página de la institución.

### **Matriz de impacto ambiental**

De acuerdo a los siguientes instrumentos como punto de referencia se realiza a continuación una tabla con valores predeterminados y así mismo poder ubicar un punto sobre el impacto ambiental para El municipio de Villavieja del departamento del Huila.

*Tabla 9. Valoración matriz de impacto ambiental*

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| <b>No aplica</b>              | <b>0</b> |
| <b>Inapreciable</b>           | <b>1</b> |
| <b>No significativo</b>       | <b>2</b> |
| <b>Moderado</b>               | <b>3</b> |
| <b>Significativo negativo</b> | <b>4</b> |
| <b>Significativo positivo</b> | <b>5</b> |

Tabla 10. Matriz de impacto ambiental del proyecto

| ELEMENTOS AMBIENTALES              |                                   |                                      | IMPACTOS AMBIENTALES |                    |                  |         |                     |                    |           |               |                            |                          |                    |            |   |                       | SUMATORIA |                 |                      |                                    |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------|---------|---------------------|--------------------|-----------|---------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|------------|---|-----------------------|-----------|-----------------|----------------------|------------------------------------|
|                                    |                                   |                                      | Modificacón habitat  | Contaminación aire | Alteración suelo | Erosión | Contaminación suelo | Contaminación agua | Vida útil | Perforaciones | Torres instalación paneles | Construcción subestación | Conducción energía | Paisajismo | Alteración superficial drenajes, márgenes y franjas aluviales | Circulación vehículos |           | Calidad de vida | Generación de empleo | Afectación patrimonio arqueológico |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS | Tierra                            | Materiales de construcción           |                      | 4                  | 4                |         | 4                   | 4                  |           |               |                            |                          |                    |            |   |                       |           | 4               | 24                   |                                    |
|                                    |                                   | Recursos minerales                   |                      | 4                  | 4                |         | 4                   | 4                  |           |               |                            |                          | 4                  |            |   |                       |           |                 | 4                    | 28                                 |
|                                    | Agua                              | Superficial                          | 3                    |                    |                  |         | 3                   |                    |           |               |                            |                          |                    | 3          |   |                       |           |                 |                      | 12                                 |
|                                    |                                   | Subterránea                          | 3                    |                    |                  | 3       | 3                   |                    |           |               |                            |                          |                    | 3          |   |                       |           |                 |                      | 15                                 |
|                                    |                                   | Calidad del agua                     | 3                    |                    |                  |         | 3                   |                    |           |               |                            |                          |                    | 3          |   |                       |           |                 |                      | 12                                 |
|                                    | Atmósfera                         | Calidad del aire (gases, partículas) |                      | 3                  |                  |         |                     |                    | 3         |               |                            |                          |                    |            |   |                       |           |                 |                      | 6                                  |
| Clima (micro, macro)               |                                   |                                      | 3                    |                    |                  |         |                     | 3                  | 3         | 3             | 3                          |                          |                    |            |   |                       |           |                 | 15                   |                                    |
| FACTORES CULTURALES                | Recreativos                       | Camping y caminatas                  |                      |                    |                  |         |                     | 5                  |           |               |                            |                          |                    |            |   | 5                     | 5         |                 | 15                   |                                    |
|                                    |                                   | Salidas al campo                     |                      |                    |                  |         |                     |                    |           |               |                            |                          |                    |            |   | 5                     | 5         |                 | 10                   |                                    |
|                                    | Interés estético y humano         | Vistas escénicas                     | 3                    |                    |                  |         |                     |                    |           | 4             | 4                          |                          | 3                  | 4          |   |                       |           |                 | 3                    | 21                                 |
|                                    |                                   | Calidad de espacio abierto           | 3                    |                    |                  |         |                     |                    |           | 4             | 4                          |                          | 3                  |            |   |                       |           |                 | 3                    | 17                                 |
|                                    |                                   | Diseño del paisaje                   | 3                    |                    |                  |         |                     |                    | 4         | 4             | 4                          |                          | 3                  | 4          |   |                       |           |                 | 3                    | 25                                 |
|                                    |                                   | Parques y reservas forestales        | 3                    |                    |                  |         |                     |                    | 3         | 3             | 3                          | 3                        | 3                  |            |   |                       | 5         | 3               | 26                   |                                    |
|                                    |                                   | Presencia de elementos raros         | 4                    |                    |                  | 4       |                     |                    | 4         | 4             | 4                          | 4                        | 4                  | 4          |   |                       |           |                 | 4                    | 36                                 |
|                                    | Aspectos culturales               | Patrones culturales (estilo de vida) | 3                    |                    |                  |         |                     |                    | 3         | 3             | 3                          | 3                        | 3                  |            | 3   | 3                     | 3         |                 |                      | 27                                 |
|                                    |                                   | Salud y seguridad                    |                      |                    |                  |         |                     |                    |           |               |                            |                          |                    |            | 4   | 3                     | 5         |                 |                      | 12                                 |
|                                    |                                   | Empleo                               |                      |                    |                  |         |                     |                    | 5         | 5             | 5                          | 5                        |                    |            | 5   | 5                     |           |                 |                      | 30                                 |
|                                    |                                   | Densidad de población                |                      |                    |                  |         |                     |                    |           |               |                            |                          |                    |            |   |                       | 5         |                 |                      | 5                                  |
|                                    | Facilidades y actividades humanas | Estructuras                          | 4                    |                    | 4                | 4       | 4                   | 4                  | 5         | 4             | 4                          | 4                        | 4                  | 4          | 4   |                       | 5         |                 |                      | 58                                 |
|                                    |                                   | Redes de servicios                   |                      |                    |                  |         |                     |                    |           |               |                            |                          | 4                  | 4          |   |                       | 5         |                 | 4                    | 17                                 |
|                                    |                                   | Manejo de residuos                   |                      |                    |                  |         |                     |                    |           |               |                            |                          | 5                  |            | 5   |                       | 5         | 5               |                      | 20                                 |
| Barreras                           |                                   | 4                                    |                      | 4                  | 4                | 4       |                     | 5                  |           |               |                            | 4                        | 4                  |            |   |                       |           |                 | 29                   |                                    |

La generación de energía fotovoltaica en el municipio de Villavieja responde a las necesidades ambientales sin tener una afectación general y contribuyendo al medio ambiente, teniendo en cuenta la matriz ambiental se pueden identificar claramente como los posibles riesgos son mínimos y los beneficios son muy considerables.

Estos proyectos son de gran ayuda a la comunidad. De igual forma se podría incrementar la necesidad de la parte turística, menos problemas de salud y parte de la población tendría derecho a un servicio esencial.

De acuerdo a la página oficial de Celsia: “El mayor impacto negativo al ambiente cuando se utiliza la energía solar se produce al momento de la elaboración de las celdas fotovoltaicas puesto que para algunas partes es necesario la utilización de metales raros y tóxicos los cuales durante el procesamiento pueden generar contaminación de las aguas residuales y emisión de aire contaminado. Sin embargo una vez instalado el panel solar no se requiere de algún tipo de fuente de energía principal, no genera contaminantes ni vertimientos al suelo o fuentes hídricas y tampoco generan algún tipo de ruido.

Los logros en cuanto a la utilización de energía solar en el territorio Colombiano, son muy deficientes con respecto a otras fuentes potenciales de energía, sin embargo la normatividad vigente no promulga la implementación de estas fuentes de tecnología limpia o cualquier otra. Lo cual hace necesario la revisión de la normatividad vigente sobre cómo se encuentra esta exigencia a nivel mundial, con el fin de mejorar aquella con la que cuenta el país y poder ayudar a la reducción de los impactos negativos que conllevan la utilización de fuentes de energía convencional.”

## Conclusiones

- Los paneles solares cuentan con un gran propósito de ayudar tanto al medio ambiente como a la población en general. De igual forma esto contribuye por una sociedad que busca mejorar sus condiciones de vida y dignas ante el desarrollo local de la región.
- La afectación mayor al medio ambiente con el diseño de los paneles solares se da cuando se inicia su proceso de fabricación de las celdas ya que se compone de algunos químicos los cuales resultan ser tóxicos tanto al medio ambiente como a la vida humana. Pero después de terminar su proceso de instalación los beneficios son incalculables
- En cuanto al marco legal se busca que las leyes y las normas se encuentren incentivando adecuadamente para que los pobladores y las nuevas empresas fomenten el cuidado sobre los parámetros de protección ambiental. Sin embargo muchos esfuerzos como la compra de equipos a nivel internacional han generado una demanda bastante mínima ya que los costos son sumamente altos.
- Diversos sistemas de energía renovables se han logrado aceptar por diferentes comunidades en todo Colombia, en el municipio de Villavieja se lograra implementar una cultura autoambiental de manera significativa que mejore todas las condiciones y que la misma sociedad pueda dar un gran cambio. Esto con el fin de la conservación de los ecosistemas, las personas y todos los círculos que están vinculados a ello.

## Recomendaciones

- Se propone realizar unos cursos de capacitación en equipos fotovoltaicos con el fin de asegurar que gran parte del personal pueda conocer los equipos y realizar los mantenimientos básicos necesarios para que pueda alargar más la vida útil de estos. Dado que los puntos de los equipos se encuentran en condiciones de difícil acceso.
- Sin embargo se propone también la posibilidad de revisar un proyecto que mediante un contrato, se permita a los expertos técnicos desplazarse cada cierto tiempo para lograr los mantenimientos básicos realizados por el fabricante y los mantenimientos correctivos necesarios.
- Así mismo se aseguraría que toda la comunidad pueda estar pendiente de sus equipos con una gran información dispuesta en algunos medios físicos y electrónicos y las capacitaciones de actualización sobre el uso y cuidado de los equipos de paneles solares para municipio de Villavieja.
- Es de recalcar que los equipos y su vida útil dependen los adecuados mantenimientos generados en el transcurso del tiempo, así mismo asegurar las capacitaciones a lo largo del proyecto.
- Algunos equipos cuentan con materiales de diseño como el electrolito lo cual es bastante nocivo para los humanos y pueden contaminar el medio ambiente. Para esto es indispensable que solo las personas capacitadas y formadas en el tema que puedan manipular este tipo de sustancias.

### Lista de referencias

- Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia. (2012). Manual de Formulación de Proyectos de Cooperación Internacional. (Página 1 - 23). Recuperado de:  
[http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=76858&name=Manual\\_de\\_Formulacion\\_de\\_Proyectos\\_de\\_CI.pdf&prefijo=fil e](http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=76858&name=Manual_de_Formulacion_de_Proyectos_de_CI.pdf&prefijo=fil e)
- Alcaldía de Villavieja-Huila, (2018). “Villavieja como Empresa Progresas” DOCUMENTO DE TECNICO DE SOPORTE – DIAGNOSTICO-2018 (paginas. 24, 25, 73, 74, 123) Recuperado de:  
[https://villaviejahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/villaviejahuila/content/files/000153/7630\\_diagnostico--villavieja--dic-282016.pdf](https://villaviejahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/villaviejahuila/content/files/000153/7630_diagnostico--villavieja--dic-282016.pdf)
- Aldunate, E. y Cordoba, J. (2011). Formulación de programas con la metodología de marco lógico. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. Página 1 - 49. Recuperado de:  
[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5507/S1100211\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5507/S1100211_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alvarado Fajardo Andrea Catalina, análisis, diseño y simulación de sistema solar fotovoltaico para suministro eléctrico en apoyo a programa nutricional en la escuela rural el cardonal, tibaná (boyacá) – colombia. Agosto de 2014, Recuperado de:  
[https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9353/TesisMaestria\\_An\\_dreaCatalinaAlvarado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9353/TesisMaestria_An_dreaCatalinaAlvarado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Álvarez, C. y Serna F. (2012). Normatividad sobre Energía Solar Térmica y Fotovoltaica. Unidad de Inteligencia Estratégica Tecnológica (CIDET). Medellín, 2012. 17p. Capítulo 13. Metodologías de evaluación del impacto ambiental [En línea]. Recuperado de:  
<http://www.publicacionescidet.com/wp-content/uploads/2016/11/NORMATIVIDADenergiaSolar.pdf>
- Álvarez, C. y Serna F. Normatividad sobre Energía Solar Térmica y Fotovoltaica. 2012. Recuperado de:  
<http://www.publicacionescidet.com/wp-content/uploads/2016/11/NORMATIVIDADenergiaSolar.pdf>

América Fotovoltaica (2019) blog de información La Guía Solar, Recuperado de: <http://www.laguiasolar.com/radiacion-solar-en-colombia/>

Astroyciencia. (2019). Blog de astronomía y ciencia. Recuperado de: <http://www.astroyciencia.com/2012/01/03/la-central-solar/>

Badaró, S., Javier Ibañez, L., & Agüero, M. J. (2013). Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones. (Spanish). Revista De Ciencia Y Tecnología, 349-363, Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2051/login.aspx?direct=true&db=aci&AN=96196106&lang=es&site=eds-live>

Concejo Municipal de Villavieja, Acuerdo No. 005 de 2016: “POR MEDIO DEL CUAL SE ADOPTA EL PLAN DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO DE VILLAVIEJA – HUILA PARA EL PERIODO CONSTITUCIONAL 2016 -2019 DENOMINADO: “VILLAVIEJA COMO EMPRESA PROGRESA”. Recuperado de: [http://villaviejahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/villaviejahuila/content/files/000001/24\\_plan-de-desarrollo-2016--2019.pdf](http://villaviejahuila.micolombiadigital.gov.co/sites/villaviejahuila/content/files/000001/24_plan-de-desarrollo-2016--2019.pdf)

Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas (DIFP), Subdirección de Proyectos e Información para la Inversión Pública, Guía de apoyo para la formulación de proyectos de inversión pública y diligenciamiento de la MGA. Recuperado de: <https://redctei.co/wp-content/uploads/2017/documentos/Guia-MGA-Web.pdf>

Franco, A (2016) El efecto fotoeléctrico, Recuperado de: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/cuantica/fotoelectrico/fotoelectrico.html>

Garcia, D. (2016) Acceso a electricidad y calidad de vida. Recuperado de: [http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia/!ut/p/z0/fY69DsIwDIRfhaVj5FBCgLFiQEIMDAi1WZCVRBAlcX9CBW9PWgbEwmJ9dz6fDAPKUAF7d8boKKBPulLytFyt82kh-I5LIXkh92K-yDezw5HDFtT\\_QGpw16ZRBSHNIidpnhLKmNqJ\\_GIsZx-5XXehuPzzMSaDotMMu4-N1cIaG1Nem2oX0azK1th0xZNZbHdu0NmjYi2n0IxnL-gRQ31T1BtiXTOY!/](http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia/!ut/p/z0/fY69DsIwDIRfhaVj5FBCgLFiQEIMDAi1WZCVRBAlcX9CBW9PWgbEwmJ9dz6fDAPKUAF7d8boKKBPulLytFyt82kh-I5LIXkh92K-yDezw5HDFtT_QGpw16ZRBSHNIidpnhLKmNqJ_GIsZx-5XXehuPzzMSaDotMMu4-N1cIaG1Nem2oX0azK1th0xZNZbHdu0NmjYi2n0IxnL-gRQ31T1BtiXTOY!/)

IDEAM. (2014). Radiación solar. Recuperado de:

<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>

Ley 1715 de 2014, Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Mayo 13 de 2014. Diario Oficial No. 49.150

Lorente, J (2010) Curso de foto protección, pagina 4, Recuperado de:  
<https://www.portalfarma.com/Profesionales/campanaspf/categorias/Documentos/MAQUETACION%20MATERIAL%20FORMATIVO%20foto%20proteccionfotproc2010.pdf>

Ministerio del Interior (MinInterior), Plan de salvaguarda étnica del pueblo Pijao, 2014 (Paginas 12, 13), Recuperado de:  
[https://siic.mininterior.gov.co/sites/default/files/upload/228\\_resguardo\\_la\\_tatacoa\\_villavieja-huila.pdf](https://siic.mininterior.gov.co/sites/default/files/upload/228_resguardo_la_tatacoa_villavieja-huila.pdf)

Municipio de Villavieja, Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud municipio de Villavieja Huila 2017. Recuperado de:  
<https://www.huila.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=26468>

Navarro J. Definición ABC. 2015. Recuperado de:  
<https://www.definicionabc.com/ciencia/marco-conceptual.php>

Perez J. y Gardey A. Publicado: 2013. Actualizado: 2015.  
Definiciones: Definición de panel solar, Recuperado de:  
<https://definicion.de/panel-solar/>

Pérez J y María Merino. Publicado: 2011. Actualizado: 2012.  
Definiciones: Definición de energía solar. Recuperado de:  
<https://definicion.de/energia-solar/>

Radiación solar en la tierra. (s.f.). Sol-Arq. Recuperado de: <http://www.sol-arq.com/index.php/radiacion-solar/radiacion-tierra>

Raffino M. Concepto de "Energía eléctrica".2019. Recuperado de:  
<https://concepto.de/energia-electrica/#ixzz67qk7UJmW>

Revista Portafolio, (2014) Colombia, con marco legal para energías alternativas, recuperado de: <https://m.portafolio.co/economia/finanzas/ARTICULO->

MOVILES-AMP-48856.html

Santamarta, J. (2004). Las energías renovables son el futuro (1st ed., pp. 34-39). Madrid: Word Watch. Recuperado de:  
<http://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/Renovables.pdf>

Santamarta, J. (s.f.). Eco Portal - Noticias - Tras el fracaso de la Cumbre del Clima de La Haya, actuar para frenar el cambio climático - Ecoportal.net. Ecoportal.net. Recuperado de:  
[http://www.ecoportal.net/Eco-Noticias/Eco\\_Portal\\_-\\_Noticias\\_-\\_Tras\\_el\\_fracaso\\_de\\_la\\_Cumbre\\_del\\_Clima\\_de\\_La\\_Haya\\_actuar\\_para\\_frenar\\_el\\_cambio\\_climatico](http://www.ecoportal.net/Eco-Noticias/Eco_Portal_-_Noticias_-_Tras_el_fracaso_de_la_Cumbre_del_Clima_de_La_Haya_actuar_para_frenar_el_cambio_climatico)

Tames, E. (2012). Conociendo cables eléctricos para instalar paneles solares FV - Ingeniería - Reeditor.com - red de publicación y opinión. Reeditor.com. Recuperado de:  
<http://www.reeditor.com/columna/4415/18/ingenieria/conociendo/cables/electricos/instalar/paneles/solares/fv>

Todo sobre paneles fotovoltaicos. (2017). Paneles fotovoltaicos. Recuperado de: <http://paneles-fotovoltaicos.blogspot.com/>

Valor Futuro. (2014). Colombia firma hoy acuerdo con EE.UU. sobre usos de energías alternativas. Emol, p. 1. Recuperado de:  
<http://www.emol.com/noticias/economia/2014/03/10/648900/colombia-firma-hoy-acuerdo-con-el-departamento-de-energia-de-eeuu-en-usos-de-energias-alternativas.html>