

Diagnóstico de los sistemas fotovoltaicos implementados en la vereda El Guamal del Municipio de Pitalito y los impactos ambientales generados.

Ingry Lorena Ortiz Peña

Ricardo Urbano Imbachi

Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad

Escuela de Ciencias, Agrícolas y Pecuarias del Medio Ambiente

Programa de Ingeniería Ambiental

CCAV Pitalito- Huila

2018

Diagnóstico de los sistemas fotovoltaicos implementados en la vereda El Guamal del Municipio de Pitalito y los impactos ambientales generados.

Ingry Lorena Ortiz Peña

Ricardo Urbano Imbachi

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de ingeniería ambiental

Asesor: Myrian Sofía Guzmán

Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad

Escuela de Ciencias, Agrícolas y Pecuarias del Medio Ambiente

Programa de Ingeniería Ambiental

CCAV Pitalito- Huila

2018

Dedicatoria

A Dios.

Por mostrarme siempre el camino a seguir , por no dejarme decaer infinitas gracias Dios todo poderoso porque sin ti nada es posible eres mi guía incondicional padre amado por darme fortaleza fuerza cuando caigo gloria y honra para ti señor Jesús.

A mis Padres

Siempre han sido mis más orgullo porque si no fuera por ustedes nada de esto fuera posible por verme dado la oportunidad de venir a este mundo, ustedes son ejemplo de padres por que han creado una familia llena de valores y principios, nos enseñaron hacer personas de bien y con su trabajo y esfuerzo siempre lograron sacarnos adelante son mis mayor orgullo los amo.

A mi madre, Margoth: Esa mujer luchadora la que muchos admiran trabajadora que siempre lucho para que fuera alguien en la vida, para que saliera adelante siendo ella un ejemplo a seguir.

A mi padre, Isrrael: Gracias por todos sus sacrificios por mostrarnos el camino a seguir por ser ese ejemplo de padre amigo y hermano, por ser ese hombre que no se rinde a ningún obstáculo en el camino.

A mis hermanos. (a)

José, Norma, Katherine, Leonela: son mis compañeros de lucha, mis amigos mis consentidos a los que siempre cuido de alguna forma, a los que amo con el alma, mis pilares a los que he cuidado desde pequeños y por los que daría mi vida si así fuera le agradezco por estar siempre con migo a los buenas y en las malas.

A mi esposo.

Gracias amor eres lo más maravilloso, siempre has estado cuando más te necesito, eres mi polo a tierra por ser ese hombre que lucha por nosotros por sacar siempre adelante esta familia

que hemos conformado por ser tan comprensivo tolerante y por apoyarme en todas mis locuras, infinitas gracias amor todo esto, nacido posible por ti por tu apoyo incondicional te amo mi vida.

A mi Hijo Santi.

Eres mi mayor orgullo mi retoño mi ratón como te digo de cariño, tu cambiaste mi vida tota pero para bien mostrándome otro mundo donde ya todo gira a tu alrededor eres un amor, por ti luchare hasta que Dios me permita, gracias mi pequeño por darme tantas alegrías, y por cambiar mi vida para bien.

Ingry Lorena Ortiz Peña.

A Dios

Gracias por las bendiciones y alegrías que me permites disfrutar todos los días, por estar a mi lado guiándome, orientándome, alejándome de los peligros y tentaciones presentes en el día a día de mi vida. La gloria sea para ti.

A mis padres

Agradecido con Dios por permitirme disfrutar aun de la compañía de los seres más espectaculares e incondicionales como lo son mis padres, nunca abandonan y siempre están prestos a ofrecerme su mano cuando se necesita.

A mis amigos

No es importante tener bienes y dinero estas cosas vienen y van, la amistad verdadera no tiene barreras y mucho menos precio. Agradecido con cada uno de mis amigos por estar en los momentos de incertidumbre, duda y soledad; siempre están cuando se necesitan prestos a ofrecer su mano incondicional para levantarme, gracias.

Ricardo Urbano Imbachi.

Agradecimientos

A Dios.

Damos gracias todos los días por darnos la vida tan maravillosa que tenemos, sonreímos y somos felices por tenerte siempre en nuestras vidas, colocamos todo en tus manos Dios , nuestra salud, familia, sueños simplemente unas palabras para dar las gracias por darnos la oportunidad de vivir un nuevo día.

A nuestros padres

Son el pilar más importante en nuestras vidas, todo lo bueno que hemos alcanzado es gracias a ustedes. Nuestros logros, triunfos, el camino al éxito se lo debemos a ustedes. ¡Gracias Padres!”.

A la familia

Todo el esfuerzo que ha puesto en nosotros lo necesario es valorado por nosotros de la manera más agradecida. Realmente, les ofrecemos mi satisfacción por darnos tanto sin recibir nada a cambio.

Al Dr. Pedro Martín Silva.

Es tan grande el placer que se experimenta al encontrar una persona como usted que le apostó a jóvenes campesinos en transformarlos y darles la oportunidad de ser profesionales, solo admiración y respeto para usted.

A Miller Darío Rodríguez Cadena.

Infinitas gracias por brindarnos su apoyo por estar incondicionalmente para nosotros, por ser esa persona sincera y clara, muchas gracias por ser parte de este proyecto, por brindarnos su confianza y darme todo el apoyo necesario para que esta meta se cumpliera.

A Dianny Marcela Albornoz Bonilla

te agradezco mucho por todas aquellas veces en las cuales me has ayudado, te admiró por ser tan luchadora por no dejar caer este proyecto y por siempre estar incondicional para nosotros.

A la directora de Tesis Miryan Sofía.

Agradecidos por el apoyo brindado en las etapas del proyecto aplicado, sus observaciones puntuales llevaron a cabo el termino del documento con forme a los requerimientos de la universidad. Muchas gracias ingeniera por su tiempo y compromiso.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Agradecemos a la UNAD, que nos abrió las puertas y nos brindó la oportunidad de realizar nuestros estudios y ser profesionales, y gracias a todas las personas que fueron participes de este proceso que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

A Alexander Morales.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a Alex quien siempre confió en mí y me brindo todo su apoyo, eres una gran persona, por su paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento.

Ingry Lorena Ortiz Peña.

Ricardo Urbano Imbachi.

Contenido

Resumen.....	15
Abstract.....	16
Introducción.....	17
1. Planteamiento del problema	19
2. Justificación.....	20
3. Objetivos	22
3.1.Objetivo general.....	22
3.1. Objetivos específicos	22
4. Marco Referencia.....	23
4.1. Marco teórico.....	23
4.1.2. Contexto global de la energía	23
4.1.3 Movimiento aparente del Sol.....	24
4.1.4 Hora oficial y hora solar.....	25
4.1.5. Geometría de la radiación incidente en sistemas fotovoltaicos	26
4.2 Radiación Solar.....	26
4.2.1 Radiación fuera de la atmósfera terrestre.....	26
4.2.2 Influencia de la atmósfera terrestre en la radiación solar	26
4.2.3 Funcionamiento de una célula solar.....	26
4.2.4 El módulo fotovoltaico	28
5. Marco conceptual.....	29
5.1. Fuentes de energía no renovables.....	29
5.1.2 Fuentes de energía renovables	30
5.1.3 Fuente y transformaciones de energía solar.....	31
5.1.4 Usos de la energía solar	32
5.1.5 Utilización activa de la energía solar.....	32
5.1.6 ¿Qué es un sistema fotovoltaico?.....	33
5.1.7 Módulos fotovoltaicos	33
5.1.8 Celdas fotovoltaicas	34

5.1.9 Marco de vidrio y aluminio.....	34
5.1.10 Inversor	34
5.1.11 Potencia.....	34
5.1.12. Orientación e inclinación de los paneles solares fotovoltaicos.....	35
5.1.13 ¿Cómo se mide la energía solar fotovoltaica?	36
5.1.14. Energía renovable Para el desarrollo agropecuario.	36
6. Metodología	37
6.1. Fase 1: Revisar los sistemas fotovoltaicos implementados en la vereda el Guamal del Municipio de Pitalito e identificar sus condiciones	37
6.2. Fase2: Identificación ambiental	37
6.3. Fase3: valoración por medio de matrices y análisis.....	37
6.4.Fase 4: Elaboración de una cartilla	37
7. Resultados.....	38
7.1. Fase 1: Identificación de la cerca eléctrica con paneles solares en la vereda El Guamal y revisión de los sistemas fotovoltaicos implementados.	38
7.1.2.Caracterización Geográfica de la zona de estudio.	38
7.1.3. Ubicación Geográfica del Municipio.....	38
7.1.4 vereda Guamal	39
7.1.5 Ubicación.	39
7.2. Ubicación de las tres fincas con sistemas solares fotovoltaicos	40
7.2.1Finca N°1. San Lorenzo.....	40
7.2.2 Finca N°1. El Corazón.....	41
7.3.3Finca N°2 Los Nogales.....	42
7.3 Diagnóstico de los paneles solares fotovoltaicos.....	43
7.3.1 Paneles solares fotovoltaicos.	43
7.3.2 Principales equipos que componen la planta solar para las 3 fincas.....	43
7.3.3 Mediciones realizadas en las tres fincas.	45
8. Clima. 51	
8.1 Clasificación del clima.....	51
8.1.2 Recurso solar.....	52

8.1.3	Calculo del generador fotovoltaico.....	52
8.1.4	Desarrollo de la Ecuación.	53
9.	Fase 2. Identificación ambiental.	53
9.1	<i>Componentes ambientales finca San Lorenzo .</i>	55
9.1.2	<i>Componente Biótico.</i>	56
9.1.3	<i>Componentes ambientales Finca Corazón.</i>	60
9.1.4.	Componente Biótico	61
9.1.5.	Componentes ambientales finca Nogales	66
9.1.6	<i>Componente Biótico</i>	68
10.	Fase3: valoración por medio de matrices.	72
10.1	Análisis de las matrices en general.	75
11.	Fase4: Cartilla	77
12.	Conclusiones.	85
13.	Recomendaciones.	87

Lista de tablas

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las celdas fotovoltaicas	36
Tabla.2 Principales equipos que componen la planta solar para las 3 fincas.....	43
Tabla 3 Reporte de Brillo solar del IDEAM AÑO 2016.....	49
Tabla 4. Identificación de flora finca San Lorenzo.....	56
Tabla 5. Arbustos finca San Lorenzo	58
Tabla 6 Identificación de mamíferos finca San Lorenzo.	58
Tabla 7 Identificación de aves finca San Lorenzo.	58
Tabla 8 identificación de árboles finca Corazones.....	62
Tabla 9 identificación arbustos finca Corazones	62
Tabla 10 Identificación de mamíferos finca Corazones.....	64
Tabla 11 identificación de aves finca Corazones.....	65
Tabla 12 Identificación de árboles finca los Nogales.	68
Tabla 13 Identificación de arbustos finca los Nogales.....	69
Tabla 14 Identificación de mamíferos finca los Nogales.....	70
Tabla 15 Identificación de aves finca los Nogales.....	70
Tabla 16 Categoría.	73
Tabla.17 Matriz de impacto causa -efecto para las 3 fincas cuentan con los sistemas Fotovoltaicos.	73

Lista de Figuras.

Figura 1. Sistema geocéntrico según el cual el Sol parece girar alrededor de la Tierra.	25
Figura 2 Curvas corriente-tensión (línea discontinua) y potencia-tensión (línea continua) de una célula solar	27
Figura 3 Semiconductores dopados	29
Figura 4 Localización municipio de Pitalito	38
Figura 5 Identificación vereda Guamal	39
Figura 6 Mapa de la finca San Lorenzo con sus respectivas divisiones	40
Figura 7 Mapa de la finca Corazones con sus respectivas divisiones	41
Figura 8 Mapa de la finca Los Nogales con sus respectivas divisiones.....	42
Figura 9 Panel solar.....	43
Figura 10 Controlador e impulsor	43
Figura 11 Inversor	44
Figura 12 multímetro.....	45
Figura 13 Estaciones del atlas de radiación solar en Colombia.	50
Figura 14 Mapa precipitación.	51
Figura 15 Mapa de brillo solar Pitalito.....	52
Figura 16 Panorámica de la vereda Guamal.	54
Figura 17 Área de reserva finca San Lorenzo.	54
Figura 18 Área de reserva finca San Lorenzo	54
Figura 19 zona de ubicación del panel solar	54
Figura 20 Bosque de Roble	57
Figura 21 Roble negro.....	57
Figura 22 Bosque de Roble	57
Figura 23 Corrales finca San Lorenzo.....	57
Figura 24 Cardenal pico de plata (Ramphocelus dimidiatus).	59
Figura 25 perico verde (forpus conspicillatus)	59

Figura 26 carpinteo pardo (<i>picoides fumigatus</i>)	60
Figura 27 Corrales finca corazón	61
Figura 28 Potreros finca corazón	61
Figura 29 Inversor y batería panel solar finca corazones.....	62
Figura 30 áreas de reserva de la finca Corazones	62
Figura 31 Humedal finca Corazón.	62
Figura 32 Hongos	64
Figura 33 Mirla embarradora (<i>Turdus Ignobilis</i>).	66
Figura 34 Garza Cabeza Pelada (<i>Phimosus infuscatus</i>).	66
Figura 35 potreros finca Nogales	67
Figura 36 corrales finca Nogales	67
Figura 37 comedero ganado finca Nogales.	67
Figura 38 Colibrí Nuqui Azul.	71
Figura 39 <i>Euphonia gordi</i> -Amarilla.	71

Lista de Graficas.

Gráfica 1. Promedio Mes Enero de las 3 fincas.	46
Gráfica 2. Promedio Mes Febrero de las 3 fincas	46
Gráfica 3. Promedio Mes Marzo de las 3 fincas	47
Gráfica 4. Promedio Mes Abril de las 3 fincas	48
Gráfica 5. Promedio Mes Mayo de las 3 fincas	48
Grafica 6. Promedio voltios de cada mes por las 3 fincas.....	49

Lista de anexos

Anexo 1 Formato de encuesta.....	89
---	----

Resumen

El presente proyecto aplicado, se encamina a diagnosticar las unidades fotovoltaicas y describir los impactos ambientales generados al ecosistema a partir del sistema implementado en tres fincas de la vereda el Guamal del municipio de Pitalito, donde producen energía solar y proporcionan pulsos eléctricos a las cercas que son utilizadas para detener y confinar el ganado. El análisis hecho a los sistemas fotovoltaicos fue realizado mediante fases donde se describe los resultados encontrados a partir de una metodología cualitativa y cuantitativa reflejada en trabajo de campo, luego escrita en un documento con todos los soportes implementados para la ejecución del proyecto aplicado y una cartilla con información geográfica de zona de estudio. El desarrollo de los objetivos específicos dio como resultado el establecimiento de información con la cual no contaban los dueños de las fincas donde están implementadas las cercas eléctricas que funcionan con energía solar, a partir de esta información se logró hacer recomendaciones para el efectivo funcionamiento de los sistemas promoviendo la utilización de las energías alternativas renovables en los diferentes procesos económicos de la región para disminuir los impactos negativos al medio ambiente, fortaleciendo y dando a conocer los impactos positivos generados.

Palabras claves: Energía fotovoltaica, información geográfica, energías alternativas, ecosistemas, impactos, pulsos eléctricos, metodología, cuantitativa, cualitativa y diagnóstico.

Abstract

This applied project is aimed at diagnosing the photovoltaic units and describing the environmental impacts generated to the ecosystem from the system implemented in three farms in the village of Guamal in the municipality of Pitalito where they produce solar energy and provide electrical pulses to the fences that they are used to stop and confine livestock. The analysis done to the photovoltaic systems was carried out through phases where the results were described based on a qualitative and quantitative methodology reflected in field work then written in a document with all the supports implemented for the execution of the applied project and a primer with geographic information of study area. The development of the specific objectives resulted in the establishment of information with which the owners of the farms where the electric fences that work with solar energy are not counted from this information it was possible to make recommendations for the effective functioning of the systems promoting the use of renewable alternative energies in the different economic processes of the region to reduce negative impacts on the environment strengthening and making known the positive impacts generated.

Keywords: Photovoltaic energy, geographic information, alternative energies, ecosystems, impacts, electrical pulses, methodology, quantitative, qualitative and diagnostic.

Introducción

Colombia cuenta con una gran variedad de recursos energéticos que han abastecido a gran parte de la población, entre los cuales se encuentran el carbón mineral, gas natural, combustibles líquidos e hidroelectricidad. Sin embargo, a causa del aumento poblacional, el cambio climático y la crisis energética; es necesario buscar otras opciones para generar energías que causen menos daño al medio ambiente y que puedan satisfacer la nueva demanda que se presenta (Caicedo, 2016).

El municipio de Pitalito está ubicado al sur del Departamento del Huila y hace parte de la gran región del Macizo Colombiano. La ubicación estratégica del municipio le permite gozar de condiciones ambientales privilegiadas, incluyendo recursos hídricos y tierras fértiles en varios pisos térmicos. La biodiversidad y sus ecosistemas, es una de las mayores riquezas del municipio de Pitalito. Conservar las áreas protegidas es importante para la provisión de servicios ambientales necesarios para la comunidad para el abastecimiento de agua, aire puro, regulación de plagas, polinización, recreación y regulación de inundaciones entre otros. Adicionalmente le proveen el hábitat a la diversidad de flora y fauna. (Silva, 2015). En este municipio se presenta un clima propicio para la instalación de sistemas fotovoltaicos, donde se dan varias horas de brillo solar las cuales están entre 4 y 5 horas durante el día, según información del (IDEAM, Brillo solar, 2018), teniendo un potencial para la explotación de este tipo de energía alternativa.

La importancia de aplicar las energías alternativas en los procesos económicos del ser humano inicia a partir de la necesidad de conservar y preservar la calidad de los ecosistemas presentes, fomentando la generación de energía limpia y renovable. En el municipio de Pitalito Huila se evidencia la utilización de energías alternativas renovables más exactamente en 3 fincas de la vereda el Guamal de dicho municipio. La implementación de estos sistemas fotovoltaicos realizados por Ecopetrol como mitigación por el impacto negativo que realiza la extracción de petróleo en los subsuelos de toda la geografía Colombiana y la alteración de los ecosistemas naturales presentes. “Territorios Climáticamente Inteligentes”, en el marco del convenio de cooperación celebrado por **LA CAM y ECOPETROL** y cuyo objeto es:” Aunar esfuerzos

técnicos, administrativos y financieros para la implementación de acciones de adaptación y mitigación al cambio y variabilidad climática en el marco del proyecto.

Identificados los prototipos de cercas eléctricas alimentadas con paneles solares en 3 fincas de la vereda el Guamal, se evidencio condiciones ambientales propicias para la transformación y generación de energía limpia donde se presenta también una valoración directa e indirecta de los componentes ambientales en la zona de influencia del proyecto.

Se aclara que no hay un estudio ambiental que presente un diagnóstico de los prototipos de cerca eléctrica alimentada con energía solar considerando importante realizar este análisis, para mostrar la importancia de esta energía alternativa al medio ambiente y el ser humano. Adicionalmente la influencia que tiene la utilización de postes de roble en las cercas tradicionales, teniendo en cuenta que la especie utilizada está protegida por las autoridades ambientales y que está ubicada en el parque natural municipal serranía peñas blancas.

1. Planteamiento del problema

La preocupación mundial por el cambio climático y la producción de dióxido de carbono (CO₂) como aportante principal a la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero, ha llevado a muchos países a tomar decisiones y acciones para diversificar sus canastas energéticas conociendo así la variedad de fuentes de energías que existen en nuestro medio acomodándolas en dos grandes grupos; las energías alternativas y las energías convencionales, con la intención de poner de manifiesto la estructura latente de estas energías, donde el problema radica en el uso excesivo de los combustibles fósiles (que además no son renovables a una escala humana), que por la forma de obtención generan impactos negativos al medio, y la combustión de estos generan los gases efecto invernadero que afectan la atmosfera terrestre. De esta forma se hace necesario implementar procesos de obtención de energías renovables y limpias que no afecten el medio en el cual vivimos.

En cuanto se presenta la alteración antrópica de un ecosistema, se evidencian cambios bruscos en el clima, temperatura entre otras condiciones ambientales existentes. Con estos acontecimientos negativos para el medio ambiente es necesario empezar a implementar tecnologías limpias y renovables como la energía solar para desarrollar algunas actividades económicas que demandan gran cantidad de energía y de esta forma contribuir con la conservación de especies de flora, fauna y el recurso hídrico presente en esta región.

El sector ganadero también hace parte importante de la economía del valle de laboyos, esta actividad no tiene áreas significativas por tal motivo se adoptan estrategias para mejorar el pastoreo de los bovinos en fincas que no cuentan con una extensión geográfica amplia. Las 3 fincas ganaderas optaron por utilizar cercas eléctricas con el fin de disminuir los costos de mantenimiento que genera la distribución de potreros con alambres de púas.

Los sistemas fotovoltaicos para cercas eléctricas disminuyen la utilización de postes de madera en cercos tradicionales, como los que están implementados en la vereda el Guamal, también trae consigo el beneficio ambiental a la región; ya que en sus alrededores existe un

parque natural municipal muy importante llamado Serranía de Peñas Blancas donde se encuentra una especie arbórea maderable como lo es el roble negro (*Colombobalanus excelsa*) utilizado para los postes.

¿Qué aportan al medio ambiente los sistemas fotovoltaicos utilizados para generar energía a cercas eléctricas en la vereda el Guamal?

2. Justificación

A raíz del inadecuado manejo que se ha dado a los recursos naturales y la problemática que se enfrenta cada día con los orígenes de las emisiones de efecto invernadero, las cuales alteran la estructura química del fenómeno natural presente en la tierra, llamado efecto invernadero, provocando el cambio climático o calentamiento global. A partir de lo antes mencionado se busca identificar las condiciones ambientales propicias para la implementación de los sistemas fotovoltaicos y también el aporte que realiza al medio ambiente durante la fase de generación de electricidad, donde se demuestre la reducción de impactos ambientales que se están presentando por el uso de energías convencionales.

La aplicación de energías renovables como la energía solar y fotovoltaica permite implementar el cercado eléctrico. A través de estas alternativas renovables se puede establecer un plan de manejo de ganado mediante la rotación de potreros, aprovechando racionalmente los pastizales disponibles en las fincas y realizando una adecuada división interna en los potreros, mejorando la actividad ganadera ya que la cerca provoca un choque eléctrico a los animales cuando tocan los alambres teniendo un estímulo psicológico que el ganado aprende rápidamente y se adapta al confinamiento deseado, siempre dentro de procesos amigables con el medio ambiente y con las actividades económicas.

La implementación de este sistema de energía renovable proporciona la posibilidad de construir las cercas electrificadas para confinar al ganado, brindando beneficios a la comunidad que implemente su utilización, ya que el cercado eléctrico tiene como ventaja el mantenimiento,

la disminución de postes de madera debido a que se utilizan en menor cantidad ya que la longitud de poste a poste es mayor. Las cercas son fáciles de construir, tienen una larga vida útil, son simples, flexibles y económicos porque requieren menos material y mano de obra que los sistemas convencionales de alambre de púas, los cuales, además, ocasionan daños físicos a los animales y demandan grandes cantidades de madera incrementando la tala de árboles.

En la vereda el Guamal se encuentra “el Parque Natural Municipal Serranía de Peñas Blancas que se creó en el 2014 para conservar un área estratégica para la oferta de servicios ambientales y la regulación climática, garantizar la permanencia, conservación y conexión de los bosques de Roble Negro (*Colombobalanus excelsa*) con un alto grado de amenaza por factores naturales y antrópicos. Otras especies emblemáticas de este parque son el roble blanco (*Quercus alba*), el oso perezoso de dos uñas (*Choloepus hoffmanni*), y el mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*) presente en la serranía de peñas blancas del municipio de Pitalito Huila la tala descontrolada para cultivos, el comercio de la madera, las afectaciones en el sistema de reproducción de la planta y las tasas bajas de crecimiento por año, lo están llevando a la extinción de esta especie endémica”. (Rodríguez, 2017)

Por este motivo los sistemas fotovoltaicos para cercas eléctricas se convierten en una alternativa para conservar los recursos naturales presentes en esta zona de la vereda el Guamal. Con este sistema implementado se protege la flora y fauna existente en las zonas de protección que tienen las fincas aportando oxígeno, captura de carbono disminuyendo la contaminación y aportando a la huella de carbono por las actividades económicas que genera la explotación de los recursos naturales.

La energía obtenida por la radiación del sol es una fuente de energía renovable y limpia, no es necesaria la intervención de un proceso químico, no se emiten ruidos ni residuos contaminantes a la atmósfera y para ser aprovechada sólo hace falta disponer de un sistema que capte, acumule, transforme(Hoyos,2017).

3. Objetivos

3.1.Objetivo general

Diagnosticar los sistemas fotovoltaicos implementados en la vereda El Guamal del Municipio de Pitalito y los impactos ambientales generados.

3.1. Objetivos específicos

- Revisar los sistemas fotovoltaicos implementados en la vereda el Guamal del Municipio de Pitalito e identificar sus condiciones.
- Identificar las condiciones ambientales de las fincas que utilizan los sistemas fotovoltaicos en la vereda el Guamal.
- Valorar y analizar a partir de matrices ambientales, los sistemas fotovoltaicos utilizados en las cercas eléctricas e identificar los impactos ambientales generados.
- Plantear una cartilla con información geográfica de las 3 fincas que cuentan con los sistemas fotovoltaicos.

4. Marco Referencia

4.1. Marco teórico.

4.1.2. Contexto global de la energía

La generación y el suministro de energía es hoy uno de los factores de mayor importancia para el desarrollo de una sociedad moderna, tanto desde el plano económico, como social o de impacto en el entorno medioambiental. En el ámbito empresarial representa un elemento estratégico clave, que condiciona la competitividad de forma sustancial. El modelo energético actual está experimentando transformaciones relevantes como consecuencia de la progresiva irrupción de los recursos renovables, así como por el debate en torno al uso de los combustibles fósiles o de otras fuentes de energía. (Taldea, 2017).

El modelo actual de generación de electricidad muestra desventajas que de alguna manera abren camino y permiten contemplar la alternativa de usar energías renovables, las cuales presentan beneficios como la disminución del impacto al medio ambiente debido al menor grado de afectación, contaminación y destrucción del mismo, una mayor disponibilidad sobre toda la superficie del planeta y el no agotamiento del recurso utilizado (Guevara, 2015).

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico, a su vez compuesto por células capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua. El resto de equipos incluidos en un sistema fotovoltaico depende en gran medida de la aplicación a la que está destinado. (Lamigueiro, 2018).

En la actualidad, Colombia cuenta con una capacidad instalada de 6MW de energía solar, de los cuales más del 50% están destinados a llevar energía a las zonas rurales más apartadas, donde la energía convencional terrestre no ha llegado. Según cifras del IPSE (Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las zonas No Interconectadas), a octubre de 2012, las zonas no interconectadas corresponden al 52% del territorio nacional, 17

departamentos, 5 capitales departamentales, 39 cabeceras municipales, 112 municipios Son estas zonas rurales, debido a sus condiciones, ven la energía solar como una solución a sus necesidades energéticas. (Ospina, 2016).

En la actualidad encontramos El proyecto Celsia Solar, ubicado en Yumbo (Valle del Cauca), les suministrará energía a 8.000 viviendas y contará con 35.000 paneles que evitarán la emisión de unas 6.600 toneladas de CO₂ al año. La inmensa granja, que ahorrará la emisión de unas 6.600 toneladas de CO₂ a la atmósfera, se alinea con las buenas noticias que se han registrado en los últimos años sobre el clima mundial: las energías renovables registraron en 2015 un crecimiento récord de 8 % y los precios bajos del petróleo frenan las inversiones costosas de los grupos petroleros. En China, el consumo bajó en 2014 y 2015, a raíz de la desaceleración de la economía, pero también de la voluntad del Gobierno de luchar contra la contaminación del aire. No en vano, Pekín anunció recientemente la suspensión de casi todos los proyectos de centrales que operan con carbón. (Bibo, 2017).

También encontramos que existen ya colegios que función con energía solar entre esos tenemos, La **Institución Educativa Martinica** en la zona rural de Montería, capital del departamento de Córdoba en Colombia, cuenta con una instalación de **16 paneles solares** que garantizan luz durante **24 horas**. La iniciativa permite que aproximadamente 400 Kilogramos de CO₂ se dejen de emitir. La capital de Colombia, Bogotá, también empieza mostrar avances importantes en el uso de energía solar. Durante el mes de mayo del 2015 fue inaugurado el Colegio Ramón B. Jimeno de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá – EAB – Esta institución cuenta con 100% de iluminación producida con energía solar gracias a la instalación de 148 paneles solares. La inversión que realizó la EAB lo convierte en uno de los pioneros en el cumplimiento de la ley 1715 de 2014. (fotovoltaica, 2016).

4.1.3 Movimiento aparente del Sol.

El movimiento combinado que realiza la Tierra es percibido como un movimiento aparente del Sol a través de la esfera celeste respecto a la superficie terrestre. Este movimiento aparente puede ser descrito mediante ecuaciones vectoriales referidas a dos sistemas de referencia, uno ligado a los ejes terrestres y otro a los ejes locales. Antes, es necesario situar el

punto de observación en la superficie terrestre mediante su pertenencia a un meridiano y su distancia angular al plano ecuatorial. (Lamigueiro, 2018).

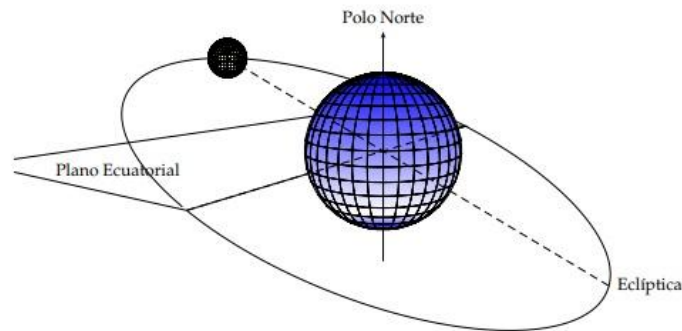


Figura 1. Sistema geocéntrico según el cual el Sol parece girar alrededor de la Tierra.
Fuente: (Lamigueiro, 2018).

4.1.4 Hora oficial y hora solar.

La hora oficial en un punto del planeta es una medida del tiempo ligada a un meridiano, denominado huso horario, que sirve de referencia para una zona determinada. El empleo del movimiento de traslación y rotación terrestre como una medida de tiempo constante no está exento de problemas. Es posible comprobar que la duración del día solar real, definido como el tiempo que transcurre entre dos pasos consecutivos del Sol por el meridiano local, varía a lo largo del año. El promedio anual de esta variación es nulo, y de ahí que se emplee el denominado día solar medio cuya duración es constante a lo largo del año e igual al valor medio de la duración del día solar real. El día solar medio ha estado tradicionalmente ligado a la denominación GMT (Greenwich Mean Time), aunque desde 1972 la medida del día solar medio ha sido sustituida por la UTC (Coordinated Universal Time). La relación entre el tiempo solar medio y el tiempo solar real o aparente se expresa en la denominada ecuación del tiempo, EoT (Lamigueiro, 2018).

4.1.5. Geometría de la radiación incidente en sistemas fotovoltaicos

Es conocimiento común que la potencia entregada por un generador fotovoltaico es tanto mayor cuanto mayor sea el nivel de radiación efectiva incidente en el mismo. El cálculo de la radiación efectiva incluye las pérdidas por reflexión, efecto relacionado con el ángulo formado entre la línea que une el generador con el sol y la perpendicular al plano del módulo. Cuanto mayor es este ángulo, mayor es la radiación reflejada, (Lamigueiro, 2018).

4.2 Radiación Solar

4.2.1 Radiación fuera de la atmósfera terrestre.

La radiación emitida por el Sol atraviesa el espacio vacío en todas direcciones. No sufre pérdidas apreciables por interacción con medios materiales. Sin embargo, la irradiación solar, definida como la densidad de flujo radiante solar¹, es atenuada de acuerdo con el cuadrado de la distancia. Parte de esta irradiación solar es interceptada por el planeta Tierra. Dada la relación entre la distancia con el Sol y el tamaño de nuestro planeta, es razonable asumir que su valor es constante en toda la superficie exterior de nuestra atmósfera. (Lamigueiro, 2018).

4.2.2 Influencia de la atmósfera terrestre en la radiación solar

A su paso por la atmósfera, la radiación solar es sometida a una combinación de procesos de reflexión, atenuación y difusión que alteran sus características. La reflexión en las nubes disminuye la radiación incidente en la superficie terrestre mientras que la absorción por vapor de agua, ozono y CO₂ produce una modificación de las características espectrales de la radiación. Además, la dispersión por partículas modifica la distribución espacial de la radiación. Dependiendo del tamaño de la partícula en interacción pueden distinguirse tres fenómenos de difusión (Lamigueiro, 2018).

4.2.3 Funcionamiento de una célula solar

Como describe la ecuación 4.3, la corriente de una célula solar es un balance entre la fotocorriente y la corriente de oscuridad que, a su vez, depende de la tensión aplicada en los

terminales del dispositivo. Esta relación se representa en la figura 4.6. Cuando la tensión aplicada es nula (la célula está cortocircuitada) la corriente se debe exclusivamente a la fotocorriente. El valor de la corriente permanece casi constante hasta las cercanías del valor de tensión en el que el diodo comienza a conducir (figura 4.3a). A partir de este punto, la corriente disminuye abruptamente hasta alcanzar un valor nulo (célula en circuito abierto) en el punto donde la fotocorriente y la corriente de oscuridad quedan compensadas. Los dos puntos extremos de cortocircuito y circuito abierto quedan definidos con dos parámetros, la corriente de cortocircuito, I_{sc} , y la tensión de circuito abierto, V_{oc} . La corriente de cortocircuito es fácilmente calculable a partir de la ecuación 4.3 sin más que imponer $V = 0$: (Lamigueiro, 2018).

$$I_{sc} = I(V = 0) = I_L$$

Mientras que la tensión de circuito abierto se deduce con la condición $I = 0$:

$$V_{oc} = V(I = 0) = m \cdot \frac{k \cdot T_c}{e} \cdot \ln \left(\frac{I_C}{I_0} + 1 \right)$$

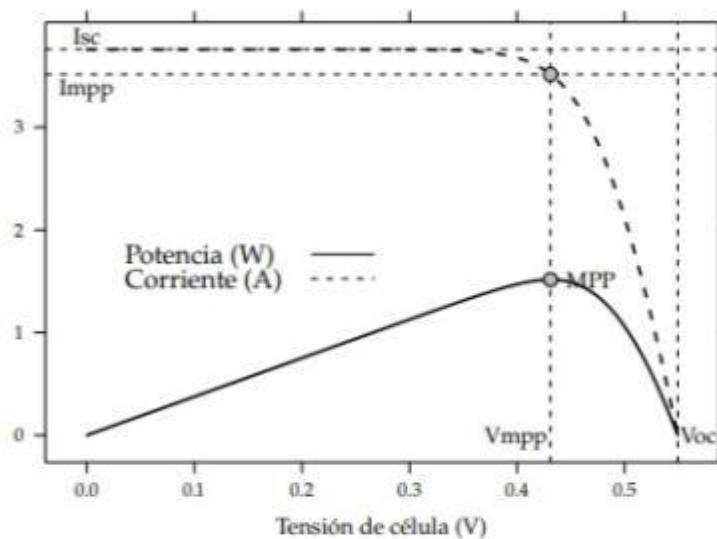


Figura 2. Curvas corriente-tensión (línea discontinua) y potencia-tensión (línea continua) de una célula solar
Fuente: (Lamigueiro, 2018).

4.2.4 El módulo fotovoltaico

Las características eléctricas de una célula no son suficientes para alimentar las cargas convencionales. Es necesario realizar agrupaciones en serie y paralelo para entregar tensión y corriente adecuadas. Un módulo fotovoltaico es una asociación de células a las que protege físicamente de la intemperie y aísla eléctricamente del exterior, dando rigidez mecánica al conjunto. Existen multitud de módulos diferentes, tanto por su configuración eléctrica como por sus características estructurales y estéticas. En general, la asociación de células es encapsulada en dos capas de EVA (etileno-vinilo-acetato), entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico (frecuentemente se emplea el tedlar) u otra lámina de cristal cuando se desea obtener módulos con algún grado de transparencia. Muy frecuentemente este conjunto es enmarcado en una estructura de aluminio anodizado con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica del conjunto y facilitar el anclaje del módulo a las estructuras de soporte. (Lamigueiro, 2018).

Cálculo del generador fotovoltaico (GF)

$$GF = \left(\left(\frac{ET}{V_s} \right) * F_s \right) / Rad$$

Donde;

Vs es el voltaje requerido del sistema solar fotovoltaico, suele oscilar ser 12, 24 o 48 VDC, y en la práctica, los instaladores lo determinan teniendo en cuenta el mayor aprovechamiento del arreglo solar y la disponibilidad de equipos; Fs es el factor de seguridad por el desgaste en el tiempo de los módulos fotovoltaicos, donde la mayoría de los fabricantes consideran que se debe manejar un factor de seguridad 1,2 por el desgaste del 20% de gran parte de los módulos solares fotovoltaicos después de 20 años de haber sido fabricados; y la variable Rad es la radiación solar expresada en KWh/m², que en la práctica los instaladores fotovoltaicos suelen expresar como las horas de radiación diarias disponibles en la zona. (Guerrero, 2011).

Supongamos ahora la existencia de dos semiconductores, uno tipo p y otro tipo n (figura 4.2). Al unirlos físicamente se produce un desequilibrio dada la diferente concentración de electrones y huecos en cada cristal. Para alcanzar el equilibrio se produce la difusión de portadores mayoritarios, de forma que aparece un movimiento de huecos desde el cristal p al cristal n, quedando aquel cargado negativamente. Simultáneamente existe un movimiento de electrones desde el cristal n a cristal p, quedando aquel cargado positivamente. Si los huecos y electrones no fuesen partículas cargadas, este proceso de difusión continuaría hasta alcanzar una concentración uniforme en todo el volumen. (Lamigueiro, 2018).

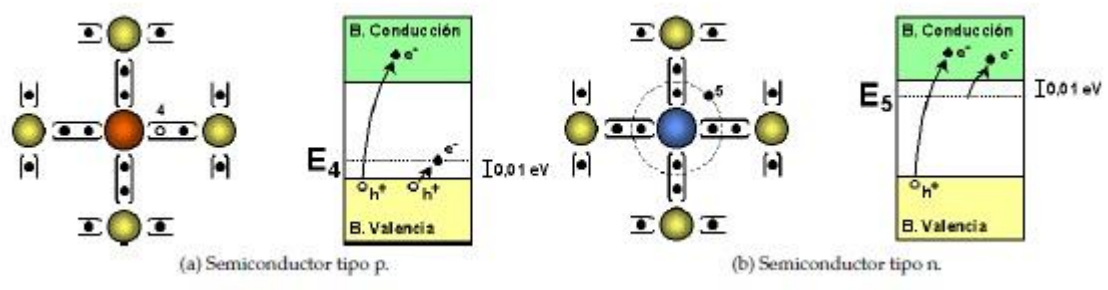


Figura 3. Semiconductores dopados
Fuente: (Lamigueiro, 2018).

5. Marco conceptual.

5.1. Fuentes de energía no renovables.

Se caracterizan por ser consumidas en un periodo de tiempo muy inferior al necesario para su formación. Los inconvenientes principales derivados de su utilización son el propio agotamiento del recurso y la elevada contaminación que causan, tanto por la generación de residuos, como por las alteraciones medioambientales que devengan. (Guevara, 2015)

Carbón: Se origina por la descomposición de vegetales terrestres (hojas, maderas, cortezas, esporas...) que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca

profundidad. Existen varios tipos (turba, hulla, antracita y lignito). Tiene una enorme cantidad de aplicaciones (industria siderúrgica, cemento, carboquímica, etc.), entre ellas la generación de energía eléctrica. (Ceuta, 2016).

Petroleó: es una mezcla heterogénea de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos insolubles en agua. Es un recurso no renovable y actualmente también es la principal fuente de energía en los países desarrollados. Es de origen fósil, fruto de la transformación de materia orgánica procedente de zooplancton y algas que, depositados en grandes cantidades en fondos anoxicos de mares o zonas lacustres del pasado geológico, fueron posteriormente enterrados bajo pesada capas de sedimentos (El petroleo y los recursos no renovables..., 2018)

Gas Natural: es una mezcla de gases que se encuentra generalmente acompañando los yacimientos de petróleo o carbón, como una cápsula situada por encima de ellos. Algunos de los gases que forman parte del gas natural extraído se separan de la mezcla porque no tienen capacidad energética (nitrógeno o CO₂) o porque pueden depositarse en las tuberías usadas para su distribución debido a su alto punto de ebullición. (Ceuta, 2016).

5.1.2 Fuentes de energía renovables

Son aquellas cuyo potencial es inagotable, ya que provienen de la energía que llega a nuestro planeta de forma continua, como consecuencia de la radiación solar o de la atracción gravitatoria de la Luna. Son fundamentalmente la energía hidráulica, solar, eólica, biomasa, geotérmica y las marinas (InstitutoTecnológico de Canarias, 2008).

La bioenergía: obtenerse mediante diversas fuentes de biomasa, a saber, de residuos forestales, agrarios o pecuarios; una rotación rápida de plantaciones forestales; cultivos energéticos; componentes orgánicos de residuos sólidos urbanos, y otras fuentes de desechos orgánicos. Mediante diversos procesos, esos materiales pueden ser utilizados para producir de forma directa electricidad o calor, o para generar combustibles gaseosos, líquidos o sólidos. Las tecnologías de la bioenergía son muy diversas y su grado de madurez técnica varía considerablemente. (Climático, 2011).

La energía geotérmica: es la energía almacenada en forma de calor por debajo de la superficie de la tierra. La energía hidroeléctrica: Es la energía que tiene el agua cuando se mueve a través de un cauce (energía cinética) o cuando se encuentra embalsada a cierta altura (es decir, en forma de energía potencial). En este momento toda la energía hidráulica del agua estará en forma de energía potencial. Cuando se deje caer, se transformará en energía cinética, que puede ser aprovechada para diversos fines. Se trata de una energía renovable. (Hervás, 2018).

La energía oceánica: se obtiene a partir de la energía potencial, cinética, térmica o química del agua de mar, que puede ser transformada para suministrar electricidad, energía térmica o agua potable. Es posible utilizar tecnologías muy diversas: muros de contención de la amplitud de la marea, turbinas submarinas para las corrientes de marea y oceánicas, intercambiadores de calor para la conversión de energía térmica oceánica, y una gran diversidad de dispositivos que permiten controlar la energía del oleaje y los gradientes de salinidad (Climático, 2011).

La energía eólica: tiene su origen en el viento, es decir, en el aire en movimiento. El viento se puede definir como una corriente de aire resultante de las diferencias de presión en la atmósfera provocadas, en la mayoría de los casos, por variaciones de temperatura, debidas a las diferencias de la radiación solar en los distintos puntos de la Tierra. (Energía eólica, 2018).

Energía solar directa: es la que se aprovecha directamente de la radiación solar.

5.1.3 Fuente y transformaciones de energía solar.

La radiación solar es inagotable, como lo indica Serway (2005) 34: “cada segundo 1.340 julios de radiación electromagnética del sol, pasan perpendicularmente a través de un (1) m² en la parte superior de la atmósfera terrestre”; parte de esta energía es reflejada hacia el espacio y la otra llega a la superficie de la tierra, la cual de ser captada puede ser utilizada de manera eficiente. La energía del sol es la fuente de mayor cantidad de energía del planeta; es a través del

proceso de fotosíntesis que se generan los combustibles fósiles, y lo que representa la mayor cantidad de energía disponible (Peralta, 2011).

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene por medio de la transformación directa de la energía obtenida por el sol en energía eléctrica.

5.1.4 Usos de la energía solar

El uso de la energía solar de interés en el desarrollo de este proyecto es la basada en su transformación a electricidad, conocida como energía solar fotovoltaica que utiliza células fotovoltaicas integrantes de módulos solares para destinar el recurso según la forma de aprovechamiento que se adapte mejor a las necesidades de la población a la cual va suplir. (Cindy YoceliI Guevara Agudelo, 2015).

5.1.5 Utilización activa de la energía solar.

Conversión térmica: Se basa en la absorción del calor del Sol. Si el cuerpo es negro, la absorción es máxima y el cuerpo se calienta... y si es blanco refleja las radiaciones y el cuerpo no experimenta variación de temperatura. (Energía Solar, 2018).

Conversión fotovoltaica: La conversión de la energía solar en energía eléctrica está basada casi por completo en el denominado “**efecto fotovoltaico**”, o producción de una corriente eléctrica en un material semiconductor como consecuencia de la absorción de radiación luminosa. (Fuentes de energía).

Aplicaciones

- Electrificación de viviendas rurales
- Suministro de agua a poblaciones
- Bombeo de agua / riego
- Telecomunicaciones: repetidores de señal, telefonía móvil y rural
- Tratamiento de aguas: desalinización, cloración
- Señalizaciones (marítima, ferroviaria, terrestre y aérea) y alumbrado público

- Conexión a la red
- Sistemas de telecontrol vía satélite, detección de incendios.

5.1.6 ¿Qué es un sistema fotovoltaico?

Un conjunto de equipos construidos e integrados especialmente para realizar cuatro funciones fundamentales:

- Transformar directa y eficientemente la energía solar en energía eléctrica
- Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada
- Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada
- Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada

En el mismo orden antes mencionado, los componentes fotovoltaicos encargados de realizar las funciones respectivas son:

- El módulo o panel fotovoltaico
- La batería
- El regulador de carga
- El inversor
- Las cargas de aplicación (el consumo)

5.1.7 Módulos fotovoltaicos

La transformación directa de la energía solar en energía eléctrica se realiza en un equipo llamado módulo o panel fotovoltaico. Los módulos o paneles solares son placas rectangulares formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas protegidas por un marco de vidrio y aluminio anodizado.

5.1.8 Celdas fotovoltaicas

Una celda fotovoltaica es el componente que capta la energía contenida en la radiación solar y la transforma en una corriente eléctrica, basado en el efecto fotovoltaico que produce una corriente eléctrica cuando la luz incide sobre algunos materiales.

Una celda fotovoltaica tiene un tamaño de 10 por 10 centímetros y produce alrededor de un vatio a plena luz del día. Normalmente las celdas fotovoltaicas son color azul oscuro. La mayoría de los paneles fotovoltaicos consta de 36 celdas fotovoltaicas.

5.1.9 Marco de vidrio y aluminio

Este tiene la función principal de soportar mecánicamente a las celdas fotovoltaicas y de protegerlas de los efectos degradantes de la intemperie, por ejemplo: humedad y polvo. Todo el conjunto de celdas fotovoltaicas y sus conexiones internas se encuentra completamente aislado del exterior por medio de dos cubiertas, una frontal de vidrio de alta resistencia a los impactos y una posterior de plástico EVA (acetato de vinil etileno). (San José, 2002).

5.1.10 Inversor

Este componente es necesario debido a que el sistema fotovoltaico genera corriente continua (DC) y para el aprovechamiento de la corriente a suministrar esta debe ser alterna (AC) como la que normalmente utiliza la red eléctrica tradicional. (Cindy Yoceli Guevara Agudelo, 2015).

5.1.11 Potencia.

La capacidad energética nominal de los módulos fotovoltaicos se indica en vatios-pico (Wp), lo cual indica la capacidad de generar electricidad en condiciones óptimas de operación. La capacidad real de un módulo fotovoltaico difiere considerablemente de su capacidad nominal, debido a que bajo condiciones reales de operación la cantidad de radiación que incide sobre las celdas es menor que bajo condiciones óptimas. Por ejemplo, un módulo de 55 Wp es capaz de producir 55 W más o menos un 10 % de tolerancia cuando recibe una radiación solar de 1.000

vativos por metro cuadrado (W/m^2) y sus celdas poseen una temperatura de $25\text{ }^\circ\text{C}$. En condiciones reales, este mismo módulo produciría una potencia mucho menor que 55 W . En el mercado, se pueden encontrar módulos fotovoltaicos de baja potencia, desde 5 Wp ; de potencia media, por ejemplo 55 Wp ; y de alta potencia, hasta 160 Wp . En aplicaciones de electrificación rural suelen utilizarse paneles fotovoltaicos con capacidades comprendidas entre los 50 y 100 Wp . (San José, 2002).

5.1.12. Orientación e inclinación de los paneles solares fotovoltaicos

La orientación más adecuada será colocando los módulos hacia el sur geográfico. Para determinar de forma exacta esta posición se puede utilizar una brújula o bien determinarla según la hora del día, ya que el sur corresponde con las 12 del mediodía hora solar. No hay que confundir la hora solar con la hora oficial, la cual se utilizan en los diferentes países y que se basan en los meridianos. Las doce del mediodía hora solar en España se corresponde con las 13:00 horas. Mientras que de abril a septiembre con el cambio de hora, la diferencia será mayor y corresponderá con las 14:00 horas. (Solar, 2015).

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las celdas fotovoltaicas (Méndez, 2015).

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Alta confiabilidad • Bajos costos de operación • Modularidad • Bajos costos de construcción • No requiere agua en sus diferentes procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos iniciales • Variabilidad del recurso solar

5.1.13 ¿Cómo se mide la energía solar fotovoltaica?

Para su caracterización, los módulos se miden en unas condiciones determinadas denominadas condiciones estándar: 1000 W/m² (1 kW/m²) de radiación solar y 25 °C de temperatura de las células fotovoltaicas. La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en W_p (vatios pico); a esta potencia se la denomina potencia nominal del módulo. (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008).

5.1.14. Energía renovable Para el desarrollo agropecuario.

Sistemas aislados para usos productivos. Además de la aplicación de electrificación de las viviendas rurales, se puede aplicar la energía solar fotovoltaica para usos productivos y comerciales, sobre todo en la agricultura. Ejemplos de este uso son:

- Bombeo de agua para irrigación y cercas eléctricas para ganadería: Este permite aumentar la productividad del área cultivable y diversificar el cultivo.
- Refrigeración de alimentos: Incrementa la calidad del producto y permite mayores márgenes de tiempo entre cosecha y entrega en el mercado.
- Comunicación: Facilita la venta en mercados alejados y el acceso a información de precios en el mercado.
- Iluminación: Permite el procesamiento de cultivos y productos en horas de la noche y en áreas cubiertas.

La capacidad y configuración de un sistema para usos productivos depende de la aplicación. Por ejemplo, los sistemas de bombeo de agua generalmente no requieren de baterías, mientras que aplicaciones que exigen una disponibilidad de energía continua, como la refrigeración, sí la necesitan. (San José, 2002).

6. Metodología

El desarrollo del trabajo se va a presentar por fases, de esta manera cumpliendo con los objetivos específicos del proyecto. La metodología que se piensa aplicar para este estudio es de tipo cuantitativa y cualitativa, la primera debido a que se pretende examinar los datos de forma numérica para determinar el dimensionamiento de las instalaciones de los sistemas fotovoltaicos implementadas en la vereda el Guamal y la segunda, para obtener la información correspondiente a los aspectos ambientales de cada una de las fincas donde generan energía limpia y renovable como lo es la energía solar a partir de la actividad económica ganadera.

- **6.1. Fase 1: Revisar los sistemas fotovoltaicos implementados en la vereda el Guamal del Municipio de Pitalito e identificar sus condiciones:** Ubicación y funcionamiento de los paneles solares los cuales están directamente relacionado con el comportamiento climático del lugar de instalación, brillo solar y radiación solar.

6.2. Fase2: Identificación ambiental: Una vez identificada el área de influencia del prototipo fotovoltaico se define las actividades propias de la zona con las cuales se realiza la identificación ambiental y evaluación de impactos en el escenario con el fin de definir la tendencia ambiental de las condiciones de los sistemas físico, biótico, socioeconómico y cultural).

6.3. Fase3: valoración por medio de matrices y análisis: Identificación de impactos ambientales mediante el uso de una matriz de relación causa-efecto donde se relacionan los factores ambientales identificados.

6.4. Fase 4: Elaboración de una cartilla: Con lo realizado elaborar una cartilla, con l ubicación y sus impactos.

7. Resultados

7.1. Fase 1: Identificación de la cerca eléctrica con paneles solares en la vereda El Guamal y revisión de los sistemas fotovoltaicos implementados.

7.1.2. Caracterización Geográfica de la zona de estudio.

7.1.3. Ubicación Geográfica del Municipio.

El municipio de Pitalito está localizado en la zona sur del Departamento del Huila a 1°, 52'' latitud norte, 76°,02'' longitud oeste, distancia de Neiva 188 Km., tiene una extensión de 591 Km2. limita al norte con los municipios de Timaná, Elías y Saladoblanco, al occidente con los municipios Isnos y San Agustín, al sur con el municipio de Palestina y el departamento del Cauca, al oriente con el municipio de Acevedo.

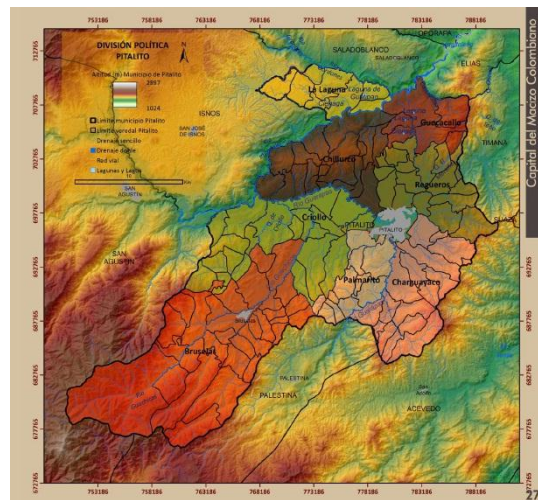


Figura 4 Localización municipio de Pitalito
Fuente: Atlas Ambiental y de la biodiversidad de Pitalito

7.1.4 vereda Guamal

Esta vereda se ubica en el corregimiento de Regueros del municipio de Pitalito, cuenta con 120 viviendas aproximadamente según información de la junta administradora de acueducto de la vereda el Guamal. Es una región donde abunda el recurso hídrico con topografía plana y una parte de montaña boscosa donde se encuentra el roble negro y otras especies arbóreas que hace parte de la serranía de peñas blancas, en esta región se presenta un clima medio donde con mucha frecuencia el sol está más o menos 4.3 horas del día, por tanto su clima es propicio para implementar energías alternativas como la solar. Se encuentra a 3 kilómetros del casco urbano del municipio de Pitalito y es reconocida por sus piscinas de agua natural.

7.1.5 Ubicación.



Figura 5 Identificación vereda Guamal
Fuente: Identificación de humedales de Pitalito

7.2. Ubicación de las tres fincas con sistemas solares fotovoltaicos

7.2.1 Finca N°1. San Lorenzo.

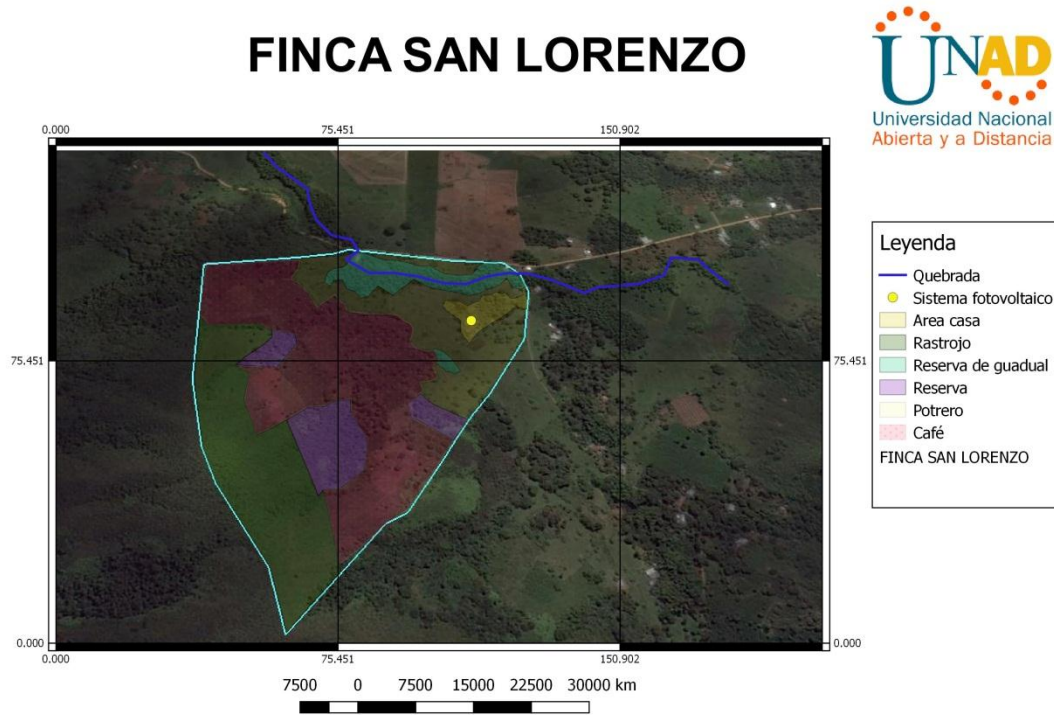


Figura 6 Mapa de la finca San Lorenzo
Fuente: Lorena Ortiz Peña.

La finca San Lorenzo de propiedad de la familia Ortiz cuenta con un área superficial de 254,926 metros cuadrados.

7.2.2 Finca N°1. El Corazón.

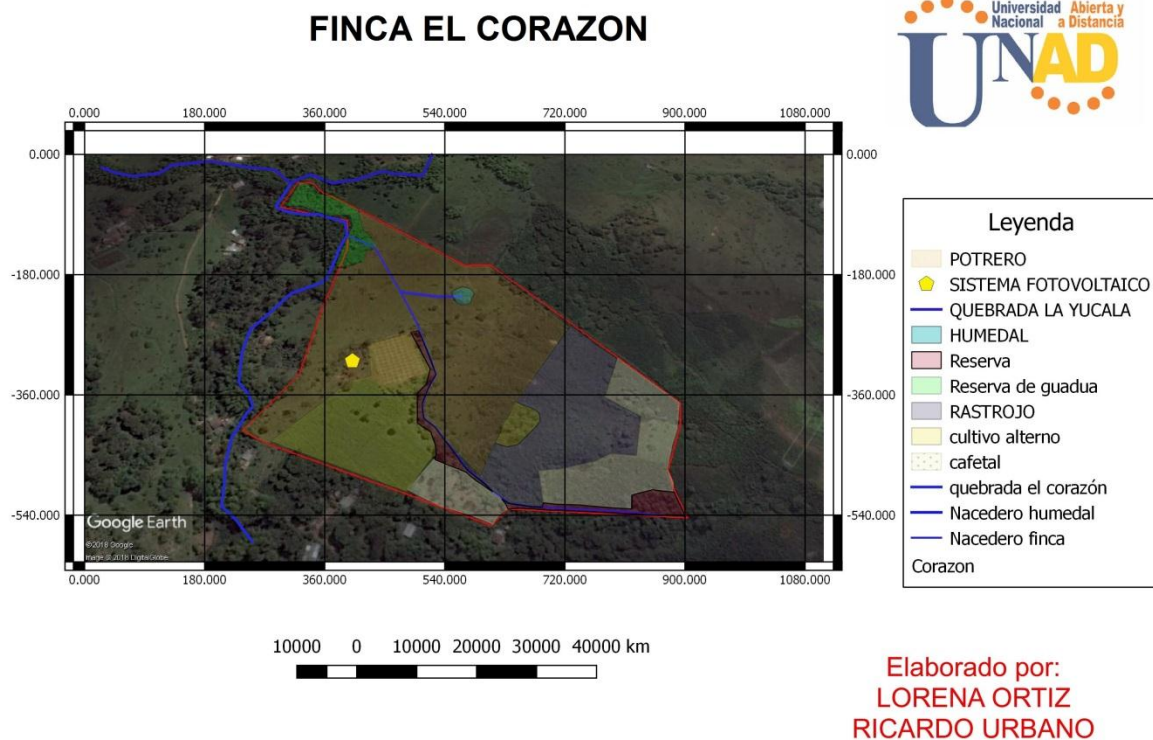


Figura 7 Mapa de la finca Corazones con sus respectivas divisiones
Fuente: Lorena Ortiz Peña.

La finca el corazón de propiedad de la familia Urbano cuenta con un área aproximada de 87,433 metros cuadrados.

7.3.3 Finca N°2 Los Nogales.

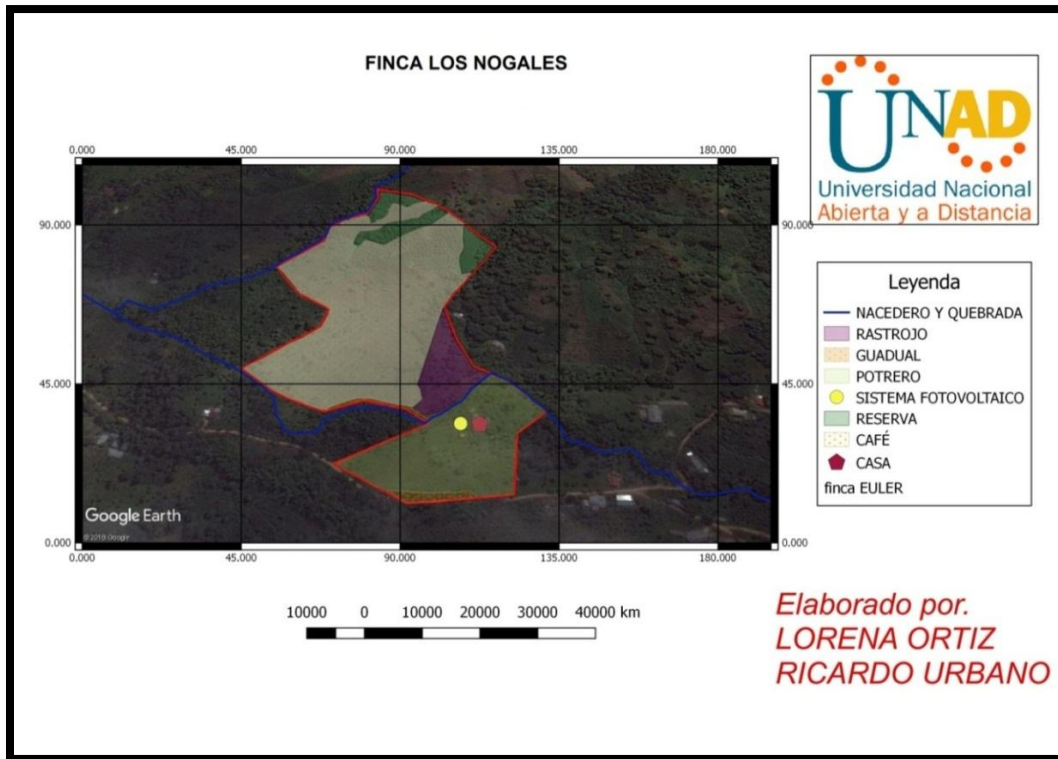


Figura 8 Mapa de la finca Los Nogales
Fuente: Lorena Ortiz Peña.

La finca los nogales de propiedad de la familia González cuenta con un área aproximada de 107,448 metros cuadrados.

7.3 Diagnóstico de los paneles solares fotovoltaicos.

7.3.1 Paneles solares fotovoltaicos.

El panel se encarga de transformar la luz solar en energía eléctrica, el controlador mantiene la corriente directa entre los 11 y 13,5 voltios y por último el impulsor envía los pulsos para alimentar la cerca hasta unos 75 kilómetros.

A su vez, la batería almacena energía para alimentar el mecanismo durante la noche. En el día, la cerca funciona con la radiación solar convertida por el panel y además acumula el excedente para recargar la batería, aun en días nublados. Es por esto que la implementación de las cercas eléctricas mediante la aplicación de tecnologías renovables es una alternativa viable, exitosa para los ganaderos y sobre todo amigable con el medio ambiente.

7.3.2 Principales equipos que componen la planta solar para las 3 fincas.

Los sistemas fotovoltaicos de las 3 fincas funcionan de la misma forma, teniendo en cuenta que están ubicadas a pocos metros entre las mismas y las condiciones ambientales para el funcionamiento es similar. Para captar y transformar la luz solar se utilizan 3 paneles, 3 controladores, 3 impulsores y 3 baterías todos estos dispositivos de igual marca y capacidad como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla.2 Principales equipos que componen la planta solar para las 3 fincas.

EQUIPO	MARCA Y TIPO	N° EQUIPOS	FUNCION
Paneles solares Fotovoltaicos	TECNIGREEN (policristal) UPS-6M-80P 36	3	Captar y transformar la luz solar en energía directa (dc) mediante la fotorreacción de las 64 celdas que componen el panel.
Controlador	CE ROHS-10A	3	Controlar la entrada y salida de energía directa generada por el panel hacia el impulsor y la batería.

Impulsador	SUPER FOX 75km	3	Amplificar el voltaje que recibe del panel y batería (12 vdc) a 10000 vdc. También enviar pulsos con un intervalo de 3 segundos a la cerca con un voltaje de 10000 vdc cada milisegundo.
Batería	FU RECHARGABLE VRLA 25 H	3	Almacena energía durante el día para que en la noche o en condiciones ambientales de poca generación por el panel el sistema sea autónomo.

Imágenes de dispositivos para captar, almacenar y distribuir la energía solar.



*Figura 9 Panel solar.
Fuente:: Ricardo Urbano*



*Figura 10. Controlador e impulsor
Fuente:: Ricardo Urbano*



*Figura 11. Inversor.
Fuente: Ricardo Urbano*

7.3.3 Mediciones realizadas en las tres fincas.

Las medidas de voltaje que se hicieron a los paneles teniendo en cuenta las características suministradas por la empresa que instalo el sistema dice; que el panel en condiciones propicias genera 23 voltios de energía directa con una tolerancia de 21 a 23 vdc. Los voltajes tomados con un multímetro, se realizaron en las tres fincas como se muestra en los anexos 1 y en la siguiente imagen.



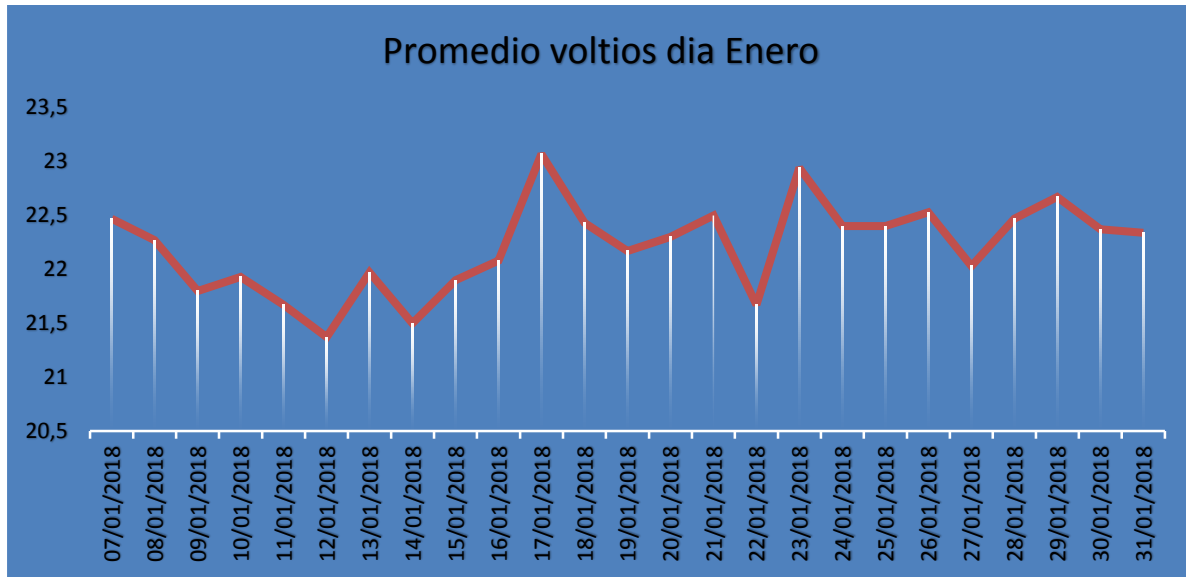
*Figura 12 multímetro
Fuente: Ricardo Urbano*

Graficas de funcionamiento de los paneles solares.

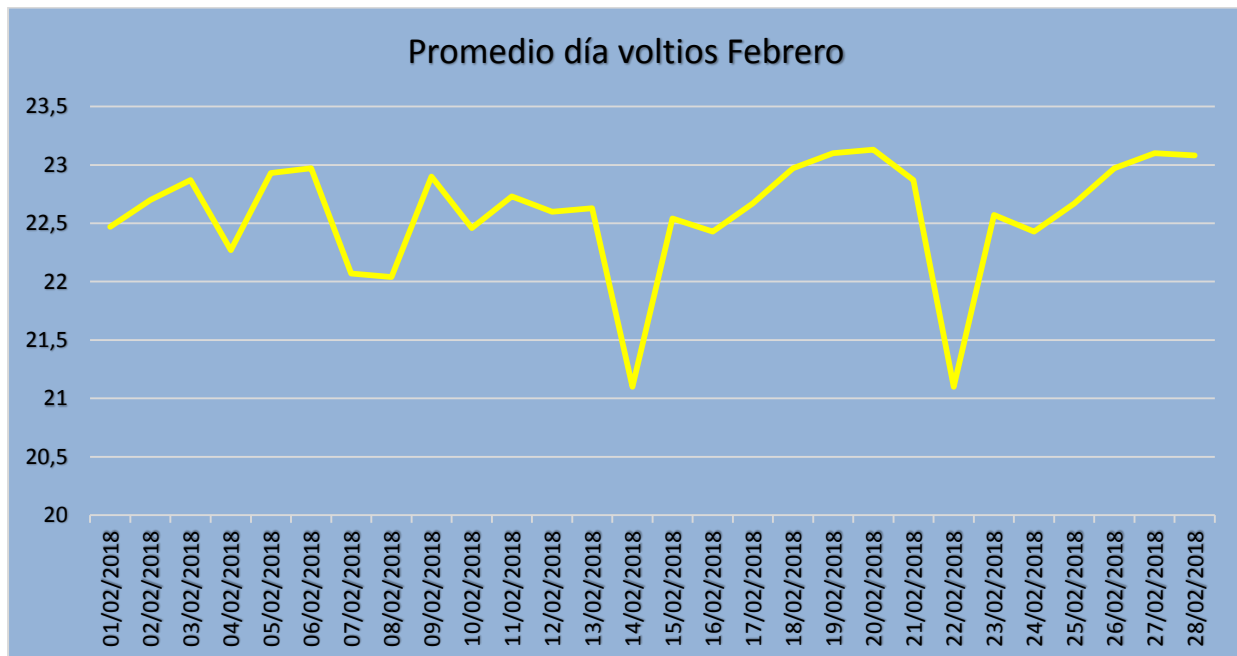
El seguimiento hecho a los sistemas fotovoltaicos implementados en la vereda el Guamal, se realizó desde el 7 de enero de 2018 hasta el 11 de Mayo de 2018 mostrando los resultados en las siguientes gráficas y en el anexo 1, donde se muestra la variabilidad de voltaje producido

diariamente por los paneles ya que la medición se tomó 3 veces al día en las 3 fincas que cuentan con la energía solar.

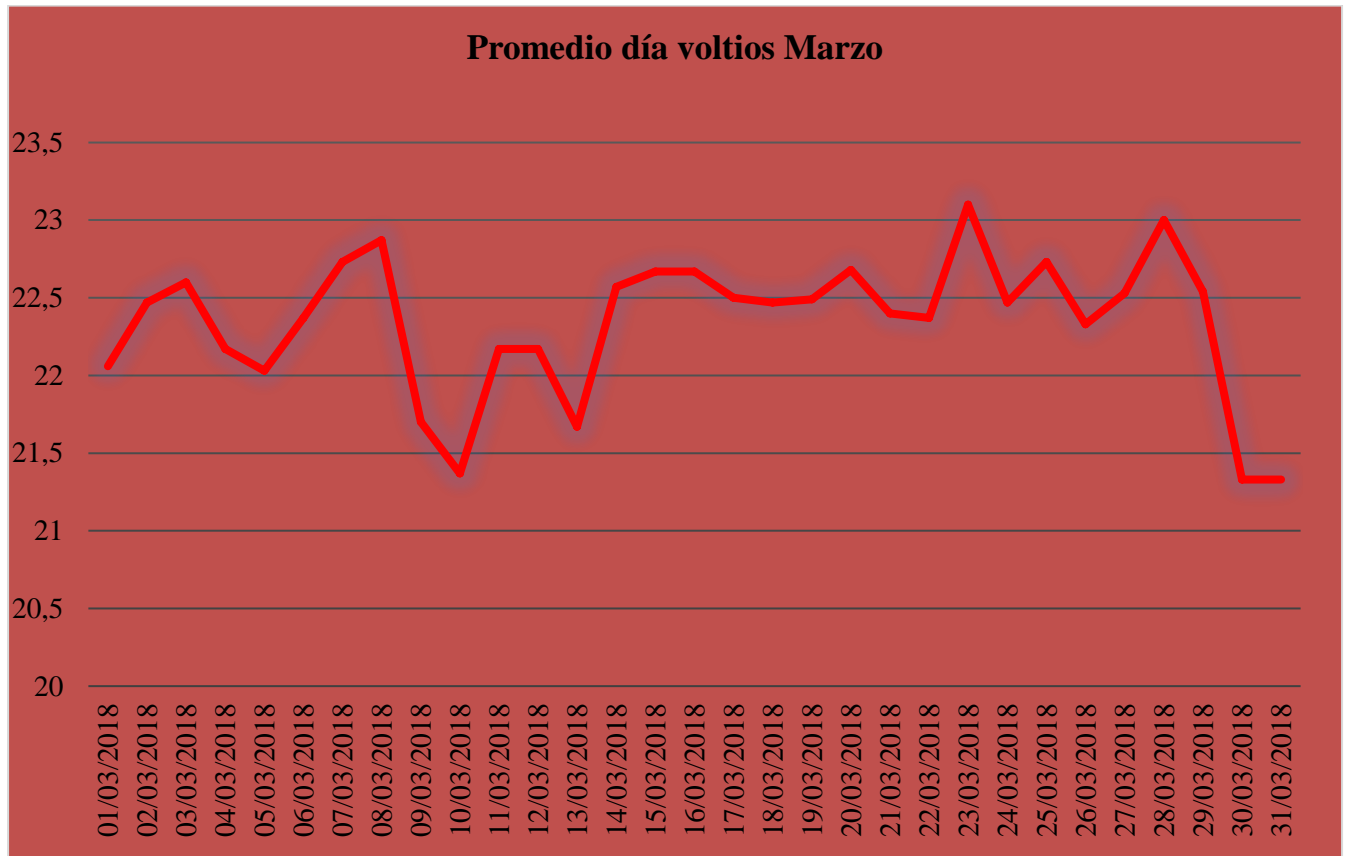
Gráfica 1. Promedio Mes Enero de las 3 fincas.



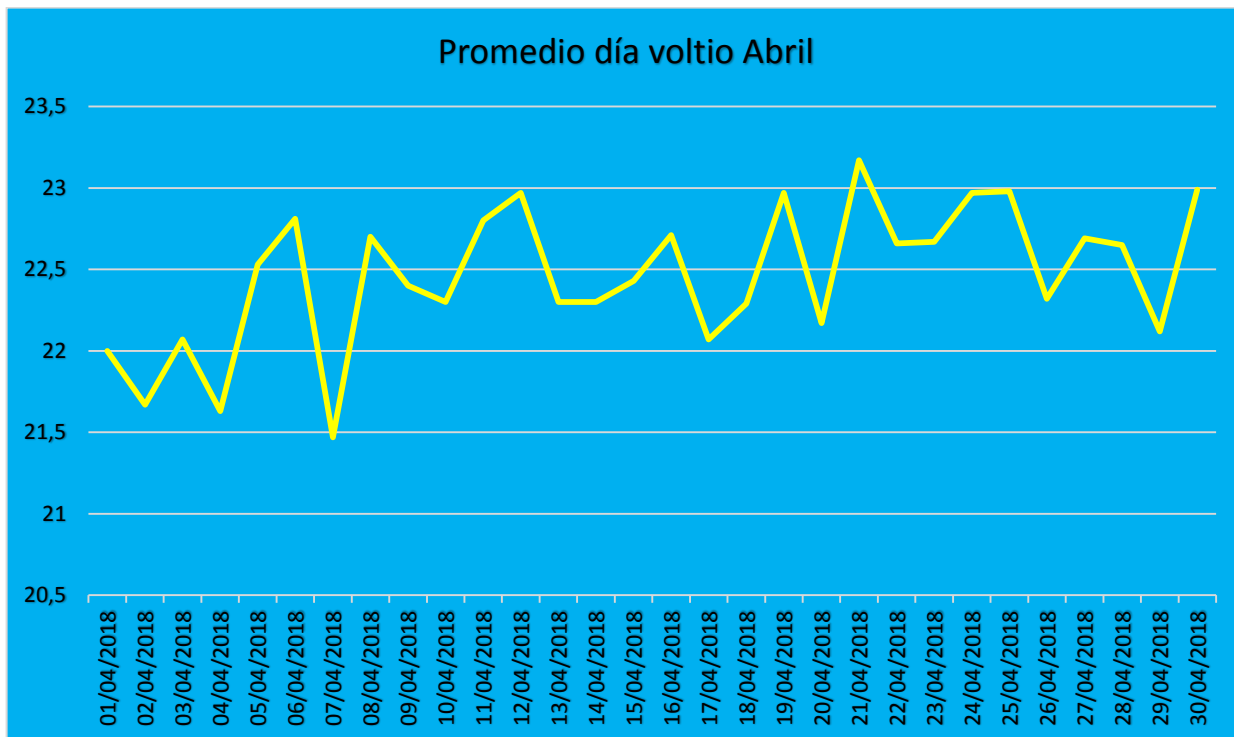
Gráfica 2. Promedio Mes Febrero de las 3 fincas.



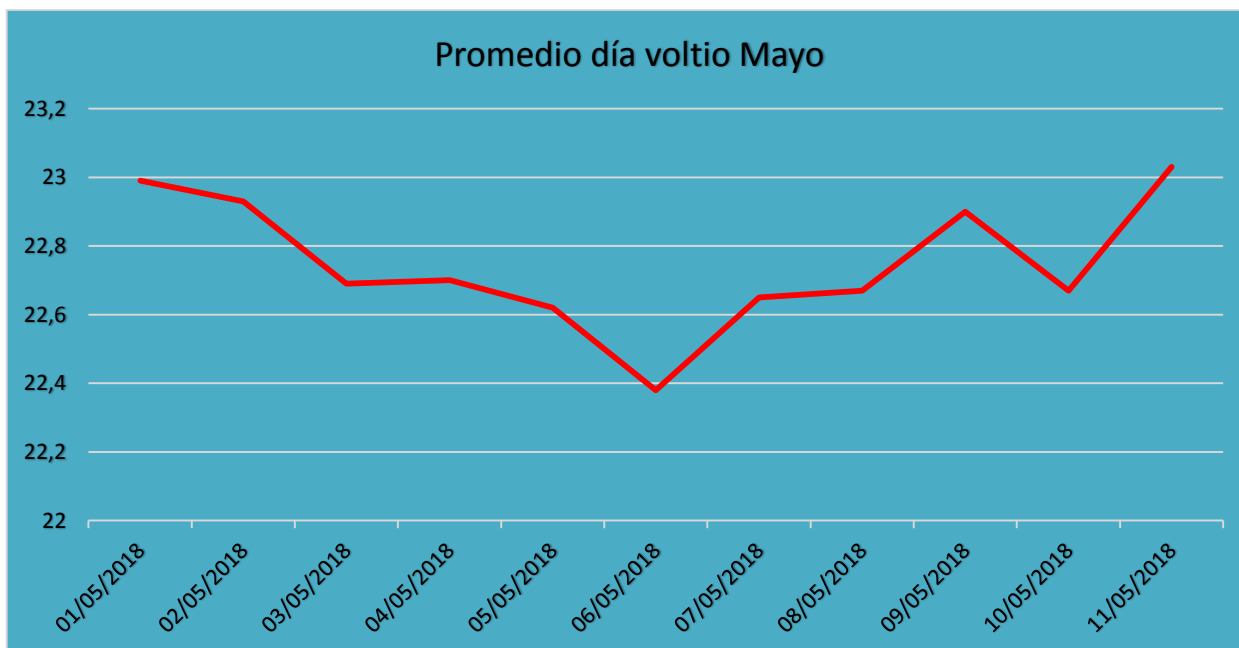
Gráfica 3. Promedio Mes Marzo de las 3 fincas.



Gráfica 4. Promedio Mes Abril de las 3 fincas.



Gráfica 5. Promedio Mes Mayo de las 3 fincas.



Grafica 6. Promedio voltios de cada mes de las 3 fincas.

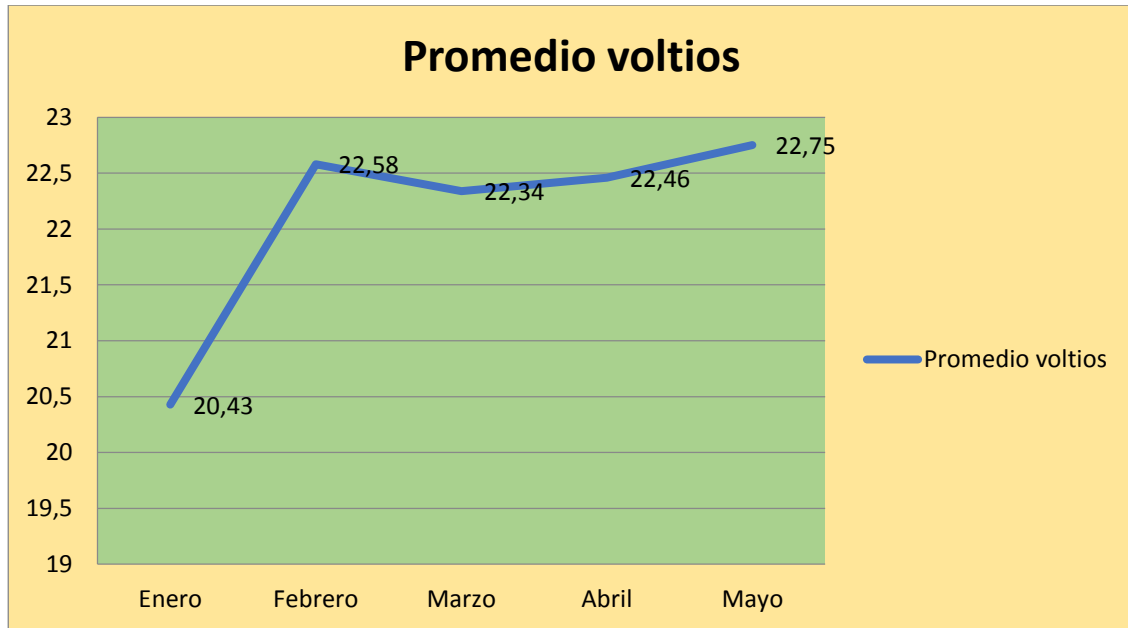


Tabla 3 Reporte de Brillo solar del IDEAM AÑO 2016.

Brillo solar durante el año 2016	HORA S DIAS
ENERO	4 y 5
FEBRERO	4 y 5
MARZO	4 y 5
ABRIL	3 y 4
MAYO	3 y 4
JUNIO	3 y 4
JULIO	3 y 4
AGOSTO	4 y 5
SEPTIEMBRE	4 y 5
OCTUBRE	4 y 5

NOVIEMBRE	4 y 5
DICIEMBRE	4 y 5

Según los resultados de las gráficas se puede evidenciar que durante el mes de enero fue donde se presentó menor captación de voltios durante el día por el panel solar ya que se obtuvo 20,47 voltios promedio en el día y el mes donde se presentó más captación de rayos solares por el panel fue durante los primeros días del mes de mayo con 22,46 voltios de captación, en comparación con el reporte del IDEAM del año 2016 en el anexo 2 se evidencian los mapas de brillo solar que se presentaron para este año, mostrando las horas de brillo solar para la zona de Pitalito Huila, el cual oscila entre 3 y 4, 4 y 5 horas de sol durante el día, podemos decir que para este tipo de uso el clima y temperatura son óptimos para el funcionamiento del prototipo para cerca eléctrica.

En esta imagen se muestra los datos del Rad (Radiación solar).

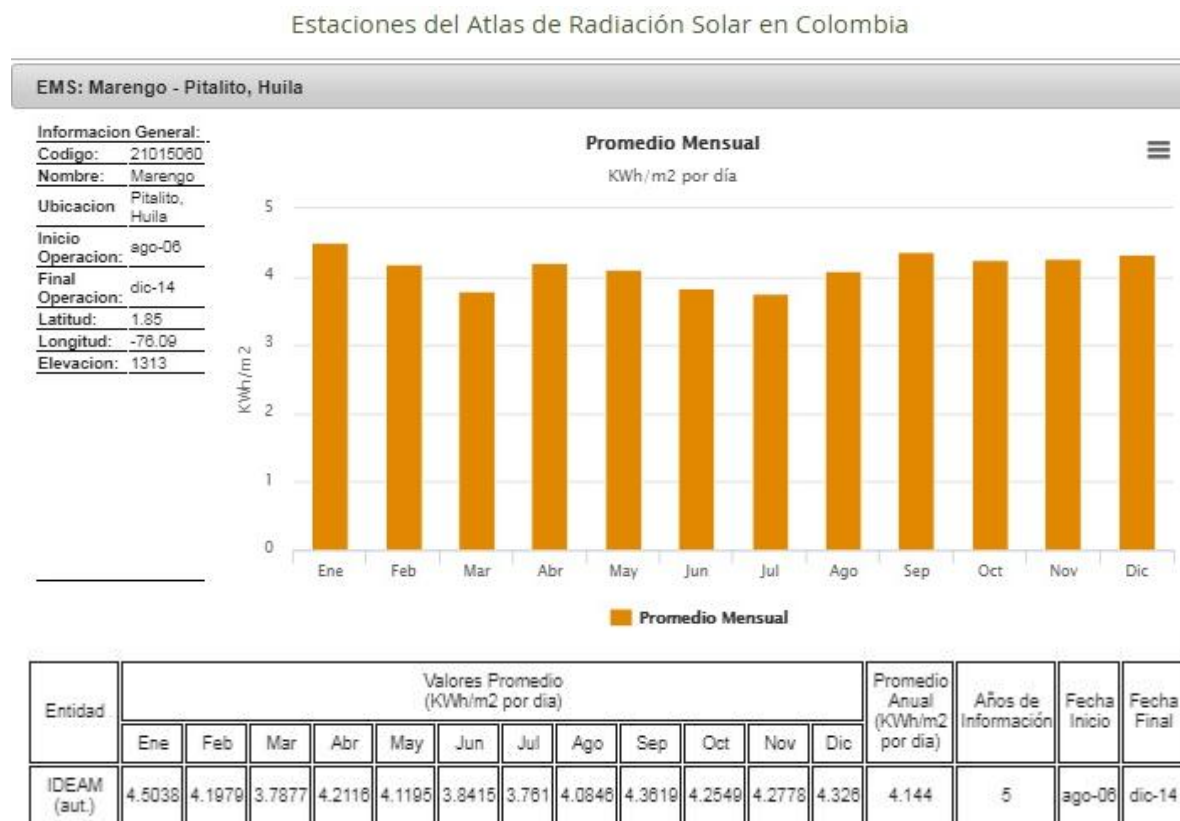


Figura 13 Estaciones del atlas de radiación solar en Colombia

Fuente: (IDEAM A. , 2014)

8. Clima.

8.1 Clasificación del clima

Las condiciones climáticas en el municipio de Pitalito son relativamente homogéneas. La mayor proporción del territorio presenta un clima templado seco. Un área de menor tamaño al sur-este del municipio, en las partes más altas cerca del nacimiento del río Guachitos, presenta clima frío húmedo. Un poco más hacia abajo, en altitudes intermedias, se presenta un clima frío seco. (Alcaldía de pitalito, 2015).

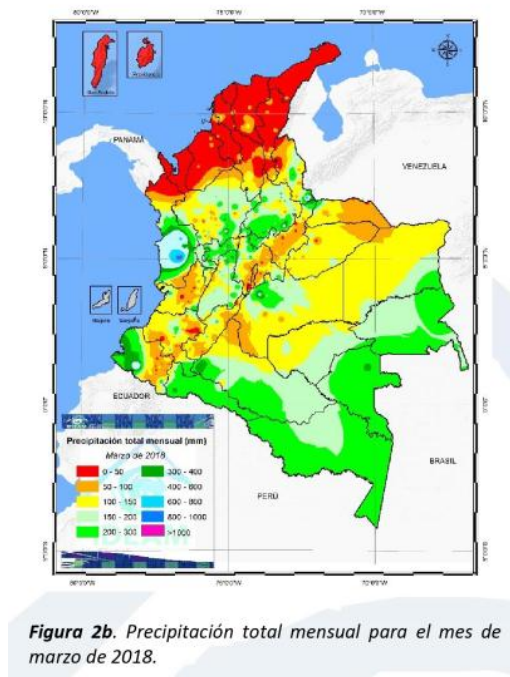
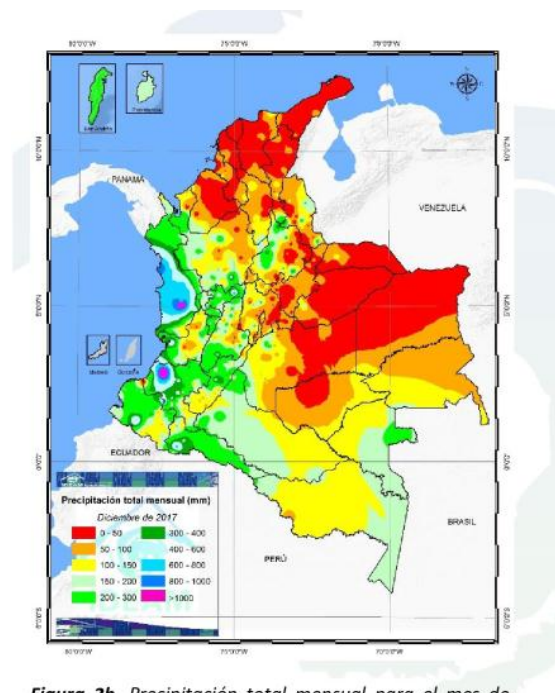


Figura 14 Mapa precipitación.
Fuente: Boletín climatológico mensual IDEAM 2018

8.1.2 Recurso solar.

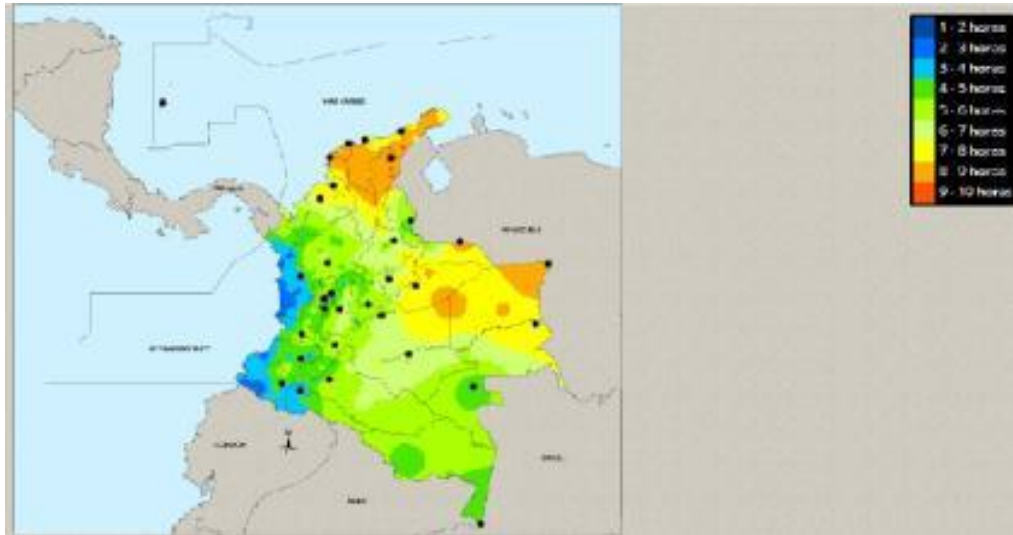


Figura 15 Mapa de brillo solar Pitalito
Fuente: (IDEAM, Brillo solar, 2018).

8.1.3 Calculo del generador fotovoltaico.

Para realizar el cálculo de la generación eléctrica del panel fue necesario utilizar la siguiente formula:

$$GF = \left(\left(\frac{ET}{Vs} \right) * Fs \right) / Rad$$

Dónde:

GF = Generador fotovoltaico

ET = Consumo electrico total

Vs = Voltaje

Fs = factor de seguridad por el desgaste en el tiempo de los modulos

Rad = Radiacion solar.

A partir de la información encontrada en la teoría (Estaciones de atlas de radiación solar en Colombia) y la información recolectada en campo acerca de los dispositivos. (Panel solar e impulsador).

8.1.4 Desarrollo de la Ecuación.

Datos:

$GF = ?$

$ET = 12 V_{DC}$ (con los que funciona el impulsador)

$V_{DC} = 22.11 V_{DC}$ (Promedios de los voltios generados por los paneles solares durante 5 meses de seguimiento.)

$F_s = 1.2$

$Rad = 4.144 Kwh/m^2$

$$GF = ((12 V_{DC} / 22.11 V_{DC}) * 1.2) / 4.144 Kwh/m^2$$

$$GF = 0.15 Kwh/m^2$$

$$\frac{1 Kw \rightarrow 1000w}{0.15 Kwh/m^2} = \mathbf{150 wh/m^2}$$

El generador fotovoltaico, produce **150 wh/m²** esto quiere decir que por cada metro cuadrado de radiación el panel solar de 80W produce 150Wh.

9. Fase 2. Identificación ambiental.

Para la identificación de la flora y fauna en campo se realizaron visitas por los estudiantes de ingeniería ambiental y encuestas, las cuales corresponden al 100% de las fincas (3) con aprovechamiento de energía solar fotovoltaica, además se realizó 15 encuestas a los habitantes en la zona de influencia de los paneles solares y el parque natural municipal serranía de peñas blancas. Las encuestas se encuentran en los anexos del trabajo.



Figura 16 Panorámica de la vereda Guamal.
Fuente: Ricardo Urbano.



Figura 17 Área reserva finca San Lorenzo.
Fuente: Ricardo Urbano



Figura 18 Área de reserva finca San Lorenzo
Fuente: Ricardo Urbano



Figura 19 zonas de ubicación del panel solar.
Fuente: Ricardo Urbano

9.1 Componentes ambientales finca San Lorenzo. Dentro de estos componentes tenemos:

Componente abiótico.

Aire: En la finca San Lorenzo se evidencio que no hay afectaciones al componente ambiental aire, ya que no cuenta con cultivos transitorios que utilizan aspersiones con agroquímicos para el control de plagas. Cuenta con un área de reserva de 14,864 metros cuadrados dividido en 3 lotes como se muestra en la imagen, prestando una captura de carbono considerable ayudando a purificar el aire de la zona.

Suelo: Las condiciones del suelo encontradas en la finca San Lorenzo indicaron que no hay erosiones ni manejos inadecuados de las propiedades físicas, observando que hay cultivos de café y potreros. El porcentaje de inclinación no supera el 15% haciendo posible el desarrollo de actividades agrícolas ya que el 65% está en la parte pendiente del predio y el 35% es plano. El área total de la finca es de 254,926 metros cuadrados.

Agua: En la vereda el Guamal del corregimiento de regueros se encuentra ubicadas dos áreas de protección las cuales conservan la fuente hídrica llamada yucala con una extensión de 44.7 hectáreas, alto filo con una área de 29.7 hectáreas y la barniza con una área de 15.0 hectáreas administrada por la JAC. Estas reservas hacen parte de la cadena montañosa llamada serranía de peñas blancas y la fuente hídrica yucala abastece el acueducto de la vereda el Guamal registrado en cámara y comercio el cual beneficia a 90 usuarios, cuenta con la concesión de agua que expide la CAM, esta a su vez hace su recorrido oriente-occidente por el gradual de la finca San Lorenzo y también es alimentada por los nacimientos y escorrentías de la misma finca. Además se encontró otro afluente llamado quebrada el corazón que cuenta con un caudal significativo que de igual manera es un afluente de la quebrada la yucala.

Paisaje: Las áreas protegidas son el eje central para las estrategias de conservación, protección y preservación de los recursos naturales, sociales y la sostenibilidad de la diversidad

biológica; lo cual las convierte en un eje fundamental como estrategia de mitigación para el cambio climático. En la finca San Lorenzo se observó un paisaje diverso con áreas protegidas y guaduales por la Riviera de la quebrada la Yucala en la cuenca media de la misma.

9.1.2 Componente Biótico.

Flora:

Identificación de flora y fauna en la finca San Lorenzo donde se encuentra uno de los sistemas fotovoltaicos

En la siguiente tabla se encuentra un listado de los árboles identificados en la finca San Lorenzo y en la serranía de peñas blancas, donde se encuentra como especie amenazada el roble negro.

Tabla 4. Identificación de flora finca San Lorenzo.

Arboles		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Roble negro	Colombobalanus excelsa	Fagaceae
Roble blanco	Tabebuia heterophylla	Bignoniaceae
Jiquimillo	Thesphesia populnea	Malvaceae
Guamo	Inga codonantha	Mimosaceae
Caucho	Ficus elastica Roxb.	Moraceae
Lacre	Vismia brasiliensis	Gutíferas
Guadua	Angustifolia Kunt.	Poaceae
Palma boba	cyathea microdunta	Cyatheaceae
Chunche o manzanillo	Toxicodendrum striatum	Anacardiaceae
Balso	Ochroma pyramidale	Bombacaceae
Caña agria	Costus spicatus	Zingiberáceas
Cachimbo	Erythrina poeppigiana	Fabaceae
Guayabo	Fabaceae	Myrtaceae
Caimo	Chrysophyllum cainito	Sapotaceae
Vallo blanco		
Nogal Cafetero	Cordia alliodora	Boraginaceae
Nacedero	Trichanthera gigantea	Acanthaceae
Yarumo	Cecropia peltata	Cecropiaceae
Laurel	Laurus nobilis	Lauraceae
Cordoncillo	Piper aduncum	Piperaceae

Pata de vaca	<i>Bauhinia variegata</i> L	Fabaceae
Arrayan	<i>Luma apiculata</i>	Myrtaceae
Pepa de mono		
Cerinde	<i>Inga spuria</i>	Fabaceae
Granizo	<i>Dasyphyllum excelsum</i>	<u>Asteraceae</u>
Hojiancho	<i>hieronyma rufa.</i>	Phyllanthaceae



Figura 20 Bosque de Roble
Fuente: Lorena Ortiz



Figura 21 Roble negro
Fuente: Lorena Ortiz



Figura 22 Bosque de Roble
Fuente: Lorena Ortiz



Figura 23 Corrales finca San Lorenzo.
Fuente: Ricardo Urbano

En la tabla a continuación se enunciaron algunos arbustos encontrados en el área de influencia de los sistemas fotovoltaicos.

Tabla 5. Arbustos finca San Lorenzo.

Arbustos		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Caña Agria	<i>Cheilocostus speciosus</i>	Zingiberáceas
Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae
Helechos	<i>Rumhora adiantiformis</i>	Dryopteridaceae
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae

Fauna

A continuación la fauna encontrada en la finca San Lorenzo según la identificación en campo y la encuesta realizada a los dueños de los predios. Se dividió en dos grupos los individuos, mamíferos y aves como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 6 Identificación de mamíferos finca San Lorenzo.

MAMIFEROS		
Nombre común	Nombre científico	familia
Guara	<i>Dasyprocta punctata</i>	Dasiproctidae
Chucha	<i>Didelphis marsupialis</i>	Didelphidae
Conejos de monte	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Leporidae
Armadillo	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Dasypodidae
Ardilla	<i>Sciurus granatensis</i>	Sciuridae
Ratón de agua	<i>Nectomys magdalenae</i>	Cricetidae
Chucuro	<i>Mustela frenata</i>	Mustelidae
Zorro perro	<i>Cerdocyon thous</i>	Canidae

Tabla 7 Identificación de aves finca San Lorenzo.

Aves		
Nombre común	Nombre científico	Familia
Guacharaca	<i>Orta lis Motmot colombiana</i>	Cracidae
Loras	<i>Ara militaris</i>	Psittacidae
Torcaza colorada	<i>Columba subvinacea purpureotincta</i>	Columbidae

Torcaza collareja	Columba fasciata	Columbidae
Gorriones	Zonotrichia capensis	Emberizidae
Turpial montaño	Ichterus chrysarter	Icteridae
Gavilán caminero	Buteo magnirostris	Accipitridae
Garrapatero	Milvago chimachima	Falconidae
Loro maicero	Pionus chalcopterus	Psittacidae
Colibrí verde mar	Colibrí thalassinus	Trochilidae
carpintero	Melanerpes rubricapillus	Picidae
Lechuza	Pulsatrix	Strigidae
Dormilón	Malacoptila	Bucconidae
Chilanga	Rallus semiplumbeus	Rallidae endémica
Garzas	Phimosus infuscatus	Threskiornithidae
Quinquina	Cyanocorax yncas	Corvidae

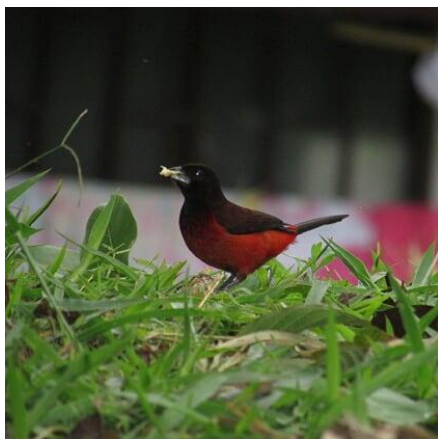


Figura 24 Cardenal pico de plata (*Ramphocelus dimidiatus*).
Fuente: Lorena Ortiz



Figura 25 perico verde(*forpus conspicillatus*)
Fuente: Lorena Ortiz



Figura 26 carpintero pardo (*picoides fumigatus*)
Fuente: Lorena Ortiz

9.1.3 Componentes ambientales Finca Corazón. Dentro de estos componentes tenemos:

Componente abiótico

Aire: En la finca el Corazón se observó que hay afectaciones moderadas al componente ambiental aire, ya que cuenta con un cultivo de lulo donde se aplican agroquímicos con la técnica de aspersión para el control de plagas. Cuenta con un área de reserva de 3496 metros cuadrados dividido en 2 lotes y un guadual con un área de 3,794 metros cuadrados como se muestra en la imagen, prestando una captura de carbono considerable ayudando a purificar el aire contaminado con el cultivo de lulo.

Suelo: Las condiciones del suelo encontradas en la finca el Corazón indicaron que no hay erosiones ni manejos inadecuados de las propiedades físicas, teniendo en cuenta que hay cultivos de café, lulo y potreros. El porcentaje de inclinación no supera el 12% haciendo posible el desarrollo de actividades agrícolas ya que el 40% está en la parte pendiente del predio y el 60% en la planicie. El área total de la finca es de 87,433 metros cuadrados.

Agua: En la vereda el Guamal del corregimiento de regueros encontramos una fuente hídrica llamada Yucala, protegida con un área de reserva de 44.7 hectáreas administrada por la JAC. Esta reserva hace parte de la cadena montañosa llamada serranía de peñas blancas y la fuente hídrica Yucala abastece el acueducto de la vereda el Guamal beneficiando a 90 usuarios,

cuenta con la concesión de agua que expide la CAM, también hace su recorrido por una parte del guadual de la finca al igual que la quebrada el corazón como se muestra en la imagen.

En la finca el corazón nace un hilo de agua que hace el recorrido por toda la finca y un humedal ubicado en el pie de la montaña donde se unen y hacen su descarga a la quebrada el corazón, metros abajo el afluente surte a la quebrada Yucala.

Paisaje: Las áreas protegidas son el eje central para las estrategias de conservación, protección y preservación de los recursos naturales y la sostenibilidad de la diversidad biológica; lo cual las convierte en un eje fundamental como estrategia de mitigación para el cambio climático. En la finca el Corazón se observó un paisaje diverso con áreas protegidas, guaduales, mamíferos y aves que habitan en la zona.



*Figura 27 áreas de reserva de la finca Corazones.
Fuente:: Ricardo Urbano*



*Figura 28 Humedal finca Corazón.
Fuente:: Ricardo Urbano*

9.1.4. Componente Biótico

Flora

Identificación de flora y fauna en la finca el Corazón donde se encuentra el segundo sistema fotovoltaico.

En la siguiente tabla se encuentra un listado de los arboles identificados en la finca el Corazón y en la serranía de peñas blancas, donde se encuentra como especie amenazada el roble negro.



*Figura 29 Corrales finca corazón
Fuente: Ricardo Urbano.*



*Figura 30 Potreros finca corazón
Fuente: Ricardo Urbano*



*Figura 31 Inversor y batería panel solar finca corazones.
Fuente: Ricardo Urbano*

Tabla 8 identificación de árboles finca Corazones.

Arboles		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Roble negro	Colombobalanus excelsa	Fagaceae
Roble blanco	Tabebuia heterophylla	Bignoniaceae

Jiquimillo	<i>Thespesia populnea</i>	Malvaceae
Guamo	<i>Inga codonantha</i>	Mimosaceae
Caucho	<i>Ficus elastica</i> Roxb.	Moraceae
Lacre	<i>Vismia brasiliensis</i>	Gutíferas
Guadua	<i>Angustifolia</i> Kunt.	Poaceae
Palma boba	<i>cyathea microdunta</i>	Cyatheaceae
Chunche o manzanillo	<i>Toxicodendrum striatum</i>	Anacardiaceae
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	Bombacaceae
Caña agria	<i>Costus spicatus</i>	Zingiberáceas
Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae
Guayabo	Fabaceae	Myrtaceae
Caimo	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Sapotaceae
Vallo blanco		
Nogal Cafetero	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>	Acanthaceae
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae
Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae
Pata de vaca	<i>Bauhinia variegata</i> L	Fabaceae
Arrayan	<i>Luma apiculata</i>	Myrtaceae
Pepa de mono		
Cerinde	<i>Inga spuria</i>	Fabaceae
Granizo	<i>Dasyphyllum excelsum</i>	<u>Asteraceae</u>
hojiancho	<i>Hieronyma rufa.</i>	Phyllanthaceae

En la tabla a continuación se enunciaron algunos arbustos encontrados en el área de influencia de los sistemas fotovoltaicos.

Tabla 9 identificación arbustos finca Corazones.

Arbustos		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Caña Agria	<i>Cheilocostus speciosus</i>	Zingiberáceas
Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae
Helechos	<i>Rumhora adiantiformis</i>	Dryopteridaceae
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae



Figuran 32 hongos

Fuente: Lorena Ortiz.

Fauna

A continuación la fauna encontrada en la finca el Corazón según la identificación en campo y la encuesta realizada a los dueños de los predios. Se dividió en dos grupos los individuos, mamíferos y aves como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10 Identificación de mamíferos finca Corazones.

MAMIFEROS		
Nombre común	Nombre científico	familia
Guara	<i>Dasyprocta punctata</i>	Dasiproctidae
Chucha	<i>Didelphis marsupialis</i>	Didelphidae
Conejos de monte	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Leporidae
Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Dasypodidae
Ardilla	<i>Sciurus granatensis</i>	Sciuridae

Ratón de agua	<i>Nectomys magdalenae</i>	Cricetidae
Chucuro	<i>Mustela frenata</i>	Mustelidae
Zorro perro	<i>Cerdocyon thous</i>	Canidae

Tabla 11 identificación de aves finca Corazones.

Aves		
Nombre común	Nombre científico	Familia
Guacharaca	<i>Orta lis Motmot colombiana</i>	Cracidae
Loras	<i>Ara militaris</i>	Psittacidae
Torcaza colorada	<i>Columba subvinacea purpureotincta</i>	Columbidae
Torcaza collareja	<i>Columba fasciata</i>	Columbidae
Gorriones	<i>Zonotrichia capensis</i>	Emberizidae
Turpial montañoero	<i>Ichterus chrysarter</i>	Icteridae
Gavilán caminero	<i>Buteo magnirostris</i>	Accipitridae
Garrapatero	<i>Milvago chimachima</i>	Falconidae
Loro maicero	<i>Pionus chalcopterus</i>	Psittacidae
Colibrí verde mar	<i>Colibrí thalassinus</i>	Trochilidae
carpintero	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Picidae
Lechuza	<i>Pulsatrix</i>	Strigidae
Dormilón	<i>Malacoptila</i>	Bucconidae
Chilanga	<i>Rallus semiplumbeus</i>	Rallidae endémica
Garzas	<i>Phimosus infuscatus</i>	Threskiornithidae
Quinquina	<i>Cyanocorax yncas</i>	Corvidae



Figura 33 Mirla embarradora (*Turdus Ignobilis*).
Fuente.: Lorena Ortiz



Figura 34 Garza Cabeza Pelada (*Phimosus infuscatus*).
Fuente.: Lorena Ortiz

9.1.5. Componentes ambientales finca Nogales. Dentro de estos componentes tenemos:

Componente abiótico

Aire: En la finca los nogales se observó que no hay afectaciones al componente ambiental aire, ya que cuenta con cultivos donde se aplican agroquímicos en baja medida para el control de plagas. Cuenta con un área de reserva de 7,945 metros cuadrados dividido en 3 lotes y un gradual con un área de 2,063 metros cuadrados como se muestra en la imagen, prestando una captura de carbono considerable ayudando a purificar el aire contaminado en la vereda.

Suelo: Las condiciones del suelo encontradas en la finca los Nogales indicaron que no hay erosiones ni manejos inadecuados de las propiedades físicas, teniendo en cuenta que hay cultivos de café y potreros. El porcentaje de inclinación no supera el 11% haciendo posible el desarrollo de actividades agrícolas ya que el 60% está en la parte pendiente del predio y el 40% en la planicie. El área total de la finca es de 107,448 metros cuadrados.

Agua: En la vereda el Guamal del corregimiento de regueros encontramos una fuente hídrica llamada Yucala, protegida con un área de reserva de 44.7 hectáreas administrada por la JAC. Esta reserva hace parte de la cadena montañosa llamada serranía de peñas blancas y la fuente hídrica Yucala abastece el acueducto de la vereda el Guamal beneficiando a 90 usuarios, también otro afluente cuyo nombre es Agua Dulce que abastece el acueducto de la vereda la

reserva, ambos cuentan con la concesión de agua que expide la CAM, también hace su recorrido por una parte del gradual al igual un hilo de agua que nace en una de las reservas de la finca los nogales.

Paisaje: Las áreas protegidas son el eje central para las estrategias de conservación, protección y preservación de los recursos naturales y la sostenibilidad de la diversidad biológica; lo cual las convierte en un eje fundamental como estrategia de mitigación para el cambio climático. En la finca los Nogales se observó un paisaje diverso con áreas protegidas, guaduales, mamíferos y aves que habitan en la zona.



*Figura 35 potreros finca Nogales
Fuente:: Lorena Ortiz*



*Figura 36 corrales finca Nogales
Fuente:: Lorena Ortiz*



*Figura 37 comedero ganado finca Nogales.
Fuente: Ricardo Urbano.*

9.1.6 Componente Biótico

Flora

Identificación de flora y fauna en la finca los Nogales donde se encuentra el tercer sistema fotovoltaico.

En la siguiente tabla se encuentra un listado de los árboles identificados en la finca los Nogales y en la serranía de peñas blancas, donde se encuentra como especie amenazada el roble negro.

Tabla 12 Identificación de árboles finca los Nogales.

Arboles		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Roble negro	Colombobalanus excelsa	Fagaceae
Roble blanco	Tabebuia heterophylla	Bignoniaceae
Jiquimillo	Thesphesia populnea	Malvaceae
Guamo	Inga codonantha	Mimosaceae
Caucho	Ficus elastica Roxb.	Moraceae
Lacre	Vismia brasiliensis	Gutíferas
Guadua	Angustifolia Kunt.	Poaceae
Palma boba	cyathea microdunta	Cyatheaceae
Chunche o manzanillo	Toxicodendrum striatum	Anacardiaceae
Balso	Ochroma pyramidale	Bombacaceae
Caña agria	Costus spicatus	Zingiberáceas
Cachimbo	Erythrina poeppigiana	Fabaceae
Guayabo	Fabaceae	Myrtaceae
Caimo	Chrysophyllum cainito	Sapotaceae
Vallo blanco		

Nogal Cafetero	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>	Acanthaceae
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae
Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae
Pata de vaca	<i>Bauhinia variegata</i> L	Fabaceae
Arrayan	<i>Luma apiculata</i>	Myrtaceae
Pepa de mono		
Cerinde	<i>Inga spuria</i>	Fabaceae
Granizo	<i>Dasyphyllum excelsum</i>	<u>Asteraceae</u>
hojiancho	<i>hieronyma rufa.</i>	Phyllanthaceae

En la tabla a continuación se enunciaron algunos arbustos encontrados en el área de influencia de los sistemas fotovoltaicos.

Tabla 13 Identificación de arbustos finca los Nogales

Arbustos		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Caña Agria	<i>Cheilocostus speciosus</i>	Zingiberáceas
Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae
Helechos	<i>Rumhora adiantiformis</i>	Dryopteridaceae
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae

Fauna

A continuación la fauna encontrada en la finca los Nogales según la identificación en campo y la encuesta realizada a los dueños de los predios. Se dividió en dos grupos los individuos, mamíferos y aves como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 14 Identificación de mamíferos finca los Nogales

MAMIFEROS		
Nombre común	Nombre científico	familia
Guara	<i>Dasyprocta punctata</i>	Dasiproctidae
Chucha	<i>Didelphis marsupialis</i>	<u>Didelphidae</u>
Conejos de monte	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	<u>Leporidae</u>
Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<u>Dasypodidae</u>
Ardilla	<i>Sciurus granatensis</i>	Sciuridae
Ratón de agua	<i>Nectomys magdalenae</i>	<u>Cricetidae</u>
Chucuro	<i>Mustela frenata</i>	<u>Mustelidae</u>
Zorro perro	<i>Cerdocyon thous</i>	Canidae

Tabla 15 Identificación de aves finca los Nogales

Aves		
Nombre común	Nombre científico	Familia
Guacharaca	<i>Orta lis Motmot colombiana</i>	Cracidae
Loras	<i>Ara militaris</i>	Psittacidae
Torcaza colorada	<i>Columba subvinacea purpureotincta</i>	<u>Columbidae</u>
Torcaza collareja	<i>Columba fasciata</i>	<u>Columbidae</u>
Gorriones	<i>Zonotrichia capensis</i>	Emberizidae
Turpial montañero	<i>Ichterus chrysarter</i>	Icteridae

Gavilán caminero	Buteo magnirostris	Accipitridae
Garrapatero	Milvago chimachima	Falconidae
Loro maicero	Pionus chalcopterus	Psittacidae
Colibrí verde mar	Colibrí thalassinus	<u>Trochilidae</u>
carpintero	Melanerpes rubricapillus	Picidae
Lechuza	Pulsatrix	Strigidae
Dormilón	Malacoptila	Bucconidae
Chilanga	Rallus semiplumbeus	<u>Rallidae endémica</u>
Garzas	Phimosus infuscatus	Threskiornithidae
Quinquina	Cyanocorax yncas	Corvidae



*Figura 38 Colibrí Nuqui Azul.
Fuente: Lorena Ortiz*



*Figura 39 Euphonia gordi-Amarilla
Fuente: Lorena Ortiz.*

Para la identificación del componente social se hace referencia que se realizó en general ya que las fincas donde están ubicados los prototipos hace para de la misma zona de influencia.

➤ **Componente social**

Económico: En este numeral se presentan las condiciones socio económicas y culturales de la población de la vereda el Guamal, donde están ubicados los prototipos, donde esta pertenece a un estrato medio, donde el salario promedio que recibe un trabajador es de \$30.000/día, e labores de agricultura y ganadería.

Cobertura de servicios:

Acueducto: la población cuenta con el servicio de acueducto proveniente de nacimiento de quebradas de influencia de la misma vereda.

Alcantarillado: Nulo (el 90% tienen vertimientos directos y solo un 10% cuenta con pozos sépticos).

Red eléctrica: 100%

10. Fase3: valoración por medio de matrices.

Causa - Efecto.

Para la elaboración de esta fase se realizó a partir de la operación del proyecto ya que este estaba implementado, teniendo en cuenta una selección las cuáles son el impacto más relevante y que afectan en mayor medida al medio abiótico, biótico y socioeconómico ya sea de manera beneficiosa o nociva. En el siguiente cuadro encontramos las acciones, efectos e impactos

Debidamente se procedió a identificar la valoración del grado de impacto ya sea positivo o negativo los impactos ambientales más relevantes donde se realizó una sola identificación para las tres fincas donde se encuentra el sistema solar fotovoltaico, ya que en cada una de ellas se encuentra el mismo sistema la realización de la tabla de matriz causa efecto se hizo a partir de la identificación ambiental que fue por medio de encuestas en la zona, las cuales fueron 15 estas están en el anexo 1.

Tabla.17 Matriz de Causa- Efecto para las tres fincas donde tienen implementos los sistemas fotovoltaicos.

MACRO ACTIVIDAD	ACCIONES	CAMBIO	EFECTO	IMPACTO
FASE OPERACIÓN				
Generación de energía	Energía Limpia	<ul style="list-style-type: none"> -Reducción del cambio climático. -Reducción de emisiones atmosféricas (Dióxido de Carbono). 	<ul style="list-style-type: none"> -El calentamiento global de forma positiva. -Económicos. -Sociales 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción del calentamiento global de forma positiva. - Los sistemas solares no requieren de agua para generar electricidad, por lo que no se produce ningún tipo de alteración en los mantos acuífero. - la energía solar no tienen ningún efecto en la tierra. - Los sistemas fotovoltaicos son silenciosos, por lo que están libres de este tipo de contaminación. - Afectan de manera positiva el paisaje natural. -La calidad vida. -Desarrollo regional.

Mantenimiento preventivo y correctivo	Remoción de Polvo material particulado.	Mejoramiento del rendimiento de panel solar	Rendimiento del sistema fotovoltaico	Impacto visual
Manejo disposición de residuos.	Reciclaje y aprovechamiento	Mejoramiento de la calidad del agua, suelo ,aire	Materiales peligrosos	Contaminación del agua.
Utilización de postes para cerca eléctrica	La utilización de otro tipo de material que no sea madera	Perdida de la capa superficial del suelo, Perdida de la estructura del suelo. Degradación del paisaje	calentamiento global	-Deforestación. -Perdida del hábitat de las especies. -Migración de especies. -Modificación del clima.

10.1 Análisis de las matrices en general.

De acuerdo con lo hallado por medio de la matriz, los impactos ambientales negativos que presentan mayor incidencia según la calificación son; deforestación, seguido de la migración de especies y la modificación de hábitat, modificación del clima. Estas afectaciones a causa de la extracción de madera que se da para la construcción de las cercas para el ganado, convirtiéndose así en los mayores impactos negativos para el medio ambiente aumentando las temperaturas que desestabilizan el clima en la región y generan pérdida de hábitat de algunas especies.

La pérdida de hábitat de las especies se debe a la tala indiscriminada de bosque que se realiza para la ampliación de cultivos y la construcción de cercas para el ganado, esto ha causado la migración de aves y mamíferos como también la disminución de los bosques de Roble Negro el cual existe en esta zona de la vereda el Guamal. El parque natural municipal más importante del municipio es un corredor Biológico donde hay conexión con otras áreas de interés viéndose afectadas por la tala del bosque

Migración de especies animales (pequeños mamíferos y aves) también es afectada teniendo que migrar a otros lugares debido a la intervención antrópica que se realiza a las reservas presentes en las 3 fincas donde se encuentran los prototipos fotovoltaicos y de la vereda el Guamal en general. La reducción de bosques tiene una incidencia significativa en el enfrentamiento hombre y mamíferos pequeños presentes en la zona, teniendo en cuenta que los animales deben alimentarse y los dueños de fincas expandiendo la frontera agrícola con cultivos, disminuyendo el espacio de los animales que habitan en el territorio.

La deforestación esto otro de los impactos de mayor importancia, la explotación de la madera es la causa de la reducción de la cobertura vegetal que afecta el clima, la calidad del aire y la desaparición de especies de importancia como lo es el Roble Negro endémico de la zona de estudio.

Los impactos positivos que se obtuvieron fueron; la reducción del calentamiento global y calidad de vida, el desarrollo regional estos los más significativos. El calentamiento global actual está motivado por el incremento en la concentración de ciertos gases, como el dióxido de carbono y los óxidos azufrados. Dicho incremento se debe a las actividades humanas, fundamentalmente a la quema de combustibles fósiles como el petróleo. La utilización de la energía a partir de panel solar que se implementó en las 3 fincas se convierten en una alternativa de conservación del medio ambiente ya que estos traen beneficios a largo plazo por la conservación de árboles que antes eran utilizados para las cercas donde está el ganado.

El desarrollo regional es uno de los impactos ambientales positivos, incentivando la disponibilidad de energía en zonas no-interconectadas para mejorar la productividad.

La calidad de vida presenta otro impacto positivo, se observó que las familias que cuentan con los sistemas fotovoltaicos en la vereda el Guamal tienen un concepto favorable ya que a partir de tener implementados los sistemas fotovoltaicos muestran un interés verdadero por el cuidado del medio ambiente sin dejar de ejercer sus actividades agropecuarias motivando el desarrollo rural.

La reducción del calentamiento global con la implementación de los sistemas fotovoltaicos, siendo un impacto positivo. A través de las fuentes convencionales como carbón, petróleo y gas natural se contamina el ambiente por las emisiones que estos generan, al utilizar energía fotovoltaica en las cercas implementadas en la vereda el Guamal se disminuye la tala de árboles permitiendo capturar el CO₂ que va a la atmósfera y por lo tanto aporta a la reducción del calentamiento global.

11. Fase4: Cartilla



Pitalito 5 de septiembre de 2018

Universidad Abierta y a Distancia
UNAD

Directora de proyecto de grado
Miryam sofia Guzman

Estudiantes
Ingry Lorena Ortiz Peña
Ricardo Urbano Imbachi



INTRODUCCIÓN

El municipio de Pitalito está ubicado al sur del Departamento del Huila y hace parte de la gran región del Macizo Colombiano. La ubicación estratégica del municipio le permite gozar de condiciones ambientales privilegiadas, incluyendo recursos hídricos y tierras fértiles en varios pisos térmicos. La biodiversidad y sus ecosistemas, es una de las mayores riquezas del municipio de Pitalito. Conservar las áreas protegidas es importante para la provisión de servicios ambientales necesarios para la comunidad para el abastecimiento de agua, aire puro, regulación de pestes, polinización, recreación y regulación de inundaciones entre otros. Adicionalmente le proveen el hábitat a la diversidad de flora y fauna. (Silva, 2015). En este municipio se presenta un clima propicio para la instalación de sistemas fotovoltaicos, donde se dan varias horas de brillo solar las cuales están entre 4 y 5 horas durante el día, según información del (IDEAM, Brillo solar, 2018), teniendo un potencial para la explotación de este tipo de energía alternativa.

A nivel local, Se identificaron unos prototipos de cercas eléctricas alimentadas con paneles solares en 3 fincas de la vereda el Guamal del municipio de Pitalito, también condiciones ambientales para la transformación y generación de energía limpia donde se presenta una valoración directa e indirecta de los componentes ambientales en la zona de influencia del proyecto.

UBICACIÓN DE LAS FINCAS DONDE SE ENCUESTRAN LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

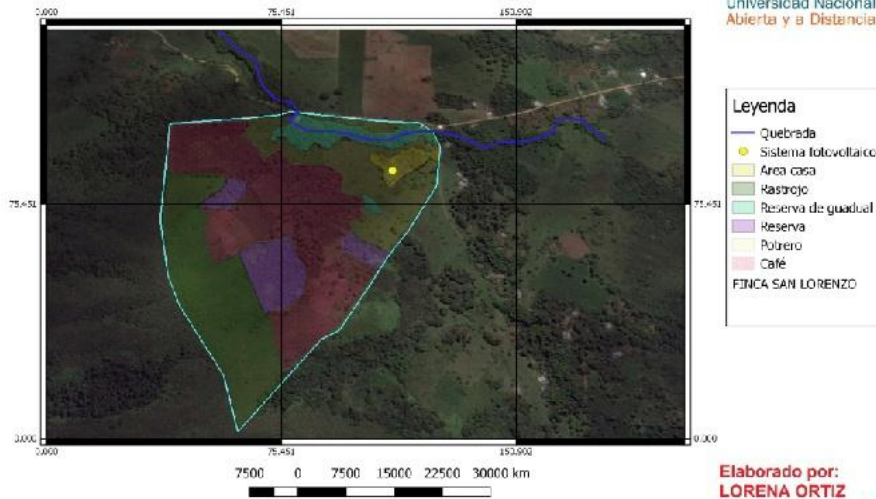
Esta vereda se ubica en el corregimiento de Regueros del municipio de Pitalito, cuenta con 120 viviendas aproximadamente según información de la junta administradora de acueducto de la vereda el Guamal. Es una región donde abunda el recurso hídrico con topografía plana y una parte de montaña boscosa donde se encuentra el roble negro y otras especies arbóreas que hacen parte de la serranía de peñas blancas, en esta región se presenta un clima medio donde con mucha frecuencia el sol está más o menos 4.3 horas del día, por tanto su clima es propicio para implementar energías alternativas como la solar. Se encuentra a 3 kilómetros del casco urbano del municipio de Pitalito y es reconocida por sus piscinas de agua natural.



Panorámica de la vereda Guamal.

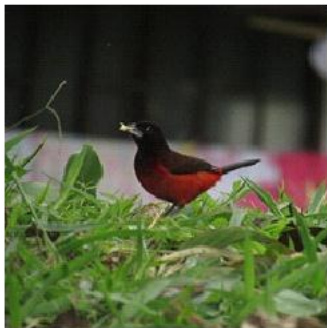
Fuente: Ricardo Urbano.

FINCA SAN LORENZO



La finca San Lorenzo de propiedad de la familia Ortiz cuenta con un área superficial de 254,926 metros cuadrados.

FLORA Y FAUNA



Cardenal pico de plata (*Ramphocelus dimidiatus*).

Fuente: Lorena Ortiz

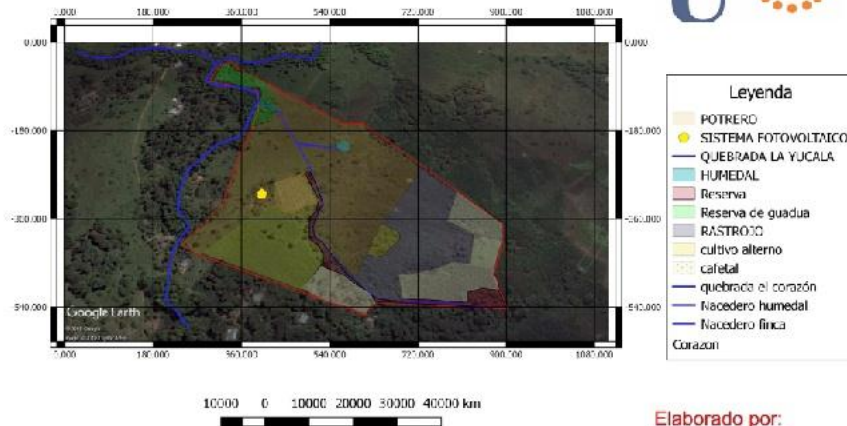


carpintero pardo (*picoides fumigatus*)

Fuente: Lorena Ortiz



FINCA EL CORAZON



La finca el corazón de propiedad de la familia Urbano cuenta con un área aproximada de 87,433 metros cuadrados.

FLORA Y FAUNA



Mirla embarradora (Turdus Ignobilis).

fuelle: Lorena Ortiz

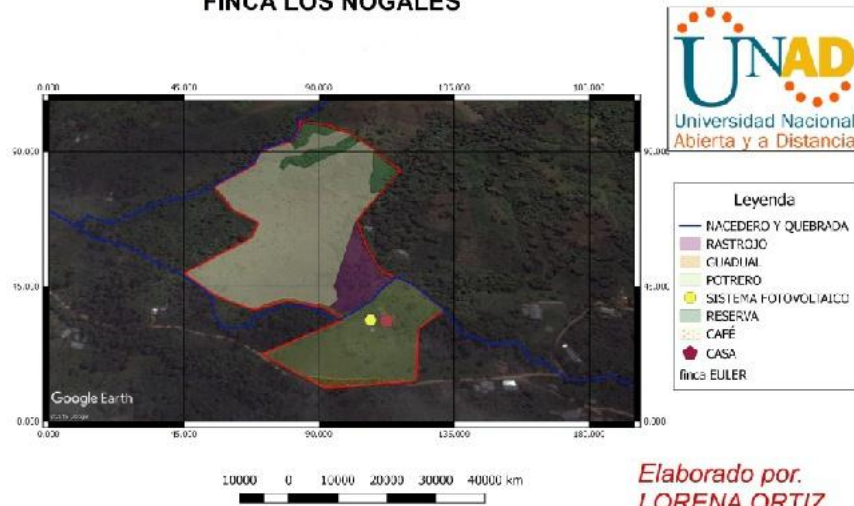


Garza Cabeza Pelada (Phimosus infuscatus).

Fuelle:: Lorena Ortiz



FINCA LOS NOGALES



Elaborado por:
LORENA ORTIZ
RICARDO URBANO

La finca los nogales de propiedad de la familia González cuenta con un área aproximada de 107,448 metros cuadrados.

FLORA Y FAUNA



Colibri Nuqui Azul.

Fuente: Lorena Ortiz



Euphonia gordi-Amarilla

Fuente: Lorena Ortiz.





12. Conclusiones.

Definitivamente la implementación de energía alternativa trae beneficios al medio ambiente, la economía y la sociedad. La energía solar es inagotable es constante, no contamina el ambiente, por medio de esta se logra mejor calidad de vida. El municipio de Pitalito tiene un potencial alto para obtener energía por medio de paneles solares, cuenta con un brillo solar y horas de sol al día que oscila entre 4 y 5 horas según el IDEAM, estas horas suficientes para captar la radiación solar con los paneles solares y a través de las celdas y transformar la luz solar en energía eléctrica.

Encontramos que a partir de los últimos años la implementación de energía solar se ha convertido en una alternativa para las poblaciones donde es imposible suministrar el servicio eléctrico, donde la energía solar es un cambio en el sistema energético actual para eliminar la gran dependencia que este tiene de las energías convencionales.

Con el diagnóstico realizado a los prototipos implementados en la vereda el Guamal, se encontró que Pitalito es óptimo para la implementación de energía solar, se pudo comprobar con el seguimiento echo por 5 meses a 3 fincas que cuentan con estos sistemas, arrojando un promedio de voltaje al día entre 21 y 23 voltios, estos generados por un panel de 64 celdas de policristal y una potencia de 80W refiriendo que es suficiente para alimentar las cercas eléctricas que son utilizadas para las división de potreros para el ganado.

Se identificaron las condiciones ambientales para el óptimo funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos en las tres fincas donde se realizó el proyecto aplicado, se encontraron ventajas y desventajas que tienen los componentes ambientales en la interacción con la generación de energía a partir de los paneles solares y sus dispositivos. En las tres fincas se observó la práctica de actividades económicas como el cultivo de café y la ganadería a baja escala debido a que las áreas son pequeñas. El recurso forestal pertenecía a una actividad económica ya que en algunos casos se comercializaba la madera para postes de cercas para el ganado y para otros cultivos talando sin control el bosque de roble negro que existe en la serranía de peñas blancas. Se presentó deforestación en los bosques altos de la vereda el Guamal por la actividad antes mencionada, una zona que alberga variedad de mamíferos, fauna silvestre y una

especie representativa del departamento del Huila como lo es el Roble Negro, quizás una de las especies que más amenaza tiene por el hombre ya que este es un árbol con una corteza fina perseguida por la población para diversas actividades. Con la implementación de los sistemas fotovoltaicos para cercas eléctricas se ha disminuido la tala de árboles maderables según la identificación de flora y fauna realizada mediante encuestas a los propietarios de las tres fincas y a 15 habitantes más de la vereda en mención, con estos sistemas se ha podido mermar la utilización de grandes cantidades de postes para el cercado de los potreros donde están implementados los sistemas mejorando la captura de CO₂ y reduciendo la migración de especies.

Por medio de las matrices causa efecto se realizó la valoración ambiental donde se evidencio que la deforestación es la problemática que se presenta aún en los bosques y fincas donde no tienen este tipo de prototipos fotovoltaicos para las divisiones de los potreros. Utilizan cercas convencionales de púas que requiere demasiada posteadura para detener el ganado. Con la implementación de las cercas eléctricas alimentadas por energía solar se generan impactos positivos en las tres fincas directamente e indirectamente a toda la vereda el Guamal, teniendo en cuenta que disminuye el calentamiento global, la afectación a la salud y la tala indiscriminada de árboles.

Se realizó una cartilla cuyo objetivo es dar a conocer la ubicación geográfica de las fincas donde están implementados los sistemas fotovoltaicos.

Como conclusión final, debemos inducir a la población que el camino hacia las energías renovables está en marcha y está aceptado por todo el mundo, que el cambio climático viene a consecuencia de la emisión de los gases que producen los combustibles fósiles, gran parte de ellos están para generar energía. Es lógico suponer que el sector fotovoltaico experimentará un gran impulso en los próximos años brindando beneficio ecológico y al mismo tiempo abrirá un gran abanico de posibilidades a la industria fotovoltaica para que los empresarios de entidades públicas o privadas apuesten por esta tecnología.

13. Recomendaciones.

Se recomienda a partir de este proyecto aplicado, replicar la experiencia que ya se tiene en la vereda el Guamal con los sistemas fotovoltaicos implementados, teniendo en cuenta que son una estrategia positiva que ayuda al desarrollo de las actividades económicas siendo amigable con el medio ambiente y también a la población donde es difícil el acceso al servicio público de energía eléctrica.

Realizar proyectos institucionales donde se promueva utilizar las energías alternativas que dan soluciones integrales con beneficios ambientales y sociales para mitigar los impactos ambientales negativos que se hacen a los ecosistemas presentes en la región.



Realizar mantenimiento y mediciones a los paneles solares y sus dispositivos para que su vida útil sea más larga y duradera. Las cercas deben estar limpias para que no hallen descargas de la energía generada y almacenada por los sistemas fotovoltaicos.

Reciclar las baterías y dispositivos que dejan de funcionar para no generar residuos peligrosos y estos sean llevados a un sitio adecuado de disposición final.

Utilizar postes de guadua ya que en la vereda el Guamal es un recurso abundante y su reemplazamiento es más rápido que los árboles maderables.

ANEXOS

Anexo1 Encuestas.

IDENTIFICACIÓN AMBIENTAL DE LAS FINCAS QUE CUENTAN CON LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS UTILIZADOS PARA CERCAS ELECTRICAS EN LA VEREDA EL GUAMAL DEL MUNICIPIO DE PITALITO Y SUS BENEFICIOS AMBIENTALES.

ENCUESTA

DIA	MES	AÑO

Municipio: _____ conglomerato: _____

Vereda: _____ Nombre del propietario: _____

Condición: N: _____ W: _____

Objetivo de la visita: _____

2.- IDENTIFICACION DE FAUNA Y FLORA EXISTENTE EN EL PREDIO

FLORA	MARCAR(X)	FAUNA	MARCAR(X)
Roble negro		Guara	
Roble blanco		Chucha	
Jiquimillo		Conejos de monte	
Guamo		Armadillo	
Caucho		Ardilla	
Lacre		Guacharaca	
Guadua		Loras	
Palma boba		Torcaza colorada	
Chunche o manzanillo		Torcaza collareja	
Balso		Gorriones	
Caña agria		Turpial montañero	
Cachimbo		Gavilán caminero	
Guayabo		Garrapatero	
Calmo		Loro malicero	



Vallo blanco		Colibri verde mar	
Nogal Cafetero		carpintero	
Nacedero		CULEBRAS	
Yarumo		Falco	
Laurel			

+

IMPACTOS NEGATIVOS	SI	NO	CUALES
AGUA			
AIRE			
SUELO			

 Firma del encuestado
 C.e.
 Col.

 Estudiante

Bibliografías

- Promedios mensuales de brillo solar paratodas las estaciones del país (Horas de sol al día).* (2012). Recuperado el 2018, de http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/6.Anexo_Promedios-mensuales-de-brillo-solar.pdf
- Energía solar(Orientación e inclinación de los paneles fotovoltaicos).* (17 de Marzo de 2016). Recuperado el 2018, de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/ubicacion-paneles>
- El petroleo y los recursos no renovables...* (2018). Recuperado el 2018, de <https://www.taringa.net/posts/ecologia/11321048/El-petroleo-y-los-recursos-no-renovables.html>
- Energía eólica.* (2018). Obtenido de https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/10/08_0_fuentes-de-energ3ada-energ3ada-ec3b3lica.pdf
- Energía Solar.* (2018). Recuperado el 2018, de https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/10/07_fuentes-de-energ3ada_energ3ada-solar.pdf
- Amazon.co.uk (Módulos fotovoltaicos).* (s.f.). Recuperado el 2018, de <https://www.amazon.co.uk/ECO-WORTHY-Portable-Folding-Charge-Controller/dp/B00ICE0ES4>
- Ana Luía Méndez Nieto, C. R. (Mayo de 2015). *Evaluación del potencial del uso de la energía solar fotovoltaica en el campus de la universidad icesi, Pag 34.*
- Bibo, R. (2017). *La granja de energía solar más grande de Colombia.* Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/la-granja-de-energia-solar-mas-grande-de-colombia-articulo-679075>

Capítulo 13. Metodologías de evaluación del impacto ambiental. (s.f.). Obtenido de
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04Lag104de09.pdf?sequence=4>

cataluya, U. P. (s.f.). *Instalación solar fotovoltaica conectada a la red.* Obtenido de
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7170/MEMORIA%20TECNICA.pdf>

César Augusto Parra Aldana, M. C. (11 de Marzo de 2011). *Regeneración Natural del Roble Negro (Colombobalanus excelsa, Fagaceae) en Dos Poblaciones de la Cordillera Oriental de los Andes, Colombia.* Obtenido de
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/viewFile/29405/29621>

Ceuta, L. V. (2016). *Fuentes de energía no renovables.* Obtenido de
<http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/guias-buenas-practicas-ambientales/energia/fuentes-de-energia-no-renovables.asp>

Cindy Yoceli Guevara Agudelo, M. L. (2015). *Análisis de viabilidad del suministro de energía eléctrica a la granja la fortaleza ubicada en melgar-tolima mediante la implementación de un sistema solar fotovoltaico , Bogota, Pag 23.*

Climático, G. I. (2011). *fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático, Pag 8.*
Recuperado el 2018, de https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf

Energía Solar Térmica. (s.f.). Recuperado el 2018, de
<http://www.educacionambiental.com.co/aprovechamiento-solar/>

Ernesto Fidel Cantillo Guerrero, F. C. (30 de Noviembre de 2011). *Diagnóstico técnico y comercial del sector solar fotovoltaico en la región Caribe colombiana.*

Fitron (Inversor de onda pura Efitron 12V/500W. (1000 W pico). (s.f.). Recuperado el 2018, de
<https://efitron.com/inversores-solares/inversor-de-onda-pura-efitron-12v-500w-1000-w-pico.html>

fotovoltaica, A. (2016). *Proyectos exitosos de energía solar en Colombia*. Obtenido de <http://www.laguiasolar.com/top-5-proyectos-exitosos-de-energia-solar-en-colombia/>

Fuentes de energía. (s.f.). Recuperado el 2018, de <https://fuentesdeenergiact.wordpress.com/fuentes-de-energia-renovables/solar/utilizacion-activa/conversion-fotovoltaica/>

Hervás, V. (2018). *Tecnología Industrial (Energía hidráulica)*. Obtenido de <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/10/energia-hidraulica.pdf>

IDEAM. (2018). *Boletín climatológico mensual*.

IDEAM. (2018). *Brillo solar*. Obtenido de http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/Brillo_Solar_01.pdf

IDEAM, A. (2014). *Estaciones del atlas de radiación solar en Colombia*. Obtenido de <https://www.energie.ws/datos-radiacion-solar-colombia-atla>

Instituto Tecnológico de Canarias, S. (Ed.). (Abril de 2008). *Energías renovables y eficiencia energética, Pag 16,17,64*. Recuperado el 2018, de <http://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

Lamigueiro, O. P. (19 de Enero de 2018). *Energía solar fotovoltaica*. Obtenido de <https://oscarperpinan.github.io/esf/ESF.pdf>

Libertad Caicedo Acosta, M. A. (Mayo de 2016). *Estudio de viabilidad técnica y económica para el diseño e implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en proyectos residenciales de estratos 3 y 4 en la ciudad de santa marta*. Recuperado el Enero de 2018, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2824/1/CaicedoAcostaLibertad2016.pdf>

Oscar Hoyos Gutiérrez, C. J. (2017). *Estudio de viabilidad técnica y económica para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica de 10 kw, caso "hospital local de tenerife, magdalena."* Pag 12. Recuperado el 2018, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5965/1/HoyosGuti%C3%A9rezOscar017.pdf>

Peralta, R. E. (2011). *La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de colombia.*

Solar, D. (17 de Abril de 2015). *Cual debe ser la orientación y la inclinación de las placas solares?* Recuperado el 2018, de https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/orientacion-e-inclinacion-de-las-placas-solares_1

Taldea, G. S. (2017). *El panorama energético en un contexto global y las potencialidades de los recursos autóctonos.* Obtenido de <http://www.spri.eus/euskadinnova/es/innovacion-tecnologica/agenda/panorama-energetico-contexto-global-potencialidades-recursos-autoctonos/9074.aspx>

vial, H. c. (Abril de 2011). *IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.* Recuperado el 2018, de <ftp://ftp.ani.gov.co/Americana%20GZ/2.%20CONTRACTUALES/C.%20ESTUDIO%20DE%20IMPACTO%20AMBIENTAL/CAP%205/Cap%205.pdf>

Victor Manuel Ospina, L. I. (2016). *Manual de implementacion de neregia solar fotovoltaica en viviendas "ECO".* Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14053/1/Manual%20de%20implementaci%C3%B3n%20fotovoltaica.pdf>