

**PROYECTO DE GESTIÓN DE COSTOS CON METODOLOGÍAS DEL PMBOK® PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICO EN EL CENTRO  
EDUCATIVO RURAL VILLA DEL RIO, EN EL MUNICIPIO DE PUERTO CAICEDO -  
PUTUMAYO**

Deivi Alexander Rosero Pérez  
Daniel Alexander Ortega Burbano

Universidad CESMAG  
Especialización en Gerencia de Proyectos  
San Juan de Pasto  
2022

**PROYECTO DE GESTIÓN DE COSTOS CON METODOLOGÍAS DEL PMBOK® PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICOS EN EL CENTRO  
EDUCATIVO RURAL VILLA DEL RIO, EN EL MUNICIPIO DE PUERTO CAICEDO -  
PUTUMAYO**

Deivi Alexander Rosero Pérez  
Daniel Alexander Ortega Burbano

Asesor:  
Mg. Armando Paz Yaqueno

Universidad CESMAG  
Especialización en Gerencia de Proyectos  
San Juan de Pasto  
2022

### **Nota del autor**

Deivi A. Rosero Especialización en Gerencia de Proyectos, Universidad CESMAG, San Juan de Pasto; Daniel A. Ortega Especialización en Gerencia de Proyectos, Universidad CESMAG.

Este proyecto es presentado como requisito para optar el título de Especialistas en Gerencia de Proyectos de la Universidad CESMAG. Cualquier mensaje con respecto a este proyecto debes ser enviado a la Coordinación de la Especialización en Gerencia de Proyectos de la Universidad CESMAG, San Juan de Pasto, Colombia. E-mail: [espgerenciadeproyectos@unicesmag.edu.co](mailto:espgerenciadeproyectos@unicesmag.edu.co)

## Resumen ejecutivo

La investigación tuvo en cuenta diferentes factores puntuales para el desarrollo de la problemática presentada en el Centro Educativo Rural Villa del Rio, en el municipio de Puerto Caicedo, departamento del Putumayo al no contar con un servicio de iluminación de energía convencional eléctrica.

El desarrollo de este proyecto permitirá generar crecimiento del Centro Educativo Villa del Rio, por lo que se contribuirá a la evolución del sistema de generación eléctrica, hacia un modelo renovable, sostenible, ambiental, social y económico, obteniendo los beneficios tributarios otorgados por la Ley 1715 de 2014 creada por el gobierno nacional, con la que regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético (Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, 2014) y la ley 1955 de 2019 la cual otorga incentivos de renta de 15 años y exención del IVA en paneles solares, inversores y controladores (Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad, 2019), con el sistema fotovoltaico se genera reducción de gases de efecto invernadero, beneficiando uno de los aspectos más importantes para el centro educativo brindar mayor calidad de educación, así mismo mayor calidad de vida. En gran parte el fracaso de los proyectos se da porque no realizan inicialmente un gerenciamiento en los factores que se presentan en distintas etapas para su desarrollo, por lo que es necesario contribuir a la ejecución del plan de proyecto de energía fotovoltaica, por medio de la elaboración de un plan para la gestión de alcance, tiempo y costo, en el que incluyo procesos requeridos para garantizar que el proyecto sea elaborado exitosamente.

**Palabras clave:** *Fotovoltaica, encapsulado, célula solar.*

## **Agradecimiento**

Le agradecemos en primer lugar a Dios, por darnos la bendición de hacer realidad este sueño, gracias por estar con nosotros en cada paso que damos, por ser nuestra luz en el camino y por llenar de fortaleza nuestro corazón cuando más lo necesitamos.

A los profesores de la Especialización en Gerencia de Proyectos de la Universidad CESMAG, por haber compartido sus conocimientos, por su paciencia y darnos la oportunidad de crecer profesionalmente. Al director de nuestro trabajo de grado, Mg. Galo M. Díaz Timana y a nuestro asesor, Mg. Armando Paz Yaqueno, que con sus experiencias nos orientaron en esta etapa final tan importante, gracias por la dedicación de tiempo, y por su confianza.

A nuestros compañeros, con quienes compartimos el mismo sueño, gracias por haber luchado a nuestro lado para conseguirlo y por haber hecho de esta etapa un trayecto de vivencias inolvidables. Familia, Universidad y Amigos, gracias infinitas por formar parte de nosotros.

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de grado, lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido un orgullo y privilegio ser sus hijos, son los mejores padres. A nuestros hermanos por estar siempre presentes, acampanándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas. A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## Índice

Nota del autor.....	3
Resumen ejecutivo.....	4
Agradecimiento.....	5
Dedicatoria.....	6
Índice.....	7
Índice de figuras.....	10
Índice de Cuadros.....	11
Índice de tablas.....	12
Índice de Acrónimos y Abreviaciones.....	13
Introducción.....	15
1. Planteamiento del Problema.....	17
1.1 Descripción del Problema.....	17
1.2 Formulación del Problema.....	18
2. Objetivos.....	19
2.1 Objetivo General.....	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3. Justificación.....	20
4. Marco Referencial.....	22
4.1 Antecedentes.....	22
4.2 Marco Contextual.....	24

4.2.1 Macrolocalización .....	24
4.2.2 Microlocalización.....	26
4.3 Marco Teórico.....	27
5. Estrategias Metodológicas.....	33
5.2 Métodos de Investigación.....	35
5.2.1 Método mixto .....	35
5.3 Supuestos y Restricciones.....	35
5.4 Entregables.....	38
6. Presentación de Resultados.....	39
6.1 Diseño del sistema de energía fotovoltaico para el Centro Educativo Rural Villa del Rio.....	39
6.1.1 Ubicación Geográfica.....	39
6.1.2 Diagnostico.....	40
6.1.2.1 Análisis de la Información.....	40
6.1.3 Diseño.....	48
6.1.3.1 Demanda energética por componente electrónico.....	49
6.1.3.2 Entradas para el diseño del sistema solar fotovoltaico.....	52
6.1.3.3 Sistema fotovoltaico.....	52
6.1.3.4 Componentes del sistema fotovoltaico.....	53
6.2 Estimación de los costos para la implementación de un sistema fotovoltaico.....	60



6.3 Determinar el presupuesto para la instalación del sistema de energía fotovoltaico. .....	62
6.4 Proponer el monitoreo, seguimiento y control de costos. ....	67
6.4.1 Calculo de reserva de contingencia. ....	67
6.4.2 Línea base de costo.....	68
6.4.3 Calculo del presupuesto total del proyecto. ....	68
Conclusiones.....	70
Recomendaciones.....	71
Referencias.....	73
Anexos .....	75
Anexo 1: Acta del Proyecto.....	75
Anexo 2: EDT. ....	83
Anexo 3: Cronograma.....	84
Anexo 4: Matriz de riesgos.....	86
Anexo 5: Encuesta a habitantes en donde se encuentra el Centro Educativo Villa del Rio.....	88
Anexo 6. Entrevista docente Universidad CESMAG – Energías renovables. ....	91

## Índice de figuras.

Figura 1. Generación de electricidad fotovoltaica, Google imágenes.....	29
Figura 2. Sistema solar fotovoltaico, Google imágenes .....	30
Figura 3. Objetivos de desarrollo y la energía solar, adaptado de :(Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, 2016).....	32
Figura 4. Mapa de brillo solar, adaptado de: (UPME, 2020) .....	51
Figura 5. Sistema fotovoltaico .....	52
Figura 6. Panel ja solar.....	54
Figura 7. Costo parcial .....	62

## Índice de Cuadros.

Cuadro N° 1. Fuentes de información.....	33
Cuadro N° 2. Supuestos y Restricciones.....	36
Cuadro N° 3. Entregables.....	38

## Índice de tablas.

Tabla 1. Identificación de espacios disponibles. ....	48
Tabla 2. Cantidad de componentes electrónicos .....	49
Tabla 3. Demanda de energía eléctrica de los componentes electrónicos.....	50
Tabla 4. Características del panel solar.....	55
Tabla 5. Estructura del soporte.....	56
Tabla 6. Características de la estructura. ....	56
Tabla 7. Lista de personal y recursos. ....	58
Tabla 8. Costos de actividades.....	60
Tabla 9. Presupuesto. ....	62
Tabla 10. Cálculo de reserva de contingencia. ....	67
Tabla 11. Cálculo de línea base del costo. ....	68
Tabla 12. Cálculo del presupuesto total del proyecto.....	68

## Índice de Acrónimos y Abreviaciones.

**Cronograma:** es una representación gráfica y ordenada con tal detalle para que un conjunto de funciones y tareas se lleven a cabo en un tiempo estipulado.

**EDT:** (Work Breakdown Structure). Es una herramienta fundamental que consiste en la descomposición jerárquica, orientada al entregable, del trabajo a ser ejecutado por el equipo de proyecto, para cumplir con los objetivos.

**Energía Solar Fotovoltaica:** es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina.

**GEI:** Gas de Efecto Invernadero, es un gas atmosférico que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo. Este proceso es la fundamental causa del efecto invernadero.

**Macrolocalización:** es la localización general del proyecto, es decidir la zona general en donde se instalará la empresa o negocio, la localización tiene por objeto analizar los diferentes lugares donde es posible ubicar el proyecto, con el fin de determinar el lugar donde se obtenga la máxima ganancia.

**Marco Lógico:** es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su propósito es brindar estructura al proceso de planificación y comunicar información esencial relativa al proyecto.

**Matrices:** son indispensables para la realización de una planeación estratégica ya que es un instrumento para la combinación del análisis cuantitativo y cualitativo con el fin de formular estrategias y llevar a cabo planes de acción, buscando competitividad y desarrollo en el mercado global. Analizar las matrices tanto del ámbito externo como interno conlleva a la organización a tener mayor reconocimiento, competitividad y dependencia.

**PROYECTO:** esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto o servicio.

**PMBOK:** (Project Management Body of Knowledge). Es una guía que se presenta como la convergencia de dos aspectos fundamentales: macro procesos, que agrupan todos los procesos y las actividades implicadas en proyectos estandarizados, y áreas de conocimiento, es decir, aquellos aspectos clave cuya consideración debe intervenir en cada uno de los macro procesos establecidos.

**Planeación:** es un proceso universal que consiste en fijar acciones concretas que ha de seguirse como objetivos, políticas, metas y procedimientos con sus normas de operación, consiste en la manera como deben utilizarse los recursos económicos en que de igual manera sirve para la toma de decisiones en la identificación de problemas.

**UPME:** (Unidad de Planeación Minero Energética), es una Unidad Administrativa Especial del orden Nacional, de carácter técnico, adscrita al Ministerio de Minas y Energía, regida por la Ley 143 de 1994 y por el Decreto número 1258 de junio 17 de 2013.

## Introducción

La generación de energía eléctrica principalmente se ha realizado a través de combustibles fósiles, los cuales conllevan diferentes problemáticas mundiales, como son el agotamiento de los recursos naturales no renovables, así como la contaminación del medio ambiente. Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos y a la preocupación de las personas por el planeta, los diferentes países se han enfocado en buscar la manera de obtener energía de forma más limpia y menos costosa, para conservar los recursos naturales cada vez más escasos y así fortalecer su economía. Se han desarrollado diferentes fuentes de energía renovables y amigables con el medio ambiente. Una de ellas es la energía solar fotovoltaica. En países cercanos a la zona ecuatorial como Colombia se pretende enfocar en esta alternativa que posiblemente sea una de las mejores opciones a explotar y usar masivamente en el país, con esto se podría conseguir un avance más pronunciado en el cuidado del medio ambiente como también en la economía de las personas a gran escala, al igual ayudar a implementar proyectos para volver a la energía solar como uno de los sustitutos de la energías convencionales en el país, a un mediano y largo plazo sería una opción para evitar inconvenientes de demanda eléctrica nacional, debido a que el país depende del uso de combustibles fósiles y de energía hidroeléctrica.

El proyecto llevará a cabo una metodología mixta, que implica recopilar, analizar e integrar investigaciones cuantitativas y cualitativas para determinar la factibilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico en el centro Educativo Rural Villa del Rio, en el municipio de Puerto Caicedo, Putumayo; con esto, se busca brindar una solución viable para que en este centro educativo exista una cobertura eléctrica, con el fin de que los estudiantes tengan acceso a dispositivos tecnológicos y a internet para una mejor educación, además de evitar gastos monetarios en energía eléctrica y se pueda hacer uso de una energía más amigable con el ambiente, teniendo en cuenta que el impacto ambiental de este tipo de tecnología, es mínimo, en comparación con la energía convencional.



## **1. Planteamiento del Problema**

### **1.1 Descripción del Problema**

Uno de los principales problemas que se presentan hoy en día en el país, es la presión constante a los diferentes recursos naturales, los procesos de producción o explotación que realizan los seres humanos; uno de estos procesos es la generación de energía eléctrica, que, si bien es indispensable para la vida cotidiana, también genera un gran impacto negativo al medio ambiente; igualmente ocasiona un impacto en los costos por su uso (Nurul, 2013).

Además, el uso de energías convencionales y las actividades humanas han contribuido al cambio climático, que afecta en gran medida a todos los países; la energía convencional emite gases de efecto invernadero (GEI), que se acumulan para formar una capa que bloquea la emisión de radiación infrarroja, provocando un aumento de la temperatura de la Tierra llamado calentamiento global, que conduce al cambio climático.

La carencia de una adecuada gestión de costos en la implementación de un proyecto, ha llevado a que muchos de los proyectos no alcancen los márgenes de utilidad productiva esperados desde el momento de su formulación y planificación, por lo que es necesario identificar y corregir las desviaciones en implementación de paneles solares a través de la determinación de un Modelo de Gestión de Costos que permita mejorar los resultados operativos del proyecto. Es por esto que analizando la Vereda villa del Rio, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Caicedo, departamento del Putumayo, donde se encuentra el Centro Educativo que carece de recursos básicos y posee una población vulnerable con conflictos de tipo social, económico, y bajo suministro de servicios públicos, entre el cual sobresale los constantes cortes de energía eléctrica, debido a esta situación surge el proyecto, donde el Centro Educativo Villa del Rio podría tener problemáticas como lo es el no contar con el servicio de energía eléctrica continua o tener problemas técnicos con el cableado de la zona si es que lo ahí.

Observando la dificultad del centro educativo, se actúa sobre él, ofreciendo soluciones con un alto nivel de calidad, proponiendo el desarrollo de este proyecto el cual permitirá la gestión de costos para fortalecer procesos de un mejor control y calidad de la energía eléctrica con paneles solares en el Centro Educativo Villa del Rio.

En consecuencia, a pesar de que la energía solar es una gran alternativa, el Centro Educativo Villa del Rio no cuenta con este tipo de energía, lo que conlleva a una falta de este servicio eléctrico. Finalmente, se plantea la gestión de costos bajo metodología PMI, la cual permite planificar, estimar, presupuestar, gestionar y controlar los costos para determinar la viabilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico en este Centro Educativo, ubicado en la vereda Villa del Rio del municipio de Caicedo, Putumayo. Este proyecto tendría una alta factibilidad debido a que trabajaríamos en territorio donde viven diversas familias pertenecientes a las comunidades afros, las cuales no tienen acceso a la energía eléctrica, sin embargo, este tipo de proyectos se han planteado y aprobado en muchos territorios pertenecientes al departamento del Putumayo, es por esto que el plantear este proyecto en este Centro Educativo Villa del Rio conllevaría a un alto acogimiento por parte de la comunidad perteneciente a este territorio.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cuáles son los costos necesarios para la implementación de un sistema fotovoltaico en el Centro Educativo Rural Villa del Rio, en el municipio de Puerto Caicedo?

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Realizar una propuesta de gestión de costos que permita la implementación de paneles fotovoltaicos en el Centro Educativo Rural Villa del Rio, sede La Isla, en el Municipio de Puerto Caicedo - Putumayo.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Proponer el diseño de un sistema de energía fotovoltaico para el Centro Educativo Rural Villa del Rio, ubicado en el municipio de Puerto Caicedo – Putumayo, teniendo en cuenta cada uno de los requerimientos.
2. Desarrollar la estimación de los costos con el fin de aproximar los recursos monetarios necesarios para la implementación de un sistema de energía fotovoltaico en el proyecto.
3. Determinar el presupuesto para la instalación del sistema de energía fotovoltaica.
4. Proponer el monitoreo, seguimiento y control de costos que permita la implementación de un sistema de energía fotovoltaico en el proyecto.

### 3. Justificación

En la actualidad la energía solar representa una de las fuentes energéticas más promisorias para la sociedad, ya que desempeña un papel vital en el crecimiento económico, la mejora en la calidad de vida y el alcance del desarrollo sostenible, por lo tanto, se hace necesario el análisis de los costos de implementación de un sistema de energía fotovoltaica con el fin de realizar una construcción y puesta en marcha del mismo.

La gestión de costos define los distintos componentes de la cadena de valor, que sirve para corregir las direcciones internas del sistema fotovoltaico y maquinarse sobre el entorno externo. Fortalecer la gestión de costos en el sistema fotovoltaico en el Centro Educativo Villa del Río, mejorará el enfoque en el proceso de educación e innovación de los estudiantes de esta comunidad.

La gestión de costos permite la asignación y distribución adecuada de los recursos, con la formulación de estrategias que están enfocadas a partir de un diagnóstico situacional generador de nuevas perspectivas que orientan a la organización. Con ello se pretende obtener una optimización de costos frente a la implementación del sistema fotovoltaico, permitiendo reducir los gastos y evitando costos innecesarios.

La propuesta determina la gestión de costos para el sistema fotovoltaico en el centro educativo Villa del Río que permite generar energía eléctrica limpia, eficiente y económica, este centro educativo carece de este recurso de energía eléctrica y tampoco tiene un plan de iniciativa para la producción de energías alternativas, se encuentra ubicado en la vereda de Villa del Río municipio de Puerto Caicedo, departamento de Putumayo, el cual está conformada por 31 familias, con un total de 87 personas y cuenta con un concejo comunitario afrodescendiente (Roldán, 2020). Por otra parte, esta gestión facilitará el análisis de los costos y del impacto que pueden producir tanto en los resultados finales del proyecto como en el ciclo de vida de este.

Este proyecto contribuirá en diferentes objetivos de desarrollo sostenible como lo es la energía asequible y no contaminante, la reducción de desigualdades, acción por el clima, de esta forma también se motivaría a la comunidad académica a investigar más sobre energías renovables, generando un conocimiento amplio que impulse el desarrollo de soluciones futuras en base a nuevas tecnologías en el ámbito de energías renovables o temas relacionados y finalmente, se contribuirá en el mejoramiento educativo de calidad orientado a los estudiantes del centro educativo Villa del Rio.

## 4. Marco Referencial

### 4.1 Antecedentes

- La investigación realizada por Luis A., Romel R., Ana C. Villegas-Gutiérrez (2020) “La energía solar fotovoltaica, análisis costo beneficio de los proyectos en México”, habla sobre la energía solar fotovoltaica, la cual tiene la tasa de crecimiento más alta entre las energías renovables del mundo, con una tasa de crecimiento anual promedio de más del 37% (1990-2016). Para aprovechar el potencial de esta fuente inagotable de energía, los países han implementado varios programas para incentivar la inversión privada en este tipo de proyectos. Este documento evalúa las inversiones en sistemas solares fotovoltaicos conectados a la red, con el objetivo de determinar el impacto de los subsidios gubernamentales en los rendimientos financieros de los proyectos. A través de un estudio de caso en el sector agrícola, el estudio muestra que, sin subsidios directos y beneficios fiscales, la viabilidad financiera de los proyectos solares en México no sería rentable.

- El documento presentado por Jhon G. y Robinson G. (2013) “PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA POBLACIÓN WAYUU EN NAZARETH CORREGIMIENTO DEL MUNICIPIO DE URIBIA, DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA – COLOMBIA” el cual analiza una alternativa, encontrando la instalación de equipos de suministro de energía con celdas solares, tomando en cuenta diversos factores técnicos y económicos. El documento tiene como objetivo desarrollar el análisis y uso de la solución obtenida a partir de la implementación del proyecto en una pequeña zona residencial en una zona remota, satisfaciendo las necesidades de las personas en estudio y presenta un análisis financiero, que permite evidenciar que este tipo de propuestas pueden ser atractivas para inversionistas locales y extranjeros que tengan una visión al futuro y apunten a nuevas alternativas de generación de energía. Actualmente la generación solar de energía cuesta menos que la energía convencional en muchos mercados. Se puede instalar un sistema de potencia solar en nuestro hogar con una no muy alta inversión.
- Con el estudio de Erazo y Escobar (2017) “PV Models and Weather Responses in San Juan de Pasto”, de la Universidad CESMAG, revelan datos relacionados con la temperatura exterior, la velocidad del viento, la radiación solar y la radiación UV. Índice, humedad y luminosidad ambiental, información de la estación meteorológica DAVIS pro 2.0, datos extraídos de la plataforma ESMERA desarrollada por el equipo de investigación RAMPA. Esto permite obtener información más confiable para comprender el potencial de generación de electricidad e integrar más energías renovables en los sistemas convencionales.

## **4.2 Marco Contextual**

### **4.2.1 Macrolocalización**

A nivel mundial en 2018, el consumo de energía final fue de 9,9381 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), el doble del consumo registrado en 1973; La concentración es entre los países de la OCDE y China, que representan alrededor del 59% del consumo mundial total, mientras que América Latina y el Caribe aportan el 4,6% (OLADE, 2018).

Del total de energía consumida, el 81% proviene de fuentes fósiles y el 19% restante proviene de fuentes renovables, por lo que se han logrado más de 35 años de transformación la búsqueda de un mejor aprovechamiento de las energías renovables, para evitar el uso de combustibles fósiles para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir a mejorar el cambio climático. (Anónimo, 2019). En Colombia, el desarrollo de tecnologías para la implementación de energías renovables va a la zaga de países como China, Alemania, Dinamarca, etc.; si bien nuestro país es muy rico en recursos para la producción de este tipo de energía, se encontró que el 78% del consumo energético del país depende de los combustibles fósiles (petróleo y gas natural), por lo que se estima que, en un futuro cercano, el país tendrá que importar, ya que la demanda supera la oferta interna. (UPME, 2015). En Colombia se han desarrollado proyectos de este tipo como son:

- **Energía para toda la vida.**



Es un proyecto que se desarrolló principalmente en zonas rurales del departamento del Quindío, en la vereda hojas anchas, consistió en energías renovables que provienen de recursos que están relacionados con los ciclos naturales del planeta, haciendo posible que se disponga del recurso de manera permanente o por ciclos. Cada una de las fuentes (aire, agua, biomasa, luz y calor solar) requiere de diferentes tipos de tecnologías para generar energía en forma de electricidad, fuerza motriz, calor o combustibles. *Renovables.* (s. f.).

- **Energía solar.**

Se desarrolló en el municipio de Buesaco, en el corregimiento de San Antonio de Padua, una región de 750 habitantes adonde les era necesario un sistema de riego por aspersión automatizado para sus cultivos, puesto que los terrenos adonde cultivaban estaban alejados del casco urbano a grandes distancias, este proyecto es importante ya que esta fuente de energía es gratuita, no genera emisiones y es silenciosa, además, es una de las pocas tecnologías de energías alternativas que pueden ser integradas al paisaje urbano, ya sea en techos, fachadas o incluso ventanas de los edificios; al ser modular, se pueden hacer sistemas de generación de energía o captura de calor a pequeña o gran escala, el objetivo de este proyecto fue energizar el sistema de riego automatizado para cada uno de los cultivos de los habitantes agricultores de la región. *Renovables.* (s. f.).

- **Energía de la Biomasa.**

En Colombia se tienen estudios de producción de biomasa con el bagazo de la caña que se estima una producción anual de 1.5 millones de toneladas y de cascarilla de arroz con la que se producen más de 457 mil toneladas al año, este proyecto se ejecutó en el Departamento del valle del cauca en los Municipios de Palmira y terranova quienes fueron beneficiarios. *Renovables.* (s. f.).

- **Energía Hidráulica.**

Es un método altamente eficiente en la generación de electricidad. Sin embargo, produce impactos ambientales debido a que modifican la disponibilidad de agua para el ecosistema que hay alrededor de la fuente de agua, la construcción de las presas que inundan grandes superficies de terreno modifica el caudal del río, la calidad del agua, el paisaje y rompen los flujos de peces y otros. Para la generación de este tipo de energía, es aconsejable en los sitios que tienen climas y topografías apropiadas. En Colombia, aproximadamente el 80% de la energía proviene de esta fuente. *Renovables*. (s. f.).

#### **4.2.2 Microlocalización**

El departamento de Putumayo es conocido por sus recursos naturales como lo es la flora, la fauna, además de ser un sitio turístico y contar con algunos sitios de extracción minero como por ejemplo el oro, sin embargo, muchos de sus municipios carecen de algunas necesidades básicas, como lo es la falta de energía eléctrica en algunas zonas rurales.

La Vereda de Villa del Rio ubicada en el municipio de Puerto Caicedo, cuenta con un centro educativo, llamado Villa del Rio el cual se encuentra aislado de la zona urbana, no tiene acceso a la energía eléctrica, además de no tener vías de acceso favorables, esta zona está conformada por 31 familias, con un total de 87 personas y cuenta con un concejo comunitario afrodescendiente (Roldán, 2020).

A nivel personal podemos deducir que este proyecto contribuirá en varios aspectos positivos, generando menos contaminación que las energías no renovables. Por tanto, los efectos nocivos para la salud de esta población a causa de la contaminación serían prácticamente nulos y así mismo no se agotarán porque provienen de fuentes ilimitadas. En el año 2021 se realizó una visita a la planta hidroeléctrica ubicada en el Municipio de San Pablo, Nariño donde se evidenció la instalación de paneles solares para el funcionamiento de cierre de las compuertas ON-OFF enfatizadas en 3 aspectos de energías como lo son: energía solar, energía hidráulica y energía eólica por medio de aspas de arrastre de agua, así mismo se realizó una convivencia en el departamento del Putumayo con el fin de dar a conocer la producción de Asaí, fruto que se produce y es característico de la región donde la planta de procesamiento se abastecía de energía mediante implementación de paneles solares tipo cristal, manteniendo un funcionamiento de la planta de 20 horas uso por 4 días en semana.

#### **4.3 Marco Teórico**

El presente trabajo analiza la gestión de costos para la implementación de la energía solar fotovoltaica, en busca de demostrar la utilidad y rentabilidad potencial de una de las energías no convencionales más prometedoras de la sociedad, la cual podría llegar a ser la clave de una nueva era. En este sentido, es preciso aclarar algunos conceptos basados en diferentes teorías, empezando con la clasificación de las energías y su aporte al desarrollo sostenible.

- **Energías Alternativas.**

Según Raffino (2020) Se denomina energía alternativa, o fuentes de energía alternativa, a aquellas fuentes de energía planteadas como alternativa a las tradicionales clásica, estas se dividen en renovables o limpias, las cuales se obtienen de fuentes naturales capaces de regenerarse de manera más rápida de lo que se consumen o ser virtualmente infinitas; y en no renovables cuya fuente se consume más rápido de lo que se regenera pero que a diferencia las fuentes tradicionales el impacto ambiental es menor.

- **Energía solar.**

La energía solar es la obtenida mediante la captación de la luz y la expansión emitidos por el Sol. La radiación solar que alcanza la Tierra puede pasar por atmósfera de la expansión que produce a través del empapamiento de la radiación. Esta es una de las llamadas energías renovables, particularmente de la agrupación no contaminante, visto como energía limpia o energía verde, para que la energía solar se pueda transformar en energía eléctrica, son necesarias las células solares que están hechas de materiales semiconductores, éstas se interconectan y encapsulan en elementos llamados módulos fotovoltaicos, los cuales producen corriente continua que suele transformarse en corriente alterna mediante un dispositivo electrónico llamado inversor u ondulator (Alonso Montes, 2002).

En la siguiente imagen se puede observar una descripción básica del proceso de generación de energía solar fotovoltaica:



Figura 1. Generación de electricidad fotovoltaica, Google imágenes

### **Sistema Fotovoltaico.**

Para comprender un poco mejor lo que se pretende implementar en este proyecto se debe saber lo que es Un sistema fotovoltaico, pues bien, se define como un conjunto de equipos eléctricos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal factor de este sistema es el módulo fotovoltaico, a su vez compuesto por células capaces de transformar la energía luminosa incidentes en energía eléctrica de corriente continua. El resto de equipos incluido en un sistema fotovoltaico depende en gran medida de la aplicación a la que está destinado. Este sistema se compone de 4 principales elementos:

1. Generación o Producción (Celdas o Módulos Solares).
2. Control (Reguladores de Voltaje o Controladores).
3. Almacenamiento (Baterías o Acumuladores).
4. Inversores DC/AC.

En la figura 2 se muestra un ejemplo claro de un sistema solar fotovoltaico junto con todos sus elementos que lo conforman:



Figura 2. Sistema solar fotovoltaico, Google imágenes

## Gestión de Costos

Según la Guía del PMBOK® (PMI,2017), la Gestión de Costos del proyecto incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos.

PMI® es una organización sin fines de lucro basada en membresía que proporciona herramientas, mejores prácticas y redes para gerentes de proyectos y profesionales que necesitan administrar con éxito sus proyectos, programas y carteras. (Project Management Institute, Inc., 2020).

## Costo

El costo, también llamado coste, es el desembolso económico que se realiza para la producción de algún bien o la oferta de algún servicio. El costo incluye la compra de insumos, el pago de la mano de obra, los gastos en la producción y los gastos administrativos, entre otras actividades. (Raffino, 2020).

## Tipos de costos

- Costos variables: dependen del volumen de producción. Por ejemplo, los honorarios de consultores externos varían en función de la cantidad de horas que se contraten.
- Costos fijos: no cambian con el volumen de producción. Por ejemplo, el sueldo mensual de un trabajador, podría ser un monto fijo de manera independiente de las horas diarias que dedique al proyecto.
- Costos directos: se pueden atribuir directamente al proyecto. Por ejemplo, los costos de un viaje para presentar el plan de dirección del proyecto a la alta gerencia.
- Costos indirectos: benefician a varios proyectos y generalmente no se puede identificar con exactitud la proporción que corresponde a cada uno. Por ejemplo, los gastos de estructura (contabilidad, luz, teléfono, PMO, etc.).
- Costo de oportunidad: el costo de oportunidad de un recurso es su mejor alternativa dejada de lado. Al estimar el costo de las actividades del proyecto, no sólo se deben incluir las salidas de caja, sino también los costos de oportunidad de cada recurso. (Lledó, 2017).

### **Controlar los costos:**

Monitorear los avances de los costos, actualizar el presupuesto y gestionar los cambios.

Se llevan las siguientes acciones:

- Gestionar e influir sobre los cambios.
- Monitorear periódicamente los avances de costos del proyecto en relación al trabajo realizado.
- Verificar que los desembolsos no excedan la financiación autorizada.
- Asegurar la utilización del control integrado de cambios para actualizar la línea base de costos.
- Informar los cambios aprobados a los interesados en tiempo y forma.

**Desarrollo Sostenible:** A nivel internacional, existen 17 objetivos elaborados para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad; estos son conocidos como los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS, los cuales se basan en los logros de los objetivos de Desarrollo del Milenio, incluyendo temas como el cambio climático (United Nations, 2015).

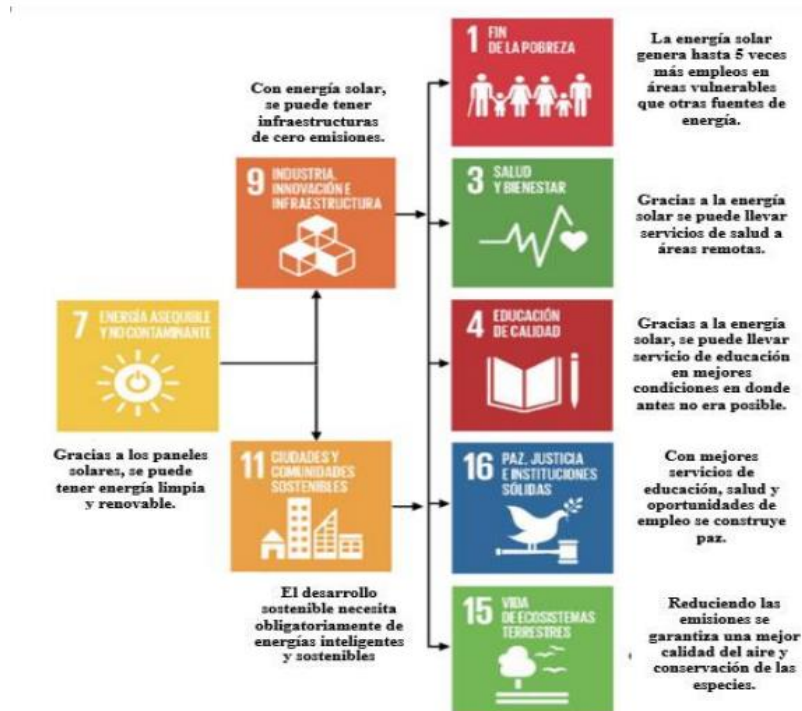


Figura 3. Objetivos de desarrollo y la energía solar, adaptado de : (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, 2016)



## 5. Estrategias Metodológicas

Las fuentes de información son las personas, sitios o datos, ya sean físicos, documentales, digitales en donde se encuentra la información necesaria para realizar la elaboración propia, convertidas en instrumento de trabajo para investigadores y miembros del equipo del proyecto. Las fuentes pueden ser:

**Fuente de información primaria:** la información primaria se recolectará a través de la elaboración propia descriptiva, utilizando mecanismos como la observación y las encuestas dirigidas a personas y organizaciones que utilizan, producen o comercializan madera.

**Fuente de información secundaria:** Las fuentes secundarias que se tendrán en cuenta son informes o base de datos, libros, artículos de revistas y tesis de grado referentes al tema. Para el desarrollo de este proyecto se utilizará los documentos dispuestos como son libros, artículos, noticias y todo documento que se relacione con la producción y comercialización de madera plástica, además de realizar la gestión de costos con el propósito de estructurar y adecuar los costos a un presupuesto establecido y que sea factible de gestionarlo, a continuación, las fuentes de información requeridas para cada objetivo. (Maranto y González, 2015).

*Cuadro N° 1. Fuentes de información.*

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
Proponer el diseño de un sistema de energía fotovoltaico para el Centro Educativo Rural Villa del Rio, ubicado en el municipio	- Entrevista a un experto en instalación de paneles solares.	- Gestión de costos para implementación de sistemas fotovoltaicos. - Gestión de costos para la implementación de una planta de mezcla de fertilizantes para productores de café

de Puerto Caicedo – Putumayo, teniendo en cuenta cada uno de los requerimientos.	-Encuesta a la comunidad. perteneciente a este territorio.	en la Subregión centro del Departamento de Nariño.
Desarrollar la estimación de los costos con el fin de aproximar los recursos monetarios necesarios para la implementación de un sistema de energía fotovoltaico en el proyecto.	-Entrevista al mercado de proveedores.	- Artículos de revistas que permitan determinar los precios de la materia prima.
Determinar el presupuesto para la instalación del sistema de energía fotovoltaica.	-Observación directa. -Documentos cotización. -Interacción con otras personas.	- Como aprobar el examen PMP Sin morir en el intento (Llédo,2017). -Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK, Sexta edición, 2017). -Tesis de grado y proyectos de graduación ya presentados. - Documentos y Otros.

## **5.2 Métodos de Investigación**

Métodos de investigación se denomina el conjunto de procedimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada y sistemática en la realización de un estudio. (Coelho, 2019). Una vez que tenemos realizado el problema de investigación, preguntas y objetivos, se elabora el diseño y se selecciona la muestra que se utilizará en el estudio de acuerdo con el enfoque elegido, la siguiente etapa consiste en recolectar datos pertinentes a la comunidad que pertenece al centro educativo, teniendo en cuenta aspectos importantes sobre variables, sucesos, comunidades aledañas al sector y todo el personal involucrado en el diseño e investigación. (Gómez, 2016).

### **5.2.1 Método mixto**

Este proyecto busca ser implementado en el centro educativo rural villa del rio, en el municipio de puerto Caicedo – Putumayo, en términos cuantitativos, se recopilan datos estadísticos de energía tipo consumo, datos climáticos, todo componente objetivo que permita dar soporte al proyecto.

En términos cualitativos, se recopilan expectativas e inquietudes de la comunidad y gente que involucra el proyecto, por lo anterior el desarrollo de este proyecto deberá incluir técnicas de ambos componentes y su interrelación, en ambos procesos las técnicas de recolección de datos serán múltiples, en la investigación cuantitativa: Cuestionarios, registro de datos, pruebas estandarizadas, etc. En los estudios cualitativos: Entrevista a un experto, biografías, revisión de archivos, observaciones, entre otras.

## **5.3 Supuestos y Restricciones.**

Los supuestos son factores del proceso de planificación que se consideran verdaderos o reales sin haberse comprobado. En caso de que sean falsos, describen también el impacto que tendrían esos factores en el proyecto. (Project Management Institute, Inc., 2017). Aquí podemos definir como una situación o evento que se considera o se asume como verdadero al momento de su identificación, para poder llevar a cabo alguna actividad dentro del proyecto.

Las restricciones son limitaciones que afectan el desempeño del proyecto. Las restricciones más populares son el: presupuesto, alcance y tiempo. El éxito de un proyecto depende de las habilidades y del conocimiento del gerente del proyecto para tomar en consideración todas estas restricciones y poder desarrollar los planes y los procesos para mantenerlos en balance. (Da Silva, 2019). Los Supuestos y Restricciones y su relación con los objetivos del proyecto final de graduación se ilustran en el cuadro 2.

*Cuadro N° 2. Supuestos y Restricciones.*

Objetivos	Supuestos	Restricciones
<p>Proponer el diseño de un sistema de energía fotovoltaico para el Centro Educativo Rural Villa del Rio, ubicado en el municipio de Puerto Caicedo – Putumayo, teniendo en cuenta cada uno de los requerimientos.</p>	<p>La universidad CESMAG facilitará la información y documentación necesaria para el desarrollo del proyecto, junto al docente Mg. Edison Escobar, del programa de Ing. Electrónica.</p>	<p>El tiempo estimado para finalizar el proyecto es el 5 de noviembre de 2022.</p>
<p>Desarrollar la estimación de los costos con el fin de aproximar los recursos monetarios necesarios para la implementación de un sistema de energía fotovoltaico en el proyecto.</p>	<p>Se tiene establecido y aprobado el presupuesto necesario para la ejecución del proyecto.</p>	<p>Que se pierda la relación costo -beneficio.</p>
<p>Determinar el presupuesto para la instalación del sistema de energía fotovoltaica.</p>	<p>Se cuenta con la disponibilidad de recursos financieros.</p>	<p>Pueden generarse imprevistos que aumenten el presupuesto establecido inicialmente.</p>

## 5.4 Entregables

Un entregable es cualquier producto, resultado o capacidad para prestar un servicio, único y verificable que se produce para terminar un proceso, fase o proyecto. Estos también pueden incluir informes y documentación generada en la ejecución del proyecto (Project Management Institute, Inc., 2017).

*Cuadro N° 3. Entregables.*

<b>Objetivos</b>	<b>Entregables</b>
Proponer el diseño de un sistema de energía fotovoltaico para el Centro Educativo Rural Villa del Rio, ubicado en el municipio de Puerto Caicedo – Putumayo, teniendo en cuenta cada uno de los requerimientos.	-Informe diagnóstico, mediciones, estadísticas, clima, criterios y especificaciones del lugar evaluado. -Diseño del sistema solar fotovoltaico. -Implementación energías renovables.
Desarrollar la estimación de los costos con el fin de aproximar los recursos monetarios necesarios para la implementación de un sistema de energía fotovoltaico en el proyecto.	Documento que presenta el plan de gestión de costos.
Determinar el presupuesto y control que permita la implementación de un sistema de energía fotovoltaico en el proyecto.	Documento que presenta el presupuesto del proyecto.

## 6. Presentación de Resultados.

### 6.1 Diseño del sistema de energía fotovoltaico para el Centro Educativo Rural Villa del Rio.

#### 6.1.1 Ubicación Geográfica.

El proyecto se llevará a cabo en el Centro Educativo Rural Villa del Rio, Sede La Isla, el cual está ubicado a una latitud de 0.7118642457470822, con una longitud de -76.66716784216723 en el Municipio de Puerto Caicedo Putumayo.

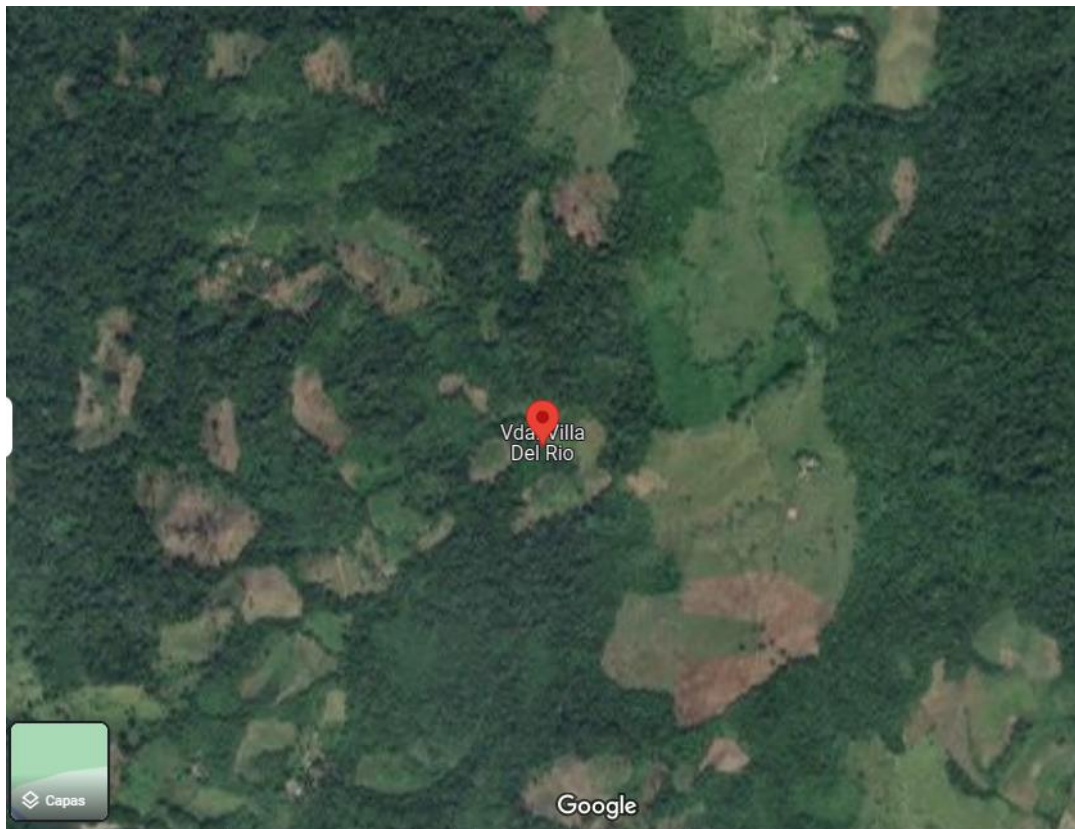


Figura 4. Ubicación Geográfica de la Vereda Villa del Rio, adaptado de :(Google Maps, 2022)



*Figura 5. Ubicación Geográfica de la Vereda Villa del Rio, adaptado de :(Google Maps, 2022)*

### **6.1.2 Diagnostico.**

El diagnóstico es un paso esencial para el desarrollo del proyecto, el cual permite realizar la recopilación de información relevante, con el fin de dar un contexto e identificar las debilidades y fortalezas presentes.

El diagnóstico del proyecto, se lleva a cabo mediante encuestas hacia la comunidad de la Vereda Villa del Rio, en la cual está ubicado el Centro Educativo Villa del Rio, al igual también se realizó a través del juicio de expertos, que es un método de validación útil para verificar la fiabilidad de una investigación.

#### **6.1.2.1 Análisis de la Información.**

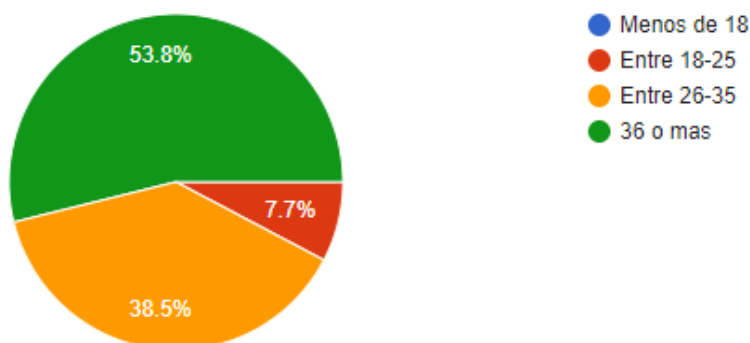
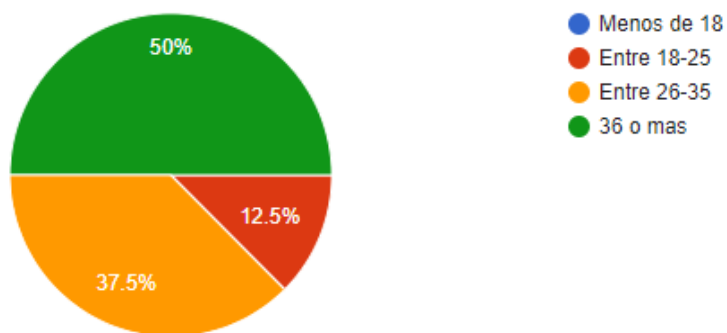
##### **Encuestas**

La encuesta realizada se encuentra en el anexo número 4, en el cual se presenta el formato utilizado para realizar la encuesta a los habitantes de la Vereda La Isla, lugar en el que se encuentra el Centro Educativo Villa del Rio.



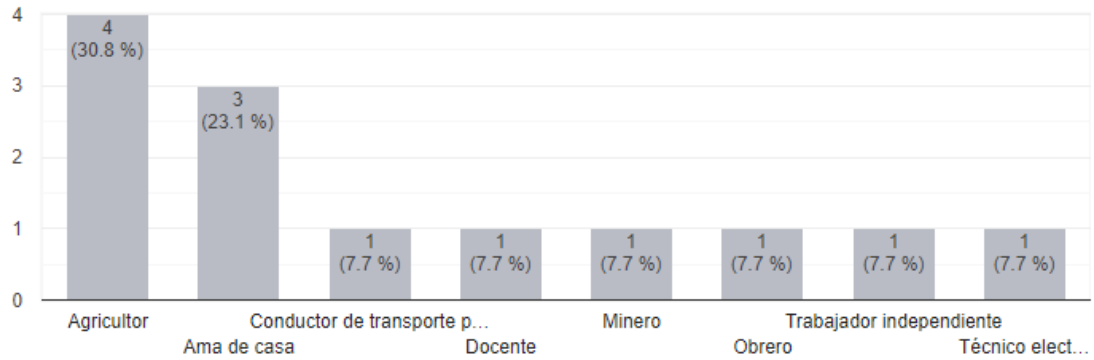
A continuación, se presenta los resultados obtenidos de la encuesta, la cual la respondieron un total de 13 personas:

**Pregunta:** Porcentaje de edad en años de las personas que respondieron la encuesta, habitantes del corregimiento Villa de Rio (PUTUMAYO).



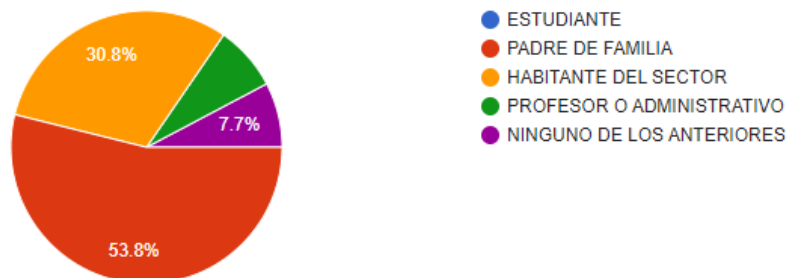
De acuerdo a la información se puede concluir que el 53.8% de las personas que participaron en la encuesta tiene 36 o más años, el 38.5% tienen entre 26 y 35 años y el 7.7% tienen entre 18 y 25 años, teniendo así mayor participación de encuestados con edad máxima a 36 años.

**Pregunta:** Ocupación de cada una de las personas que respondieron la encuesta, habitantes del corregimiento Villa de Rio (PUTUMAYO).



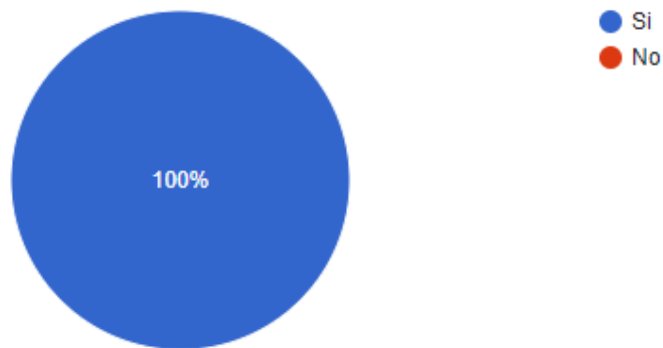
De acuerdo a la información se puede concluir que en la comunidad encontramos diferentes tipos de ocupación, entre ellos la mayoría de personas se dedican a la agricultura.

**Pregunta:** Vinculo de las personas que respondieron la encuesta con respecto al Centro Educativo Rural Villa del Rio, sede La Isla.



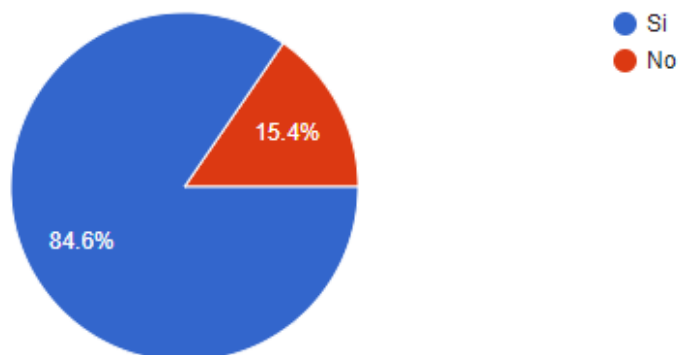
De acuerdo a la información se puede concluir que el 53.8% de las personas encuestadas son padres de familia de estudiantes vinculados a la institución, el 30.8% son habitantes pertenecientes al sector, el 7.7% son profesores y empleados administrativos del centro educativo y el 7.7% son personas que no podrían pertenecer a este corregimiento, según las respuestas de la encuesta.

**Pregunta:** Conocimiento de las personas que respondieron la encuesta sobre energía renovable utilizando paneles solares.



De acuerdo a la información se puede concluir que el 100% de las personas encuestadas si tienen indicios de lo que es energía renovable utilizando paneles solares, esto ya que la comunidad durante un tiempo aproximado ha venido buscando proyectos de energía solar para beneficiar el centro educativo.

**Pregunta:** Conocimiento de los habitantes sobre los beneficios que tiene la energía solar.

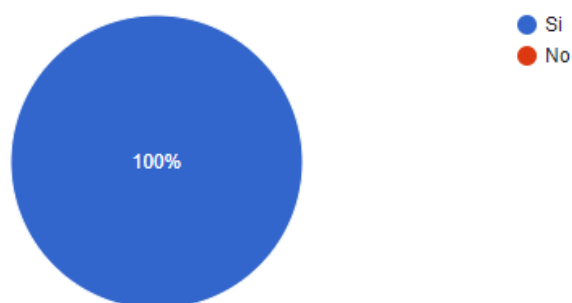


De acuerdo a la información se puede concluir que el 84.6% de las personas encuestadas conocen los beneficio de la energía solar y así mismo las importantes ayudas que traerían al sector mediante la implementación de paneles solares.

**Pregunta:** Beneficios que conocen las personas que respondieron la encuesta.

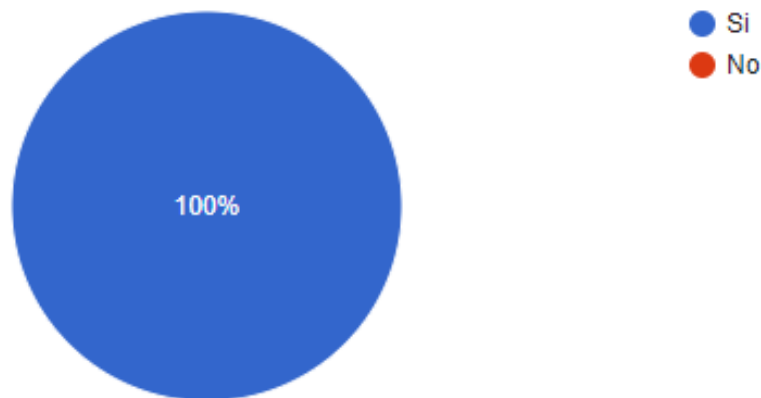
De acuerdo a las respuestas que nos dieron, podemos deducir que las personas encuestadas identifican los beneficios principales que traería la implementación de paneles solares bajo energía solar, identificando y relacionando así mismo la ayuda que traería al centro educativo.

**Pregunta:** ¿Le gustaría tener mayor información sobre energías renovables?



Debido a las condiciones que las personas encuestas y las personas que residen en el sector en cuanto a la carencia de energía eléctrica viven, concluimos que es importante para ellos recibir información acerca de energías renovables, permitiéndoles así a estas personas una mejor calidad de vida para ellos y las generaciones futuras.

**Pregunta:** ¿Cree usted que la implementación de energía renovable (Sistema de paneles fotovoltaicos) beneficiara al Centro Educativo Rural Villa del Rio?

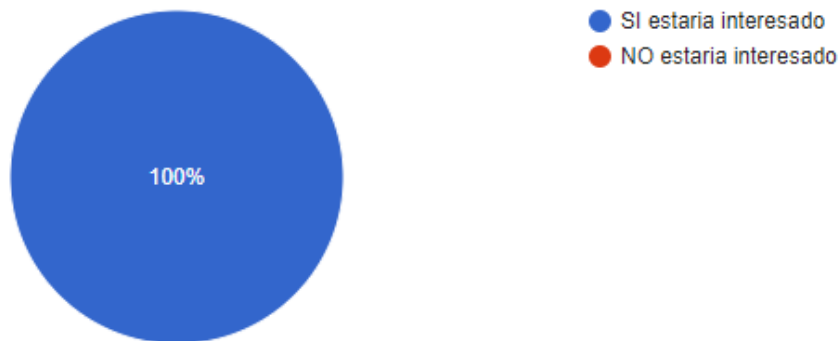


Concluimos de la anterior pregunta que para todas las personas encuestadas será de gran beneficio la implementación de energía renovables para el centro educativo, obteniendo así un 100% de aceptación por parte de estas personas.

**Pregunta:** Beneficios que traerá la implementación de este sistema de energía fotovoltaica en este Centro Educativo, según las personas que respondieron la encuesta.

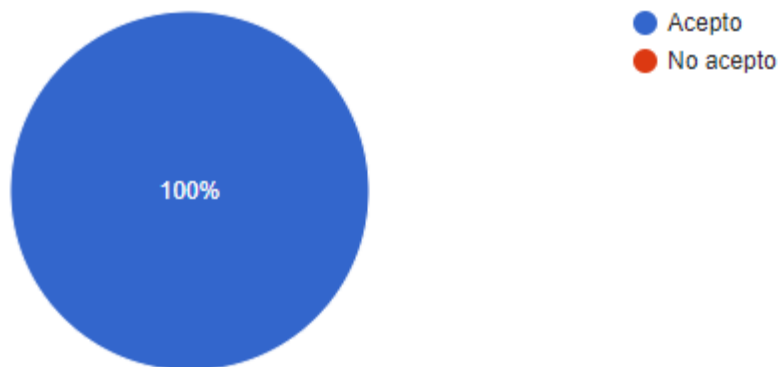
Podemos concluir de la anterior pregunta que la mayoría de las personas que participaron de la encuesta buscan para los estudiantes del centro educativo y las generaciones venideras una mayor calidad educativa, donde existe un factor importante para la educación de los estudiantes el cual es la tecnología, puesto que al día de hoy no han podido manipular este tipo de ayuda en calidad educativa debido a que no poseen energía eléctrica para la energización de dichos dispositivos.

**Pregunta:** ¿Le gustaría implementar este método de energía alternativa en su hogar?



Es importante para el 100% de las personas encuestadas implementar energía alternativa en su hogar ayudándoles así a tener una mejor calidad de vida, beneficios como refrigeración de sus alimentos, energización de dispositivos para el uso de obtención de información educativa y de interés por cada uno de ellos y mayor comunicación con el casco urbano ante cualquier emergencia que se presente en el sector.

**Pregunta:** Porcentaje de aceptación de las personas encuestas sobre este proyecto.



Podemos concluir de la anterior pregunta que el 100% de las personas encuestadas y así mismo personas pertenecientes al sector, disfrutarían del beneficio de implementar proyectos de energía solar, brindando así mayor calidad de vida para las familias el cual no cuentan con un servicio tan importante como lo es la energía eléctrica.

**Pregunta:** Argumento de las personas encuestas del por qué aceptarían este proyecto.

Deducimos de la anterior pregunta que para las personas del sector es importante tener para sus generaciones futuras una mayor calidad educativa así mismo mejor calidad de vida, formando personas basados en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente.

### **Entrevista.**

Se realizó una entrevista al señor Mg. Edison Escobar docente de tiempo completo de la Universidad CESMAG, el cual se encuentra vinculado al programa de ingeniería electrónica. El objetivo de esta entrevista es recibir más conocimiento y así misma información de algunas experiencias por parte del docente, puesto que se ha dedicado alrededor de 8 años al diseño e instalación de paneles solares con energías renovables, así mismo es docente de la materia de FOTOVOLTAICA como el mismo nos describe en la entrevista, para ello se tuvo en cuenta las siguientes preguntas al momento de realizar esta entrevista.

¿Podría comentarnos brevemente algunas experiencias positivas que ha logrado usted con el tema de energías renovables con paneles solares?

¿Cuál es la eficiencia de un panel solar?

¿Aspecto principal a tener en cuenta para la instalación de paneles solares?

Que beneficios cree usted que traerá la instalación de paneles solares para el Centro Educativo Villa del Rio en el Putumayo, un lugar donde no cuentan con el servicio de energía.

### 6.1.3 Diseño.

Una vez realizado el diagnostico se procede a realizar el diseño, para proponer el diseño del sistema fotovoltaico se requiere el cálculo del consumo de energía eléctrica para el abastecimiento de toda la red eléctrica del centro educativo, expresado en KW/H y el cálculo de paneles solares necesarios para cubrir la demanda energética, teniendo en cuenta tipo de paneles, cantidad de celdas, voltios a producir.

Tabla 1. Identificación de espacios disponibles.

<b>TIPO</b>	<b>DEPENDENCIA</b>
<b>OFICINAS</b>	RECTORIA SALA DE PROFESORES CUARTO DE ASEO BODEGA SECRETARIA
<b>SALONES</b>	GRADO 1 Y 2 GRADO 3 GRADO 4 GRADO 5 SALA DE INFORMATICA CUARTO DE INTERACCION
<b>OTRO</b>	BAÑO MUJERES BAÑO HOMBRES RESTAURANTE ESCOLAR



Posteriormente a la identificación de espacios específicos, se procede a realizar un conteo de artículos que consumen energía eléctrica, tales como: lámparas, equipos de cómputo, impresoras, televisores, video beam, internet a implementar.

*Tabla 2. Cantidad de componentes electrónicos*

<b>Artículos</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Lámparas</b>	15
<b>Equipos de Cómputo – oficinas</b>	4
<b>Equipos de cómputo – aula de informática</b>	25
<b>Impresoras</b>	3
<b>Televisores</b>	2
<b>Video beam</b>	1

El diseño e implementación de energía fotovoltaica como alternativa para el suministro del centro educativo villa del rio, pretende establecer parámetros técnicos de automatización y control y términos económicos aceptables que permitan la implementación para el beneficio principalmente a nivel educativo, así como también a nivel de la comunidad.

La implementación de un sistema solar fotovoltaico es una alternativa que permitirá aprovechar la energía proveniente del sol disminuyendo el impacto ambiental; es importante entonces comprender que la fuente de energía del sistema es inagotable y que las condiciones de operación y mantenimiento impactan de manera positiva en la comunidad.

#### **6.1.3.1 Demanda energética por componente electrónico.**

Para calcular la demanda energética del Centro Educativo Rural Villa del Rio, se consultó en las especificaciones de cada artículo la potencia consumida.

Tabla 3. Demanda de energía eléctrica de los componentes electrónicos.

Artículos	Cantidad	Potencia consumida (KW/hora)	Total (KW/hora)	Horas de uso al día	Total (KW/día)
Lámparas	14	0.1	1.4	4	5.6
Equipos de Cómputo oficinas	1	0.065	0.065	6	0.39
Equipos de cómputo aula de informática	10	0.065	0.65	6	3.9
Impresoras	1	1.12	1.12	3	3.36
Televisores	1	0.4	0.4	4	1.6
Video beam	1	0.5	0.5	4	2
Router Wifi	1	0.0094	0.0094	8	0.075
<b>TOTAL</b>					16.92

Para determinar las horas solar pico en Puerto Caicedo Putumayo, se las determino a través de la figura 4, el cual fue un estudio realizado por el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial y el Ministerio de minas y energía (UPME, 2020), del cual se dedujo que el promedio de horas por día es de 3 horas.

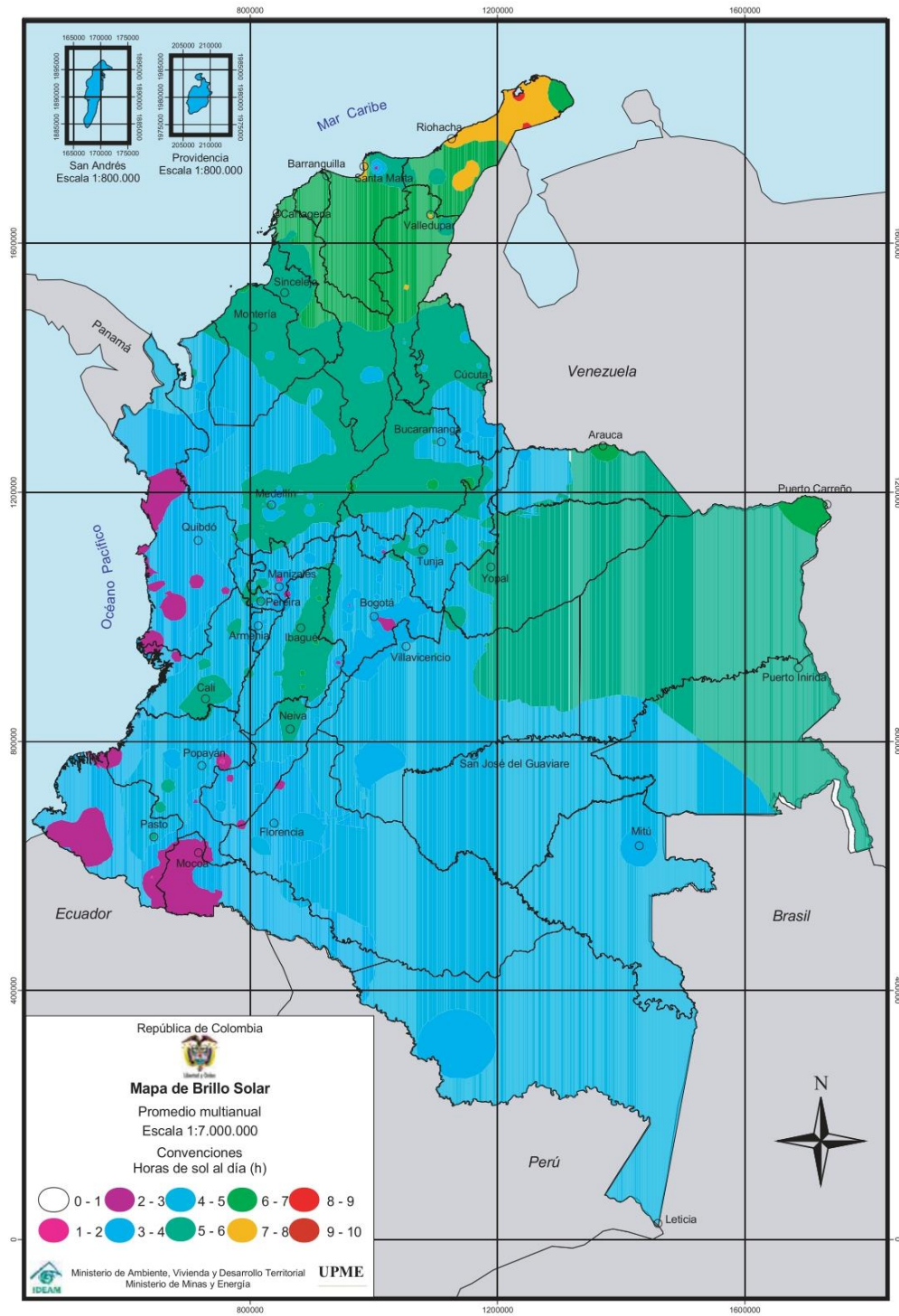


Figura 4. Mapa de brillo solar, adaptado de: (UPME, 2020)

Una vez definidas las anteriores variables, y teniendo en cuenta el número de salones y oficinas entre otros; que conforman el centro educativo villa del Rio, se procede a calcular el tamaño y el diseño del sistema fotovoltaico de la siguiente manera:

- Dimensionamiento de los paneles solares fotovoltaicos.
- Dimensionamiento del sistema regulador de carga.
- Dimensionamiento del inversor de corriente.
- Dimensionamiento del banco de baterías.

#### 6.1.3.2 Entradas para el diseño del sistema solar fotovoltaico.

- Políticas institucionales.
- Requerimientos técnicos: se utilizan para realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.
- Recolección de datos y características de cargas a conectar: es una lista detallada de los artículos que obtendrán energía del sistema fotovoltaico.

#### 6.1.3.3 Sistema fotovoltaico.

Los sistemas fotovoltaicos son de fácil implementación, con flexibilidad en el montaje. A continuación, se presenta un esquema básico de paneles solares donde se pueden observar los diferentes equipos a instalar para su correcto funcionamiento.



Figura 5. Sistema fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico produce energía eléctrica directamente de la radiación solar. La función básica de convertir la radiación solar en electricidad la realiza el módulo fotovoltaico o panel solar. Un sistema fotovoltaico permitirá la alimentación autónoma de equipos de iluminación, equipos de cómputo, luminarias, impresoras y demás artículos eléctricos. Garantizando un servicio de energía eléctrica ininterrumpido, de larga vida útil y con el mínimo mantenimiento. Este sistema está conformado básicamente de un módulo fotovoltaico (generador fotovoltaico), una batería (sistema de acumulación), un regulador de carga (equipo de control) y las cargas (luminarias, equipos de cómputo etc.). A estos elementos hay que añadir los materiales auxiliares de infraestructura (cables, estructuras soporte, módulos de acoplamiento, etc.).

La energía eléctrica producida se almacena en baterías, para que pueda ser utilizada en cualquier momento, y no sólo cuando está disponible la radiación solar. Esta acumulación de energía debe estar dimensionada de forma que el sistema siga funcionando incluso en periodos largos de mal tiempo y cuando la radiación solar sea baja (por ejemplo, cuando sea un día nublado). De esta forma se asegura un suministro prácticamente continuo de energía.

#### **6.1.3.4 Componentes del sistema fotovoltaico.**

- **Panel solar:**

Los paneles solares son el elemento de generación eléctrica y se pueden disponer en serie y/o paralelo para obtener la tensión nominal requerida en cada caso. Estos paneles están formados por un nº determinado de células que están protegidas por un vidrio, encapsuladas sobre un material plástico y todo el conjunto enmarcado con un perfil metálico.

El módulo solar propuesto es el modelo JAM72S20-455/MR del fabricante internacional Ja Solar.

Todas las tecnologías de fabricación del Panel Ja Solar 455W 24V Monocristalino Perc le permiten obtener una eficiencia de hasta un 20,5% aproximadamente. La progresiva mejora en la eficiencia de las células resulta en potencias superiores y todo con un aspecto externo muy similar sin apenas incremento de tamaño. Gracias a la robusta construcción mecánica con sólidos marcos laterales de aluminio anodizado, capaces de soportar el peso y dimensiones de estos módulos y siendo la parte frontal de vidrio templado antirreflector de bajo contenido en hierro, estos equipos cumplen con las estrictas normas de calidad a que son sometidos, soportando las inclemencias climáticas más duras y funcionando eficazmente sin interrupción durante su larga vida útil. Son de construcción sumamente robusta que garantiza una vida de más de 25 años aún en ambientes climatológicos adversos.



*Figura 6. Panel ja solar*

Tabla 4. Características del panel solar.

<b>Características eléctricas</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de célula del panel solar	Monocristalino PERC
Rigidez del Panel Solar	Rígido
Dimensiones del Panel Solar	2112x1052x35mm
Tensión Máxima Potencia	41.82 V
Corriente en Cortocircuito ISC	11.41 A
Eficiencia del Módulo	20.5%
Amperios Máximos de Salida IMP	10.88 A
Tensión en Circuito Abierto	49.85 V
Voltaje de Trabajo del Panel Solar	24 V
Peso del Panel Solar	24.5 Kilogramos
Marco del Panel Solar	Blanco y gris
Garantía del Panel Sol	12 años

Una vez definido el tipo de panel solar a utilizar se procede a calcular la cantidad de paneles solares, para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$N_p = \frac{E \times 1.3}{HSP \times WP}$$

En donde:

**N<sub>p</sub>** = Numero de paneles.

**E** = Consumo diario de Watts.

**HSP** = Horas solar pico.

**WP** = Potencia panel.

$$Np = \frac{16920 \times 1.3}{3 \times 455}$$

$$Np = 16.11 \approx 17 \text{ paneles}$$

Por lo que se puede observar que se utilizaran aproximadamente 17 paneles solares.

Tabla 5. Estructura del soporte.


<p>La instalación eléctrica deberá cumplir con el RETIE- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, la base soporte deberá tener las dimensiones adecuadas según el peso de paneles, además, la estructura será de aluminio.</p>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 6. Características de la estructura.

Características	Descripción
UBICACIÓN	Sobre tejado inclinado
TIPO DE CUBIERTA	Todos los tipos
INCLINACION DE TEJADO	Hasta 15°
PANELES FOTOVOLTAICOS	Con marco tipo cristal
DISTANCIA ENTRE GANCHOS	Un máximo de 2000 mm
PERFILES DE APOYO	Acero inoxidable



- **Instalación y conexión de baterías:** La función de las baterías en un sistema de celdas fotovoltaicas es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo. Los cables que conectan las baterías con el regulador se deben instalar adecuadamente, en donde el cable de polo positivo de la batería se conecta con el polo positivo del regulador. Así mismo, en la entrada de corriente continua al inversor, se conectará el polo positivo del inversor con el polo positivo de la batería, de igual manera como se conectaron los polos positivos se conectarán los polos negativos, sin olvidar las protecciones que deben tener estas conexiones. La batería será almacenada en un gabinete cerrado, teniendo en cuenta las dimensiones de las baterías y las conexiones, sin que estas conexiones lleguen a tener contacto con las paredes del gabinete, la instalación se hará en un lugar seco y debidamente asegurado.
- **Instalación y conexión del regulador:** El regulador tiene como función fundamental impedir que la batería continúe recibiendo energía del panel solar una vez que ha alcanzado su carga máxima. Si, una vez que se ha alcanzado la carga máxima, se intenta seguir introduciendo energía, se inician procesos en la batería que pueden llegar a ser peligrosos y podrían acortar sensiblemente la vida de la misma. Así mismo, controla la energía que llega del panel solar y regula la energía que sale de la batería para el funcionamiento de los equipos instalados.
- **Sistema de puesta a tierra:** El sistema de puesta a tierra deberá instalarse de acuerdo a las especificaciones técnicas del RETIE. La estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

- Alternativa de diseño y ubicación: Para el diseño del sistema solar fotovoltaico se seleccionó el techo del centro educativo villa del Rio – Putumayo, por ser un sitio a campo abierto adonde se puede llevar a cabo la instalación de los paneles solares sin que se generen sombras, el área asignada para la instalación de estos paneles es de 263,55 m<sup>2</sup>.

Tabla 7. Lista de personal y recursos.

No	Nombre de la Tarea	Nombres de los recursos
<b>1.1</b>	<b>Gerencia del proyecto</b>	
1.1.1	Project charter	Gerente de proyecto
1.1.2	Enunciado del alcance	Gerente de proyecto
1.1.3	Plan del proyecto	Gerente de proyecto
1.1.4	Identificación de riesgos	Gerente de proyecto
<b>1.2</b>	<b>Diagnostico</b>	
<b>1.2.1</b>	<b>Obtención de información previa</b>	
1.2.1.1	Toma de registro fotográfico	Ingeniero Electrónico; Supervisor de obra
1.2.1.2	Toma de mediciones de voltaje y corriente	Ingeniero Eléctrico
1.2.1.3	Medición del espacio disponible	Ingeniero Electrónico; Obrero
1.2.1.4	Información de la estructura	Ingeniero Electrónico; Supervisor de obra
<b>1.3</b>	<b>Diseño</b>	
<b>1.3.1</b>	<b>Estudios eléctricos</b>	
1.3.1.1	Análisis de consumo	Ingeniero Eléctrico
1.3.1.2	Análisis de iluminación	Ingeniero Eléctrico
1.3.1.3	Análisis de radiación solar de zona	Ingeniero Electrónico
1.3.1.4	Diseño de ingeniería básico	Ingeniero Eléctrico; Ingeniero Electrónico; Portátil Asus Vivobook 14 x 14 12FL [1 unidad]; Software AutoCAD [1 unidad]
<b>1.3.2</b>	<b>Estudios estructurales</b>	

<b>1.3.2.1</b>	Análisis de estructura metálica	Ingeniero Electrónico; Técnico Metalmecánica
<b>1.3.2.2</b>	Ubicación de baterías y estructura	Ingeniero Electrónico; Ingeniero Eléctrico
<b>1.3.3</b>	<b>Selección de equipos</b>	
<b>1.3.3.1</b>	Estudios de proveedores	Gerente de proyecto
<b>1.3.3.2</b>	Compra de equipos	Gerente de proyecto
<b>1.4</b>	<b>Ejecución</b>	
<b>1.4.1</b>	Construcción de estructura	Ingeniero Electrónico; Técnico Electricista 1; Técnico Metalmecánica; Perfil Tubular Redondo [1 x3 Mts]
<b>1.4.2</b>	Instalación de paneles solares	Ingeniero Electrónico; Ingeniero Eléctrico; Obrero; Panel Solar [17 unidad]; Amarres [1 x100 unidades]
<b>1.4.3</b>	Instalación de baterías y reguladores	Ingeniero Electrónico; Obrero; Baterías 12v 250Ah [8 unidad]; Técnico Electricista 1; Regulador [1 unidad]; Inversor [1]; Amarres [1 x100 unidades]; Terminales [1 unidad]
<b>1.4.4</b>	Instalación de cableado	Cableado Eléctrico [1 x100 Mts]; Técnico Electricista 1; Canaleta [1 x2 Mts]; Amarres [1 x100 unidades]; Perfil Tubular Redondo [1 x3 Mts]; Tubería [1 x3 Mts]; Ingeniero Eléctrico
<b>1.5</b>	<b>Pruebas y entrega</b>	
<b>1.5.1</b>	Medición de voltaje corriente	Ingeniero Eléctrico; Supervisor de obra
<b>1.5.2</b>	Verificación de conectividad del sistema	Ingeniero Electrónico; Supervisor de obra
<b>1.5.3</b>	Validación de la técnica	Gerente de proyecto; Supervisor de obra; Ingeniero Eléctrico; Ingeniero Electrónico
<b>1.5.4</b>	Acta de entrega y recibido a satisfacción	Gerente de proyecto
<b>1.6</b>	<b>Mantenimiento</b>	

<b>1.6.1</b>	Mantenimiento preventivo o correctivo	Ingeniero Electrónico
--------------	---------------------------------------	-----------------------

## 6.2 Estimación de los costos para la implementación de un sistema fotovoltaico.

Para poder desarrollar la estimación de costos según la Guía PMBOOK 2017, es necesario la aplicación de herramientas y técnicas, entre las cuales se encuentra la estimación ascendente que permite realizar estimaciones más precisas, ya que se descompone el trabajo a un nivel de mayor detalle para estimar los costos de cada actividad, teniendo en cuenta los recursos a través del tiempo.

Tabla 8. Costos de actividades.

<b>CODIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PREDECESORAS</b>	<b>COSTO</b>
<b>1.1</b>	<b>Gerencia del proyecto</b>		<b>\$10.560.000,00</b>
1.1.1	Project charter		1.440.000,00
1.1.2	Enunciado del alcance	3	1.920.000,00
1.1.3	Plan del proyecto	4	4.800.000,00
1.1.4	Identificación de riesgos	5	2.400.000,00
<b>1.2</b>	<b>Diagnostico</b>	<b>2;6</b>	<b>3.480.000,00</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Obtención de información previa</b>	<b>2;6</b>	<b>3.480.000,00</b>
1.2.1.1	Toma de registro fotográfico	6	1.280.000,00
1.2.1.2	Toma de mediciones de voltaje y corriente	10	544.000,00
1.2.1.3	Medición del espacio disponible	11	376.000,00
1.2.1.4	Información de la estructura	12	1.280.000,00
<b>1.3</b>	<b>Diseño</b>	<b>8;13</b>	<b>19.153.820,00</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Estudios eléctricos</b>	<b>8;13</b>	<b>10.801.820,00</b>
1.3.1.1	Análisis de consumo	13	544.000,00
1.3.1.2	Análisis de iluminación	17	544.000,00
1.3.1.3	Análisis de radiación solar de zona	18	2.040.000,00
1.3.1.4	Diseño de ingeniería básico	19	7.673.820,00
<b>1.3.2</b>	<b>Estudios estructurales</b>	<b>16;20</b>	<b>4.512.000,00</b>

1.3.2.1	Análisis de estructura metálica	20	1.248.000,00
1.3.2.2	Ubicación de baterías y estructura	23	3.264.000,00
<b>1.3.3</b>	<b>Selección de equipos</b>	<b>23;24</b>	<b>3.840.000,00</b>
1.3.3.1	Estudios de proveedores	24	1.440.000,00
1.3.3.2	Compra de equipos	27	2.400.000,00
<b>1.4</b>	<b>Ejecución</b>	<b>27;28</b>	<b>56.966.270,00</b>
1.4.1	Construcción de estructura	28	9.956.720,00
1.4.2	Instalación de paneles solares	31	20.278.400,00
1.4.3	Instalación de baterías y reguladores	32	25.074.300,00
1.4.4	Instalación de cableado	33	1.656.850,00
<b>1.5</b>	<b>Pruebas y entrega</b>	<b>31;34</b>	<b>7.096.000,00</b>
1.5.1	Medición de voltaje corriente	34	1.536.000,00
1.5.2	Verificación de conectividad del sistema	37	1.024.000,00
1.5.3	Validación de la técnica	38	2.616.000,00
1.5.4	Acta de entrega y recibido a satisfacción	39	1.920.000,00
<b>1.6</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>37;40</b>	<b>368.000,00</b>
1.6.1	Limpieza periódica de los paneles	40	184.000,00
1.6.2	Mantenimiento de inversores y batería	43	184.000,00

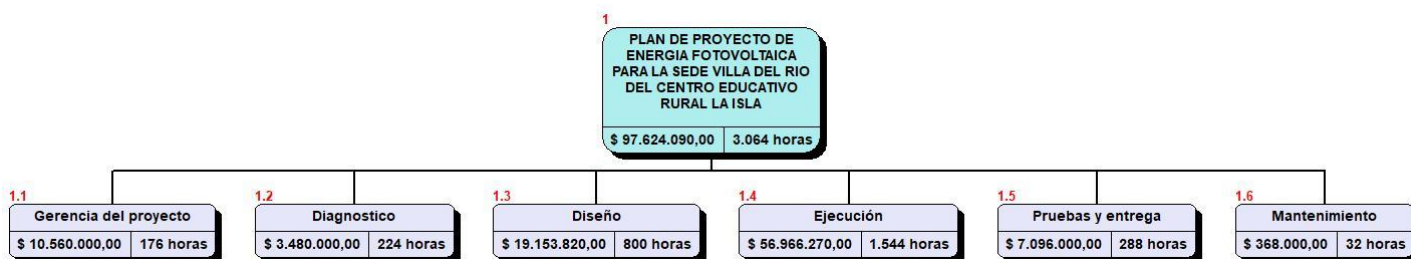


Figura 7. Costo parcial

### 6.3 Determinar el presupuesto para la instalación del sistema de energía fotovoltaico.

Tabla 9. Presupuesto.

CODIGO	ACTIVIDAD	TIPO	ETIQUETA	UNIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>1.1</b>	<b>Gerencia del proyecto</b>					<b>\$ 10.620.000,00</b>
1.1.1	Project chárter					
1.1.1.1	Gerente de proyecto	Trabajo	Horas	24	60.000,00	1.440.000,00
1.1.2	Enunciado del alcance					
1.1.2.1	Gerente de proyecto	Trabajo	Horas	32	60.000,00	1.920.000,00
1.1.3	Plan del proyecto					
1.1.3.1	Gerente de proyecto	Trabajo	Horas	80	60.000,00	4.800.000,00
1.1.4	Identificación de riesgos					
1.1.4.1	Gerente de proyecto	Trabajo	Horas	40	60.000,00	2.400.000,00
<b>1.2</b>	<b>Diagnostico</b>					<b>3.480.000,00</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Obtención de información previa</b>					<b>3.480.000,00</b>
1.2.1.1	Toma de registro fotográfico					

1.2.1.1.1	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	40	17.000,00	680.000,00
1.2.1.1.2	Supervisor de obra	Trabajo	Horas	40	15.000,00	600.000,00
1.2.1.2	Toma de mediciones de voltaje y corriente					
1.2.1.2.1	Ingeniero eléctrico	Trabajo	Horas	32	17.000,00	544.000,00
1.2.1.3	Medición del espacio disponible					
1.2.1.3.1	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	16	17.000,00	272.000,00
1.2.1.3.2	Obrero	Trabajo	Horas	16	6.500,00	104.000,00
1.2.1.4	Información de la estructura					
1.2.1.4.1	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	40	17.000,00	680.000,00
1.2.1.4.2	Supervisor de obra	Trabajo	Horas	40	15.000,00	600.000,00
<b>1.3</b>	<b>Diseño</b>					<b>19.153.820,00</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Estudios eléctricos</b>					<b>10.801.820,00</b>
1.3.1.1	Análisis de consumo					
1.3.1.1.1	Ingeniero eléctrico	Trabajo	Horas	32	17.000,00	544.000,00
1.3.1.2	Análisis de iluminación					
1.3.1.2.1	Ingeniero eléctrico	Trabajo	Horas	32	17.000,00	544.000,00
1.3.1.3	Análisis de radiación solar de zona					
1.3.1.3.1	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	120	17.000,00	2.040.000,00
1.3.1.4	Diseño de ingeniería básico					
	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	120	17.000,00	2.040.000,00
	Ingeniero eléctrico	Trabajo	Horas	120	17.000,00	2.040.000,00
	Portátil Asus Vivobook 14 x 14 12FL	Material	Unidad	1	2.800.000,00	2.800.000,00
	Software AutoCAD	Material	Unidad	1	793.820,00	793.820,00

<b>1.3.2</b>	<b>Estudios estructurales</b>					<b>\$ 4.512.000,00</b>
1.3.2.1	Análisis de estructura metálica					
1.3.2.1.1	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	48	17.000,00	816.000,00
1.3.2.1.2	Técnico Metalmeccánica	Trabajo	Horas	48	9.000,00	432.000,00
1.3.2.2	Ubicación de baterías y estructura					
1.3.2.2.1	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	96	17.000,00	1.632.000,00
1.3.2.2.2	Ingeniero eléctrico	Trabajo	Horas	96	17.000,00	1.632.000,00
<b>1.3.3</b>	<b>Selección de equipos</b>					<b>\$ 3.840.000,00</b>
1.3.3.1	Estudios de proveedores					
1.3.3.1.1	Gerente de proyecto	Trabajo	Horas	24	60.000,00	1.440.000,00
1.3.3.2	Compra de equipos					
1.3.3.2.1	Gerente de proyecto	Trabajo	Horas	32	60.000,00	1.920.000,00
1.3.3.2.2	Supervisor de obra	Trabajo	Horas	32	15.000,00	480.000,00
<b>1.4</b>	<b>Ejecución</b>					<b>\$ 56.966.270,00</b>
1.4.1	Construcción de estructura					
1.4.1.1	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	176	17.000,00	2.992.000,00
1.4.1.2	Técnico electricista 1	Trabajo	Horas	176	11.500,00	2.024.000,00
1.4.1.3	Técnico Metalmeccánica	Trabajo	Horas	176	9.000,00	1.584.000,00
1.4.1.4	Supervisor de obra	Trabajo	Horas	176	15.000,00	2.640.000,00
1.4.1.5	Perfil tubular redondo x3Mts	Material	Unidad	8	12.590,00	100.720,00
1.4.1.6	Tuercas	Material	Unidad	50	50,00	2.500,00
1.4.1.7	Tornillos	Material	Unidad	50	350,00	17.500,00
1.4.1.8	Riel aluminio omega x1Mts	Material	Unidad	20	10.300,00	206.000,00
1.4.1.9	Conector terminal placa	Material	Unidad	12	5.000,00	60.000,00



1.4.1.10	Conector tipo L a techo	Material	Unidad	15	12.000,00	180.000,00
1.4.1.11	Conector de fijación a techo	Material	Unidad	25	6.000,00	150.000,00
1.4.2	Instalación de paneles solares					
1.4.2.1	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	112	17.000,00	1.904.000,00
1.4.2.2	Ingeniero eléctrico	Trabajo	Horas	112	17.000,00	1.904.000,00
1.4.2.3	Supervisor de obra	Trabajo	Horas	112	15.000,00	1.680.000,00
1.4.2.4	Obrero	Trabajo	Horas	112	6.500,00	728.000,00
1.4.2.5	Panel solar FV 455 W	Material	Unidad	17	820.000,00	13.940.000,00
1.4.2.6	Amarres x 100	Material	Unidad	1	17.400,00	17.400,00
1.4.2.7	Conector unión placa	Material	Unidad	17	5.000,00	85.000,00
1.4.2.8	Tuercas	Material	Unidad	50	50,00	2.500,00
1.4.2.9	Tornillos	Material	Unidad	50	350,00	17.500,00
1.4.3	Instalación de baterías y reguladores					
1.4.3.1	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	80	17.000,00	1.360.000,00
1.4.3.2	Supervisor de obra	Trabajo	Horas	80	15.000,00	1.200.000,00
1.4.3.3	Técnico electricista 1	Trabajo	Horas	80	11.500,00	920.000,00
1.4.3.4	Obrero	Trabajo	Horas	80	6.500,00	520.000,00
1.4.3.5	Batería 12v 250Ah	Material	Unidad	8	2.067.000,00	16.536.000,00
1.4.3.6	Regulador MPPT 250 V/70 A	Material	Unidad	1	2.250.000,00	2.250.000,00
1.4.3.7	Inversor 2400VA - 24V	Material	Unidad	1	2.150.000,00	2.150.000,00
1.4.3.8	Amarres x 100	Material	Unidad	1	17.400,00	17.400,00
1.4.3.9	Terminales	Material	Unidad	32	1.500,00	48.000,00
1.4.3.10	Cable solar 2.5 mm2 x 10Mts	Material	Unidad	1	72.900,00	72.900,00
1.4.4	Instalación de cableado					

1.4.4.1	Ingeniero eléctrico	Trabajo	Horas	24	17.000,00	408.000,00
1.4.4.2	Técnico electricista 1	Trabajo	Horas	24	11.500,00	276.000,00
1.4.4.3	Supervisor de obra	Trabajo	Horas	24	15.000,00	360.000,00
1.4.4.4	Canaleta x2Mts	Material	Unidad	10	4.500,00	45.000,00
1.4.4.5	Amarres x 100	Material	Unidad	1	17.400,00	17.400,00
1.4.4.6	Perfil tubular redondo x3Mts	Material	Unidad	5	12.590,00	62.950,00
1.4.4.7	Cableado eléctrico x100Mts	Material	Unidad	2	150.000,00	300.000,00
1.4.4.8	Interruptores	Material	Unidad	5	37.500,00	187.500,00
<b>1.5</b>	<b>Pruebas y entrega</b>					<b>\$ 7.096.000,00</b>
1.5.1	Medición de voltaje corriente					
1.5.1.1	Ingeniero eléctrico	Trabajo	Horas	48	17.000,00	816.000,00
1.5.1.2	Supervisor de obra	Trabajo	Horas	48	15.000,00	720.000,00
1.5.2	Verificación de conectividad del sistema					
1.5.2.1	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	32	17.000,00	544.000,00
1.5.2.2	Supervisor de obra	Trabajo	Horas	32	15.000,00	480.000,00
1.5.3	Validación de la técnica					
1.5.3.1	Gerente de proyecto	Trabajo	Horas	24	60.000,00	1.440.000,00
1.5.3.2	Supervisor de obra	Trabajo	Horas	24	15.000,00	360.000,00
1.5.3.3	Ingeniero electrónico	Trabajo	Horas	24	17.000,00	408.000,00
1.5.3.4	Ingeniero eléctrico	Trabajo	Horas	24	17.000,00	408.000,00
1.5.4	Acta de entrega y recibido a satisfacción					
1.5.4.1	Gerente de proyecto	Trabajo	Horas	32	60.000,00	1.920.000,00
<b>1.6</b>	<b>Mantenimiento</b>					<b>\$ 368.000,00</b>

1.6.1	Limpieza periódica de los paneles					
1.6.1.1	Técnico electricista 1	Trabajo	Horas	16	11.500,00	184.000,00
1.6.2	Mantenimiento de inversores y batería					
1.6.2.1	Técnico electricista 1	Trabajo	Horas	16	11.500,00	184.000,00
<b>TOTAL</b>						<b>\$97.624.090,00</b>

#### 6.4 Proponer el monitoreo, seguimiento y control de costos.

##### 6.4.1 Calculo de reserva de contingencia.

La reserva de contingencia está destinada a gestionar o mitigar los riesgos identificados durante la fase de gestión de riesgos del proyecto; así, el 10% de la reserva de contingencia se destina a los paquetes de gerencia, diagnóstico, diseño, implementación, pruebas y entrega del sistema de energía fotovoltaico por un total de \$ 9.725.609 COP para cualquier costo adicional en el desarrollo del proyecto.

Por otro lado, para obtener la reserva de contingencia del 2%, se determinó el paquete que menor impacto de riesgo generaría, este fue mantenimiento, del cual se obtuvo como total una reserva de \$ 73.600 COP para posibles contratiempos que puedan llegar a presentarse y que lleguen a afectar el desarrollo del proyecto.

Tabla 10. Cálculo de reserva de contingencia.

Estimado del proyecto	<b>\$97.624.090,00</b>
Reserva de contingencia (gerencia, diagnóstico, diseño, implementación del sistema fotovoltaico, pruebas y entrega) 10%	9.725.609,00
Reserva de contingencia (mantenimiento) 20%	73.600,00
<b>Reserva de contingencia total del proyecto</b>	<b>\$9.799.209,00</b>

#### 6.4.2 Línea base de costo.

La línea base del costo del proyecto se calcula mediante la sumatoria del estimado total del proyecto más la reserva de contingencia del proyecto, obteniendo un valor de \$ 107.357.059 COP, el cual es el presupuesto autorizado para que el gerente encargado del proyecto pueda utilizarlo en la ejecución del proyecto sin necesidad de realizar nuevas solicitudes de aprobación presupuestal.

Tabla 11. Cálculo de línea base del costo.

<b>Estimado del proyecto</b>	<b>\$97.624.090,00</b>
Reserva de contingencia Proyecto	9.799.209,00
<b>Línea base de costo</b>	<b>\$ 107.423.299,00</b>

#### 6.4.3 Calculo del presupuesto total del proyecto.

El cálculo del presupuesto, consiste en sumar el total de los costos estimados de los paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo que contemple la reserva de contingencia del proyecto. Adicionalmente, se calcula la reserva de gestión que es un presupuesto que sirve para cubrir impactos negativos de riesgos que no hayan sido identificados en la gestión de riesgos del proyecto y que, para ser utilizado, el gerente del proyecto deberá solicitar autorización a la Alcaldía de Puerto Caicedo, Putumayo. A continuación, se presenta el presupuesto total estimado para la implementación de un sistema fotovoltaico en el centro educativo Villa del rio, sede la playa.

Tabla 12. Cálculo del presupuesto total del proyecto.

<b>Estimado del proyecto</b>	<b>\$97.624.090,00</b>
Reserva de contingencia Proyecto	9.799.209,00
Línea base de costo	107.423.299,00
Reserva de gestión (sobre el estimado) 20%	19.524.818,00
<b>Presupuesto</b>	<b>\$36.747.326,00</b>

El presupuesto que será aprobado para el proyecto es de \$ 136.747.326,00.

## Conclusiones

A medida que avanza la investigación, los futuros sistemas de energía pueden extenderse en el centro educativo Villa del Rio brindando así energía solar a los diferentes corregimientos que se encuentran a su alrededor.

Se determinó la gestión del alcance del proyecto de energía fotovoltaica, donde se incluyó los procesos para planificar, definir, validar y controlar el alcance del proyecto, recopilar requisitos y crear la EDT; con lo que se pudo obtener el alcance requerido, la duración y el costo del proyecto, para la gestión del alcance es necesario el detalle de los entregables y sus criterios de aceptación, para con esto obtener el EDT del proyecto y el diccionario de la ETD.

Tener realizado la gestión, alcance, tiempo y costo de un proyecto antes de su implementación o ejecución, facilitara tener una perspectiva más puntual sobre todos estos aspectos, permitiéndonos establecer si es viable su realización o no; lo que nos permitirá evitar inconvenientes a la hora de su ejecución y cierre del proyecto.

Mediante el desarrollo del cronograma se puede identificar el inicio y final del proyecto, lo cual nos permite establecer o conocer cuáles son las actividades que deben tener mayor importancia y cuidado al momento de su ejecución.

La fase de planificación es vital, puesto que en esta se logra establecer y definir las necesidades y alcances del proyecto, de no realizarse adecuadamente puede generarse problemas al momento de la ejecución de cada actividad a desarrollarse en la duración del proyecto; permite determinar dependencias entre actividades y se estima el trabajo que se requiere para el desarrollo de cada una de estas. Tener la estimación del presupuesto de la ejecución del proyecto, es uno de los pilares para obtener el desarrollo de un buen proyecto y establecer si es posible su ejecución, definiendo aspectos con los que contamos para ello como el efectivo, espacio, infraestructura etc.

## Recomendaciones

Este trabajo cubre con la gestión de alcance, tiempo y costo, dejando la posibilidad de expandir esta metodología a las otras áreas del PMI y a la actualización de las mismas. Por otro lado, con un buen estudio de proveedores, permitirá la efectividad de nuestro proyecto, logrando encontrar materiales de alta calidad y a un precio favorable.

Con una buena planificación y control del cronograma se logra la efectividad de los proyectos, realizando las actividades en las fechas y con el presupuesto establecido, es importante hacer primero la planeación antes de la ejecución de cada proyecto; permitirá establecer de forma clara y expresa todo lo requerido para la ejecución de un proyecto; en su mayoría los proyectos fallan es por la falta de planeación, puesto que se van a su ejecución y muchas veces fallan los cronogramas esperados, ya sea en lo relacionado al presupuesto que se contaba, tiempo, costos y demás, razón por la cual muchos proyectos se quedan sin terminarse.

Es necesario que la implementación y manejo del proyecto sea dirigido por un profesional tanto en el área de administración de proyectos, como en el de lo requerido para la instalación del sistema fotovoltaico; esto permitirá tener una mayor aproximación de lo buscado con los proyectos, porque al contar con un profesional en las áreas a desarrollarse en el proyecto, hace que este las efectúe de la mejor manera y con mayor certeza posible.

El director de proyectos se debe reunir semanalmente con el profesional responsable para dar seguimiento tanto al cronograma como al presupuesto y así tomar decisiones a tiempo para llevar a cabo el proyecto exitosamente.

La gestión del valor ganado es una herramienta que permitiría conocer mejor el proyecto, tener control del equipo, medir el desempeño, evaluar el avance real del proyecto, controlar la línea base del proyecto evaluando el desempeño del proyecto y permite tener un control del alcance, tiempo y coste, siempre según el presupuesto del proyecto, según el valor ganado y según el coste real.



## Referencias

- Roldán, L. M. (2020). *Lucha por el territorio, un derecho merecido. Una Historia Ambiental del Consejo*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/51298/Documento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Project Management Institute Inc. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK)*. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Becerra-Pérez, L. A., González-Díaz, R. R., & Villegas-Gutiérrez, A. C. (2021). La energía solar fotovoltaica, análisis costo beneficio de los proyectos en México. *RINDERESU*, 5(2).
- Galviz Garzón, J. S., & Gutierrez Gallego, R. (2013). Proyecto para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaico para la población Wayuu en Nazareth corregimiento del municipio de Uribía, departamento de la Guajira, Colombia.
- Roldán, L. M. (2020). *Lucha por el territorio, un derecho merecido. Una Historia Ambiental del Consejo*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/51298/Documento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Unidad de Planeación Minero Energética, UPME (2015). Repositorio UPME: Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. dbdigital UPME. <http://bdigital.upme.gov.co/handle/001/1311>
- OLADE. 2018. "Situación Del Consumo Energético a Nivel Mundial y Para América Latina y El Caribe (ALC) y Sus Perspectivas." (August): 1–6. <http://sielac.olade.org/>.
- Páginas - Energías Renovables*. (s. f.). Recuperado 2 de noviembre de 2022, de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/consumo-sostenible/Energias-Renovables.aspx>

Project Management Institute, Inc. (20 de abril de 2020). *¿Qué es PMI?* Obtenido de Project Management Institute: <https://www.pmi.org/about/learn-about-pmi>

## Anexos

### Anexo 1: Acta del Proyecto.

<b>ACTA DEL PROYECTO</b>	
<b>Formaliza la existencia del proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Beneficio directo: inicio claro y límites del proyecto bien definidos.</b>	
<b>Fecha</b>	<b>Nombre de Proyecto</b>
<b>02/06/2022</b>	<b>PROYECTO DE GESTIÓN DE COSTOS CON METODOLOGÍAS DEL PMBOK® PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA RENOVABLE, CON PANELES FOTOVOLTAICOS EN EL CENTRO EDUCATIVO RURAL VILLA DEL RIO, EN EL MUNICIPIO DE PUERTO CAICEDO - PUTUMAYO.</b>
<b>Áreas de conocimiento / procesos:</b>	<b>Área de aplicación (Sector / Actividad):</b>
<b>Grupos de Procesos:</b> Inicio, planeación, cierre <b>Áreas de Conocimiento:</b> Gestión de Costos	<b>Sector Educativo</b>  <b>Actividad: Energías renovables</b>

<b>Fecha de inicio del proyecto</b>	<b>Fecha tentativa de finalización del proyecto</b>
<b>27/05/2022</b>	<b>09/11/2022</b>
<b>Objetivos del proyecto (general y específicos)</b>	
<p><b>Objetivo General.</b></p> <p>Realizar una propuesta de gestión de costos que permita la implementación de paneles fotovoltaicos en el Centro Educativo Rural Villa del Rio, sede La Isla, en el Municipio de Puerto Caicedo - Putumayo.</p> <p><b>Objetivos específicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Proponer el diseño de un sistema de energía fotovoltaico para el Centro Educativo Rural Villa del Rio, ubicado en el municipio de Puerto Caicedo – Putumayo, teniendo en cuenta cada uno de los requerimientos.</li> <li>● Desarrollar la estimación de los costos con el fin de aproximar los recursos monetarios necesarios para la implementación de un sistema de energía fotovoltaico en el proyecto.</li> <li>● Determinar el presupuesto que permita la implementación de un sistema de energía fotovoltaico en el proyecto.</li> <li>● Proponer el monitoreo, seguimiento y control de costos que permita la implementación de un sistema de energía fotovoltaico en el proyecto.</li> </ul>	
<b>Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)</b>	

La energía solar representa en la actualidad una de las fuentes energéticas más promisorias para la sociedad, ya que desempeña un papel vital en el crecimiento económico, la mejora en la calidad de vida y el alcance del desarrollo sostenible.

En el departamento de Putumayo se presenta serios problemas sociales debido a la falta de gestión oportuna de los entes gubernamentales, que impiden cubrir las necesidades básicas en la comunidad, debido a que se encuentran en zonas aisladas de difícil acceso y apartadas de las grandes ciudades, debido a esto la generación eléctrica de formas convencionales se ve afectada y limitada además de ser muy costosa, en cambio la energía solar da una salida de forma más económica, más amigable con el medio ambiente y a un largo plazo una solución de la contaminación.

La propuesta determina la gestión de costos para el sistema fotovoltaico en el centro educativo Villa del Rio con el fin de generar energía eléctrica limpia, eficiente y económica, este centro educativo carece de este recurso de energía eléctrica y tampoco tiene un plan de iniciativa para la producción de energías alternativas, se encuentra ubicado en la vereda de Villa del Rio municipio de Puerto Caicedo, departamento de Putumayo, el cual está conformada por 31 familias, con un total de 87 personas y cuenta con un concejo comunitario afrodescendiente (Roldán, 2020). Por otra parte, esta gestión nos facilitará el análisis de los costos y del impacto que pueden producir tanto en los resultados finales del proyecto como en el ciclo de vida de este.

**Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto.**

**ENTREGABLE 1:**

Informe sobre el plan de gestión de los costos.

**ENTREGABLE 2:**

2.1 Informe sobre la estimación de costos.

2.2 Informe de la base de estimación.

**ENTREGABLE 3:**

3.1 Línea base de costos del proyecto.

3.2 Requisitos de financiamiento del proyecto.

3.3 Información de desempeño del trabajo.

3.4 Pronóstico de costos del proyecto.

**Supuestos.**

- Existe voluntad por parte de las autoridades municipales y de la población para la gestión del proyecto.
- Variación de presupuesto en materiales.
- El centro educativo involucrado se interese por el ahorro energético.
- El plan de acción presupuestal será acogido en su totalidad por la gobernación y por la comunidad.

**Restricciones.**

- No existe una proyección de electrificación por parte de la Unidad de planeación.
- Se tiene un presupuesto definido el cual no debe pasar los costos del proyecto establecido.
- Escaso suministro de recursos por parte de los proveedores.
- El tiempo estimado para la finalización del proyecto es hasta el 5 de noviembre de 2022.

### Identificación riesgos.

- Aumento de los costos del proyecto por imprevistos.
- Si se presenta escases de materiales en Colombia aumenta el costo del proyecto.
- Accidente laboral de las personas encargadas de gestionar el proyecto.
- Si no se cumple con los estándares climáticos requeridos podría haber variación de costo.

### Presupuesto.

Honorarios profesionales	\$13.500.000
Impresiones y reproducciones del Documento	\$1.000.000
Imprevistos	\$2.000.000
	<b>COP\$16.500.000</b>

### Principales hitos y fechas.

Nombre hito	Fecha inicio	Fecha final
Primer etapa, Presentación de Charter y EDT	27-05-2022	02-06-2022
Segunda etapa, informe final	03-06-2022	05-11-2022



Información histórica relevante.

El Putumayo es uno de los Departamentos al cual han llegado muchos afrodescendientes, población Negra, Raizal y Palenquera (NARP), esta población se han radicado en varias veredas de este Departamento, conformando un Consejo Comunitario y ubicándose en la vereda Villa del Río, esta organización se encuentra en Puerto Caicedo, municipio ubicado en el bajo Putumayo, en el noroccidente del casco urbano, su única vía de acceso es fluvial, a través de los ríos San Juan y Putumayo, el área constituida del consejo es de 500 hectáreas aproximadamente, dichos terrenos ostentan diferentes tipos de tenencia, estos tienen los siguientes linderos con relación a los puntos cardinales: Oriente vereda sardinas, occidente Río San Juan, Norte resguardo las Vegas, Sur vereda Cristo rey, Donde sus primeros habitantes llegaron a Puerto Caicedo, Putumayo, en la década de 1950, debido a esto hubo las transformaciones en el uso y manejo de los recursos naturales del territorio, y en la trayectoria organizativa del Consejo Comunitario, desde 1970 hasta la actualidad (Roldán, 2020).

La principal vía de acceso a la Vereda Villa del Río es vía fluvial, por medio del río San Juan. Para llegar a la vereda se toma un auto a la zona de embarcación en el Puerto del río Putumayo que se encuentra en el Municipio de Puerto Caicedo, que unos metros adelante une sus aguas con el río san Juan. De allí se toma un motor río San Juan para arriba durante 40 minutos aproximadamente hasta llegar a la entrada de la Vereda de Villa del Río, donde podemos encontrar el Centro Educativo Rural Villa del Rio, el cual carece de un principal recurso que es el limitado acceso de energía eléctrica.

Identificación de grupos de interés (involucrados).

**Involucrados Directos:**

Alcaldía del Municipio de Caicedo.

Estudiantes del Centro Educativo Villa del Rio.

Gobernación del Putumayo.

Gerentes del Proyecto.

**Involucrados Indirectos:**

Políticos.

Proveedores.

Municipio.

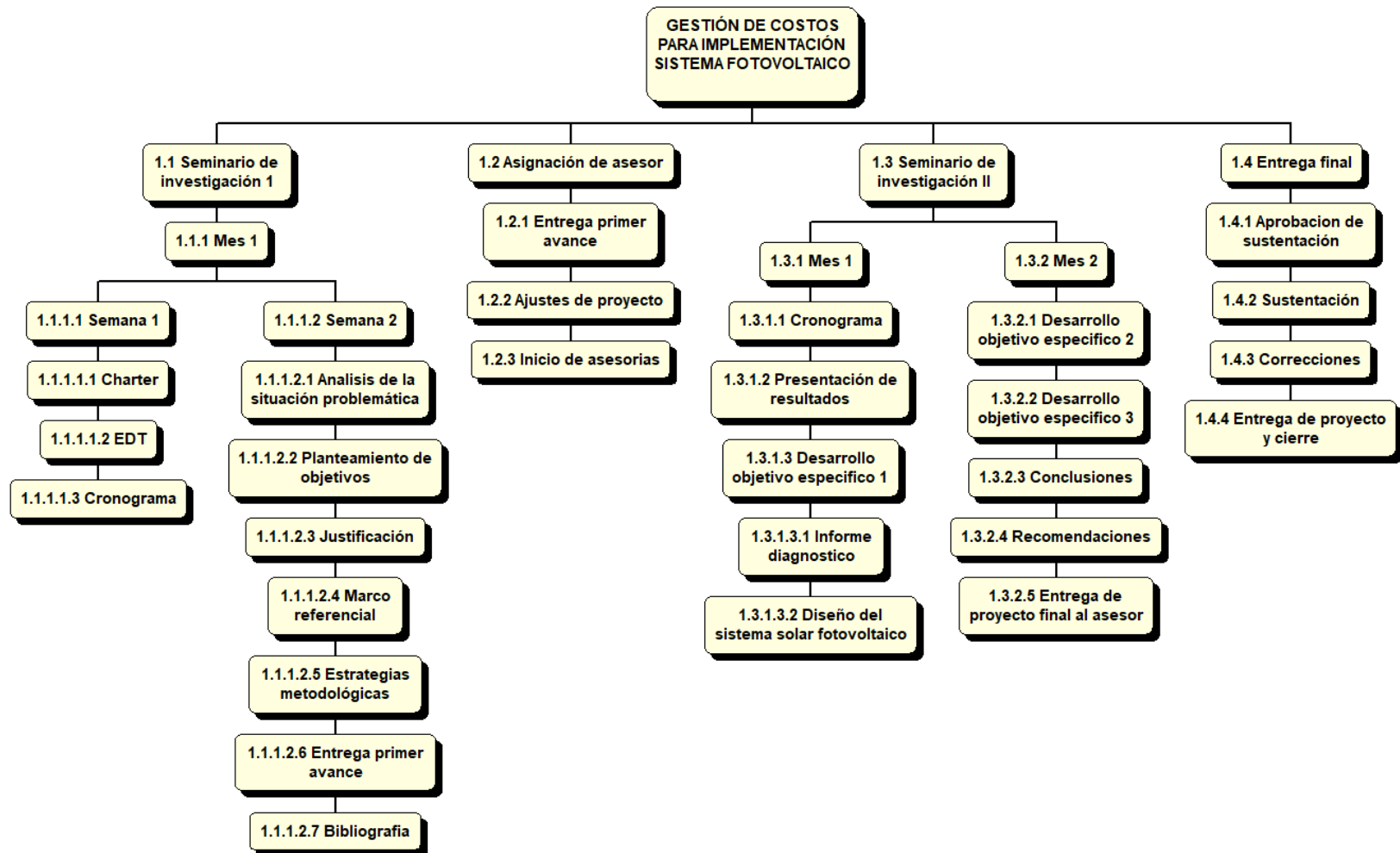
Habitantes del sector.

Otras universidades.

Ecologistas.

<b>Director de proyecto:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Autorización de:</b>	<b>Firma:</b>

## Anexo 2: EDT.

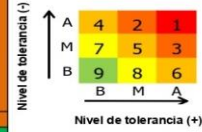






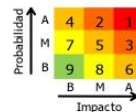
Anexo 4: Matriz de riesgos.

PROCESOS	ACTIVIDAD			PUESTOS DE TRABAJO	N° DE TRABAJADORES INVOLUCRADOS	PELIGROS		RIESGOS/DAÑO O CONSECUENCIA	CLASIFICACION
	RUTINARIA – NO RUTINARIA					ACTO	FUENTE SITUACION		
	R	NR							
INSTALACION SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	PLANIFICACION Y TRASLADO	X		ING. PROYECTO/ING. ELECTRONICO	1	1. Falta de revisión de los suministros y material para instalación del sistema fotovoltaico 2. Falta de revisión y verificación de documentos del proyecto. 3. No tener conocimiento de lo que se va a realizar y actuar sin las medidas de seguridad correspondiente	MALA PLANIFICACION	PERDIDA DE HORAS DE TRABAJO Y MULTAS POR ATRASOS	TOLERABLE
	INSTALACION DE ESTRUCTURA Y MONTAJE	X		SUPERVISOR/ING. ELECTRICO, TECNICOS	3	1. No seguir instructivos de trabajos en altura física. 2. No saber utilizar equipos de izaje. 3. Utilizar cables NO aptos para el uso de la carga.	TRABAJO DE ALTURA, ANDAMIOS EN MALAS CONDICIONES, EQUIPOS DE IZAJE SIN MANTENCION.	CONTUSION SEVERA, FRACTURAS, LESIONES GRAVES, MUERTES.	INTOLERANTE
	INSTALACION CANALIZACION Y CABLEADO	X		SUPERVISOR/ING. ELECTRICO, TECNICOS	2	1. No usar doble cuerda de vida. 2. No seguir instructivos de trabajos en altura. 3. Mantener desordenado el lugar de trabajo.	1. HERRAMIENTAS MAL ESTADO. 2. SUPERFICIES DISPAREJAS. 3. ELEMENTOS CORTANTES EN AREAS DE TRABAJO.	CORTES, GOLPES, HERIDAS, CAIDAS MISMO Y DISTINTO NIVEL.	INTOLERANTE
	INSTALACION INVERSOR	X		SUPERVISOR/ING. ELECTRICO, TECNICOS	1	1. Posturas mantenidas y trabajo repetitivo.			MODERADO
	ARMADO DEL BANCO DE BATERIAS		X	SUPERVISOR/ING. ELECTRICO, TECNICOS	2		INSTALACION ELECTRICA MAL ARMADA	CORTOCIRCUITO, ELECTROCUCION, QUEMADURAS, HERIDAS, LESIONES AL PERSONAL AL TOCAR EL CONDUCTOR Y RECIBIR UNA DESCARGA ELECTRICA Y DAÑO A LOS ARTICULOS AL PRODUCIRSE UN CORTO CIRCUITO POR SOBRE TENSION	INTOLERANTE
							EXISTEN BANCOS DE BATERIAS JUNTO A UN AREA DE FUEGO Y AUSENCIA DE EXTRACTORES DE AIRE EN DICHAS AREAS	EXISTE RIESGO DE EXPLOSION DEBIDO A LAS REACCIONES QUIMICAS QUE SE PRODUCEN EN LAS BATERIAS. (LIBERACION DE HIDROGENO)	MODERADO



**MATRIZ DE RIESGOS**  
**PROYECTO DE GESTIÓN DE COSTOS CON METODOLOGÍAS DEL PMBOK® PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICOS EN EL CENTRO EDUCATIVO RURAL VILLA DEL RÍO, EN EL MUNICIPIO DE PUERTO CAICEDO - PUTUMAYO**  
*Daniel Alexander Ortega Burbano - Devi Alexander Rosero Perez*

#	Riesgo (si)	Tipo	Causa	Posible resultado (entonces)	Sintoma	Probabilidad	Impacto	Prioridad	Respuesta	Recursos Asociados al plan de respuesta al riesgo	Tiempo de tratamiento de riesgo (Meses)	Costo	Responsable de la acción de respuesta
1	Si se presentan errores humanos en el cálculos de los elemento a utilizar.	Operacional	Presencia erronea con los valores calculados.	Generando retrasos en el cronograma	Retraso en las actividades	Media	Alto	3	Generaran reingenierías a los calculos realizados	Valor correspondiente a la hora semanal dedicada a la revision de documentos y otra a los comites gerenciales de los profesionales y coordinador de proyecto.	1	\$ 200.000	Gerente del proyecto
2	Si se presenta una mala adquisición de información inicial.	Organizacional	Registro erroneos iniciales a las necesidades del cliente en el calculos de eficiencia del sistema.	Generando sobrecostos	Sobrecostos al proyecto	Alta	Alto	1	Se presentaran Re-procesos en el proceso de análisis y modelación por modificaciones arquitectónicas.	Valor correspondiente a la hora semanal dedicada a la revision de documentos y otra a los comites gerenciales de los profesionales y coordinador de proyecto.	1	\$ 300.000	Gerente del proyecto
3	Si los equipos para la implementación de los paneles solares no se encuentran disponibles en el tiempo indicado.	Organizacional	habría retrasos en el montaje del sistema de energia solar.	Ocasionaria retrasos en el cronograma	Retraso en las actividades	Alta	Alto	1	Asegurar contractualmente el cumplimiento con los tiempos de entrega incluyendo cláusulas de apremio, pólizas de cumplimiento,	Valor correspondiente a la hora semanal dedicada a la revision de documentos y otra a los comites gerenciales de los profesionales y coordinador de proyecto.	2	\$ 400.000	Gerente del proyecto
4	Si ocurren deficiencias en levantamiento de información sobre las necesidades específicas del cliente.	Organización	Se presentaran inconsistencias en el diseño y no se logrará el alcance esperado.	Generará insatisfacción del cliente	Insatisfacción del cliente	Alta	Alto	1	Se implementa procedimetod mediante dos vistas técnicas. En las cuales se reportara las necesidades puntuales y no pueden registrar diferencias	Valor correspondiente a la hora semanal dedicada a la revision de documentos y otra a los comites gerenciales de los profesionales y coordinador de proyecto.	1	\$ 300.000	Gerente del proyecto
5	Si los procedimientos utilizados para la instalacion de los equipos son inadecuados	Tecnico	Habría un daño en los equipos ocasionando un mal funcionamiento del sistema	Ocasionaria retrasos en el cronograma	Retraso en las actividades	Media	Alto	3	capacitar a los operadores de la instalacion para que utilicen los elementos adecuados para la instalacion	Valor correspondiente a la hora semanal dedicada a la revision de documentos y otra a los comites gerenciales de los profesionales y coordinador de proyecto.	1	\$ 500.000	Ingeniero electronico
6	Si se presentan equipos defectuosos por parte del proveedor.	Tecnico	Pueden generar mal funcionamiento del sistema eléctrico.	Generará insatisfacción del cliente	insatisfacción del cliente	Media	Alto	3	Ejecutando verificación técnica entre las dos partes, en la cual se chequearán, se probaran los equipos en presencia con el proveedor. Para el caso en que se presenten Discrepancias.	Valor correspondiente a la hora semanal dedicada a la revision de documentos y otra a los comites gerenciales de los profesionales y coordinador de proyecto.	2	\$ 200.000	Compras y contratacion
7	Si se presentan dificultades financieras al momento de ejecutar los proyectos.	Organizacional	Posiblemente se disminuiría la calidad de los insumos.	Generará insatisfacción del cliente	Insatisfacción del cliente	Baja	Medio	8	Realizar una planificación adecuada frente a los costos y gastos de los proyectos para estimar las posibles desviaciones que generen impactos negativos.	Valor correspondiente a la hora semanal dedicada a la revision de documentos y otra a los comites gerenciales de los profesionales y coordinador de proyecto.	3	\$ 100.000	Gerente del proyecto
8	Mala operación del sistema fotovoltaico	Tecnico	Pueden generar mal funcionamiento del sistema eléctrico.	Generará insatisfacción del cliente	Insatisfacción del cliente	Media	Medio	5	evaluar al operador en cuento a su conocimiento y realizar capacitacion de ser necesaria	Valor correspondiente a la hora semanal dedicada a la revision de documentos y otra a los comites gerenciales de los profesionales y coordinador de proyecto.	1	\$ 450.000	Ingeniero electrico
9	Si no se selecciona el personal idóneo en la implementación de energías renovables.	Organizacional	Se pueden generar errores operativos.	Generando retrasos en el cronograma	Retraso en las actividades	Alta	Alto	1	Evaluar Competencias en el proceso de selección y contratación del personal adicionalmente se realizaran capacitaciones	Valor correspondiente a la hora semanal dedicada a la revision de documentos y otra a los comites gerenciales de los profesionales y coordinador de proyecto.	2	\$ 380.000	Compras y contratacion
#	Si se presentan inconsistencias frente a los requisitos normativos.	Proyecto	Se pueden presentar multas a la empresa.	Generando sobre costos al proyecto	Sobrecostos al proyecto	Alta	Alto	1	Se implementa procedimiento técnico y operativo obligatorio, en el cual se debe registrar el cumplimiento de la lista de chequeo	Valor correspondiente a la hora semanal dedicada a la revision de documentos y otra a los comites gerenciales de los profesionales y coordinador de proyecto.	3	\$ 150.000	Ingeniero electrico



**Anexo 5: Encuesta a habitantes en donde se encuentra el Centro Educativo  
Villa del Rio.**



UNIVERSIDAD  
**CESMAG**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS.**

Encuesta para la Gestión de costos con metodologías del PMBOK para la implementación de un sistema de energía fotovoltaico en el centro educativo Rural Villa del Rio, sede La Isla, en el Municipio de Puerto Caicedo – Putumayo.

Nombre completo:

---

Edad (en Años):

- Menos de 18
- Entre 18-25
- Entre 26-35
- 36 o más

Ocupación:

---

Cuenta con algún vínculo en el Centro Educativo Rural Villa del Rio, en el municipio de Puerto Caicedo - Putumayo ¿Cuál?

- Estudiante
- Padre de Familia
- Habitante del sector
- Profesor o administrativo
- Ninguno de los anteriores

¿Ha escuchado usted sobre energía renovable utilizando paneles solares?

- Si
- No

¿Conoce los beneficios que tiene la energía solar?

- Si



No

En caso de que su respuesta a la anterior pregunta sea SI, ¿describa que beneficios conoce?

---

---

---

---

¿Le gustaría tener mayor información sobre energías renovables?

Si

No

¿Cree usted que la implementación de energía renovable (Sistema de paneles fotovoltaicos) beneficiara al Centro Educativo Rural Villa del Rio?

Si

No

Con base en la anterior pregunta: ¿Qué beneficios cree usted que traerá la implementación de este sistema de energía fotovoltaica en este Centro Educativo?

---

---

---

---

¿Le gustaría implementar este método de energía alternativa en su hogar?

Si estaría interesado

No estaría interesado

Si pertenece o perteneciera usted a esta zona rural, ¿aceptaría la implementación o ejecución de este proyecto?

Acepto

No acepto

Teniendo en cuenta su respuesta anterior, favor argumentarla:

---

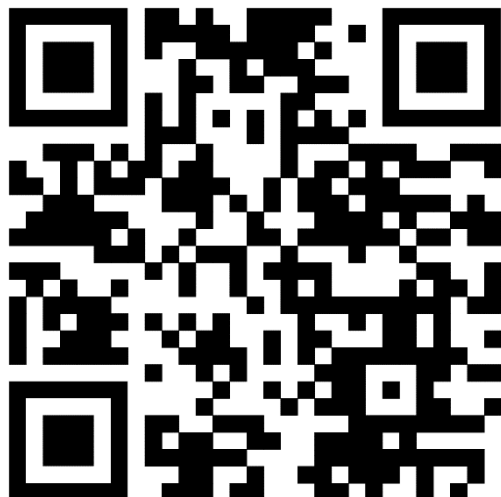
---

---

**Anexo 6. Entrevista docente Universidad CESMAG – Energías renovables.**

Link de la entrevista: <https://youtu.be/rrwl7a-mE9A>

Código QR:



 <b>UNIVERSIDAD CESMAG</b> <small>NIT: 800.109.387-7 VIGILADA MINEDUCACIÓN</small>	<b>CARTA DE ENTREGA TRABAJO DE GRADO O TRABAJO DE APLICACIÓN – ASESOR(A)</b>	<b>CÓDIGO:</b> AAC-BL-FR-032
		<b>VERSIÓN:</b> 1
		<b>FECHA:</b> 09/JUN/2022

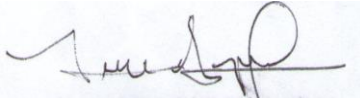
San Juan de Pasto, 28 de noviembre de 2022.

Biblioteca  
**REMIGIO FIORE FORTEZZA OFM. CAP.**  
 Universidad CESMAG  
 Pasto

Saludo de paz y bien.


Por medio de la presente se hace entrega del Trabajo de Grado / Trabajo de Aplicación denominado **PROYECTO DE GESTIÓN DE COSTOS CON METODOLOGÍAS DEL PMBOK® PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICO EN EL CENTRO EDUCATIVO RURAL VILLA DEL RIO, EN EL MUNICIPIO DE PUERTO CAICEDO – PUTUMAYO**, presentado por el (los) autor(es) **DANIEL ALEXANDER ORTEGA BURBANO** y **DEIVI ALEXANDER ROSERO PEREZ** del Programa Académico **COTERMINALIDAD - (Esp. en Gerencia de Proyectos)**, al correo electrónico [biblioteca.trabajosdegrado@unicesmag.edu.co](mailto:biblioteca.trabajosdegrado@unicesmag.edu.co). Manifiesto como asesor(a), que su contenido, resumen, anexos y formato PDF cumple con las especificaciones de calidad, guía de presentación de Trabajos de Grado o de Aplicación, establecidos por la Universidad CESMAG, por lo tanto, se solicita la paz y salvo respectivo.

Atentamente,

(Firma  del Asesor)

-----  
**NOMBRE Y APELLIDOS DEL ASESOR(A)**


Número de documento: 12977062  
 Programa académico: Administración de Empresas  
 Teléfono de contacto: 3005877231  
 Correo electrónico: [apaz@unicesmag.edu.co](mailto:apaz@unicesmag.edu.co)

 <b>UNIVERSIDAD CESMAG</b> <small>NIT: 800.109.387-7 VIGILADA Mineducación</small>	<b>AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>CÓDIGO:</b> AAC-BL-FR-031
		<b>VERSIÓN:</b> 1
		<b>FECHA:</b> 09/JUN/2022

<b>INFORMACIÓN DEL (LOS) AUTOR(ES)</b>	
<b>Nombres y apellidos del autor:</b> Deivi Alexander Rosero Pérez	<b>Documento de identidad:</b> 1082749542
<b>Correo electrónico:</b> Deivirosero99@gmail.com	<b>Número de contacto:</b> 3175967912
<b>Nombres y apellidos del autor:</b> Daniel Alexander Ortega Burbano	<b>Documento de identidad:</b> 1010105019
<b>Correo electrónico:</b> Daniel.ortega4841@gmail.com	<b>Número de contacto:</b> 3168688332
<b>Título del trabajo de grado:</b> PROYECTO DE GESTIÓN DE COSTOS CON METODOLOGÍAS DEL PMBOK® PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICO EN EL CENTRO EDUCATIVO RURAL VILLA DEL RIO, EN EL MUNICIPIO DE PUERTO CAICEDO – PUTUMAYO.	
<b>Facultad y Programa Académico:</b> Especialización en Gerencia de proyectos	

En mi (nuestra) calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del Trabajo de Grado o de Aplicación señalado en el encabezado, confiero (conferimos) a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado en el repositorio institucional. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento, abarca las siguientes características:

- a) La autorización se otorga desde la fecha de suscripción del presente documento y durante todo el termino en el que el (los) firmante(s) del presente documento conserve(mos) la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que deje(mos) de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el Trabajo de Grado o de Aplicación, me (nos) comprometo (comprometemos) a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de mi(nuestra) parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del Trabajo de Grado o de Aplicación dentro del repositorio institucional. Conozco(conocemos) que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización del Trabajo de Grado o de Aplicación del repositorio institucional.
- b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el Trabajo de Grado o de Aplicación en formato digital y teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, acepto(amos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación circulará con un alcance mundial.
- c) Acepto (aceptamos) que la autorización que se otorga a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, renuncio(amos) a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el Trabajo de grado o de Aplicación.
- d) Manifiesto (manifestamos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que ostento(amos) los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, asumo(asumimos) toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndola indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de la misma. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre de(los) autor(es) y la fecha de publicación.

 <p>UNIVERSIDAD <b>CESMAG</b> NIT: 800.109.387-7 VIGILADA Mineducación</p>	<p><b>AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b></p>	<p><b>CÓDIGO:</b> AAC-BL-FR-031</p>
		<p><b>VERSIÓN:</b> 1</p>
		<p><b>FECHA:</b> 09/JUN/2022</p>

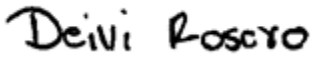

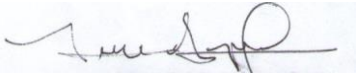
e) Autorizo(autorizamos) a la Universidad CESMAG para incluir el Trabajo de Grado o de Aplicación en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo autorizo (autorizamos) a la Universidad CESMAG para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

**NOTA:** En los eventos en los que el trabajo de grado o de aplicación haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

Como consecuencia de lo anterior, autorizo(autorizamos) la publicación, difusión, consulta y uso del Trabajo de Grado o de Aplicación por parte de la Universidad CESMAG y sus usuarios así:

- Permiso(permitimos) que mi(nuestro) Trabajo de Grado o de Aplicación haga parte del catálogo de colección del repositorio digital de la Universidad CESMAG por lo tanto, su contenido será de acceso abierto donde podrá ser consultado, descargado y compartido con otras personas, siempre que se reconozca su autoría o reconocimiento con fines no comerciales.

En señal de conformidad, se suscribe este documento en San Juan de Pasto a los 25 días del mes de noviembre del año 2022

 <p>Firma del autor</p>	 <p>Firma del autor</p>
<p>Nombre del autor: Deivi Alexander Rosero Pérez</p>	<p>Nombre del autor: Daniel Alexander Ortega Burbano</p>
 <p>Firma del asesor</p>	
<p>Nombre del asesor: Armando Paz Yaqueno</p>	