

**ESTUDIO DE VIABILIDAD FINANCIERA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A PARTIR DE PANELES SOLARES
PARA PUESTOS DE SALUD EN COLOMBIA**

**ANA MARIA BELLO ALDANA
DANIEL NICOLAS PAEZ FINO**

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMAS DE INGENIERIA AMBIENTAL Y MECÁNICA
BOGOTA D.C
2018**

**ESTUDIO DE VIABILIDAD FINANCIERA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA A PARTIR DE PANELES SOLARES
PARA PUESTOS DE SALUD EN COLOMBIA**

**ANA MARIA BELLO ALDANA
DANIEL NICOLAS PAEZ FINO**

**MONOGRAFIA DIPLOMADO INTERNACIONAL EN ENERGIAS ALTERNATIVAS Y
RENOVABLES**

CONVENIO UNIVERISIDAD DE GUADALAJARA-MEXICO

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMAS DE INGENIERIA AMBIENTAL Y MECÁNICA
BOGOTA D.C
2018**

CONTENIDO

RESUMEN	6
PALABRAS CLAVES	7
INTRODUCCIÓN	7
1. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROYECTO	9
1.1. OBJETIVO GENERAL	9
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	9
1.4. Conceptos Basicos	11
1.5. ANTECEDENTES	12
1.6. METODOLOGÍA.....	15
1.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	16
1.8. FUENTES DE INFORMACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	16
1.9. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DEL PROYECTO	17
1.10. POLÍTICAS Y NORMAS GUBERNAMENTALES.....	17
1.11. FACTORES CONDICIONANTES	19
2. ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	19
2.1. GENERALIDADES.....	19
2.2. FACTORES QUE CONDICIONAN LA LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	19
2.3. MACROLOCALIZACIÓN	20
2.4. MICROLOCALIZACIÓN.....	21
3. DEFINICIÓN DEL TAMAÑO DEL PROYECTO	22
3.1. GENERALIDADES.....	23
3.2. FACTORES DETERMINANTES DEL TAMAÑO	23
3.3. DEFINICIÓN DEL TAMAÑO	23
4. INGENIERÍA DEL PROYECTO	24
4.1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	24
4.1.1. Paneles solares.....	27
4.1.2. Regulador de carga.....	29
4.1.3. Baterías	29
4.1.4. Inversores.....	31
4.2. ESPECIFICACIONES DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	31
4.3. SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	32
4.4. DETERMINACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN	34

4.5.	DEFINICIÓN DEL PERSONAL REQUERIDO POR EL PROYECTO	34
4.6.	DISTRIBUCIÓN FÍSICO- ESPACIAL DE LA PLANTA	35
4.7.	MANEJO DE RESIDUOS Y ELEMENTOS CONTAMINANTES	35
4.10.	SIMULACIÓN O PROTOTIPO DEL FUNCIONAMIENTO DEL APLICATIVO.	38
5.	ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS	39
5.1.	DEFINICIÓN DE TIPO DE ORGANIZACIÓN	40
5.2.	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO	41
5.3.	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA LA FASE OPERATIVA DEL PROYECTO..	42
6.	INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO	48
6.1.	INVERSIONES FIJAS	48
6.2.	INVERSIONES DIFERIDAS	49
6.3.	CAPITAL DE TRABAJO.....	49
6.4.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO	49
6.5.	ESTRUCTURA DE CAPITAL	49
7.	PRESUPUESTO DE INGRESOS Y COSTOS	49
7.1.	INGRESOS PROYECTADOS DEL PROYECTO	49
7.2.	COSTOS PROYECTADOS DEL PROYECTO	51
7.2.	PUNTO DE EQUILIBRIO	51
8.	EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA O SOCIAL DEL PROYECTO	52
8.1.	METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN FINANCIERA.....	52
8.2.	ANÁLISIS DEL FLUJO DE INVERSIONES.....	54
8.3.	ESTADO DE RESULTADOS, FLUJO NETO DE EFECTIVO	55
8.4.	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD.....	55
8.5.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	55
8.6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA O SOCIAL DEL PROYECTO	55
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localización de Pasuncha en Colombia. Tomado de Google Earth	20
Figura 2.	Localización de Pasuncha en Cundinamarca. Tomado de Google Earth	20
Figura 3.	Pueblos y Veredas aledaños a Pasuncha. Tomado de Google Earth	21
Figura 4.	Imagen satelital del corregimiento de Pasuncha y la localización espacial del PUESTO DE SALUD. Tomado de Google Earth.....	21
Figura 5.	Fotografía Panorámica de Pasuncha. Tomado de Alcaldía de Pacho.....	22

Figura 6. Fotografía del PUESTO DE SALUD en Pasuncha. Tomado de Google Earth ...	22
Figura 7. Características del recurso solar de Bogotá.....	25
Figura 8. Atlas de Radiación Solar de Colombia.....	26
Figura 9. Diagrama de Flujo del proceso productivo para una instalación FV.....	33
Figura 10. Cronograma de actividades de obras y ejecución del proyecto.....	38
Figura 11. Simulación de la instalación de los paneles solares en el techo del puesto de salud.....	38
Figura 12. Simulación de las conexiones del sistema fotovoltaico.....	39
Figura 13. Simulación de la conexión de los paneles con el banco de baterías.....	39
Figura 14. Estructura Organizacional Funcional para la implantación del proyecto.....	42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Metodología del proyecto.....	16
Tabla 2. Políticas y normas gubernamentales correspondientes al proyecto.....	18
Tabla 3. Levantamiento de cargas del sistema eléctrico en el puesto de salud.....	27
Tabla 4. Criterios de Selección de Paneles Solares.....	28
Tabla 5. Ficha técnica de los elementos que conforman la instalación solar.....	32
Tabla 6. Programa de producción para una instalación FV.....	34
Tabla 7. Personal requerido para el proyecto.....	35
Tabla 8. Manejo de residuos y elementos contaminantes propuesto por D&A	
SOLUCIONES ENERGÉTICAS.....	37
Tabla 9. Inversiones fijas para desarrollar el proyecto.....	48
Tabla 10. Inversiones diferidas para desarrollar el proyecto.....	49
Tabla 11. Ingresos proyectados del proyecto.....	50
Tabla 12. Costos proyectados del proyecto.....	51
Tabla 13. Costos fijos de D & A SOLUCIONES ENERGETICAS.....	52
Tabla 14. Flujo de Efectivo Neto.....	53

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Calculo de Número de Paneles necesarios para el sistema.....	28
Ecuación 2. Calculo para el controlador de carga.....	29
Ecuación 3. Calculo para el Consumo Efectivo en Amperios/Hora.....	30
Ecuación 4. Calculo para Número de Baterías en Paralelo.....	30
Ecuación 5 Numero de baterías en serie.....	30
Ecuación 6 Numero de baterías necesarias en el sistema.....	30
Ecuación 7 Potencia del inversor.....	31
Ecuación 8. Punto de Equilibrio.....	51
Ecuación 9. Flujo de Efectivo Neto.....	52

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Planta General Techos-Ubicación de los Paneles Solares en el Puesto de Salud del corregimiento de Pasuncha.....	61
Anexo 2. Ficha Técnica Inversor.....	62
Anexo 3. Ficha Técnica Regulador de Voltaje	64
Anexo 4. Ficha Técnica Paneles Solares.....	65
Anexo 5. Ficha Técnica Batería	66
Anexo 6. Cotización de los elementos del sistema fotovoltaico.....	68

RESUMEN

En la presente monografía, “ESTUDIO DE VIABILIDAD FINANCIERA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE PANELES SOLARES PARA PUESTOS DE SALUD EN COLOMBIA”, en primer lugar, se presenta la información básica para el desarrollo del proyecto tal como, información geográfica y datos de energía solar (Radiación solar) para el corregimiento de Pasuncha-Cundinamarca, normatividad aplicable al estudio, especificaciones técnicas de los equipos que componen la red fotovoltaica, e información teórica y conceptual correspondiente. Se expone también, la macro y micro localización del puesto de salud, por medio de imágenes satelitales. Por otro lado, se definen las limitaciones espaciales, temporales y económicas que fijan el tamaño del proyecto. Posteriormente, como base fundamental del estudio, se describe la ingeniería del proyecto, en la cual, se aplican las ecuaciones y cálculos matemáticos necesarios para obtener los datos que determinan las características físicas y técnicas de los equipos. Además, se especifican los procesos productivos, personal requerido, manejo ambiental de residuos y prototipo de la red fotovoltaica en el puesto de salud. Se resalta, que, en este estudio, se establecen los aspectos legales y administrativos de la empresa D&A SOLUCIONES ENERGETICAS, la cual es la organización que realiza el presente documento y presta los servicios de consultoría. En cuanto a la viabilidad financiera, en primera instancia, se recogen, organizan y tabulan todos los datos e información correspondiente a las inversiones necesarias para materializar y llevar a cabo este proyecto, así como el análisis de las alternativas y fuentes de financiamiento, además del presupuesto de ingresos y costos. Finalmente, con el consolidado de la investigación económica, se realiza la evaluación financiera a partir de las metodologías del Valor Actual Neto(VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), con las cuales se concluye y se argumenta la rentabilidad del proyecto durante su vida útil.

PALABRAS CLAVES

Energía eléctrica, radiación solar, paneles solares, puesto de salud, red fotovoltaica, viabilidad financiera, cambio climático.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cambio climático es una realidad y una preocupación para todas las naciones, dado que las emisiones de contaminantes a la atmósfera, en especial los gases de efecto invernadero (Metano, Dióxido de Carbono, Óxidos de nitrógeno, Vapor de agua y CFC) han disminuido significativamente la calidad ambiental así como también han llevado a la generación de graves problemáticas tales como, aumento de la temperatura global, alteración de los sistemas climáticos en todo el mundo, que trae como consecuencia fenómenos naturales más intensos y destructivos (Sequías, inundaciones, huracanes, incendios, nevadas, entre otros), alteración y pérdida de ecosistemas naturales tanto terrestres como marinos, contaminación y escasez de los recursos naturales, alteraciones en los ciclos biológicos, desglaciación, pérdida de nevados, extinción de especies, entre muchas otras (Gonzalez, 2010). Es por esto por lo que desde la década de los 70, con la cumbre de la tierra, celebrada en Estocolmo en 1972, se empiezan a tomar medidas para intentar frenar o disminuir los factores causantes de cambio climático, entre ellas, el acuerdo entre diversos países para reducir sus emisiones de CO₂. Una segunda cumbre de la tierra se llevó a cabo en Río de Janeiro en 1992, donde representantes de todos los países del mundo se reunieron para tratar temas relacionados con el medio ambiente, salud, residuos, biodiversidad y desarrollo sostenible del planeta, así como del cambio climático, sin embargo, las metas propuestas de reducción de contaminantes pactados para 30 años no fueron alcanzadas (MiniAmbiente, 2011). Es así como en los años posteriores a esta cumbre se han llevado a cabo diversas campañas y programas ambientales en diferentes países, ya que cada vez más las personas se concientizan de la importancia de reducir la contaminación y tomar medidas de acción en contra del cambio climático. Recientemente, varios países se unieron al Acuerdo de París, un acuerdo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, donde los países participantes, establecen medidas para la reducción de gases de efecto invernadero. Colombia para el año 2017 ratifica su participación en el Acuerdo de París, comprometiéndose a reducir en un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero para antes del 2030. (CVN, 2018)

Como resultado de todos estos acuerdos para reducir los gases de efecto invernadero y de los avances tecnológicos desarrolladas para combatir el cambio climático, surgen las energías alternativas, solar, eólica, geotérmica, hidráulica y biomasa, estas aprovechan la energía proveniente del sol, del viento, del subsuelo, del agua y de la materia orgánica y

por tanto son fuentes de energía limpia y renovable que no emiten, vierten o generan contaminación al medio ambiente. Estas energías alternativas brindan grandes beneficios ambientales, sociales y económicos a los países que las implementan, es por esto por lo que cada vez más naciones invierten recursos en desarrollar estas tecnologías y por tanto se puede decir que son el futuro de la energía en el mundo y poco a poco desplazarán a los hidrocarburos y combustibles fósiles como fuente principal de energía.

La energía solar es la radiación electromagnética proveniente del sol, que llega a la tierra bien sea de manera directa, difusa o albedo. Esta energía puede aprovecharse para aplicaciones térmicas o fotovoltaicas, en las primeras se hace uso de la radiación solar para calentar un fluido (agua o aire) y posteriormente usarlo en un proceso térmico y en las segundas, la radiación solar indirecta incide en las celdas solares comúnmente compuestas por materiales semiconductores como el silicio, produciendo una corriente eléctrica que puede transmitirse a una batería o directamente a una red eléctrica doméstica o industrial (Castro, 2008). Para el presente estudio, se generará energía eléctrica para el puesto de salud del Corregimiento de Pasuncha por medio de la instalación de paneles solares y su respectiva red fotovoltaica, con el fin de satisfacer de manera continua la demanda de electricidad del puesto de salud, debido a que en este corregimiento se presentan fallas constantes en el servicio de energía. Esta energía es limpia, es decir, no genera contaminación al medioambiente, siendo una solución sostenible para la problemática de salud que presenta esta comunidad.

Los puestos de salud en Colombia se implementan en las regiones vulnerables, de difícil acceso o de poca población que no cuentan con hospitales o centros de salud, y, por tanto, las gobernaciones y alcaldías tienen el deber de garantizar el servicio de salud a estas comunidades. Esto se logra a partir de la construcción de una pequeña edificación que debe contar con ciertos requerimientos mínimos de diseño, de implementos, instrumentos y medicamentos necesarios para atenciones médicas básicas y de emergencia. El corregimiento de Pasuncha en el municipio de Pacho, Cundinamarca, es una de estas poblaciones con no más de 500 habitantes y de difícil acceso, ya que se encuentra a más de 4 horas del hospital del municipio de Pacho y por tanto cuenta con un puesto de salud, sin embargo, al encontrarse alejado de las torres principales de abastecimiento de energía, el servicio eléctrico es intermitente y presenta fallas continuamente en especial con tormentas eléctricas o fuertes vientos. Debido a que esta comunidad no puede quedarse sin servicio de salud, se propone la implementación de paneles solares para la generación de energía eléctrica en el puesto de salud, para brindar una solución amigable con el medio ambiente a esta problemática social.

Para este estudio, se establece la empresa D & A SOLUCIONES ENERGETICAS S.A.S, la cual actuará como una empresa de consultoría técnica para la entidad que adquiera el presente proyecto. D & A SOLUCIONES ENERGÉTICAS es la encargada de recolectar la información necesaria para realizar los diseños de ingeniería de la red fotovoltaica en el

puesto de salud del corregimiento de Pasuncha. Esta organización también realiza el estudio de costos y rentabilidad del proyecto con el fin de determinar la viabilidad financiera de este.

En este documento se presenta la información de radiación solar, las características geográficas y demás generalidades para el corregimiento de Pasuncha, datos necesarios para realizar los respectivos cálculos para el diseño de la red fotovoltaica, su caracterización y costos. Finalmente se realiza un estudio financiero que determina la viabilidad financiera del proyecto. Además, se presentan los aspectos administrativos y legales tanto del proyecto como de la empresa D& A SOLUCIONES ENERGÉTICAS

1. ASPECTOS BÁSICOS DEL PROYECTO

A continuación, se describen los aspectos básicos del proyecto, con los cuales se permite visualizar de manera general la estructura de este, ¿respondiendo a las preguntas de ¿Qué se va a hacer?, ¿Porque se va a hacer?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Cómo? y ¿Para qué?

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la viabilidad financiera de la generación de energía eléctrica a través de paneles solares para puestos de salud remotos en Colombia tomando como caso de estudio el corregimiento de Pasuncha, Cundinamarca.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar y analizar la información de radiación solar, geográfica y demográfica del corregimiento de Pasuncha.
- Caracterizar y dimensionar las propiedades físicas de cada uno de los equipos que conforman la red fotovoltaica en el puesto de salud de Pasuncha, Cundinamarca.
- Determinar la viabilidad financiera del sistema fotovoltaico instalado en el puesto de salud.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

A nivel mundial, la salud es un derecho humano fundamental y por tanto, los estados deben garantizar este servicio a todos sus ciudadanos, brindando un sistema básico de protección de la salud que incluya dentro de sus objetivos la prevención y tratamientos preventivos para luchar contra la propagación de enfermedades, acceso a los medicamentos esenciales, promoción de la salud materna e infantil, acceso a los servicios de salud apropiados y la educación y concientización sobre los temas relacionados a la salud. Sin embargo, alcanzar una cobertura total de salud en todo el

mundo representa una gran dificultad, ya que existen naciones que no cuentan con los recursos económicos, tecnológicos y de infraestructura necesarios para acceder a las poblaciones remotas, alejadas o en estado de vulnerabilidad, lo cual se convierte en una grave problemática social y de salud pública que ha llevado a la pérdida de vidas humanas cada año por falta de atención médica y fármacos.

Por otro lado, en Colombia, el servicio de salud es prestado por entidades públicas, (Sistema de Selección de Beneficiarios Para Programas Sociales-SISBEN) que en su mayoría están destinadas a brindar subsidios y prestar de manera gratuita atención médica a personas de escasos recursos. Y las empresas privadas, comúnmente llamadas Entidades Promotoras de Salud (EPS), en las cuales los ciudadanos realizan aportes económicos para recibir el servicio de salud. No obstante, en la actualidad existen personas totalmente desligadas del sistema de salud colombiano y por tanto no tienen ningún tipo de acceso a este, ya sea por cuestiones económicas o porque simplemente viven en lugares apartados de los centros de salud u hospitales. Dado lo anterior el ministerio de salud en las últimas décadas ha implementado los PUESTOS DE SALUD, que son pequeñas edificaciones o estructuras dotadas de instrumentos, herramientas y medicamentos para atender necesidades médicas básicas y cierto tipo de urgencias en las pequeñas poblaciones rurales de acceso remoto. Estos puestos de salud son de gran importancia ya que gracias a estos la mayoría de las personas de los sectores rurales pueden acceder al servicio de salud, así como su aporte en el control y prevención de enfermedades, tratamientos primarios en emergencias y desastres naturales, entre otros.

Pasuncha, es un corregimiento del municipio de Pacho-Cundinamarca, que posee una problemática en cuanto al servicio de salud, ya que el centro hospitalario más cercano se encuentra aproximadamente a 4 horas en transporte móvil y a más de 10 horas caminando. Por lo anterior, se construyó un puesto de salud, sin embargo, las fallas y deficiencias en el servicio de energía eléctrica no permiten que este puesto pueda dar atención continua, presentándose de esta manera problemas de salud en la comunidad y urgencias médicas sin atender. Es importante destacar que se toma el corregimiento de Pasuncha como caso de estudio debido a que es un lugar de pocos habitantes, con una pequeña área de extensión y que está ubicado en sector rural a varias horas de distancia de un centro urbano, dado que el objetivo fundamental es brindar energía eléctrica por medio de paneles solares a una comunidad en estado de vulnerabilidad y de bajos recursos. Por tanto, es un caso piloto, donde los resultados del presente estudio podrán posteriormente aplicarse a otras poblaciones con características similares.

Por otra parte, una de las opciones más viables y sostenibles en la actualidad como alternativa a los hidrocarburos y combustibles fósiles, son las energías alternativas y renovables (Commoner, 1980), que son aquellas provenientes de fuentes naturales tales como el sol, viento, agua, subsuelo y biomasa que en su aprovechamiento no generan contaminación ambiental, así como también son energías inagotables como en el caso de

la energía solar. Estas energías cuentan con múltiples beneficios tanto ambientales como sociales y económicos y ya se están implementando en la mayoría de los países del mundo. En un futuro estas serán la fuente principal de energía, sustituyendo por completo al petróleo, el carbón, la gasolina o Diesel. Es importante, que todos los estados fomenten y desarrollen las energías alternativas en sus territorios, debido a que ya es una necesidad y una obligación moral y ciudadana luchar por un medio ambiente sano y combatir el cambio climático por la esperanza de un futuro mejor y preservar la vida en el planeta, porque de no tomar medidas en el presente, el planeta llegará a un punto de no retorno donde no habrá oportunidad para la vida.

Por lo anterior, debido a que el sector de hidrocarburos y los combustibles fósiles son la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero, en especial CO₂, el presente proyecto propone generar energía eléctrica para el puesto de salud en Pasuncha a partir de la instalación de una red fotovoltaica con paneles solares, con el fin de brindar una solución sostenible y amigable con el medio ambiente y generar beneficios sociales, ya que el aprovechamiento de energía solar es una de las alternativas al uso de combustibles fósiles, que no genera contaminación a los recursos naturales, ni emite gases perjudiciales a la atmósfera.

1.4. Conceptos Basicos

- Energías Alternativas: La energía alternativa se refiere a cualquier grupo de fuentes de energías no tradicionales que no consumen combustibles fósiles o que utilizan recursos naturales para perjudicar el medio ambiente. En otras palabras, las energías alternativas son una alternativa sostenible, limpia y no afecta el medio ambiente. (Andrade, 2017)
- Energía solar: Es un tipo de energía en forma de radiación electromagnética de tipo natural esta llega a nuestro planeta de tres tipos, radiación directa, difusa y reflejada. Sus principales usos energéticos pueden ser como fuente de calor o fuente de electricidad. (Lorenzo, 2013)
- Irradiancia: rapidez de incidencia y se refiere a la magnitud que se utiliza para describir la potencia por unidad de superficie mientras que la irradiación es la energía que incide en un periodo de tiempo determinado. (Perez D. , 2009)
- Energía Solar Fotovoltaica: La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Este tipo de energía, a menudo se la denomina directamente energía fotovoltaica. Esta transformación en energía eléctrica se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. El material base para la fabricación

de paneles fotovoltaicos suele ser el silicio. Cuando la luz del Sol (fotones) incide en una de las caras de la célula solar genera una corriente eléctrica. Esta electricidad generada se puede aprovechar como fuente de energía. (EnergíaSolar, 2016)

- Formas comunes de estimar la radiación solar: Las formas más comunes para estimar la radiación solar son por medio de bases de datos de la NASA, IDEAM, Agencia Espacial Europea y modelos matemáticos desarrollados en Matlab que se pueden extrapolar desde las estaciones meteorológicas hasta áreas más extensas, esto se hace cuando se necesita un estudio más detallado de una zona geográfica sin estudio. (Vela, 2015)
- Sistema Fotovoltaico Aislado: Una instalación solar fotovoltaica aislada es un sistema de generación de corriente sin conexión a la red eléctrica que proporciona al propietario energía procedente de la luz del sol. Normalmente requiere el almacenamiento de la energía fotovoltaica generada en acumuladores solares -o baterías- y permite utilizarla durante las 24 horas del día. En un sistema aislado realizado en corriente alterna se utiliza un inversor fotovoltaico convencional para inyectar corriente a la red eléctrica. Este sistema fotovoltaico normalmente está compuesto por paneles solares, regulador de carga, acumuladores solares, inversor fotovoltaico, etc. (Krannich, 2017)

1.5. ANTECEDENTES

Las energías alternativas han tenido un crecimiento significativo en las últimas décadas debido a la necesidad de reducir la contaminación, especialmente los gases de efecto invernadero, como estrategia contra el cambio climático. Una de las energías alternativas más eficiente, sostenible y rentable, es la energía solar aplicada para generación de electricidad o energía fotovoltaica. Esta tecnología puede aplicarse para solucionar diversas problemáticas, tales como deficiencias en el servicio de energía eléctrica convencional, abastecimiento de energía a poblaciones vulnerables sin acceso a la red eléctrica, ahorro de energía para hogares, instituciones e industrias, entre muchas otras. Es importante resaltar que esta energía alternativa genera múltiples beneficios ambientales, sociales y económicos, por lo que cada día se convierte en la opción más rentable y sostenible de generación de energía. A continuación, se presentan algunos estudios e investigaciones que se han realizado en torno al uso de energía fotovoltaica para generar energía eléctrica.

Para empezar, en Colombia se realizó un “Análisis técnico, socioeconómico y ambiental de la electrificación con energía solar fotovoltaica aislada para vivienda rural en Hato Corozal, Casanare”. En este estudio, se describe que la electrificación con energía solar fotovoltaica aislada es la opción más viable para vivienda rural, en

especial si se encuentra muy distante del sistema nacional interconectado, como es el caso de Hato Corozal, donde su mayor inconveniente de desarrollo social y económico es la falta de electricidad como servicio de primera necesidad. La gobernación de Casanare aprobó la instalación de 206 sistemas solares fotovoltaicos (SFV) a las familias más alejadas y más vulnerables del municipio. El objetivo principal de esta investigación fue realizar una evaluación socioeconómica de las familias de la zona rural del municipio, beneficiadas con la instalación de estos sistemas SFV. Los resultados a los que llegó esta investigación fueron: La selección del suministro de energía a través de tecnología solar fotovoltaica dependió en gran medida a aspectos como la cantidad de energía demandada, evaluación de la disponibilidad del recurso y el desempeño mínimo esperado. En cuanto al consumo, la base de partida para un correcto programa de energización rural es la comprensión de las necesidades de los usuarios que van a emplear la fuente de energía. (Ramírez, 2017)

Otro estudio realizado en Colombia para abastecer comunidades vulnerables hace a referencia a que las instituciones educativas rurales en Colombia están incluidas en el plan P.A.P.A (Plan alimentario para aprender), el cual consiste en brindar a los estudiantes de extrema pobreza y vulnerabilidad alimentos necesarios en la durante la jornada escolar. Debido a que muchos alimentos necesitan refrigeración y muchas escuelas en el país no tienen servicio eléctrico se ve la necesidad de hacer un estudio en el año 2014 por parte de (Fajardo, 2014) titulado “Análisis, diseño y simulación de sistema solar fotovoltaico para suministro eléctrico en apoyo al programa nutricional en la escuela rural el cardonal, tibaná (Boyacá) – Colombia.” Este estudio se inició con un análisis de las condiciones eléctricas del sitio luego se realizó el registro de condiciones atmosféricas en la escuela mediante estaciones meteorológicas que brinda información de niveles de radiación posteriormente se efectuó el dimensionamiento de cada uno de los elementos del sistema solar fotovoltaico el cual se delimito la carga eléctrica a ser abastecida. Como conclusión se diseñó un sistema solar fotovoltaico para la satisfacción de las necesidades eléctricas básicas de la escuela sin importar que tenga un recurso solar moderado por debajo del promedio.

Por otro lado, para abordar el tema de la deficiencia del servicio de energía eléctrica en Colombia, se toma el caso de La comunidad de palmeras amazonas que tiene un déficit en la prestación de energía eléctrica ya que en el transcurso del día solo cuenta con 3 horas de servicio es por esto que se decide implementar un sistema solar fotovoltaico para mejorar la calidad de vida, educación y salud es por esto que en el año 2015 Ruiz Vela y Mario Alexander, decidieron hacer el proyecto que lleva como título “Implementación y ejecución de un sistema de energía alternativa (fotovoltaica) para incrementar la calidad de vida de sus moradores en la comunidad de palmera”. Este estudio determina la viabilidad de un sistema de energía renovable que permite mejorar el servicio de energía eléctrica y con este el desarrollo urbano de palmeras amazonas aumentando las horas de servicio en la zona por otro lado palmeras cuenta con plantas

eléctricas que funcionan por medio de combustibles fósiles los cuales haciendo la transición a energías alternativas se disminuye la huella de carbono en la zona. (Vela, 2015)

En cuanto a los beneficios económicos que puede generar la aplicación de energía solar fotovoltaica en pequeña escala como hogares y fincas se toman como referencia los siguientes proyectos. La finca el delirio es utilizada para hacer pequeñas actividades agropecuarias, turismo y uso privado. Este proyecto nace como una idea innovadora que pretende realizar una inversión que se pueda recuperar a mediano o largo plazo. Este trabajo realizado en el año 2014 (García, 2014) lleva como título “Diseño de una instalación fotovoltaica autónoma para la finca mis delirios en Pereira - Colombia.” El autor desarrollo un sistema aislado el cual se compone de paneles fotovoltaicos, acumuladores, inversores y reguladores teniendo una demanda de consumo de 2470 Kw h. A pesar de los buenos resultados técnicos y el aprovechamiento energético este proyecto no es viable desde el punto de vista financiero ya que su retorno de inversión es muy alto superando los límites de vida de los componentes que conforman el sistema fotovoltaico.

Por otro parte está la investigación acerca de la “Importancia de las energías renovables en la seguridad energética y su relación con el crecimiento económico” Este artículo de investigación reflexiona acerca de la relevancia que tienen las energías renovables para la seguridad energética, teniendo en cuenta la inestabilidad de los precios del petróleo y su influencia en el mercado de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. Se evidencian los avances que han tenido las tecnologías de energías renovables a nivel global, regional y local y el rol que juegan en la independencia energética y en la mitigación del impacto ambiental. Se concluye que las naciones deben buscar la optimización de las energías renovables desde los ámbitos: local, regional y global propendiendo por su uso adecuado desde la legislación. El futuro de las energías renovables está dado por la rentabilidad, ya que para que el uso de éstas siga creciendo, deben seguir atrayendo capital lo cual significa que los inversores deben ver una rentabilidad competitiva. Otra recomendación importante es la integración de la energía renovable en la red, incluyendo fuentes de generación intermitentes e incluso imprevisibles. También se concluye, que el futuro de las energías renovables está dado por la rentabilidad, ya que para que el uso de éstas siga creciendo, deben seguir atrayendo capital, y esto significa que los inversores deben ver una rentabilidad competitiva. Ofrecer una propuesta económica atractiva no consiste únicamente en optimizar el precio de la compra inicial, sino considerar los costos totales durante todo el ciclo de vida útil del equipo y los sistemas; esto incluye el servicio, la fiabilidad y la ausencia de paradas no programadas. (Valencia, 2015)

Finalmente, se toma en consideración el artículo que argumenta que la energía fotovoltaica será rentable en cinco años. Según un informe publicado por EPA y Greenpeace, los precios de la fotovoltaica se han reducido un 40 % desde 2005 y desde

2015 han caído otro 40 %, con lo que podrán competir con los precios de la electricidad para los hogares en los próximos cinco años. Se describe también que la energía fotovoltaica ha venido reduciendo sus costes y aumentando su eficiencia hasta llegar al momento actual, en el que se prevé que la inversión global en esta tecnología pase de los 35.000-40.000 millones de euros actuales a más de 70.000 millones en 2015. La industria prevé asimismo que la fotovoltaica suponga un 12 % de la demanda energética europea en 2020 y un 9 % de la mundial en 2030. Se concluye que la energía solar fotovoltaica es una tecnología clave para combatir el cambio climático, genera entre 35 y 50 empleos por cada tonelada de dióxido de carbono (CO₂) que se reduce y aumenta la seguridad de suministro, ya que reduce la dependencia de las importaciones de energía. (Greenpeace, 2018)

1.6. METODOLOGÍA

OBJETIVO		ACTIVIDAD
1	Recolectar y analizar la información climatológica, geográfica y demográfica del corregimiento de Pasuncha.	1. Acceder a las bases de datos y geoportales de entidades como el IDEAM, NASA, DANE, alcaldía para seleccionar y tabular la información correspondiente al lugar de investigación
		2. Para el valor de radiación solar se toma el dato del mes peor registrado en la tesis: "Estudio del Recurso Solar en la Ciudad de Bogotá para el Diseño de Sistemas Fotovoltaicos Interconectados Residenciales" (Hernandez, 2010)
		3. Con la información geográfica se delimita espacial y geográficamente el corregimiento de Pasuncha, lugar donde se hará el estudio.
		4. a partir de la información demográfica se determina la población que beneficiara el proyecto.
2	Caracterizar y dimensionar las propiedades físicas de cada uno de los equipos que conforman la red fotovoltaica en el puesto de salud de Pasuncha, Cundinamarca.	1. Se hace una cotización de diferentes de elementos que conforman una instalación solar fotovoltaica para poder dimensionar los equipos que necesitaremos para nuestro caso de estudio
		2. hacer un levantamiento de cargas general del puesto de salud con el consumo energético promedio por día aumentando un 5% de respaldo
		3. Realizar cálculos correspondientes para el dimensionamiento de paneles, inversores, baterías, controladores y elementos que componen un sistema fotovoltaico aislado.
		4. Tabular los elementos que conforman la instalación solar en el puesto de salud de Pasuncha, Cundinamarca para poder hacer su análisis de costos posteriormente

3	Determinar la viabilidad financiera del sistema fotovoltaico instalado en el puesto de salud.	1. determinar los ingresos del proyecto durante su vida útil en función del consumo anual promedio de energía
		2. Determinar los costos totales del proyecto
		3. Aplicar las metodologías de evaluación financiera VAN y TIR para realizar los análisis de rentabilidad y viabilidad financiera del proyecto

Tabla 1. Metodología del proyecto

Fuente: (Autores, 2018)

1.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Debido a que el objetivo principal es realizar un estudio de viabilidad financiera, no fue necesario realizar mediciones en el sitio de interés. Los datos necesarios para llevar a cabo el estudio se obtuvieron de los diferentes recursos informáticos disponibles en internet, tales como la biblioteca virtual de la Universidad Libre, donde se consultaron, libros, revistas, artículos y tesis académicas y científicas de diferentes bases de datos confiables como Scopus, sciencedirect, Scielo, Ebook, ProQuest entre otras. También se consultaron páginas oficiales de entidades gubernamentales y privadas para comparar datos tales como la NASA e IDEAM. En el caso del estudio financiero, se solicitaron cotizaciones a diferentes empresas nacionales que manejan productos para energía fotovoltaica, las cuales enviaron por correo la lista de precios y especificaciones técnicas de cada uno de los elementos solicitados. En general, toda la información encontrada en Internet y que fue usada en el presente documento fue verificada, analizada y referenciada.

1.8. FUENTES DE INFORMACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el presente proyecto, se recolectaron datos de radiación solar para Colombia, descritos en diferentes tesis universitarias del país, debido a que es una información especializada para el departamento de Cundinamarca y que tiene validez para ser referenciada. En cuanto a la información correspondiente al corregimiento de Pasuncha, esta se obtuvo a través de las páginas principales de las alcaldías de Pacho y Pasuncha, las cuales son sitios oficiales que proporcionan información verídica. Por otra parte, los precios y especificaciones técnicas de los diferentes elementos de la red fotovoltaica (Paneles, inversores y baterías) se obtuvieron mediante la petición de cotizaciones a diferentes empresas que manejan estos productos en Colombia. También se hizo uso de la herramienta Google Earth para producir las imágenes satelitales y mapas de la macro y micro localización del corregimiento de Pasuncha. Cabe resaltar que toda la información usada para sustentar los conocimientos teóricos, antecedentes, fórmulas y ecuaciones matemáticas, conceptos técnicos y científicos y demás información pertinente al proyecto se obtuvo de fuentes académicas y científicas confiables, tales como tesis, artículos científicos, libros, revistas, entre otros, que han sido debidamente referenciadas según normas APA y así mismo se encuentran dentro de la bibliografía de este documento.

Toda esta información fue recolectada, seleccionada según su aplicabilidad para el proyecto y en algunos casos para una mejor organización se elaboró tablas de datos.

1.9. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DEL PROYECTO

El proyecto se llevará a cabo en el puesto de salud del corregimiento de Pasuncha, esta es una edificación de una sola planta o piso como se puede apreciar en la Figura 6. Esta posee un área de 150 m² y se localiza a pocos metros del colegio Santa Inés de Pasuncha. Los paneles solares se instalarán sobre el techo del puesto de salud, ya que es la mejor ubicación para aprovechar el recurso solar y facilitar la instalación de los demás elementos de la red fotovoltaica.

1.10. POLÍTICAS Y NORMAS GUBERNAMENTALES

A continuación, se presenta la normatividad colombiana correspondientes a sistemas e instalaciones eléctricas, sistemas fotovoltaicos y energías alternativas.

POLÍTICA / NORMA	OBJETO	EXPEDICIÓN
<p>NTC 5549</p> <p>Sistemas fotovoltaicos (fv) terrestres generadores de potencia. generalidades y guía</p>	<p>Esta norma es una guía y da una visión general de los sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia y de los elementos funcionales que los constituyen, como se muestra en la Figura 1. Los sistemas y sus elementos funcionales, como se describen en esta norma, deberían usarse como una introducción para las futuras normas IEC que se estén elaborando de sistemas fotovoltaicos (FV). Esta norma contiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> - una visión general de los principales subsistemas - una descripción funcional de los componentes principales e interfaces - una tabla con las posibles configuraciones que pueden derivarse del cuadro general (ICONTEC, 2007) 	<p>ICONTEC Internacional - 2007</p>
<p>LEY 1715 DE 2014</p> <p>Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.</p>	<p>La presente ley tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca</p>	<p>Ministerio de Minas y Energía - 2014</p>

	<p>promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda. (MinMinas, Ministerio de Minas y Energía , 2014)</p>	
<p>Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)</p>	<p>El objeto fundamental de este reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones civiles, mecánicas y fabricación de equipos. Adicionalmente, señala las exigencias y especificaciones que garantizan la seguridad de las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento; la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos y equipos, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas. (MinMinas, Ministerio de Minas y Energía, 2013)</p>	<p>Ministerio de Minas y Energía - 2013</p>
<p>Política nacional de producción y consumo sostenible</p>	<p>En este documento se actualizan e integran la Política Nacional de Producción más Limpia y el Plan Nacional de Mercados Verdes como estrategias del Estado Colombiano que promueven y enlazan el mejoramiento ambiental y la transformación productiva a la competitividad empresarial. Esta introducción a la Política de Producción y Consumo Sostenible describe su contexto, y los desafíos de su aplicación. Adicionalmente, las lecciones aprendidas de experiencias anteriores en torno a la producción más limpia y al consumo sostenible, complementan las referencias que orientan el desarrollo de esta política. (MADS, 2010)</p>	<p>Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - 2011</p>
<p>LEY 100 DE 1993 Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones</p>	<p>Art 4. Del servicio público de seguridad social: La seguridad social es un servicio público obligatorio, cuya dirección, coordinación y control está a cargo del Estado y que será prestado por las entidades públicas o privadas en los términos y condiciones establecidos en la presente ley. (Congreso, 1993)</p>	<p>Ministerio de Salud - 1993</p>

Tabla 2. Políticas y normas gubernamentales correspondientes al proyecto

Fuente: (Autores, 2018)

1.11. FACTORES CONDICIONANTES

Este proyecto tiene como objetivo realizar la asesoría técnica y financiera para la instalación fotovoltaica en el puesto de salud del corregimiento de Pasuncha. Este sistema de energía será de tipo aislado el cual se compone en su esencia de paneles solares los cuales transforman la energía solar en eléctrica por medio de semiconductores, controladores de carga que regulan la corriente que generan paneles, inversores de corriente; este componente está en la capacidad de convertir la corriente DC en AC ya que los paneles están en corriente directa y los sistemas de electrificación en el sitio son de corriente alterna y un banco de baterías que puede almacenar la carga durante horas dependiendo la incidencia solar sobre la superficie. En el Anexo 6 (cotizaciones) se pueden evidenciar diferentes precios de los componentes anteriormente nombrados y la capacidad que pueden llegar a soportar. Se hará un estudio económico y financiero para evaluar la viabilidad del proyecto para poder ofertar el proyecto a entidades gubernamentales las cuales pueden financiar en un futuro el 100% del valor comercial del sistema fotovoltaico.

2. ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La localización de la zona de estudio es de vital importancia para el desarrollo del proyecto, debido a que se delimita espacial y geográficamente el tamaño del proyecto, además de focalizar la recolección de datos para el sitio en específico que en este caso es el Corregimiento de Pasuncha.

2.1. GENERALIDADES

Pasuncha corregimiento del Municipio de Pacho - Cundinamarca, cuenta con una extensión de 42 Kilómetros cuadrados, se encuentra en la Cordillera Oriental, a una altura aproximada de 1.500 m.s.n.m., con predominio del relieve quebrado y con una temperatura media de 18°C. Su Economía está basada en el Cultivo del café, plátano, yuca, caña panelera, naranja, heliconia y la Ganadería. Pasuncha está Integrado por 17 veredas: El pencil, Santa Rosa, Serrezuela , Alto Yasal , Bajo Yasal , La Mona , Quebrada Honda, Palancana , El Palmar , El Fical , Venadillo, San José , La Gaita , Bajo Pasuncha , Aguachentales , La Mona y Centro Pasuncha . El corregimiento de Pasuncha Tiene un colegio de bachillerato llamado Santa Inés. Sus Principales Sitios turísticos: El Chorro de la Arrayanal, Laguna de El Lucero, Laguna de Pasuncha, Quebrada Honda, Piedras de Capira, El paseo de los miradores, el alto de la torre y tatibuco. Posee una población de 496 habitantes

2.2. FACTORES QUE CONDICIONAN LA LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Se toma el corregimiento de Pasuncha como caso de estudio debido a que es un lugar de difícil acceso, apartado de las vías de transporte principales y ubicado a más de 4 horas

de un pueblo principal (Pacho), con deficiencias en el servicio de salud y electricidad, ya que como se mencionó anteriormente el objetivo es brindar energía eléctrica por medio de paneles solares a una comunidad en estado de vulnerabilidad y de bajos recursos.

2.3. MACROLOCALIZACIÓN

El corregimiento de Pasuncha se encuentra en el municipio de Pacho en el departamento de Cundinamarca, Colombia. La macro localización se puede observar en la Figura 1 y Figura 2 que se muestran a continuación.



Figura 1. Localización de Pasuncha en Colombia. Tomado de Google Earth



Figura 2. Localización de Pasuncha en Cundinamarca. Tomado de Google Earth

2.4. MICROLOCALIZACIÓN

Pasuncha se encuentra en las coordenadas: [5°20'00"N 74°15'00"O](#). Limita Por el Oriente, Con El municipio de Villa Gómez, al occidente Con El Peñón, al norte Con Topaipí y al sur Con Pacho. La micro localización se puede observar en la Figura 3, Figura 4 y Figura 5

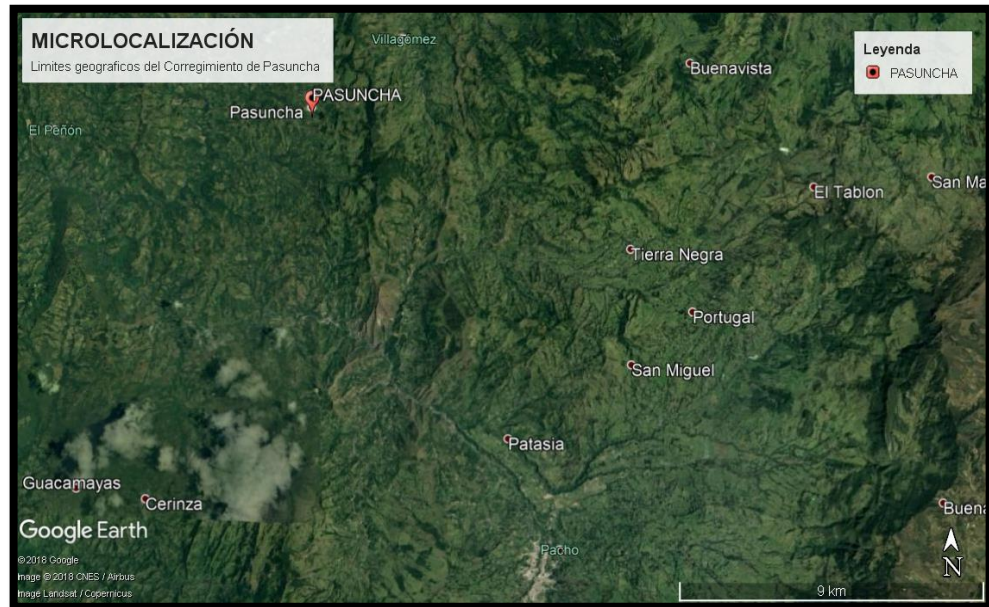


Figura 3. Pueblos y Veredas aledaños a Pasuncha. Tomado de Google Earth



Figura 4. Imagen satelital del corregimiento de Pasuncha y la localización espacial del PUESTO DE SALUD. Tomado de Google Earth



Figura 5.Fotografía Panorámica de Pasuncha. Tomado de Alcaldía de Pacho

2.4.1. Localización puesto de salud de Pasuncha Cundinamarca

Latitud: 5°15'16.68"N
Longitud: 74°13'10.04"O



Figura 6.Fotografía del PUESTO DE SALUD en Pasuncha. Tomado de Google Earth

3. DEFINICIÓN DEL TAMAÑO DEL PROYECTO

A continuación, se presenta el tamaño del proyecto ESTUDIO DE VIABILIDAD FINANCIERA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE PANELES SOLARES PARA PUESTOS DE SALUD EN COLOMBIA. Esta definición permite delimitar

geográfica, espacial y temporalmente los alcances de las actividades a realizar, así como también define la meta u objetivo final que se desea alcanzar.

3.1. GENERALIDADES

Para iniciar se debe resaltar que la empresa D & A SOLUCIONES ENERGÉTICAS, será la encargada de realizar el estudio de viabilidad financiera de la generación de energía eléctrica a partir de paneles solares para el puesto de salud del corregimiento de Pasuncha pero no ejecutará el proyecto, ya que actuará como una organización de consultoría técnica, que brindará todas las especificaciones técnicas y de ingeniería a la entidad que adquiera el proyecto, que en este caso será la alcaldía de Pacho, Cundinamarca, la cual deberá realizar tareas tales como contratación de mano de obra, gestión de licencias y permisos, compra de insumos y materiales y los demás requerimientos para llevar a la vida real el presente proyecto.

3.2. FACTORES DETERMINANTES DEL TAMAÑO

Para el presente proyecto se tendrán en cuenta los siguientes factores que inciden significativamente en la definición del tamaño o alcances del estudio.

- Localización: la macro localización y micro localización del sitio de estudio se tiene en cuenta para la recolección de información tal como radiación solar, geográfica y demográfica. Por otro lado, el proyecto se delimitará puntualmente en su ejecución a los predios correspondientes al puesto de salud del corregimiento de Pasuncha.
- Tiempo: Ya que es un proyecto pequeño, este desde su planeación hasta su ejecución, tendrá un tiempo límite de 6 meses.
- Recursos Económicos: D & A SOLUCIONES ENERGÉTICAS, brindara a la alcaldía, el presupuesto requerido para la construcción de la red fotovoltaica (paneles, inversor, batería, estructuras, entre otros) para que esta entidad realice sus respectivos procesos de aprobación de presupuesto
- Problemática social: La generación de energía eléctrica por medio de paneles solares será de uso exclusivo para el puesto de salud.

3.3. DEFINICIÓN DEL TAMAÑO

El proyecto de ESTUDIO DE VIABILIDAD FINANCIERA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE PANELES SOLARES PARA PUESTOS DE SALUD EN COLOMBIA, elaborado por D & A SOLUCIONES ENERGÉTICAS se llevará a cabo en el Corregimiento de Pasuncha, Cundinamarca, específicamente en los predios donde se localiza el puesto de salud de esta localidad en las coordenadas geográficas: Latitud: 5°15'16.68"N Longitud: 74°13'10.04"O. Cronológicamente, la recolección y análisis de información, la elaboración de los diseños de la red fotovoltaica, el estudio financiero y la realización del documento técnico final se llevarán a cabo en 25 días en los

meses de Septiembre y Octubre del año 2018 Posteriormente en Noviembre del mismo año se venderá y presentará el proyecto a la alcaldía del municipio de Pacho que se encargará de hacer las gestiones legales, de recursos financieros, mano de obra e instalación para iniciar la ejecución del proyecto en Febrero de 2019 y finalizarlo en este mismo mes. D & A SOLUCIONES ENERGÉTICAS Brindara asesoría a la alcaldía durante la fase de ejecución

4. INGENIERÍA DEL PROYECTO

En este capítulo se hará una descripción del producto teniendo en cuentas sus características físicas y técnicas.

4.1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Este será un sistema fotovoltaico aislado de la red eléctrica nacional, por tanto, es una fuente de energía renovable autónoma que funciona por la radicación solar que incide sobre una superficie o panel solar convirtiéndose en electricidad. Gracias a los sistemas fotovoltaicos se cumple la función de satisfacer las necesidades que demanda el lugar con necesidades de energía, teniendo un impacto fuerte en la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

Se resalta, que el dato principal para realizar los cálculos de numero de paneles y por consiguiente la base del sistema fotovoltaico, es el valor mínimo anual de radiación solar para el Corregimiento de Pasuncha, que en este caso será expresado como HSP (Hora pico Solar). Se debe tomar el peor mes para garantizar que el sistema funcione en las peores condiciones de radiación solar, es decir, que el sistema funcione en días nublados. A continuación, se presentan los datos de radiación solar de diferentes fuentes con el fin de seleccionar el valor más optimo y acertado para el corregimiento de Pasuncha.

- Tesis: "Estudio del Recurso Solar en la Ciudad de Bogotá para el Diseño de Sistemas Fotovoltaicos Interconectados Residenciales" (Hernandez, 2010). En este estudio, el recurso solar se define a partir de los promedios mensuales de la radiación solar (H expresada en HSS) y de la respectiva desviación estándar asociada (σ expresada en HSS). Estas variables indican la disponibilidad y la variabilidad del recurso solar en cada estación o punto de medida respectivamente. Los resultados se presentan en la. Estos datos caracterizan el comportamiento del recurso solar en la ciudad de Bogotá.

Mes	H (HSS)	σ^* HSS	Variabilidad (%)
Ene.	4.95	0.42	17.07
Feb.	4.84	0.46	18.88
Mar.	4.60	0.47	20.24
Abr.	4.15	0.36	17.13
May.	3.80	0.38	19.80
Jun.	3.93	0.48	24.56
Jul.	4.11	0.29	14.04
Ago.	4.43	0.42	18.90
Sep.	4.28	0.27	12.48
Oct.	4.32	0.34	15.81
Nov.	4.24	0.39	18.65
Dic.	4.75	0.33	13.84
Anual	4.31	0.38	17.67

***Desviación estándar**

Figura 7. Características del recurso solar de Bogotá
Fuente: (Hernandez, 2010)

- Atlas interactivo de Radiación solar IDEAM: En este mapa se muestra el valor de irradiación solar promedio diario anual en Colombia, donde para el corregimiento de Pasuncha el valor se encuentra en el rango de 4.0 – 4.5 KWh/m². Sin embargo, estos valores son aproximados, debido a que se obtienen a través de interpolación con puntos de referencia de las ciudades principales y por tanto no es un dato acertado.

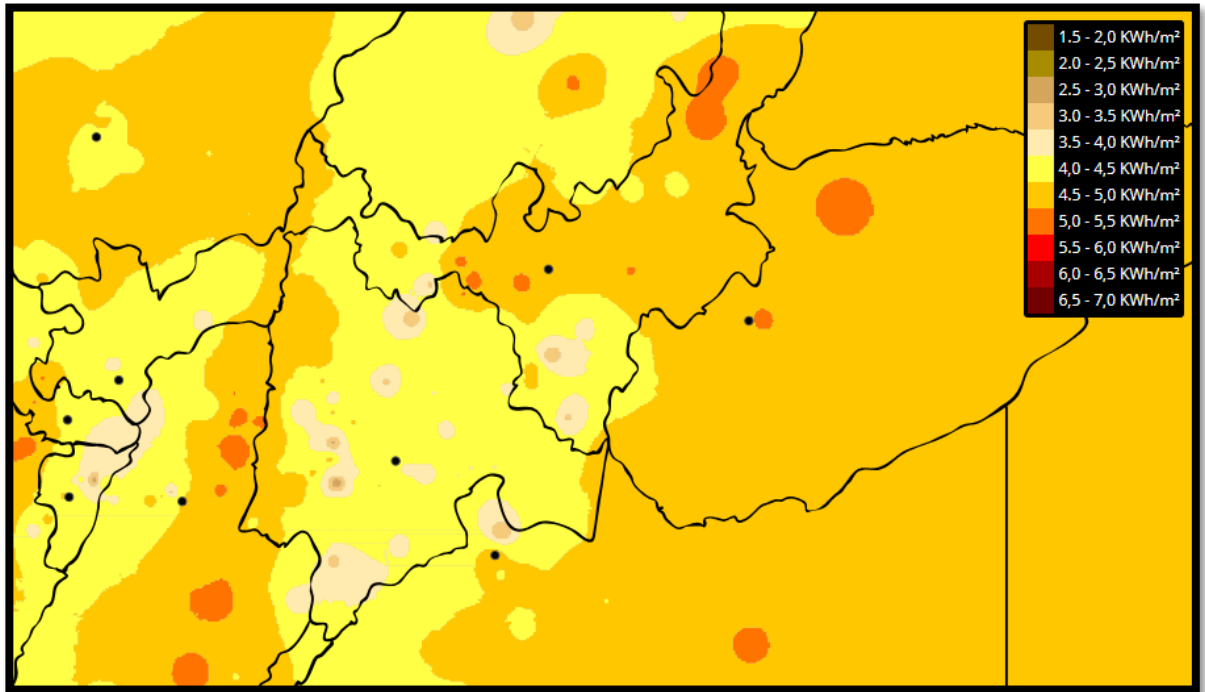


Figura 8. Atlas de Radiación Solar de Colombia
Fuente: (IDEAM, 2018)

Teniendo en cuenta las anteriores referencias se elige la tesis "Estudio del Recurso Solar en la Ciudad de Bogotá para el Diseño de Sistemas Fotovoltaicos Interconectados Residenciales" ya que obtiene los datos de radiación solar a través de Meteonorm, una herramienta informática reconocida mundialmente, que cuenta con más de 20 años de experiencia en el desarrollo de bases de datos meteorológicos para aplicaciones de energía solar. Este programa es muy utilizado en los procedimientos de diseño para sistemas solares, tanto fotovoltaicos como térmicos. Por tanto, el dato del peor mes se registra en mayo con un valor de 3.8, el cual será el HSP para los cálculos de este estudio.

Por otra parte, para el presente estudio se tomó como base, los datos del ministerio de salud, el cual brinda los componentes mínimos vitales para un puesto de salud remoto en Colombia. Por lo tanto, se procede a hacer un levantamiento de cargas, dicho análisis se hace pronosticando un consumo promedio diario aumentando su capacidad en un 5% de lo estimado.

COMPONENTE	UNIDADES	POTENCIA (W)	PERIODO (HORAS/DÍA)	CONSUMO DIARIO (W-H/DÍA)
Lámparas fluorescentes	15	20	3	900
Lámpara cuello de cisne de luz fría	2	15	5	150
Negatoscopio un cuerpo	1	32	0.5	16
Nevera para conservación de medicamentos	1	60	24	1440
Salidas monofásicas para toma	18	65	2	2340
Salidas para aplique exterior	4	20	2	160
Aplique tipo tortuga	4	25	3	300
	Potencia total(Pt)	237	Consumo total(Edc)	5306
			5% De consumo extra de respaldo	5571.3

Tabla 3. Levantamiento de cargas del sistema eléctrico en el puesto de salud

Fuente: (Autores, 2018)

Componentes de un sistema fotovoltaico:

4.1.1. Paneles solares

Un panel está conformado por múltiples celdas o células solares, estas son pequeñas placas hechas de silicio cristalino que por su composición tienen la capacidad de convertir la luz del Sol en electricidad (AreaTecnología, 1999). El silicio comúnmente usado para la fabricación de células fotovoltaicas se obtiene por reducción de la sílice, compuesto más abundante en la corteza de la Tierra, en particular en la arena o el cuarzo, el primer paso es la producción de silicio metalúrgico puro al 98%, obtenido de pedazos de piedras de cuarzo provenientes de un filón mineral. El silicio se purifica mediante procedimientos químicos (Lavado + Decapado) empleando con frecuencia destilaciones de compuestos clorados de Silicio, hasta que la concentración de impurezas es inferior al 0.2 partes por millón. Así se obtiene el Silicio semiconductor con un grado de pureza superior al requerido para la generación de Energía Solar Fotovoltaica, Para el dimensionado se escoge el panel JinKo de 345 ya que este en sus especificaciones técnicas presenta una alta eficiencia y precio accesible. La elección de este panel se realiza teniendo en cuenta dos variables de selección, las cuales son eficiencia y costo por vatio (W). Se califica de menor a mayor la eficiencia y de mayor a menor el costo unitario por vatio, dando mayor prioridad al costo en un 60% y para la eficiencia un 40%,

como se muestra en la Tabla 4. En este caso dio como resultado un empate entre las marcas Yingli y Jinko, sin embargo, para tener una mejor confiabilidad se escoge el panel solar JinKo de 345 W con 72 células monocristalinas y una duración aproximada de 25 años de uso.

Descripción	Fabricante	Eficiencia (%)	Potencia (W)	Precio	Precio Vs Potencia	Puntuación Según Eficiencia 40 %	Puntuación Según Precio Unitario 60%	Total
Panel Solar Policristalino 20W (60)	INTI	11.5	20	\$ 56,370	\$ 2,819	1	1	1
Panel Solar Policristalino 40W (60)	INTI	13.2	40	\$ 105,151	\$ 2,629	2	2	2
Panel Solar Policristalino 150W (60)	Yingli	14.5	150	\$ 372,514	\$ 2,483	3	3	3
Panel Solar Policristalino 265W (60)	Yingli	15.9	265	\$ 408,588	\$ 1,542	4	9	7
Panel Solar Policristalino 280W (60)	Talesun	17.1	280	\$ 450,809	\$ 1,610	5	8	6.8
Panel Solar Monocristalino 295W (60)	LG	17.2	295	\$ 539,360	\$ 1,828	6	6	6
Panel Solar Monocristalino 340W (72)	Jinko	17.52	340	\$ 574,209	\$ 1,689	7	7	7
*Panel Solar Monocristalino 335W (60)	LG	19.6	335	\$ 665,191	\$ 1,986	9	5	6.6
*Panel Solar Monocristalino 400W (72)	LG	19.3	400	\$ 794,258	\$ 1,986	8	4	5.6

Tabla 4. Criterios de Selección de Paneles Solares.
Fuente: (Autores, 2018)

Para calcular el número de paneles se emplea la siguiente ecuación tomada de (Fajardo, 2014)

$$N_p = \frac{Edc}{Pref * HSP * (1 - \eta_p)}$$

Ecuación 1. Calculo de Número de Paneles necesarios para el sistema

Donde

$$Edc = \text{Demanda de energía} = 5.571 \text{ kW} - h$$

$$Pref = \text{Potencia de referencia del panel} = 345W$$

$$HSP = \text{Horas solares pico} = 3.8 \text{ h}$$

$$\eta_p = \text{Perdidas del sistema} = 5\%$$

Entonces

$$Np = 5$$

Se necesitan 5 paneles en paralelo con una potencia de 345 W para cubrir la demanda de energía necesaria de 5.571 kW – h

4.1.2. Regulador de carga

Un regulador de carga es un dispositivo encargado de controlar constantemente el estado de carga de las baterías, así como de regular la intensidad de carga con el fin de alargar la vida útil de las baterías. Controla la entrada de corriente proveniente del panel solar y evita que se produzcan sobrecargas y sobre descargas profundas en la batería. (DamiaSolar, 2018) Para el cálculo del regulador o controlador de carga se utiliza la siguiente ecuación tomado de (Banda, 2017) y de acuerdo con este documento se estima que el factor de sobredimensionado es de 1.25

$$i_r = Fs * Np * isc$$

Ecuación 2. Calculo para el controlador de carga

$$Np = \text{Numero de paneles.} = 5$$

$$isc = \text{Intensidad pico del panel seleccionado} = 9.24 A$$

$$Fs = \text{Factor de sobredimensionado} = 1.25$$

$$i_r = \text{Intensidad máxima del regulador}$$

Entonces

$$i_r = 58A$$

Por lo anterior, se necesita un regulador de carga a 60 A para que soporte todo el sistema fotovoltaico. Para el sistema se utiliza el controlador MPPT 150/60

4.1.3. Baterías

La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación fotovoltaico 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. Otra importante función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar (Fajardo, 2014). Para el cálculo de banco de baterías, se hace un arreglo en serie paralelo para poder suplir toda la demanda de energía y tener un ahorro en la inversión de baterías.

Se empieza calculando el consumo efectivo en ampers hora (Banda, 2017)

$$CE_{Ah} = \frac{Edc}{Vn}$$

Ecuación 3. Calculo para el Consumo Efectivo en Amperios/Hora

$Vn =$ Voltaje nominal del sistema de carga = 24V

$Edc =$ Demanda de energia = 5.571 kW – h

Entonces

$CE_{Ah} =$ Consumo efectivo en ampers – hora (Ah) = 232.15 Ah

Para las baterías en paralelo

$$N_{bpp} = \frac{CE_{Ah} * DOA}{C_{Ah} * PD}$$

Ecuación 4. Calculo para Número de Baterías en Paralelo

$CE_{Ah} =$ Consumo efectivo en ampers – hora (Ah) = 232.15 Ah

$DOA =$ Dias de autonomia de las baterias = 2

$C_{Ah} =$ Capacidad de ampers horas de la bateria = 230 Ah

$PD =$ Profundidad de descarga = 50%

Entonces

$N_{bpp} =$ Numero de baterias en paralelo = 4

Para las baterías en serie

$$N_{bs} = \frac{Vn}{Vb}$$

Ecuación 5 Numero de baterías en serie

$Vn =$ Voltaje nominal del sistema de carga = 24V

$Vb =$ Voltaje de la bateria = 12

Entonces

$N_{bs} =$ Numero de baterias en serie = 2

Total de baterías necesarias

$$N_{bt} = N_{bs} * N_{bpp}$$

Ecuación 6 Numero de baterías necesarias en el sistema

$N_{bpp} =$ Numero de baterias en paralelo = 4

$N_{bs} =$ Numero de baterias en serie = 2

Entonces

$$N_{bt} = \text{Numero de baterias totales} = 8$$

Se seleccionaron ocho baterías con la siguiente configuración: Dos bancos en serie de a cuatro baterías en paralelo de marca ROLLS S12-230 AGM

4.1.4. Inversores

Estos dispositivos permiten convertir la corriente continua (CC) en alterna (CA), dado que los sistemas fotovoltaicos entregan una corriente continua, es necesario realizar esta conversión para que los aparatos eléctricos comunes puedan funcionar. Los inversores son dispositivos electrónicos los cuales permiten interrumpir las corrientes y cambiar su polaridad. (Acevedo, 2016).

Calculo del inversor

$$P_{inv} = F_p * P_t * 1.2$$

Ecuación 7 Potencia del inversor

$$F_p = \text{Factor de potencia} = 0.89$$

$$P_t = \text{Potencia total} = 237 \text{ W}$$

Entonces

$$P_{inv} = 253 \text{ W}$$

Calculo del inversor: Se necesita un inversor con una potencia de 375 W ya que comercialmente no se consigue uno menor por la corriente que maneja el sistema

Los anteriores elementos (Paneles, baterías, inversor, controlador) son los componentes principales que necesita una instalación solar de tipo aislada para que funcione de una manera segura y confiable.

4.2. ESPECIFICACIONES DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS

A continuación, se especifican los datos técnicos de cada elemento que conforma la instalación solar





FICHA TECNICA						
NOMBRE DEL SERVICIO	Estudio de viabilidad técnica y financiera de la generación de energía eléctrica a partir de paneles solares para puestos de salud en Colombia					
USUARIOS	Habitantes que hacen uso del puesto de salud en el corregimiento de Pasunchá					
PROCESO	Estudio técnico y financiero					
SERVICIO PRESTADO	Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad de 5.571 kW-h					
COMPONENTES DEL SISTEMA	DESCRIPCION	FABRICANTE	UNIDADES	DIMENSIONES (mm)	PESO (Kg)	IMAGEN
	PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 340 Watts	JINKO	5	1956x992x40 mm	26.5	
	CONTROLADOR MPPT 60 Amp (150/60) 12-24-48	VICTRON ENERGY	1	216*295*103	4.5	
	Batería GEL 12VDC - 250AH	TB PLUS	4	522*240*220	60.8	
	Inversor DC-AC 375W/24VDC Onda Pura	VICTRON ENERGY	1	86*165*260	3	
CAPACIDAD DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	Potencia	La potencia es de 5.571 kW-h al día				
	Rendimiento	17.52%				
	Tolerancia	+/- 5% de la capacidad instalada				

Tabla 5. Ficha técnica de los elementos que conforman la instalación solar
Fuente: (Autores, 2018)

4.3. SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

La descripción del proceso productivo se representa en el siguiente diagrama de flujo

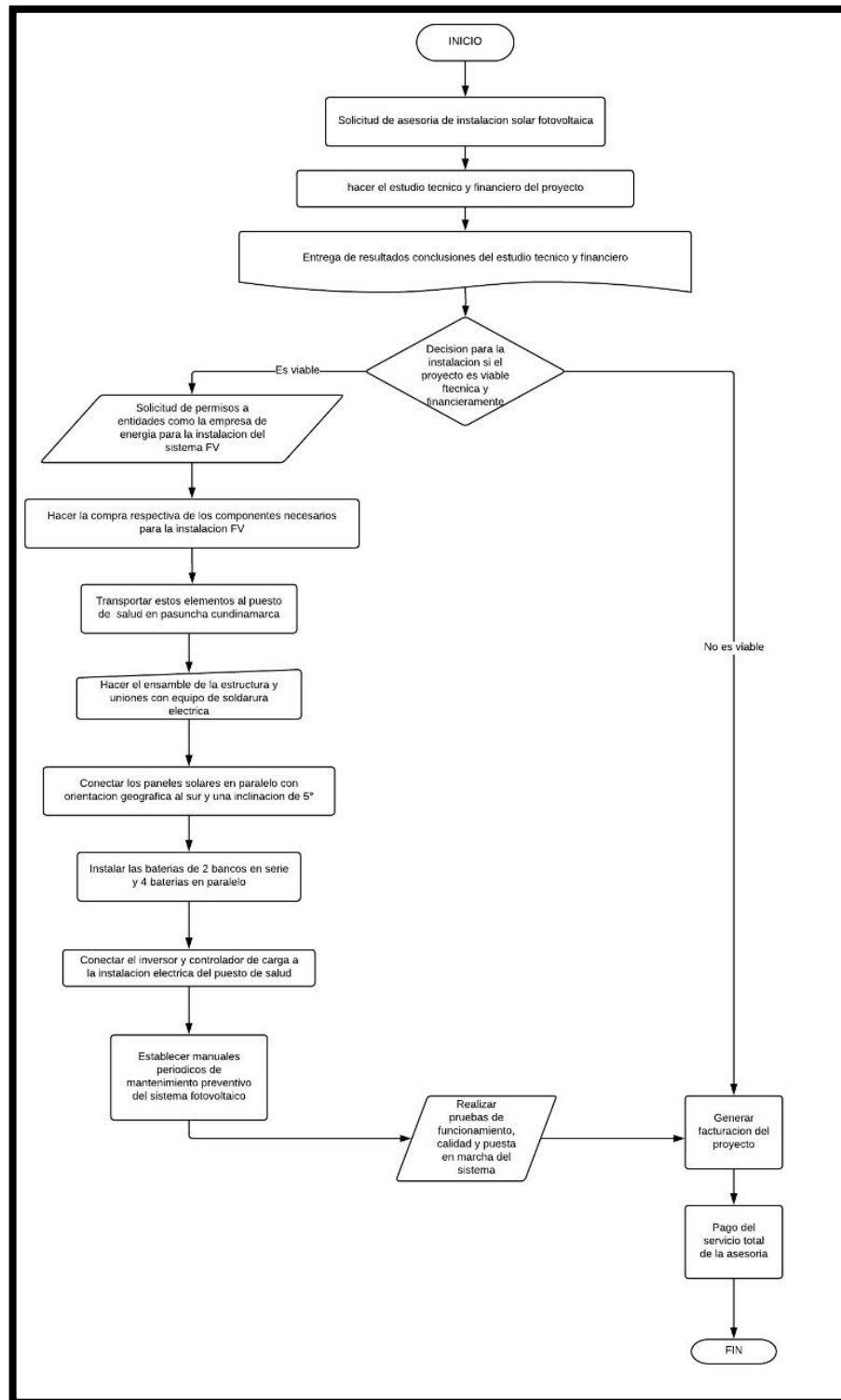


Figura 9. Diagrama de Flujo del proceso productivo para una instalación FV
Fuente: (Autores, 2018)

4.4. DETERMINACIÓN DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

DESCRIPCION	ACTIVIDADES	PRECEDENCIA	DURACION (DIAS)
Solicitud de asesoría de instalación solar fotovoltaica	A		1
Realizar el estudio técnico y financiero del proyecto	B	A	3
Entrega de resultados conclusiones del estudio técnico y financiero	C	B	1
Solicitud de permisos a entidades como la empresa de energía para la instalación del sistema FV	D	C	3
Hacer la compra respectiva de los componentes necesarios para la instalación FV	E	D	1
Transportar estos elementos al puesto de salud en Pasuncha Cundinamarca	F	E	1
Hacer el ensamble de la estructura y uniones con equipo de soldadura eléctrica	G	F	2
Conectar los paneles solares en paralelo con orientación geográfica al sur y una inclinación de 5°	H	G	2
Conectar el inversor y controlador de carga a la instalación eléctrica del puesto de salud	I	H	1
Establecer manuales periódicos de mantenimiento preventivo del sistema fotovoltaico	J	I	1
Realizar pruebas de funcionamiento, calidad y puesta en marcha del sistema	K	J	1
Generar facturación del proyecto	L	K	1
Pago del servicio total de la asesoría	M	L	1

Tabla 6. Programa de producción para una instalación FV

Fuente: (Autores, 2018)

4.5. DEFINICIÓN DEL PERSONAL REQUERIDO POR EL PROYECTO

A continuación, se presenta el personal requerido por D & A SOLUCIONES ENERGETICAS para desarrollar el proyecto y el personal que requerirá el cliente para ejecutarlo en el corregimiento de Pasuncha.

PERSONAL REQUERIDO POR D&A SOLUCIONES ENERGETICAS		
CARGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Ingeniero ambiental	1	Desarrollo de conceptos y criterios ambientales, Diseño de instalaciones de fuentes de energía solar enfocadas en el ahorro energético y máximo aprovechamiento del recurso
Ingeniero mecánico	1	Diseño de instalaciones de fuentes de energía solar enfocadas en el ahorro energético y máximo aprovechamiento del recurso
Gerente financiero	1	Garantiza una eficiente administración del capital de trabajo dentro de un equilibrio de los criterios de riesgo y rentabilidad.
PERSONAL REQUERIDO POR LA ENTIDAD QUE EJECUTARA EL PROYECTO		
CARGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Supervisor de obra	1	supervisara las labores de los auxiliares de construcción a su cargo, verificando que todo se desarrolle de acuerdo con lo establecido por los ingenieros
Auxiliares de metalmecánica	2	Serán los encargados de las labores de acarreos, construcción, soldadura, uniones, entre otras
Técnico nivel I en Electricidad	1	Realizara todas la conexiones y revisiones eléctricas que el sistema requiera

Tabla 7. Personal requerido para el proyecto
Fuente: (Autores, 2018)

4.6. DISTRIBUCIÓN FÍSICO- ESPACIAL DE LA PLANTA

Para la distribución física espacial, se presenta el plano “PLANTA GENERAL TECHOS” (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), tomado del informe de especificaciones arquitectónicas para puestos de salud en Colombia elaborado por el ministerio de salud, (MiniSalud, 2017) donde se muestra la vista superior del centro de salud, específicamente los techos donde se instalaran los paneles solares.

4.7. MANEJO DE RESIDUOS Y ELEMENTOS CONTAMINANTES

D&A SOLUCIONES ENERGÉTICAS, presenta el siguiente programa para manejo de residuos y elementos contaminantes, que deberá poner en práctica la entidad que

adquiera el presente proyecto en el momento de su ejecución, funcionamiento y mantenimiento.

RESIDUOS Y ELEMENTOS CONTAMINANTES	IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE	MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL	RECOMENDACIONES	EMPRESAS RECOLECTORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS (Electrónicos, eléctricos y baterías)
Baterías usadas	*Contaminación de agua y suelo por ácidos, plomo y otros metales	*Las baterías que ya no estén en uso podrán ser llevadas a la empresa donde fue adquirida para que esta se encargue de su disposición final.	* No desechar estas baterías a las basuras domésticas recolectadas por el servicio público de aseo, ya que estas serán llevadas al relleno sanitario más cercano	* DESCONT: Sede Bogotá Cl. 17B No. 39 - 75 +57 (1) 244 4000
		*La entidad que se encargue de ejecutar el proyecto podrá contratar una empresa especializada en recolección y disposición final de residuos peligrosos	* No dejar las baterías usadas en terrenos al aire libre o cercanas a fuentes hídricas	*PLANETA VERDE: comercial@planetaverde.com.co CEL: 313 875 2468
		*Se podrá llevar las baterías usadas a centros de acopio, centros de alta tecnología y demás empresa o entidades autorizadas para la recolección de este tipo de residuos		* ASEI Dirección: Calle 79 # 18-18 oficina 305 Bogotá Teléfonos: (1) 7470250 Email: info@biologicos.net
Paneles averiados	*Contaminación de agua y suelo por metales pesados	*Los paneles que hayan cumplido con su vida útil podrán ser reciclados o llevadas al proveedor para que se encargue de su disposición final.	* Reciclar todos los competentes que puedan tener una segunda vida útil	
Cables y residuos eléctricos	*Contaminación de agua y suelo por metales pesados	*Los residuos de elementos eléctricos podrán entregarse a empresas de reciclaje que aprovechan el cobre y demás metales que estos contienen.	* No desechar estos residuos a las basuras domésticas recolectadas por el servicio público de aseo, ya que estas	*LITO LTDA Cll 12 B No. 36-81 Tel: 4057373

	* Pérdida de la calidad del agua por sólidos suspendidos	*La entidad que se encargue de ejecutar el proyecto podrá contratar una empresa especializada en recolección y disposición final de residuos peligrosos	serán llevadas al relleno sanitario más cercano	* GAIA VITARE LTDA Cr 123 No. 15-35/45 Bodega 5 - Caminos de Salazar Tel: 4216592
	* Acumulación de residuos sólidos en rellenos sanitarios		* Aislar estos residuos del público para evitar que estos sean adquiridos por bebés o niños ya que pueden ser ingeridos o generar cortaduras	

Tabla 8. Manejo de residuos y elementos contaminantes propuesto por D&A SOLUCIONES ENERGÉTICAS.
Fuente: (Autores, 2018)

4.7. CUANTIFICACIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

El presente proyecto no requiere de ejecución de obras de infraestructura, debido a que el puesto de salud ya se encuentra construido y no requiere de modificaciones estructurales para la instalación del sistema fotovoltaico.

4.9. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES Y ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

ACTIVIDAD	DIAS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Compra de los elementos requeridos para el sistema fotovoltaico (Supervisor de Obra)	X										
Transporte de los elementos e implementos necesarios al corregimiento de Pasuncha (Supervisor de obra)		X									
Inicio de obra: Reunión entre el supervisor y los demás empleados para la planeación y organización de las actividades de instalación del sistema fotovoltaico (Ingeniero ambiental, ingeniero mecánico, grupo de obra)			X								

Montar la estructura de apoyo de los paneles (Auxiliares metalmecánicos)				X	X						
Instalación de los paneles (Técnico nivel I en Electricidad)						X	X				
Ensamble de soportes para banco de baterías (Auxiliares metalmecánicos)						X					
Conexión de las baterías, inversor, regulador (Técnico nivel I en Electricidad)								X			
Realización de conexiones eléctricas y sistemas de seguridad y protección (Breakers) (Técnico nivel I en Electricidad)									X	X	
Revisión final de la instalación (Ingenieros)										X	
Prueba de funcionamiento (Ingenieros)											X

Figura 10. Cronograma de actividades de obras y ejecución del proyecto
Fuente: (Autores, 2018)

4.10. SIMULACIÓN O PROTOTIPO DEL FUNCIONAMIENTO DEL APLICATIVO.

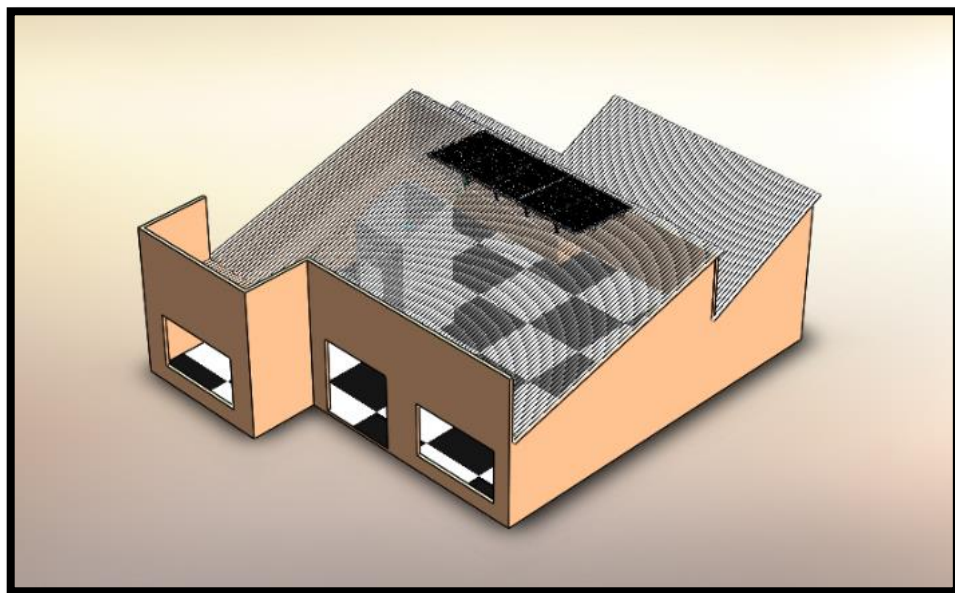


Figura 11. Simulación de la instalación de los paneles solares en el techo del puesto de salud
Fuente: (Autores, 2018) Elaborado en SolidWorks

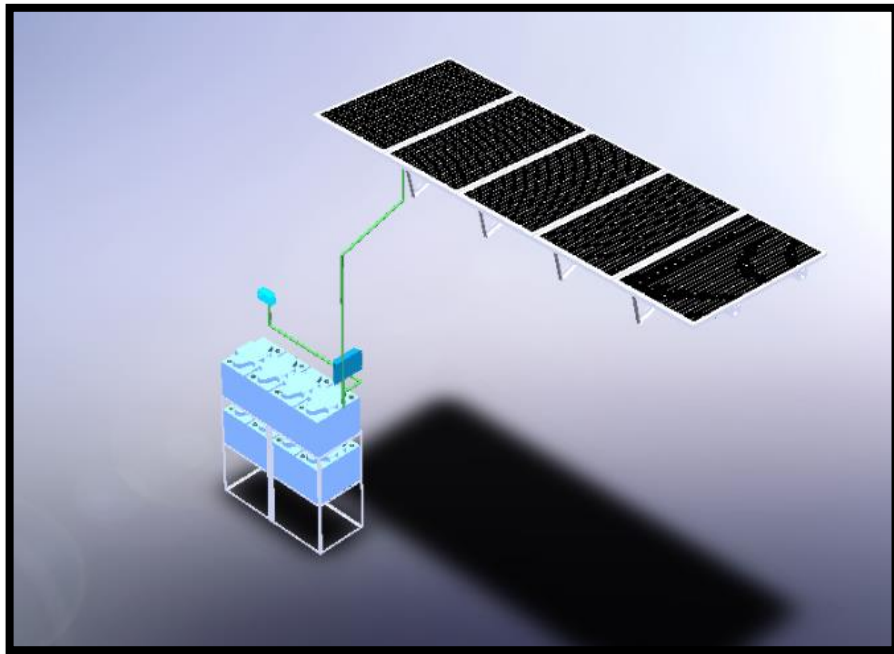


Figura 12. Simulación de las conexiones del sistema fotovoltaico
Fuente: (Autores, 2018) Elaborado en SolidWorks

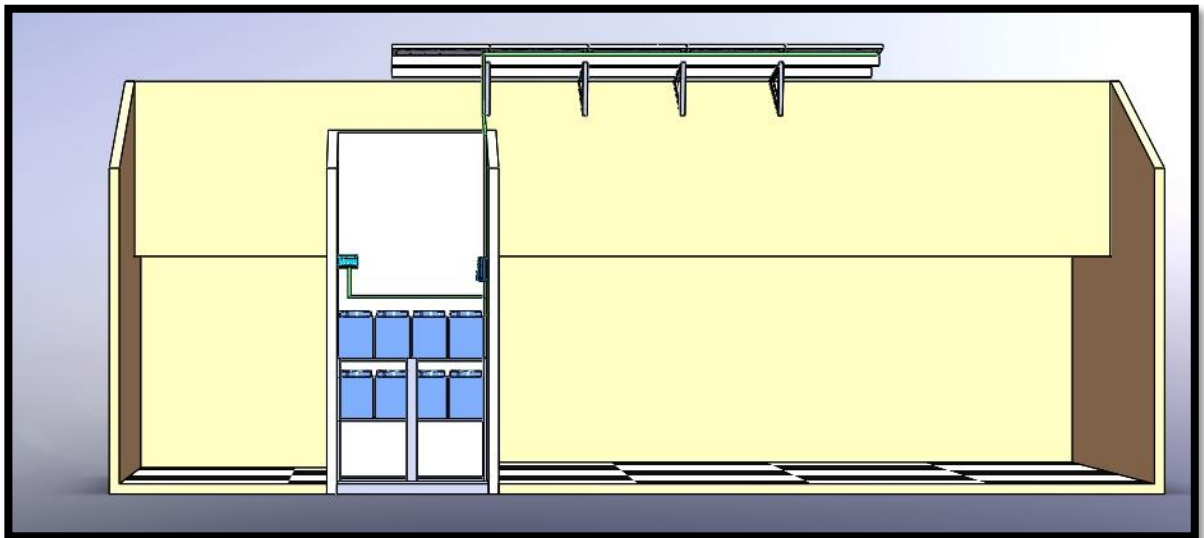


Figura 13. Simulación de la conexión de los paneles con el banco de baterías
Fuente: (Autores, 2018) Elaborado en SolidWorks

5. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS

Los aspectos legales y administrativos de D&A SOLUCIONES ENERGÉTICAS, son de gran importancia debido a que son los encargados de que la empresa pueda llevar a cabo

sus actividades dentro de las leyes y normas exigidas por las autoridades del país, constituyéndose legalmente, además de lograr una adecuada organización del personal y de los deberes y actividades diarias.

5.1. DEFINICIÓN DE TIPO DE ORGANIZACIÓN

Para el presente proyecto, la empresa “D & A SOLUCIONES ENERGETICAS S.A.S” tiene como tarea principal realizar el estudio de viabilidad financiera de la generación de energía eléctrica a través de paneles solares para el puesto de salud del corregimiento de Pasunchá, Cundinamarca. Para esto, se ocupará de recolectar toda la información pertinente y hacer los estudios necesarios de la zona de interés para realizar el diseño de la red fotovoltaica y finalmente determinar los costos del proyecto y su rentabilidad. El resultado final, será un documento técnico o manual con todas las especificaciones para la instalación que será vendido a la alcaldía o a la entidad interesada, la cual será la encargada de contratar la mano de obra y comprar todos los materiales e insumos para su ejecución real. Cabe resaltar que D & A SOLUCIONES ENERGETICAS deberá prestar el servicio de asesoría y consultoría en todo momento que el cliente requiera para que pueda llevar a cabo el proyecto.

Teniendo en cuenta el objetivo principal del proyecto, D & A SOLUCIONES ENERGÉTICAS se clasifica como una empresa privada, del sector terciario (servicios y comercio), con actividades de asesoría y consultoría, con fines de lucro que llevará a cabo sus actividades a nivel nacional. Es una pequeña empresa ya que cuenta con menos de 50 empleados. Esta organización es una Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S), debido a que se constituye de dos socios principales, que responden por el monto de dinero que hayan aportado y actuarán de acuerdo con sus responsabilidades fiscales y laborales.

Según la clasificación del DANE para las actividades económicas de las empresas en Colombia (DANE, 2012) la actividad económica de D & A SOLUCIONES ENERGÉTICAS se encuentra dentro de la categoría 71. Actividades de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos, esta división comprende la prestación de servicios de arquitectura, servicios de ingeniería, servicios de dibujo de planos, servicios de inspección de edificios y servicios de prospección y de cartografía. Abarca asimismo la realización de análisis físicos y químicos y otros servicios de ensayos analíticos. A su vez se encuentra dentro de la subcategoría 7110. Actividades de arquitectura e ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica, esta clase incluye: La prestación de servicios de arquitectura, servicios de ingeniería, servicios de dibujo de planos, servicios de inspección de edificios y servicios de prospección, de cartografía y servicios similares. Se incluyen las siguientes actividades:

- El diseño de ingeniería (es decir, aplicación de las leyes físicas y de los principios de ingeniería al diseño de máquinas, materiales, instrumentos, estructuras, procesos y

sistemas) y actividades de consultoría relativas a: maquinaria, procesos y plantas industriales; proyectos de ingeniería civil, hidráulica y de tráfico, proyectos de ordenación hídrica; elaboración y realización de proyectos de ingeniería eléctrica y electrónica ingeniería de minas, ingeniería química, mecánica, industrial y de sistemas, e ingeniería especializada en sistemas de seguridad y actividades de gestión de proyectos relacionadas con la construcción.

- La elaboración de proyectos de ingeniería especializada en sistemas de acondicionamiento de aire, refrigeración, saneamiento, control de la contaminación acondicionamiento acústico, etcétera.
- Los servicios geodésicos: actividades de agrimensura, estudios hidrológicos, estudios de subsuelo, actividades cartográficas y de información espacial.
- Las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con la ingeniería entre otras.

5.2. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO

D & A SOLUCIONES ENERGÉTICAS actuará como una organización funcional, la cual, reúne en un departamento a todos los que se dedican a una actividad o a varias relacionadas, que se denominan funciones, es decir, aplica el principio de la especialización de las funciones para cada tarea. Facilita considerablemente la supervisión porque cada gerente sólo debe ser experto en un área limitada de conocimientos y habilidades. Además, facilita el movimiento de los conocimientos y habilidades especializadas para su uso en los puntos donde más se necesitan. (Perez D. , 2017) Las características de esta organización funcional son:

- *Autoridad funcional o dividida.* Es una autoridad que se sustenta en el conocimiento. Ningún superior tiene autoridad total sobre los subordinados, sino autoridad parcial y relativa.
- *Línea directa de comunicación.* Directa y sin intermediarios, busca la mayor rapidez posible en las comunicaciones entre los diferentes niveles.
- *Descentralización de las decisiones.* Las decisiones se delegan a los órganos o cargos especializados.
- *Énfasis en la especialización.* Especialización de todos los órganos a cargo.

Se escoge esta estructura organizativa ya que permite una máxima especialización, mejor supervisión técnica, una comunicación directa más rápida y cada órgano realiza únicamente su actividad específica. A continuación, se presenta la estructura organizacional de la empresa.

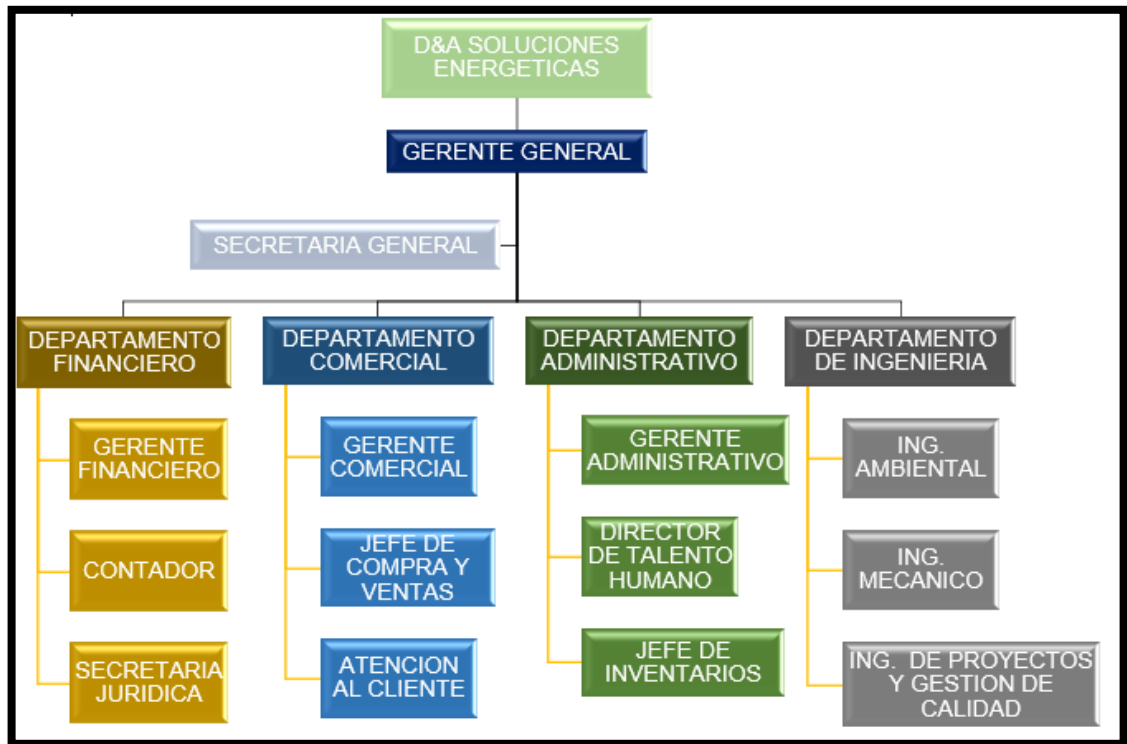


Figura 14. Estructura Organizacional Funcional para la implantación del proyecto
Fuente: (Autores, 2018)

5.3. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA PARA LA FASE OPERATIVA DEL PROYECTO

Para lograr una óptima fase productiva del proyecto se deben considerar los siguientes factores:

- a) **Visión:** La organización D&A SOLUCIONES ENERGÉTICAS tiene como visión para el presente proyecto, consolidar un documento con todas las especificaciones teóricas, técnicas y de ingeniería que permitan llevar a cabo la instalación de la red fotovoltaica para el puesto de salud en el corregimiento de Pasuncha, así como también un análisis de costos para mostrar al cliente la rentabilidad que tendría el proyecto una vez se ejecute. Sin dejar de lado, la consultoría y acompañamiento a la entidad que ejecute el proyecto en tiempo real. Además, D & A SOLUCIONES ENERGÉTICAS busca consolidarse para el 2023 en los mercados nacionales como una empresa reconocida y competitiva a nivel nacional, enfocada a satisfacer las necesidades basadas en recursos energéticos alternativos para el sector industrial, agropecuario y urbano
- b) **Misión:** D&A SOLUCIONES ENERGÉTICAS para el presente proyecto, tiene la misión de recolectar y analizar la información necesaria sobre el corregimiento de

Pasuncha, también deberá diseñar cada elemento de la red fotovoltaica y finalmente determinar la viabilidad financiera del sistema fotovoltaico instalado en el puesto de salud. De manera general la misión de la empresa es brindar la consultoría técnica y financiera necesaria para realizar proyectos enfocados en energías alternativas principalmente en energía fotovoltaica, impulsando el mercado y prestando un servicio de calidad y responsable con el medio ambiente aplicando la normatividad colombiana vigente.

- c) **Objetivos:** Los objetivos de D&A SOLUCIONES ENERGÉTICAS para la fase operativa del proyecto son:
- Establecer un cronograma de actividades para desarrollar el proyecto de manera organizada en un tiempo establecido.
 - Determinar las metas e indicadores para cada uno de los objetivos específicos propuestos.
 - Asignar tareas de acuerdo con las competencias y conocimientos de los profesionales involucrados en el proyecto.
 - Asignar un gerente para cada uno de los departamentos con el fin de supervisar el desarrollo del proyecto.
 - Acordar reuniones periódicas con todos los especialistas de cada departamento y la gerencia para evaluar el cumplimiento de metas y objetivos.
 - Realizar evaluaciones e inspecciones de seguridad y calidad.
 - Evaluar los resultados para garantizar el cumplimiento del objetivo general.
- d) **Estrategias y políticas:** D&A SOLUCIONES ENERGÉTICAS tiene como estrategia principal la implementación en todas las fases del proyecto, de la metodología del ciclo de DEMING, conocido como el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar) debido a que este permite una mejor organización del trabajo, reduciendo costos y tiempos y sobre todo incentivando la mejora continua garantizando resultados de calidad. También se tiene como estrategia, dividir la organización por departamentos de acuerdo con la función desempeñada, con esto, se busca que cada tarea sea ejecutada por especialistas en esa área y se garantice profesionalismo y solución inmediata de problemas. Entre otras estrategias se tiene para los empleados, incentivos por cumplimiento de metas, diálogo entre todas las líneas de mando, incentivos por innovación y aportes positivos a la empresa, reuniones periódicas con los representantes de los empleados y la gerencia para hablar y acordar acciones de mejora en todos los aspectos de la empresa. Por otro lado, la política de D&A SOLUCIONES ENERGÉTICAS, es el compromiso por cumplir con todos los requerimientos legales pertinentes a las actividades dentro de la empresa, así como también, el cumplimiento de las normas establecidas dentro de la organización. Además, D&A SOLUCIONES ENERGÉTICAS se empeñará en la mejora continua de cada uno de sus procesos

para garantizar a sus clientes productos de calidad. Todo esto con el principio de responsabilidad con el medio ambiente y prevención de la contaminación.

e) Función de las áreas funcionales: la estructura organizacional de D&A SOLUCIONES ENERGÉTICAS se divide en los siguientes departamentos:

- Gerencia: Es la máxima autoridad, encargada de aprobar los proyectos, presupuesto, políticas y demás decisiones de importancia dentro de la empresa.
 - Departamento Financiero: Es el encargado de realizar la contabilidad de la empresa y generar los respectivos análisis financieros con el fin de determinar el estado económico de la empresa constantemente. También es el encargado de revisar los costos y ganancias del proyecto y calcular de tal manera la rentabilidad o viabilidad financiera de este.
 - Departamento Comercial: Es el encargado de las relaciones entre la empresa con sus clientes y otras organizaciones o entidades, así como de la publicidad, marketing, ventas y atención al cliente.
 - Departamento Administrativo: Se encarga de todas las gestiones legales, de archivo y documentación, además de estar a cargo del recurso humano en temas como, contratación, capacitación, seguridad y salud en el trabajo, entre otras.
 - Departamento de Ingeniería: Es el cuerpo técnico del proyecto, es el encargado de la investigación, de la producción de diseños de ingeniería, planos, cálculos, conceptos teóricos, especificaciones técnicas y revisiones de calidad.
 -
- f) Perfil de funciones del personal: A continuación, se describen los perfiles de cargo correspondientes al organigrama de la empresa D & A SOLUCIONES ENERGETICAS.

NOMBRE DEL CARGO: GERENTE GENERAL

DEPARTAMENTO: GERENCIA

PROCESOS EN QUE PARTICIPA: Gestión, Planeación Estratégica y administrativa.

NATURALEZA DEL CARGO

Responder por los resultados de desarrollo de estrategias basadas en objetivos y políticas, a través de la planeación, aprobación, dirección, coordinación y control de las actividades administrativas, comerciales, operativas y financieras de la Empresa.

REQUERIMIENTOS DEL CARGO

EDUCACIÓN: Profesional en carreras administrativas, con MBA o pregrado en mercadeo o finanzas.

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN. Experiencia en administración de negocios, análisis financiero, regulaciones laborales y atención al cliente.

EXPERIENCIA: Más de tres años experiencia certificada en el cargo.

NOMBRE DEL CARGO: DIRECTOR DE TALENTO HUMANO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO

CARGO DEL JEFE INMEDIATO: GERENTE ADMINISTRATIVO

PROCESOS EN QUE PARTICIPA: Gestión Planeación Estratégica y Gestión de recursos humanos.

NATURALEZA DEL CARGO

Consolidar y mantener un equipo de trabajo altamente competitivo, productivo. Ejecutar todas las actividades y programas relacionados con el talento humano de acuerdo con la estrategia planteada para el área.

REQUERIMIENTOS DEL CARGO

EDUCACIÓN. Profesional en carreras administrativas, humanidades o ingeniería industrial con posgrado relacionado con talento humano.

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN

Legislación laboral colombiana (CST) y procesos de nómina.

Manejo de conceptos y herramientas para compensación y beneficios, Salud Ocupacional y herramientas de evaluación de desempeño.

Definición de políticas para procesos internos.

Administración de presupuestos

Selección de personal

Plan de desarrollo humano y cambio organizacional.

EXPERIENCIA: Más de dos años de experiencia certifica en el cargo

NOMBRE DEL CARGO: GERENTE FINANCIERO

DEPARTAMENTO: GERENCIA GENERAL

CARGO DEL JEFE INMEDIATO: GERENTE GENERAL

NATURALEZA DEL CARGO

Garantizar una eficiente administración del capital de trabajo dentro de un equilibrio de los criterios de riesgo y rentabilidad.

REQUERIMIENTOS DEL CARGO

EDUCACIÓN: Profesional en carreras financieras y administrativas.

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN

Iniciativa.

Administrar la ejecución.

Administrar el desempeño.

Disposición Ejecutiva.

Administración del cambio.

Resolución de problemas.

EXPERIENCIA: Más de cuatro años experiencia certificada en el cargo.

NOMBRE DEL CARGO: GERENTE ADMINISTRATIVO

DEPARTAMENTO: FINANCIERA ADMINISTRATIVA

CARGO DEL JEFE INMEDIATO: GERENTE GENERAL

PROCESOS EN QUE PARTICIPA

Garantizar una eficiente administración del capital de trabajo dentro de un equilibrio de los criterios de riesgo y rentabilidad.

NATURALEZA DEL CARGO

Responsable del desarrollo, adaptación e implementación de la estrategia financiera de HHC ingeniería y soluciones, acorde con las directrices y objetivos específicos financieros definidos. Así mismo, ser el socio de negocio de la gerencia general de la compañía, apoyándolo en el desafío de la construcción de procesos y herramientas para la planeación y monitoreo de los costos y la eficiencia del negocio, así como de políticas seguras y adecuadas en términos de la protección de los activos.

REQUERIMIENTOS DEL CARGO

EDUCACIÓN: Profesional en carreras administrativas, financieras o contables, con MBA o equivalente.

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN: Experiencia en finanzas controlando proyectos y actividades necesarias. Analista de negocios en una dirección corporativa.

EXPERIENCIA: 3 años experiencia certificada en el cargo.

NOMBRE DEL CARGO: SECRETARIA DE GERENCIA

DEPARTAMENTO: GENERAL

CARGO DEL JEFE INMEDIATO: GERENTE GENERAL

PROCESOS EN QUE PARTICIPA: Apoyo en todos los procesos administrativos

NATURALEZA DEL CARGO

Responsable de brindar apoyo en todos los procesos administrativos y secretariales que garanticen eficientemente el desarrollo de la operación de las Gerencias.

REQUERIMIENTOS DEL CARGO

EDUCACIÓN: Técnico, tecnólogo o estudiante de últimos semestres de carreras administrativas y contables y/o ingeniería industrial.

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN: Manejo de agenda, fluidez en comunicación verbal y escrita, protocolo, logística de eventos, manejo básico de paquete office y procedimientos de la empresa.

EXPERIENCIA: Más de dos años en el cargo.

NOMBRE DEL CARGO: JEFE DE COMPRA Y VENTAS

DEPARTAMENTO: COMERCIAL

CARGO DEL JEFE INMEDIATO: GERENTE COMERCIAL

PROCESOS EN QUE PARTICIPA: Desarrolla habilidades comerciales y brindar conocimiento de soluciones tanto a la fuerza de ventas directa como indirecta.

NATURALEZA DEL CARGO

Desarrollar, comunicar y asegurar la implementación de las estrategias comerciales para la atención de clientes, de modo que se garantice un adecuado nivel de ventas, atención oportuna a las necesidades de clientes.

REQUERIMIENTOS DEL CARGO

EDUCACIÓN: Profesional en Ingeniería mecánica, industrial o administración de empresas. Con postgrados Mercadeo o Gerencia de ventas.

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN: Conocimiento del sector industrial, hábil en la busca de nuevos clientes.

EXPERIENCIA: Más de cuatro años experiencia en el cargo.

NOMBRE DEL CARGO: CONTADOR

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO FINANCIERO

CARGO DEL JEFE INMEDIATO: GERENTE FINANCIERO

PROCESOS EN QUE PARTICIPA: Administrar y controlar el ciclo contable de la compañía

NATURALEZA DEL CARGO

Administrar y controlar el ciclo contable de la compañía, mediante la supervisión de todas y cada una de las funciones contables, tributarias y financieras.

REQUERIMIENTOS DEL CARGO

EDUCACIÓN: Contador público titulado con especialización en áreas administrativas y financieras.

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN: Reportes contables, presupuesto anual, Implementación de normas internacionales de contabilidad vigente, control, verificación y reportes de los módulos de ingresos, cuentas por pagar, cobrar, compras, inventarios y activos fijos.

EXPERIENCIA: 4 a 5 años de experiencia certificada en el cargo

NOMBRE DEL CARGO: JEFE DE INVENTARIOS

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO

CARGO DEL JEFE INMEDIATO: GERENTE FINANCIERO

PROCESOS EN QUE PARTICIPA: Manejo de los recursos financieros de la empresa según los recursos percibidos diariamente, y el pago por los diferentes conceptos, según las políticas corporativas

NATURALEZA DEL CARGO

Controlar el adecuado manejo de los recursos financieros de la empresa según los recursos percibidos diariamente, y el pago por los diferentes conceptos, según las políticas corporativas, normas y procedimientos establecidos. Además, coordinar la ejecución, entrega y recibo de los dineros correspondientes a los depósitos de los clientes de la empresa.

REQUERIMIENTOS DEL CARGO

EDUCACIÓN: Carrera universitaria de Administración, Contaduría pública o Ingeniería Industrial.

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN: Negociación con proveedores, definición de procesos y políticas y manejo de herramientas Office (MS Word, MS Excel, MS PowerPoint, MS Outlook).

EXPERIENCIA: 2 años o más de experiencia profesional en áreas administrativas, facturación, compras o áreas afines.

NOMBRE DEL CARGO: INGENIERO AMBIENTAL

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO INGENIERIA

CARGO DEL JEFE INMEDIATO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

PROCESOS EN QUE PARTICIPA: GERENTE GENERAL

NATURALEZA DEL CARGO

Desarrollo de conceptos y criterios ambientales, Diseño de instalaciones de fuentes de energía solar enfocadas en el ahorro energético y máximo aprovechamiento del recurso

DESCRIPCIÓN DE RESPONSABILIDADES

REQUERIMIENTOS DEL CARGO

EDUCACIÓN: Profesional en ingeniería ambiental con especialización o estudios enfocados en energías alternativas

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN: Conocimientos técnicos y teóricos en evaluación de impactos ambientales, manejo ambiental de proyectos y energías alternativas
EXPERIENCIA: Experiencia laboral mínima de seis meses certificada

NOMBRE DEL CARGO: INGENIERO MECANICO
DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
CARGO DEL JEFE INMEDIATO: GERENTE GENERAL
PROCESOS EN QUE PARTICIPA: Diseño de instalaciones de fuentes de energía solar enfocadas en el ahorro energético y máximo aprovechamiento del recurso
NATURALEZA DEL CARGO
 Planear, Coordinar, liderar y Ejecutar todo lo relacionado con la gestión, conservación y funcionalidad de los equipos dimensionados en el diseño de instalaciones de energía solar
REQUERIMIENTOS DEL CARGO
EDUCACIÓN: Profesional en Ingeniería Mecánica, especialización o estudios relacionados en energías alternativas
FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN: Dimensionado de instalaciones solares, Conocimiento de normas vigentes que se rigen en el estado y modelamientos generales eléctricos.
EXPERIENCIA: 1 año en el sector energético enfocado en las energías alternativas.

6. INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO

A continuación, se presentan las inversiones necesarias para la instalación de la red fotovoltaica y las fuentes de financiamiento que permitirán establecer el capital de trabajo que requiere el cliente o la entidad que adquiera el proyecto.

6.1. INVERSIONES FIJAS

INVERSIONES FIJAS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Mantenimiento locativo al puesto de salud	1.000.000
Organización y administración	1.500.000
TOTAL	2.500.000

Tabla 9. Inversiones fijas para desarrollar el proyecto
 Fuente: (Autores, 2018)

6.2. INVERSIONES DIFERIDAS

INVERSIONES DIFERIDAS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Trámites legales y jurídicos	500000
Transporte de maquinaria y equipo	600.000
TOTAL	1.100.000

Tabla 10. Inversiones diferidas para desarrollar el proyecto

Fuente: (Autores, 2018)

6.3. CAPITAL DE TRABAJO

La alcaldía del municipio de Pacho Cundinamarca o la entidad que adquiera el proyecto asumirá el 100% de los gastos del proyecto, en caso de que la viabilidad de este sea favorable, por tanto, los análisis de capital de trabajo dependerán de los activos, pasivos con que cuente dicha organización

6.4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO

El proyecto de generación de energía eléctrica a partir de paneles solares para el puesto de salud de Pasuncha como primera opción será financiado mediante la aprobación del presupuesto establecido en el Plan de Desarrollo Municipal de Pacho, llamado "OPORTUNIDADES Y PROGRESO PARA TODOS 2016-2019" (AlcaldíaPacho, 2016) para proyectos de salud y desarrollo sostenible. Como una segunda alternativa se podrá pasar el proyecto a la secretaria de salud de Cundinamarca con el fin de buscar financiamiento del proyecto por parte de esta entidad.

6.5. ESTRUCTURA DE CAPITAL

En finanzas, se puede entender la estructura de capital como "la forma en que una empresa financia sus activos a través de una combinación de capital, deuda o híbridos". Es entonces la composición o la "estructura" de sus pasivos y su patrimonio neto (Perez A. , 2018). La estructura de capital para este proyecto dependerá de los activos, pasivos y patrimonio con que cuente la empresa que ejecute el proyecto.

7. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y COSTOS

7.1. INGRESOS PROYECTADOS DEL PROYECTO

Debido a que la vida útil estimada del sistema fotovoltaico es de 25 años, según la ficha técnica del panel solar (ver Anexo 4), se presenta a continuación un comparativo entre

los gastos estimados del pago del consumo de energía mensual a la empresa pública (ENEL CODENSA) durante 25 años asumiendo un incremento anual del 4% que es valor del IPC para el 2018 y los gastos una vez implementado el sistema fotovoltaico, teniendo en cuenta que este proporcionara el 90% de la energía eléctrica al puesto de salud ya que el 10% restante será suministrado por la red eléctrica pública en caso de emergencia. La diferencia entre el COBRO DEL SERVICIO DE ENERGIA PROYECTADO ANUAL menos el COBRO DEL SERVICIO DE ENERGIA CON EL SISTEMA FOTOVOLTAICO dará como resultado los ingresos que genera el proyecto anualmente.

AÑO	CONSUMO PROMEDIO MENSUAL EN kW-h	VALOR KW-h EN EL SECTOR OFICIAL	COBRO DEL SERVICIO DE ENERGIA PROYECTADO MENSUAL	COBRO DEL SERVICIO DE ENERGIA PROYECTADO ANUAL	COBRO DEL SERVICIO DE ENERGIA CON EL SISTEMA FOTOVOLTAICO
1	167,139	\$ 475	\$ 79.331,36	\$ 951.976,28	\$ 95.197,63
2	167,139	\$ 493,63	\$ 82.504,61	\$ 990.055,33	\$ 99.005,53
3	167,139	\$ 513,37	\$ 85.804,80	\$ 1.029.657,54	\$ 102.965,75
4	167,139	\$ 533,91	\$ 89.236,99	\$ 1.070.843,84	\$ 107.084,38
5	167,139	\$ 555,27	\$ 92.806,47	\$ 1.113.677,60	\$ 111.367,76
6	167,139	\$ 577,48	\$ 96.518,72	\$ 1.158.224,70	\$ 115.822,47
7	167,139	\$ 600,57	\$ 100.379,47	\$ 1.204.553,69	\$ 120.455,37
8	167,139	\$ 624,60	\$ 104.394,65	\$ 1.252.735,84	\$ 125.273,58
9	167,139	\$ 649,58	\$ 108.570,44	\$ 1.302.845,27	\$ 130.284,53
10	167,139	\$ 675,56	\$ 112.913,26	\$ 1.354.959,08	\$ 135.495,91
11	167,139	\$ 702,59	\$ 117.429,79	\$ 1.409.157,44	\$ 140.915,74
12	167,139	\$ 730,69	\$ 122.126,98	\$ 1.465.523,74	\$ 146.552,37
13	167,139	\$ 759,92	\$ 127.012,06	\$ 1.524.144,69	\$ 152.414,47
14	167,139	\$ 790,32	\$ 132.092,54	\$ 1.585.110,48	\$ 158.511,05
15	167,139	\$ 821,93	\$ 137.376,24	\$ 1.648.514,90	\$ 164.851,49
16	167,139	\$ 854,81	\$ 142.871,29	\$ 1.714.455,49	\$ 171.445,55
17	167,139	\$ 889,00	\$ 148.586,14	\$ 1.783.033,71	\$ 178.303,37
18	167,139	\$ 924,56	\$ 154.529,59	\$ 1.854.355,06	\$ 185.435,51
19	167,139	\$ 961,54	\$ 160.710,77	\$ 1.928.529,26	\$ 192.852,93
20	167,139	\$ 1.000,00	\$ 167.139,20	\$ 2.005.670,43	\$ 200.567,04
21	167,139	\$ 1.040,00	\$ 173.824,77	\$ 2.085.897,25	\$ 208.589,73
22	167,139	\$ 1.081,60	\$ 180.777,76	\$ 2.169.333,14	\$ 216.933,31
23	167,139	\$ 1.124,87	\$ 188.008,87	\$ 2.256.106,47	\$ 225.610,65
24	167,139	\$ 1.169,86	\$ 195.529,23	\$ 2.346.350,73	\$ 234.635,07
25	167,139	\$ 1.216,65	\$ 203.350,40	\$ 2.440.204,75	\$ 244.020,48
			TOTAL	\$ 39.645.916,70	\$ 3.964.591,67
				INGRESOS PROYECTADOS	\$ 35.681.325,03

Tabla 11. Ingresos proyectados del proyecto

7.2. COSTOS PROYECTADOS DEL PROYECTO

DESCRIPCION	PROVEEDOR	UNIDADES	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
Panel solar monocristalino 340 W	JINKO	5	\$ 574.209	\$ 2.871.045
Controlador MPPT 60 A (150/60) 12-24-48	VICTRON ENERGY	1	\$ 1.773.499	\$ 1.773.499
Batería GEL 12VDC - 250AH	TB PLUS	4	\$ 1.295.800	\$ 5.183.200
Inversor DC-AC 375W/24VDC Onda Pura	VICTRON ENERGY	1	\$ 453.566	\$ 453.566
Salario de supervisor de obra	Alcaldía	1	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Salario auxiliar de metalmecánica	Alcaldía	2	\$ 782.000	\$ 1.564.000
Técnico nivel I en Electricidad	Alcaldía	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Transporte de elementos	Alcaldía	1	\$ 600.000	\$ 600.000
Estructura, cableado y otros recursos	Greencol energy	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
COSTO DEL PROYECTO				\$ 15.645.310
Asesoría técnica y financiera	D&A soluciones energéticas	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
TOTAL COSTO DEL PROYECTO				\$ 20.645.310

Tabla 12. Costos proyectados del proyecto
Fuente: (Autores, 2018)

7.2. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio ayuda a determinar cuántas unidades del producto debe vender la empresa para no entrar ni en pérdidas ni ganancias. Dado que la empresa que vende el proyecto es D & A SOLUCIONES ENERGETICAS el punto de equilibrio se especificara para esta.

$$PE = \text{Costos fijos} / \text{Margen de venta del proyecto}$$

Ecuación 8. Punto de Equilibrio

Donde

Costos fijos serán aquellos necesarios para el funcionamiento de la empresa

En este caso de D & A SOLUCIONES ENERGETICAS tiene los siguientes costos fijos

COSTOS FIJOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Equipo de Computo	\$2.000.000
Organización y administración	\$1.500.000
TOTAL	\$3.500.000

Tabla 13. Costos fijos de D & A SOLUCIONES ENERGETICAS
Fuente: (Autores, 2018)

Por otro lado, a la compañía le cuesta \$ 2.000.000 elaborar el estudio, por tanto:

Margen de venta del proyecto: Sera el Precio de venta – Precio de producción
Entonces

$$\text{Margen de Venta} = 5.000.000 - 2.000.000 = 3.000.000$$

$$\text{PE} = 3.500.000 / 3.000.000 = 1,2 = 2$$

Teniendo en cuenta lo anterior la empresa D & A SOLUCIONES ENERGETICAS tendrá que vender más de 2 proyectos de este tipo para generar ganancias.

8. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA O SOCIAL DEL PROYECTO

8.1. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN FINANCIERA

Para la evaluación financiera, se usa la metodología de VALOR ACTUAL NETO – VAN Y la metodología de la TASA INTERNA DE RETORNO - TIR, (MIDEPLAN, 2015). Inicialmente, se determina el flujo de efectivo neto con la siguiente ecuación:

Flujo de Efectivo Neto = INGRESOS - EGRESOS

Ecuación 9. Flujo de Efectivo Neto

Donde,

- Ingresos anuales serán: COBRO DEL SERVICIO DE ENERGIA PROYECTADO ANUAL menos el COBRO DEL SERVICIO DE ENERGIA CON EL SISTEMA FOTOVOLTAICO (Tabla 11).
- Los egresos serán los costos asociados al mantenimiento anual de los paneles con un incremento anual del 4%. A continuación, se presenta los valores de ingresos, egresos y flujo de efectivo para los 25 años de vida útil del proyecto

INGRESOS ANUALES	COSTO MANTENIMIENTO	FLUJO DE EFECTIVO NETO
\$ 856.779	\$ 200.000	\$ 656.779
\$ 891.050	\$ 208.000	\$ 683.050
\$ 926.692	\$ 216.320	\$ 710.372
\$ 963.759	\$ 224.973	\$ 738.787
\$ 1.002.310	\$ 233.972	\$ 768.338
\$ 1.042.402	\$ 243.331	\$ 799.072
\$ 1.084.098	\$ 253.064	\$ 831.035
\$ 1.127.462	\$ 263.186	\$ 864.276
\$ 1.172.561	\$ 273.714	\$ 898.847
\$ 1.219.463	\$ 284.662	\$ 934.801
\$ 1.268.242	\$ 296.049	\$ 972.193
\$ 1.318.971	\$ 307.891	\$ 1.011.081
\$ 1.371.730	\$ 320.206	\$ 1.051.524
\$ 1.426.599	\$ 333.015	\$ 1.093.585
\$ 1.483.663	\$ 346.335	\$ 1.137.328
\$ 1.543.010	\$ 360.189	\$ 1.182.821
\$ 1.604.730	\$ 374.596	\$ 1.230.134
\$ 1.668.920	\$ 389.580	\$ 1.279.339
\$ 1.735.676	\$ 405.163	\$ 1.330.513
\$ 1.805.103	\$ 421.370	\$ 1.383.734
\$ 1.877.308	\$ 438.225	\$ 1.439.083
\$ 1.952.400	\$ 455.754	\$ 1.496.646
\$ 2.030.496	\$ 473.984	\$ 1.556.512
\$ 2.111.716	\$ 492.943	\$ 1.618.773
\$ 2.196.184	\$ 512.661	\$ 1.683.523
\$ 35.681.325	\$ 8.329.182	\$ 27.352.143

Tabla 14. Flujo de Efectivo Neto
Fuente: (Autores, 2018)

Posteriormente se determina el Valor Actual Neto (VAN) mediante la función “VNA” en Excel tomando como base los valores del flujo de efectivo neto (ver Tabla 14) y una tasa social de descuento del 1%. Obteniendo como resultando un VAN de: \$2’971.028. El criterio de decisión al utilizar el VAN es el siguiente (MIDEPLAN, 2015):

- Si el VAN es positivo: es conveniente ejecutar el proyecto
- Si el VAN es igual a 0: es indiferente ejecutar el proyecto
- Si el VAN es negativo: no es conveniente ejecutar el proyecto.

Por tanto, es conveniente ejecutar el presente proyecto

En cuanto a la Tasa Interna de Retorno, esta se calcula mediante la función "TIR" en Excel tomando como base el valor de VAN y una inversión inicial que para este caso será el costo total del proyecto (ver Tabla 12).

El valor obtenido de TIR para el presente proyecto fue del 2%

El criterio de decisión al aplicar la TIR es el siguiente:

- Si la TIR es mayor que la tasa social de descuento: es conveniente ejecutar el proyecto
- Si la TIR es igual que la tasa social de descuento: es indiferente ejecutar el proyecto
- Si la TIR es menor que la tasa social de descuento: no es conveniente ejecutar el proyecto.

Dado que la TIR del presente proyecto es mayor que la tasa social de descuento es conveniente su ejecución.

8.2. ANÁLISIS DEL FLUJO DE INVERSIONES

El análisis de flujo de inversiones permite identificar y decidir si la ejecución del presente proyecto es viable según los siguientes criterios (FAO, 2016).

- VAN: El valor presente de VAN es de \$2'971.028, siendo una cifra positiva lo que indica que el rendimiento será superior al costo de la inversión inicial.
- RIESGO: El presente proyecto no presenta riesgos significativos
- FLUJO DE CAJA ANUAL: Este dependerá de los costos que maneje la empresa que adquiera el presente proyecto.
- RENTABILIDAD FINANCIERA: El presente proyecto es rentable ya que se anualmente genera ingresos mayores a los costos proyectado, generando ganancias.
- TIR: Para este caso la TIR es del 2%, siendo mayor que la tasa social de descuento e indicando que la inversión inicial rendirá un interés del 2% durante la vida útil del proyecto, es una cifra pequeña, sin embargo, las inversiones y costos corresponden a un pequeño proyecto y por tanto no este porcentaje genera ganancias significativas y no permite pérdidas en la inversión

8.3. ESTADO DE RESULTADOS, FLUJO NETO DE EFECTIVO

El flujo neto de efectivo se muestra en la Tabla 14

8.4. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

Según las metodologías de evaluación financiera aplicadas, VAN y TIR es conveniente ejecutar el proyecto de generación de energía eléctrica a través de paneles solares para el puesto de salud de Pasuncha, es decir, que se generan ganancias cada año y no se entra en pérdidas. Es un proyecto rentable, en el cual se recuperará la inversión en los primeros años, además, durante los 25 años se tendrá una ganancia total de \$27.352.143.

8.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Con el objeto de facilitar la toma de decisiones dentro de la empresa D & A SOLUCIONES ENERGETICAS, esta podrá realizar un análisis de sensibilidad, el cual indicará las variables que más afectan la viabilidad financiera del proyecto y las que menos relevancia tienen como, por ejemplo, el salario de los obreros. Esta sensibilidad se hará con respecto al parámetro más incierto; que en este caso será el incremento del IPC anual y las demás tasas de interés. Todo esto con el fin de determinar qué tan sensible es la Tasa Interna de Retorno (TIR) o el Valor Presente Neto (VPN) con respecto al precio de venta. En este caso, El valor de la TIR presente es de 2%, y, por tanto, este no podrá ser inferior al 1% dado que esto establecería un escenario pesimista para el proyecto, sin embargo, si supera el 2% se podrá asumir que el cambio de variables tales como precios de implementos e IPC no afectaría significativamente la viabilidad financiera del proyecto

8.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA O SOCIAL DEL PROYECTO

El “ESTUDIO DE VIABILIDAD FINANCIERA DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE PANELES SOLARES PARA PUESTOS DE SALUD EN COLOMBIA” tendrá un impacto positivo para la comunidad del corregimiento de Pasuncha, debido a que el puesto de salud podrá contara con energía eléctrica sin interrupciones o fallas y por tanto los habitantes tendrán acceso a un servicio de salud de calidad durante todo el año. Además de que es una alternativa amigable con el medio ambiente que no contamina el entorno, ni perjudica la salud o integridad de los habitantes. Es un proyecto económicamente rentable como se argumentó anteriormente y como se muestra en la evaluación financiera. Las ganancias o ingresos serán mayores al dinero invertido inicialmente y a los costos mensuales, constituyéndose en un proyecto con viabilidad financiera favorable con beneficios económicos, sociales y medioambientales.

Por lo anterior se puede finalizar concluyendo que el presente estudio, da viabilidad financiera favorable al proyecto de generación de energía eléctrica por medio de paneles solares para el puesto de salud del corregimiento de Pasunchá, convirtiéndose así en un caso piloto exitoso que podrá tomarse como referencia, guía o ejemplo para aplicarse en los diferentes puestos de salud en Colombia.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La información de irradiación solar en un lugar determinado, específicamente el valor del peor mes es el dato principal para los cálculos que determinan las características de la red fotovoltaica.
- En Colombia, los datos de radiación solar para las principales ciudades se pueden obtener de bases de datos como la NASA, sin embargo, para estudios en pequeñas poblaciones tales como Pasunchá, los datos más acertados y válidos se obtienen de tesis y estudios específicos para el municipio o a través del geoportal del IDEAM.
- Como recomendación, si no se encuentran datos válidos de radiación solar, se deberá realizar mediciones en el sitio de interés con un piranómetro.
- La salud en Colombia es una prioridad y debe ser accesible para todos, por tanto, se debe brindar especial atención al funcionamiento de los puestos de salud, cuidando que no falte energía ni ninguno de los elementos que determina el ministerio de salud como primordiales para estos establecimientos.
- Las energías alternativas, especialmente la energía solar, son una herramienta importante para la lucha contra el cambio climático y por tanto se debe empezar a fortalecer e incentivar este sector para que cada vez sean más los proyectos que implementen esta tecnología.
- La energía solar fotovoltaica es una solución sostenible, limpia, segura, sencilla y rentable para las problemáticas asociadas al servicio eléctrico.
- Se recomienda entregar los residuos peligrosos de las instalaciones fotovoltaicas, tales como baterías usadas y material electrónico y eléctrico a empresas especializadas en la recolección y disposición final de estos residuos contaminantes.
- La elección de los elementos de la red fotovoltaica se realiza mediante criterios de eficiencia, costos y que cumplan con las especificaciones técnicas que se obtienen a partir de los cálculos realizados en el estudio.
- Mediante las metodologías para la evaluación financiera VAN y TIR, se determinó que es conveniente ejecutar el proyecto.
- La implementación de paneles solares para generar energía eléctrica para el puesto de Salud de Pasunchá, resultó una alternativa sostenible, amigable con el medio ambiente, segura y rentable para la problemática de deficiencia en el servicio de energía que compromete la calidad en la prestación del servicio de salud.
- Los puestos remotos de salud en Colombia poseen una estructura arquitectónica tal que facilita la instalación de paneles solares en el techo.
- Este estudio da viabilidad financiera favorable para la generación de energía eléctrica por medio de paneles solares, por lo cual es un caso piloto exitoso que podrá servir como referencia para este tipo de proyectos en los diferentes puestos de salud en Colombia.

- En caso de tomar este estudio como referencia para ejecutarlo en otra localidad, se recomienda ajustar las variables, según las condiciones y características específicas de la región a estudiar ya que están son dependientes del clima y la geografía del lugar.
- El presente proyecto, genera beneficios económicos y sociales tales como el mejoramiento del servicio de salud en el corregimiento de Pasuncha lo que beneficia a toda la población

BIBLIOGRAFIA

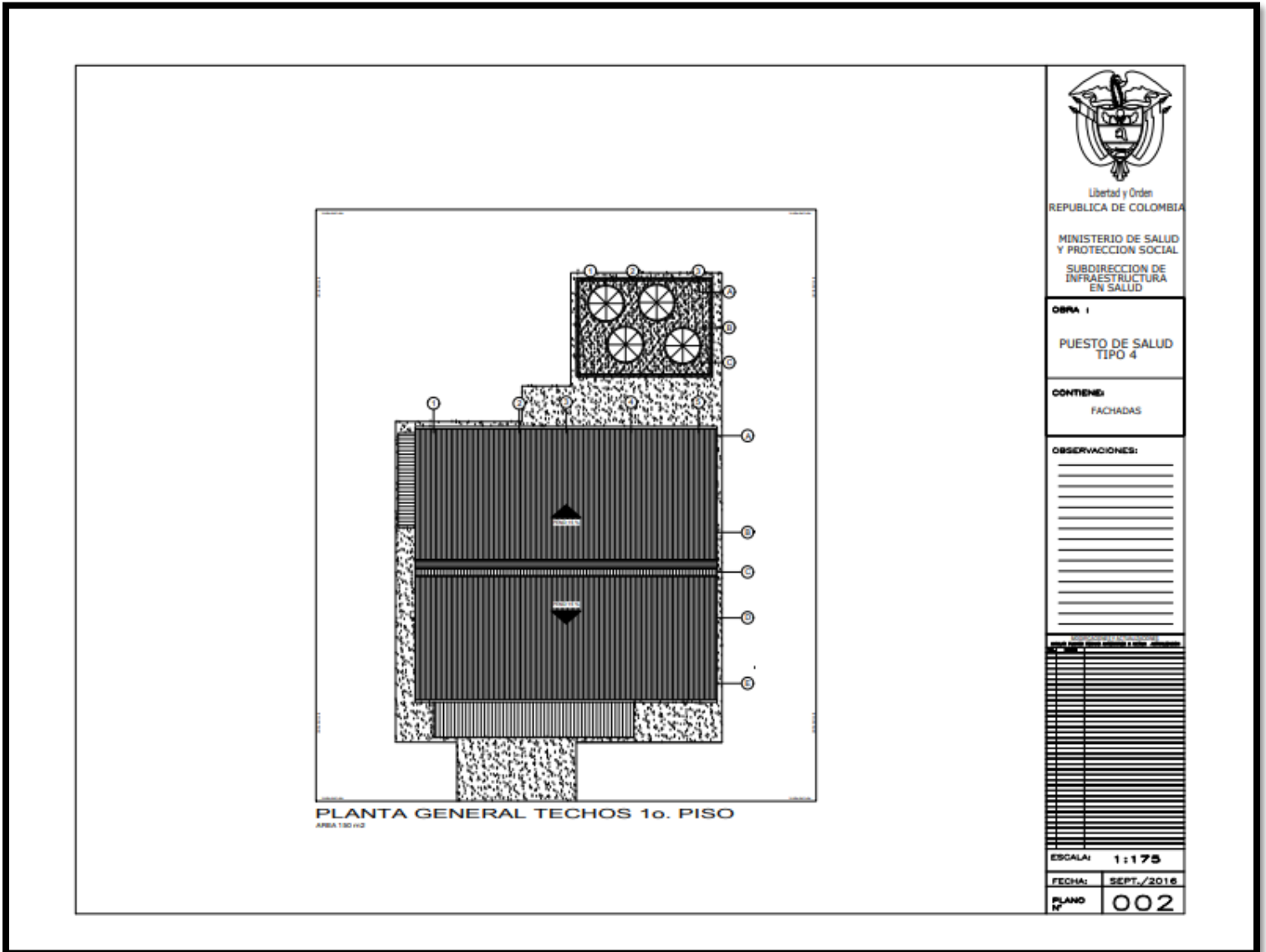
- Acevedo, F. (2016). *Diseño de una instalacion solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios*. Bogota D.C: Universidad naciona abierta y a distancia.
- AlcaldiaPacho. (2016). *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL*. Obtenido de www.pachocundinamarca.gov.co/
- Andrade, C. (2017). *Energy Master*. Obtenido de <https://energymaster.co/consiste-la-energia-alternativa/>
- AreaTecnologia. (1999). *AreaTecnologia*. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/>
- Banda, A. (2017). *Estudio de viabilidad tecnica y economica de un sistema fotovoltaico autonomo en las instalaciones de la UCSP*. Arequipa, Peru: Universidad catolica de san pablo.
- Barcena, A. (2014). *Aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica dentro de un proyecto de vivienda sustentable*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Carillo, J. (2009). *Estudo para la electrificacion con energias alternativas utilizando celdas fotovoltaicas para electrificar el poblado de Cañada Colorada, Mexico*. Mexico: Instituto Politecnico Nacional .
- Castro, G. (2008). *Energía solar fotovoltaica*. Sevilla: Monografías técnicas de energías renovables.
- Commoner, B. (1980). *Energias Alternativas*. Barcelona.

- Congreso, d. l. (1993). *LEY 100 DE 1993*. Obtenido de Secretaria de Senado: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0100_1993.html
- CVN. (2018). *ACUERDO DE PARÍS Y SU IMPORTANCIA EN COLOMBIA*. Obtenido de <https://www.cvn.com.co/acuerdo-de-paris/>
- DamiaSolar. (2018). *DamiaSolar*. Obtenido de <https://www.damiasolar.com/>
- DANE. (2012). *Clasificación Industrial Internacional Uniforma de todas la Actividades Economicas*. Recuperado el 2018
- EnergiaSolar. (2016). *Energia Fotovoltaica* . Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica>
- Fajardo, A. (2014). *Análisis, diseño y simulación de sistema solar fotovoltaico para suministro eléctrico en apoyo a programa nutricional en la escuela rural el cardonal, tibaná (boyacá) – colombia*. Bogota.
- FAO. (2016). *FAO*. Recuperado el 2018, de <http://www.fao.org/docrep/008/a0323s/a0323s09.htm>
- Garcia, S. (2014). *Diseño de una instalacion fotovoltaica autonoma para la finca mis delirios en pereira-colombia*. Pereira.
- Gerencie. (Abril de 2018). *Gerencie.com*. Recuperado el Octubre de 2018, de <https://www.gerencie.com/capital-de-trabajo.html>
- Gonzalez, C. (2010). *Cambio climático : causas, consecuencias y soluciones*. Madrid.
- Greenpeace. (2018). *El valor de la energia fotovoltaica* . Obtenido de <https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2018/10/DesmontandoElImpuestoAlSol.pdf>
- Hernandez, J. (2010). Estudio del Recurso Solar en la Ciudad de Bogotá para el Diseño de Sistemas Fotovoltaicos Interconectados Residenciales. *Revista Colombiana de Física, Vol. 42, No. 2 de 2010* .
- ICONTEC. (2007). *NORMA TECNICA COLOMBIANA 5549*. Colombia.
- IDEAM. (2018). *Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia*. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- Krannich. (2017). *Fotovoltaica Aislada* . Obtenido de <https://es.krannich-solar.com/es/autoconsumo/fotovoltaica-aislada.html>
- Lorenzo, E. (2013). *La energia que producen los sistemas fotovoltaicos conectados a la red*. Madrid-España: Universidad Politecnica de Madrid.

- MADS. (2010). *Política Nacional de Producción y Consumo*.
- MIDEPLAN. (2015). *metodología general de preparación y evaluación de proyectos*. Chile.
- MiniAmbiente. (2011). *Dirección de Asuntos Económicos, Sociales y Ambientales Multilaterales*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/asuntos-internacionales/pdf/eventos/270911_pres_antecedentes_rio_20_diesa.pdf
- MiniSalud. (2017). *PUESTO DE SALUD TIPO PROYECTO ARQUITECTONICO*. Bogota.
- MinMinas. (2013). *Ministerio de Minas y Energía*. Recuperado el 2018, de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>
- MinMinas. (2014). *Ministerio de Minas y Energía* . Recuperado el 2018, de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/23517/22602-11506.pdf>
- Perez, A. (mayo de 2018). *Enciclopedia Financiera*. Recuperado el Octubre de 2018, de <https://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/estructura-de-capital.htm>
- Perez, D. (2009). *Análisis de un sistema de iluminación utilizando ampollitas de bajo consumo y alimentado por paneles fotovoltaicos*. Chile: Universidad Austral de Valdivia, Chile.
- Perez, D. (2017). *ACIMED*. Recuperado el 2018, de http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16_4_07/aci101007.html
- Ramírez, E. R. (2017). Análisis técnico, socioeconómico y ambiental de la electrificación con energía solar fotovoltaica aislada para vivienda rural en hatillo corozal, casanare, colombia. *Revista De Investigación Agraria y Ambiental*.
- Valencia, L. P. (2015). Importancia de las energías renovables en la seguridad energética y su relación con el crecimiento económico. *Revista De Investigación Agraria y Ambiental*.
- Vela, M. (2015). *Implementación y ejecución de un sistema de energía alternativa (fotovoltaica) para incrementar la calidad de vida de sus moradores en la comunidad de palmeras*. Bogota.

ANEXOS

Anexo 1. Planta General Techos-Ubicación de los Paneles Solares en el Puesto de Salud del corregimiento de Pasuncha.



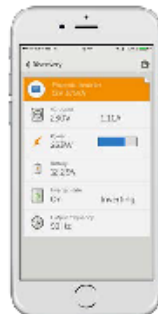
Anexo 2. Ficha Técnica Inversor



Phoenix 12/375 VE.Direct



Phoenix 12/375 VE.Direct



Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, macbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

Totalmente configurable:

- Niveles de disparo de la alarma y restablecimiento por tensión baja de la batería.
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida 210 - 245V
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO

Seguimiento:

- Tensión y corriente de entrada/salida, % de carga y alarmas

Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.

Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

Alta potencia de arranque

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

Modo ECO

En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado (carga mínima: 15W). Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

Interruptor on/off remoto

Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del 'Filax' es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

Disponible con tres tomas de corriente distintas



Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)		230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3 / 18,6 / 37,2V				
Dinámica (dependiente de la carga)		Desconexión dinámica, ver https://www.victronenergy.com/live/ve-direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff				
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)						
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		10,9 / 21,8 / 43,6V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Eficacia máx.		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Consumo en vacío		4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reinicio: 2,5 s, ajustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO		Ajustable				
Protección (2)		a - f				
Rango de temperatura de trabajo		-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)				
Humedad (sin condensación)		máx. 95%				

CARCASA

Material y color	Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)					
Conexión de la batería	Bornes de tornillo					
Sección de cable máxima:	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	25/10/10mm ² / AWG4/8/8	35/25/25 mm ² / AWG 2/4/4	
Tomas de corriente CA estándar	230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R					
Tipo de protección	IP 21					
Peso	2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs	
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 172 x 275 3.4 x 6.8 x 10.8	105 x 216 x 305 4.1 x 8.5 x 12.1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4.6 x 9.1 x 12.9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)	

ACCESORIOS

On/Off remoto	Sí
Conmutador de transferencia automático	Filax

ESTÁNDARES

Seguridad	EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1
EMC	EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3
Directiva de automoción	ECE R10-4

- 1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1
2) Claves de protección:
a) cortocircuito de salida
b) sobrecarga
c) tensión de la batería demasiado alta
d) tensión de la batería demasiado baja
h) temperatura demasiado alta
f) ondulación CC demasiado alta



Alarma de batería

Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un relé de señalización remota



Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.



Mochila VE.Direct a Bluetooth Smart (Debe pedirse por separado)

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
Centralita: +31 (0)36 535 97 00 | Fax: +31 (0)36 535 97 40
E-mail: sales@victronenergy.com | www.victronenergy.com



Anexo 3. Ficha Técnica Regulador de Voltaje



Controladores de carga BlueSolar con conexión roscada- o MC4 PV MPPT 150/45, MPPT 150/60, MPPT 150/70, MPPT 150/85, MPPT 150/100

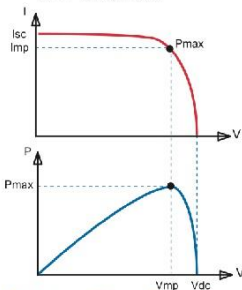
www.victronenergy.com



Controlador de carga solar
MPPT 150/100-Tr



Controlador de carga solar
MPPT 150/100-MC4



Seguimiento del punto de potencia máxima

Curva superior:
Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V).
El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

Curva inferior:
Potencia de salida P = I x V como función de tensión de salida.
Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.
Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a Vmp.

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en Inglés)

Especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que pudiera no ser el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y Android consulte "Mochila Inteligente de conexión VE.Direct a Bluetooth" - Panel ColorControl



Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 / 48 V (se necesita una herramienta de software para seleccionar 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a.b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a.b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 48V 1a.b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Corriente de cortocircuito máxima FV 2)	50A	50A	50A	70A	70A
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	10mA				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (ajustable)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (ajustable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Puerto de comunicación de datos y on-off remoto	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				
CARCARA					
Color	Azul (RAL 5012)				
Terminales FV 3)	35 mm ² /AWG2 (modelos Tr), Dos conjuntos de conectores MC4/MC4 (modelos de hasta 150/70) Tres conjuntos de conectores MC4/MC4 (modelos 150/85 y 150/100)				
Bornes de batería	35 mm ² / AWG2				
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)				
Peso	3kg			4,5kg	
Dimensiones (al x an x p)	Modelos Tr: 185 x 250 x 95mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95mm			Modelos Tr: 216 x 295 x 103mm Modelos MC4: 246 x 295 x 103mm	
ESTÁNDARES					
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2				
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada. 1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V. 2) Un sistema FV con una corriente de cortocircuito más alta dañará el controlador. 3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares. Corriente máxima por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)					

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | The Netherlands
General phone: +31 (0)36 535 97 00 | Fax: +31 (0)36 535 97 40
E-mail: sales@victronenergy.com | www.victronenergy.com



Anexo 4. Ficha Técnica Paneles Solares

www.jinkosolar.com

Eagle Mono 72

325-345 Watt

MONO CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0-+3%

ISO9001:2008 . ISO14001:2004 . OHSAS18001 certified factory .
IEC61215 . IEC61730 certified products.

(5BB)

KEY FEATURES

5 Busbar Solar Cell:
5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules , offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.

PID RESISTANT:
Limited power degradation of Eagle module caused by PID effect is guaranteed under strict testing condition (85 C /85%RH,96hours)for mass production.

Low-light Performance:
Advanced glass and solar cell surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.

Severe Weather Resilience:
Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

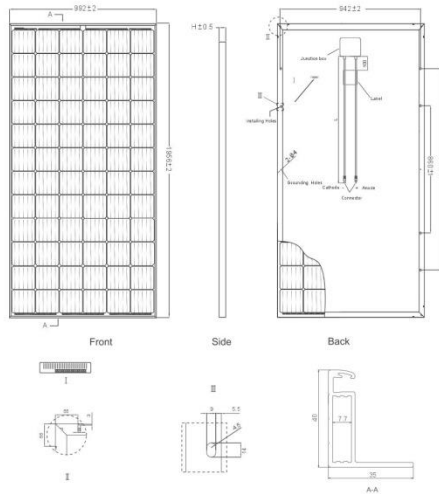
Durability against extreme environmental conditions:
High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty

Year	Standard Performance Warranty (%)	Linear Performance Warranty (%)
1	95%	97%
5	92.5%	94.5%
12	88.5%	90.5%
25	80.2%	80.2%

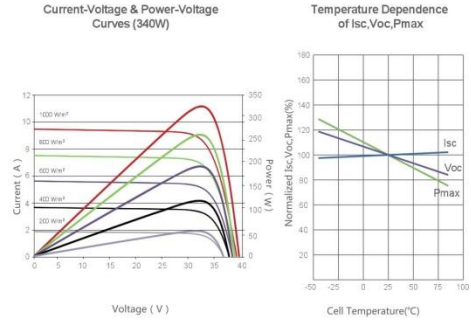
Engineering Drawings



Packaging Configuration

(Two boxes=One pallet)
26pcs/pallet , 52pcs/stack, 624 pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono-crystalline 156×156mm (6 inch)
No. of cells	72 (6×12)
Dimensions	1956×992×40mm (77.01×39.05×1.57 inch)
Weight	26.5 kg (58.4 lbs)
Front Glass	4.0mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm', Length:900mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM325M-72		JKM330M-72		JKM335M-72		JKM340M-72		JKM345M-72	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	325Wp	242Wp	330Wp	246Wp	335Wp	250Wp	340Wp	254Wp	345Wp	258Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	38.0V	36.3V	38.2V	36.4V	38.4V	36.6V	38.7V	36.8V	38.9V	37.0V
Maximum Power Current (Imp)	8.55A	6.67A	8.64A	6.75A	8.72A	6.82A	8.79A	6.89A	8.87A	6.98A
Open-circuit Voltage (Voc)	46.5V	44.5V	46.7V	44.8V	46.9V	45.2V	47.1V	45.5V	47.3V	45.8V
Short-circuit Current (Isc)	9.03A	7.19A	9.11A	7.24A	9.18A	7.29A	9.24A	7.33A	9.31A	7.38A
Module Efficiency STC (%)	16.75%		17.01%		17.26%		17.52%		17.78%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	15A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.40%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.29%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.05%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

* STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. EN-JKM-345M-72_1.0_rev2017

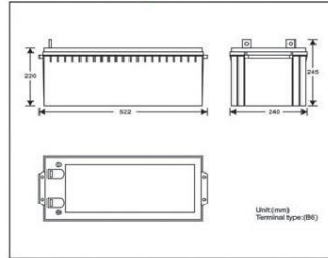
Anexo 5. Ficha Técnica Batería

Referencia

TB12-200 (12V200AH) GEL LONG LIFE



Dimensiones y Características



Tensión nominal	12V
Capacidad nominal (20 tasa de horas)	200AH
Peso aproximado	60,8 kg
Terminal	Estándar 13 Insert Opcional
Largo mm	522
Ancho mm	240
Alto sin terminal mm	220

Temperatura de funcionamiento

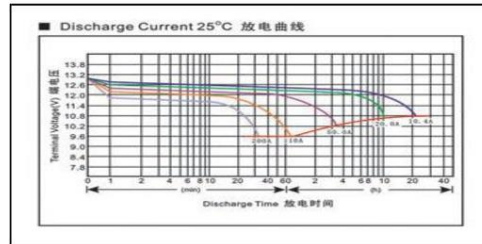
Carga	0 C (32 F) ~ 40 C (104 F)
Descarga	-20 C (-4 F) ~ 50 C (122 F)
Almacenamiento	-20 C (-4 F) ~ 40 C (104 F)



Especificación

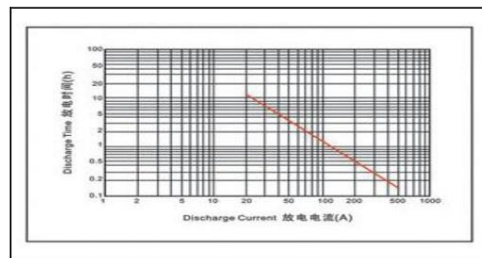
Capacidad 25 C (77 F)	10 Tasa de horas (15,0A, 10,8V)	200AH
	3 Tasa de horas (24,5A, 10,5V)	155 AH
	1 Tasa de horas (103A, 9,6V)	120AH
Capacidad afectada por la temperatura	40 C (104 F)	103%
	25 C (77 F)	100%
	0 C (32 F)	86%
Auto-descarga en 25 C (77 F) (Antes de recargar)	Cap. después de 3 meses	91%
	Cap. después de 6 meses	82%
	Cap. después de 12 meses	64%
Carga de tensión constante	Corriente de carga inicial <40A 14.4V ~ 15V at 25 C (77F)	
Vida útil	6 años	

Características de descarga



Nota : Descarga será de corte de 10.5V si la descarga en <1 C y en 9.6V si en >1 C

Se recomienda recargarla batería a voltaje constante cargar inmediatamente después de su uso



Anexo 6. Cotización de los elementos del sistema fotovoltaico

PANELES SOLARES		
DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Panel Solar Policristalino 20W	INTI	\$ 56.370
Panel Solar Policristalino 40W	INTI	\$ 105.151
Panel Solar Policristalino 150W	Yingli	\$ 372.514
Panel Solar Policristalino 265W (60)	Yingli	\$ 408.588
Panel Solar Policristalino 280W (60)	Talesun	\$ 450.809
Panel Solar Monocristalino 295W (60)	LG	\$ 539.360
Panel Solar Monocristalino 340W (72)	Jinko	\$ 574.209
*Panel Solar Monocristalino 335W (60)	LG	\$ 665.191
*Panel Solar Monocristalino 400W (72)	LG	\$ 794.258

CONTROLADORES		
DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Controlador PWM 10A – 12/24VDC	Victron Energy	\$ 114.877
Controlador PWM 20A – 12/24VDC	Victron Energy	\$ 149.297
Controlador MPPT 15A (75/15) - 12/24VDC	Victron Energy	\$ 333.015
Controlador MPPT 15A (100/15) - 12/24VDC	Victron Energy	\$ 417.291
Controlador MPPT 30A (100/30) - 12/24VDC	Victron Energy	\$ 724.975
Controlador MPPT 35A (150/35) - 12/24/48VDC	Victron Energy	\$ 1.070.897
Controlador MPPT 60A (150/60) - 12/24/48VDC	Victron Energy	\$ 1.773.499
Controlador MPPT 100A (150/100) - 12/24/48VDC	Victron Energy	\$ 2.827.402
Controlador MPPT 10A/150V LCD 12/24/48 ACACIA	INTI	\$ 271.309
Controlador MPPT 20A/150V LCD 12/24/48 ACACIA	INTI	\$ 406.669
Controlador MPPT 40A/150V LCD 12/24/48 ACACIA	INTI	\$ 872.847

BATERIAS		
DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Batería AGM 12VDC - 55AH	TB PLUS	\$ 326.625
Batería AGM 12VDC - 75AH	TB PLUS	\$ 409.750
Batería AGM 12VDC - 100AH	TB PLUS	\$ 518.320
Batería GEL 12VDC - 120AH	TB PLUS	\$ 630.292
Batería GEL 12VDC - 150AH	TB PLUS	\$ 765.700
Batería GEL 12VDC - 200AH	TB PLUS	\$ 1.060.200
Batería GEL 12VDC - 250AH	TB PLUS	\$ 1.295.800
DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Batería AGM 12VDC - 55AH	TB PLUS	\$ 326.625
Batería AGM 12VDC - 75AH	TB PLUS	\$ 409.750
Batería AGM 12VDC - 100AH	TB PLUS	\$ 518.320
Batería GEL 12VDC - 120AH	TB PLUS	\$ 630.292
Batería GEL 12VDC - 150AH	TB PLUS	\$ 765.700
Batería GEL 12VDC - 200AH	TB PLUS	\$ 1.060.200
Batería GEL 12VDC - 250AH	TB PLUS	\$ 1.295.800

INVERSORES OFF/GRID

DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Inversor DC-AC 250W/12VDC o 24VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 352.745
Inversor DC-AC 375W/24VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 453.560
Inversor DC-AC 500W/12/24VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 649.553
Inversor DC-AC 800W/24VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 1.009.018
Inversor DC-AC 800W/48VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 974.329
Inversor DC-AC 1200W/24VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 1.462.578
Inversor DC-AC 1200W/48VDC Onda Pura	Victron Energy	\$ 1.583.773
Accesorio Monitoreo Cable Ve Direct	Victron Energy	\$ 70.896
CABLE de comunicación Bluetooth	Victron Energy	\$ 191.440
Accesorio Monitoreo Color Control	Victron Energy	\$ 1.043.708
Inversor/Cargador 2000W/24VDC Pura Victron Multiplus	Victron Energy	\$ 4.268.924
Inversor/Cargador 3000W/48VDC Pura Victron Multiplus	Victron Energy	\$ 6.807.731

DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	PRECIO ANTES DE IVA
Inversor DC-AC 300W/12VDC PURA - Palma	INTI	\$ 328.086
Inversor DC-AC 300W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 344.243
Inversor DC-AC 500W/12VDC PURA - Palma	INTI	\$ 548.001
Inversor DC-AC 500W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 559.611
Inversor DC-AC 1000W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 949.707
Inversor DC-AC 1500W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 1.126.280
Inversor DC-AC 2000W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 1.557.204
Inversor DC-AC 3000W/24VDC PURA - Palma	INTI	\$ 2.118.645
Inversor DC-AC 3000W/48VDC PURA - Palma	INTI	\$ 2.162.481
Inversor Multifuncional Álamo 24V 40A 1000W	INTI	\$ 1.592.527
Inversor Multifuncional Álamo 48V 60A 2000W	INTI	\$ 2.870.792