



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“PROYECTO DE DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE
SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ZONA RURAL EN
LA CARRETERA AL DISTRITO DE LA JOYA EN EL
DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
LUIS CARLOS BASURCO MÁLAGA**

ASESOR

MG. ING. ENRIQUE CHAMPIN OLIVERA

LIMA – PERÚ, MAYO 2022



DEDICATORIA

A mis Hijos, a mi Esposa, y a mi Madre que donde quiera que este guía nuestros pasos y nos ayuda a mantenernos firmes en nuestros objetivos.





AGRADECIMIENTO

A mi esposa, por su apoyo incondicional por sus palabras de aliento y por ser siempre la compañera perfecta.

A Solar Energy International, por la información y capacitación brindada.

A mis profesores, por sus consejos y por compartir todos sus conocimientos.





INTRODUCCIÓN

Desde hace ya un tiempo a ésta parte, el mundo se está viendo enfrentado a problemas energéticos, debido al agotamiento de las reservas mundiales de petróleo, el cual es utilizado como fuente directa de energía (motores de vehículos u otros), o bien para que a través de él se generen otras energías (eléctrica, por ejemplo), este fenómeno irreversible ha sido denominado como “Crisis Energética”. Las razones pueden ser muchas: aumento del consumo de energía eléctrica debido al constante crecimiento, tanto del sector residencial, como del sector industrial, quienes son los que demandan la mayor cantidad de energía, aumento del parque automotriz, agotamiento de recursos naturales como el agua dulce, junto con el ya mencionado petróleo.

Frente a esta crisis ha surgido la necesidad de aprovechar de mejor forma los recursos energéticos disponibles, para esto se están diseñando dispositivos eléctricos y electrónicos de uso eficiente de la energía, se han realizado campañas que permitan crear conciencia en los usuarios, etc.

Por otro lado, se han ideado formas de aprovechar distintos tipos de energías naturales con el propósito de convertirlas en energía eléctrica, las que además cuentan con la ventaja de ser renovables, dentro de estas se encuentran, por ejemplo: la energía solar, eólica, mareomotriz, geotérmica, etc. Existen sistemas que permiten aprovechar desperdicios animales y/o vegetales o también llamada biomasa, que en su estado de descomposición generan gases utilizables domésticamente, estos sistemas son conocidos como biodigestores.

En el presente estudio se abordarán temas como eficiencia energética y dispositivos eléctricos y electrónicos eficientes, energía solar y sistemas que permitan convertirla en energía eléctrica, terminando con un diseño de un sistema de iluminación alimentado por paneles FV, utilizando ampollitas led, para el cual se analizará el diseño en términos técnicos y económicos la factibilidad de la instalación del sistema en un hogar de la ciudad de Arequipa y que además esté conectado a la red eléctrica.





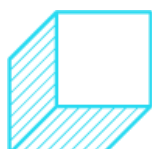
RESUMEN

Proyecto dirigido a implementar y desarrollar empresa nueva dedicada al uso de energías renovables especialmente solar, aprovechando las condiciones climáticas en la ciudad de Arequipa. Este proyecto tiene como finalidad el emprendimiento de una empresa ubicada en la ciudad de Arequipa dedicada a la captación de energía solar y transformarla en energía eléctrica, para el ahorro en costos fijos, para contribuir al cuidado del medio ambiente.

El presente proyecto busca aprovechar al máximo las energías renovables que brinda la naturaleza de esta manera mitigar los altos índices actuales de contaminación y calentamiento global causados por la generación de energía con métodos convencionales, se busca con el presente proyecto emprender una empresa dedicada a brindar servicios de optimización y automatización de procesos en base a energías renovables principalmente solar, Arequipa es una ciudad que cuenta con clima soleado el 90% del año incluso en época de lluvias por las mañanas las condiciones climáticas son favorables para la generación de energía solar, así mismo la ciudad de Arequipa cuenta con campiña y campos abiertos muy extensos donde se puede aprovechar dichos espacios para la captación de energía solar.

El presente proyecto está dirigido a mejorar la calidad de vida, demostrar el ahorro en una línea de tiempo con el uso de energías renovables, así mismo el uso de herramientas de calidad para demostrar la determinación y soluciones al problema planteado; en este caso, puntualmente detallaremos el uso de energía solar para el abastecimiento energético en una zona rural en el distrito de la Joya del departamento de Arequipa, la cual forma parte de un proyecto de electrificación por estar fuera del área de concesión de la empresa distribuidora de energía eléctrica, amparándonos en las iniciativas del Ministerio de Energía y Minas mediante las empresas de administración del sector de energía rural. El proyecto a detallar es administrado por Adinelsa empresa pública con derecho privado, que desarrolla proyectos de electrificación rural los cuales se ejecutan con capitales del estado.

Palabras Clave: Energía eléctrica, energía solar, sistema fotovoltaico, optimización.





ABSTRACT

Project aimed at implementing and developing a new company dedicated to the use of renewable energies, especially Solar, taking advantage of the climatic conditions in the city of Arequipa.

The purpose of this project is to undertake a company located in the city of Arequipa dedicated to the capture of solar energy and transform it into electrical energy, to save on fixed costs, to contribute to the care of the environment.

This project seeks to make the most of the renewable energies that nature offers in this way to mitigate the current high rates of pollution and global warming caused by the generation of energy with conventional methods, with the present project it is sought to start a company dedicated to providing services optimization and automation of processes based on renewable energy mainly solar, Arequipa is a city that has sunny weather 90% of the year even in the rainy season in the morning the climatic conditions are favorable for the generation of solar energy, likewise The city of Arequipa has a very wide open countryside and fields where you can take advantage of these spaces for solar energy collection.

This project is aimed at improving the quality of life, demonstrating savings in a timeline with the use of renewable energy, as well as the use of quality tools to demonstrate determination and solutions to the problem posed.

In this case, we will promptly detail the use of solar energy for energy supply in a rural area in the district of La Joya in the department of Arequipa, which is part of an electrification project because it is outside the area of influence of the distribution company of electric power, based on the initiatives of the Ministry of Energy and Mines through the administration companies of the rural energy sector.

The project to be detailed is managed by Adinelsa public company with private law, which develops rural electrification projects which are executed with state capitals.

Keywords: Electric Power, Solar Energy, photovoltaic system, optimization.

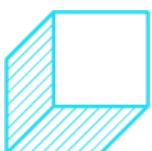
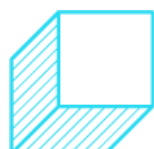




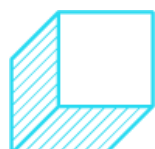
TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INTRODUCCIÓN	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
TABLA DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA.....	1
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA	3
1.3.1. Misión	3
1.3.2. Visión	3
1.3.3. Objetivos de la organización	4
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	5
1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	6
1.5.1. Análisis de matriz FODA.....	7
FODA	8





1.5.2. Análisis del entorno general PESTEL	9
1.5.3. Análisis del entorno competitivo.....	15
A. Nuevos Entrantes - Amenaza de nuevos entrantes	17
B. Proveedores - Poder de negociación de los proveedores	18
C. Clientes – Poder de negociación de los clientes.....	18
D. Productos Sustitutos - Amenaza de productos sustitutos.....	19
1.5.4. Análisis de la posición competitiva.....	20
CAPÍTULO II.....	21
REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	21
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	21
2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA	24
2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	29
2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO	29
2.4.1. Objetivo general.....	29
2.4.2. Objetivos específicos	29
CAPÍTULO III.....	31
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	31
3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO.....	31
3.1.1. Antecedentes de la investigación.....	31
3.1.2. Bases teóricas	32
3.1.3. Bases normativas	35
3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	36





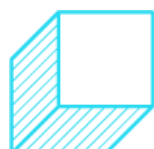
3.2.1.	Implementacion de equipo de mejora continua.....	37
3.2.2.	Metodologia del equipo de mejora continua	39
3.2.3.	Selección de analisis del problema.....	40
3.2.4.	Analisis de las causas del problema	41
3.2.5.	Matriz de ponderacion causa-raiz	44
3.2.6.	El método de los 5 PQ	46
3.2.7.	Determinacion de la mejora	46
3.3.	COSTOS DEL PROYECTO.....	48
3.3.1.	Propuesta economica	48
3.3.2.	Viabilidad del proyecto	50
3.3.3.	Retorno de la inversión	51
3.4.	CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	53
3.5.	CONCLUSIONES	54
3.6.	RECOMENDACIONES	54
CAPÍTULO IV		56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		56
REFERENCIAS		56
CAPÍTULO V		58
GLOSARIO DE TÉRMINOS		58
CAPÍTULO VI		60
ANEXOS		60





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción del Entorno de la Empresa	6
Tabla 2 Análisis Externo e Interno de la Empresa	8
Tabla 3 Tipos de Células Fotovoltaicas	11
Tabla 4 Rivalidad Entre Competidores Existentes	20
Tabla 5 Responsables del Proyecto	39
Tabla 6 Matriz de Selección del Problema.....	40
Tabla 7 Evaluación de Causas y Soluciones Usuario Final	44
Tabla 8 Evaluación de Causas y Soluciones Proveedores	44
Tabla 9 Evaluación de Causas y Soluciones Tecnología	45
Tabla 10 Evaluación de Causas y Soluciones Método	45
Tabla 11 Listado Propuesta Económica	48
Tabla 12 Costos de Materiales y Accesorios	49
Tabla 13 Resumen de los Costos	49
Tabla 14 Comparación de Costo Privado v/s Social	50
Tabla 15 Cálculos del VAN y TIR del Proyecto.....	50
Tabla 16 Listado Propuesta Económica	51
Tabla 17 Flujo de Caja en Base al Proyecto	52





ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Evolución de Costes de Paneles Solares	2
Gráfico 2 Ubicación Geográfica de la Empresa	3
Gráfico 3 Organigrama de de la Empresa.....	5
Gráfico 4 Mapa de Radiación Solar en el Perú	15
Gráfico 5 Analisis Competitivo de las 5 Fuerzas de Porter	17
Gráfico 6 Producción de Energía del SIEN	22
Gráfico 7 Distribución de Producción Eléctrica en el Perú 2019	23
Gráfico 8 Tendencia de Uso de Energía Renovable en el Perú.....	24
Gráfico 9 Radiación Solar Directa en Arequipa.....	26
Gráfico 10 Diagrama de Relaciones Para la Calidad de Vida	28
Gráfico 11 Energía Solar Incidente Diaria.....	34
Gráfico 12 Proceso del Desarrollo del Proyecto.....	36
Gráfico 13 Diagrama de Metodología.....	39
Gráfico 14 Análisis con el Diagrama de Ishikawa	43
Gráfico 15 Análisis con el Diagrama de los 5 Por Qué.....	46
Gráfico 16 Diagrama de 5W + 1H	47
Gráfico 17 Cronograma del Proyecyo	53





ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Verificación de la Zona de Desarrollo del Proyecto.....	60
Anexo 2 Zona de Desarrollo del Proyecto 1 de 1	60
Anexo 3 Zona de Desarrollo del Proyecto 1 de 2	61
Anexo 4 Zona de Desarrollo del Proyecto 1 de 3	61
Anexo 5 Zona de Desarrollo del Proyecto 1 de 4	62
Anexo 6 Supervisión del Desarrollo del Proyecto.....	62





CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Energy Green Fotovoltaica del Perú es una empresa destinada a la elaboración y evaluación de proyectos fotovoltaicos, la misma que se encuentra en proceso de creación e implementación.

Energy Green Fotovoltaica del Perú es una empresa dirigida a buscar soluciones integrales para la captación de energía solar y su transformación en energía eléctrica, buscando así mejorar la calidad de vida de nuestros clientes, generarles ahorro sostenido y constante por el aprovechamiento al máximo de las energías renovables

1.2. PERFIL DE LA EMPRESA

Empresa arequipeña dedicada a la elaboración, evaluación de proyectos fotovoltaicos.

- Nombre de la Empresa: Energy Green Fotovoltaica del Perú.
- Rubro: es una empresa que pertenece al rubro energético.
- Género: Mixto
- Gestión: Privada
- Dependencia: Privada – Sector Energético.
- Dirección del establecimiento: Avenida Goyeneche 1804 Miraflores – Arequipa

Este proyecto energético busca reducir el impacto ambiental que generan las nuevas conexiones eléctricas en la ciudad de Arequipa y la mejora de calidad de vida en las zonas rurales de la región Arequipa, ya que los costos de instalación e implementación de energía convencional es mucho más costoso





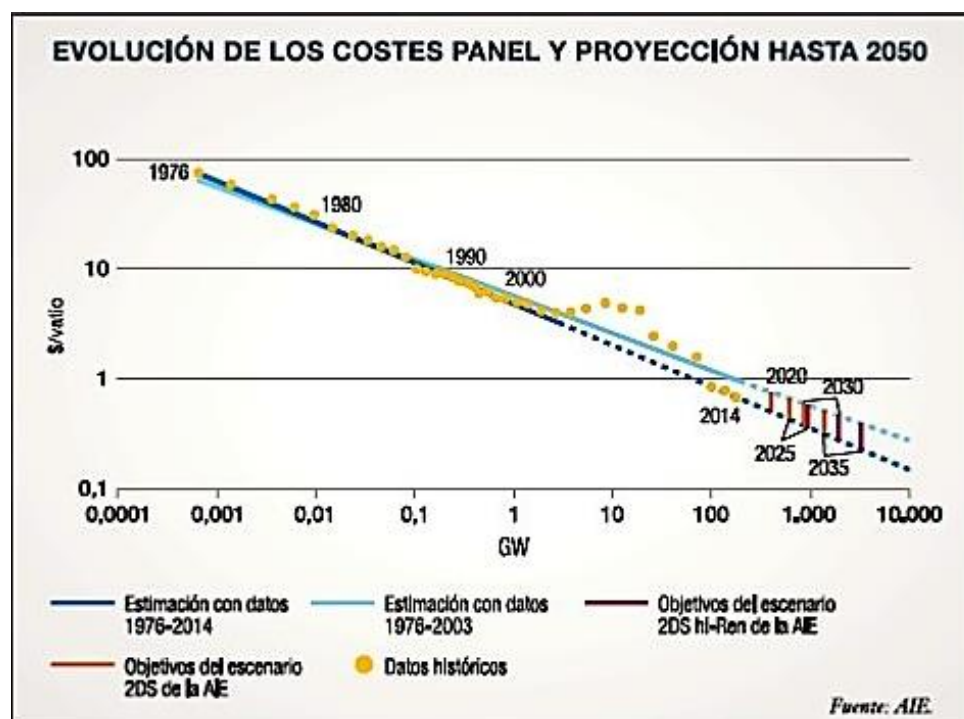
que conexiones fotovoltaicas las cuales presentan una baja importante en sus costos en los últimos 5 años.

Energy Green Fotovoltaica del Perú, busca ser la empresa líder en proyectos fotovoltaicos en el sur del Perú para dar soluciones integrales a las necesidades de energía eléctrica tanto en zonas urbanas como en zonas rurales como es el caso del presente proyecto el cual está dirigido a dimensionar las necesidades energéticas representadas en kW para suministrar de energía eléctrica un centro poblado ubicado en el distrito de La Joya en el departamento de Arequipa.

Con este proyecto se busca mitigar el impacto ambiental generado por el uso de energías convencionales derivadas de combustibles fósiles y derivados del petróleo, así como demostrar la viabilidad de este proyecto de electrificación con energías renovables en contra posición a la expansión de la red eléctrica convencional.

Gráfico 1

Evolución de Costes de Paneles Solares



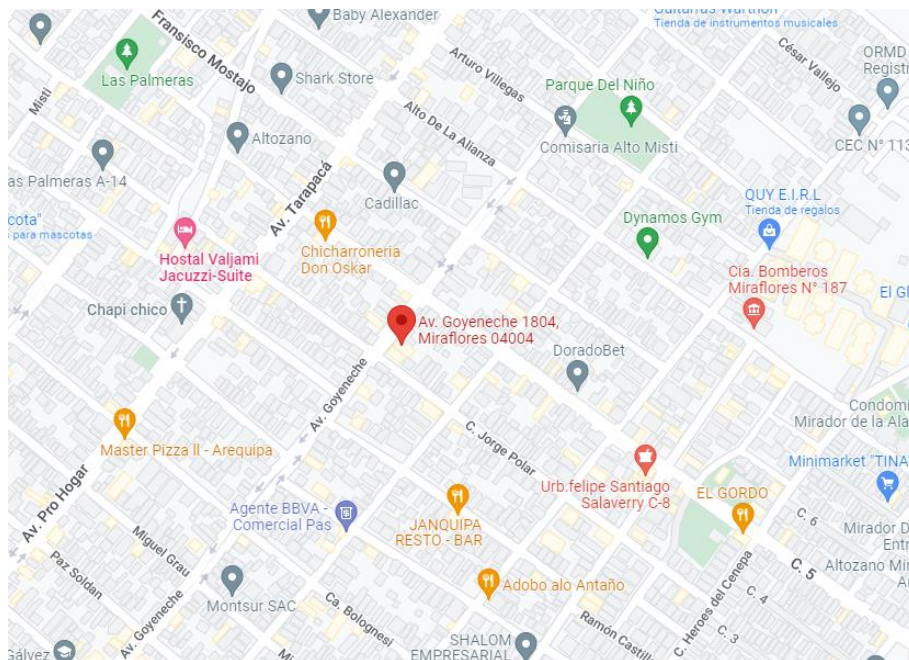
Fuente: (Technology Roadmap, 2014)





Energy Green Fotovoltaica del Sur, se encuentra ubicada en la Av. Goyeneche 1804 Miraflores.

Gráfico 2
Ubicación Geográfica de la Empresa



FUENTE: (Googlemaps, 2022)

1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

1.3.1. Misión

Nuestra misión, es que nuestra tecnología cambie la vida de las familias e industrias del Perú transmitiendo nuestra filosofía de energía verde y aprovechamiento de recursos renovables para un cambio global en nuestro entorno climático.

1.3.2. Visión

Ser la empresa fotovoltaica de mayor alcance a todos los sectores socio-económicos, brindando servicio de alta calidad a todos nuestros clientes, siempre enfocados a cumplir los estándares ecológicos y tecnológicos acorde al avance de la ingeniería actual.





1.3.3. Objetivos de la organización

1.3.3.1. Objetivo general

El objetivo de Energy Green Fotovoltaica del Perú es brindar soluciones energéticas eficientes mediante la formulación y dimensionamiento de instalaciones solares fotovoltaicas tanto en zonas urbanas como rurales.

1.3.3.2. Objetivos específicos

- Definir los componentes y equipamiento fotovoltaico requerido de acuerdo al dimensionamiento del área a abastecer.
- Demostrar matemáticamente y utilizando las herramientas de la ingeniería la viabilidad del uso de un sistema fotovoltaico para la generación de electricidad.
- Establecer la demanda básica de energía eléctrica de nuestros potenciales clientes y especificar el número de kW/h requeridos por cada familia beneficiada con nuestros Sistemas Fotovoltaicos.
- Detectar las herramientas y tecnología para optimizar el uso de la energía solar fotovoltaica para reducir costos en el consumo de energía eléctrica.
- Calcular los costos en los que se incurrirá al implementar un sistema fotovoltaico.
- Mejorar la calidad de vida de nuestros clientes.

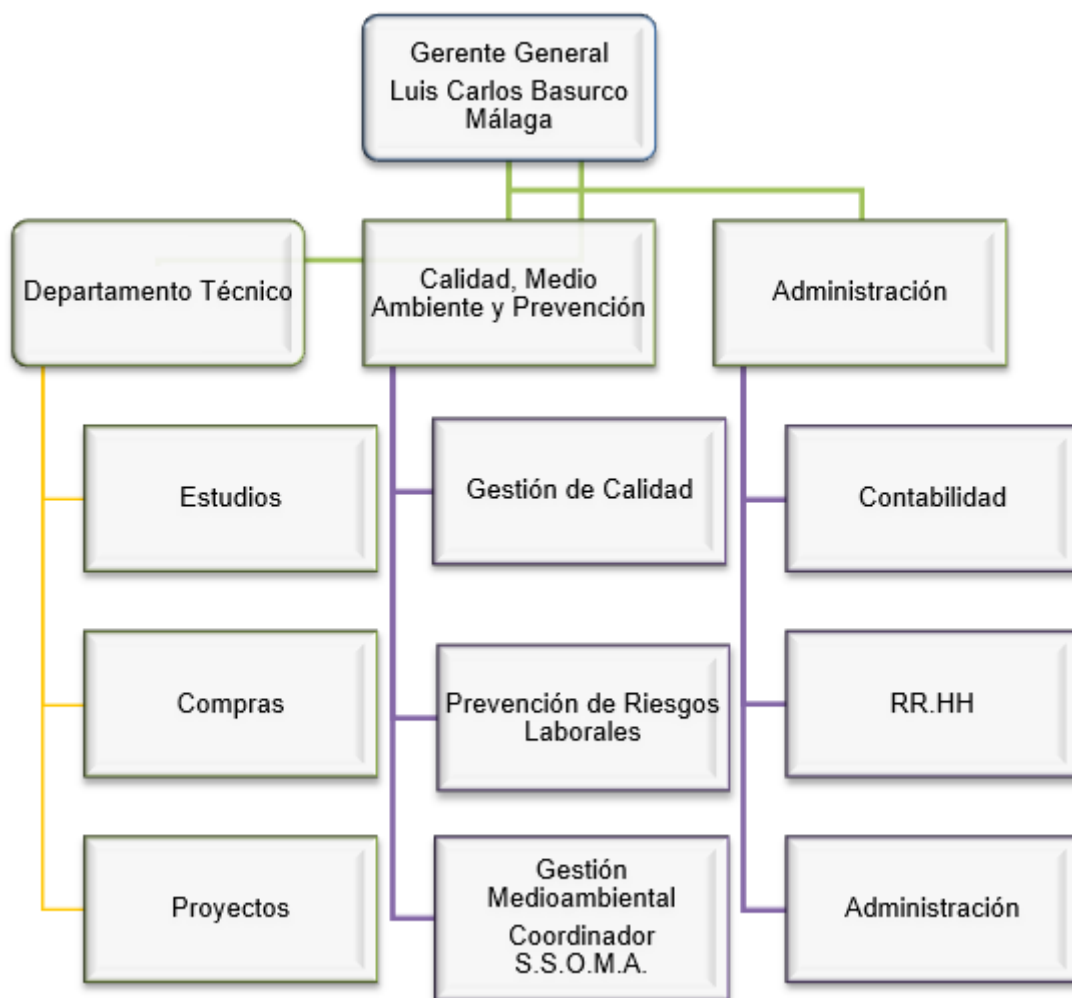




1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Gráfico 3

Organigrama de de la Empresa



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

Tabla 1

Descripción del Entorno de la Empresa

UNIDADES/ AREAS DEL CLIENTE	DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES FUNCIONES
Gerencia General	<ul style="list-style-type: none"> - Liderar objetivos a corto y largo plazo. - Designar todas las posiciones gerenciales. - Realizar evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento de las funciones de los diferentes departamentos. - Planear y desarrollar metas a corto y largo plazo junto con objetivos anuales. - Coordinar con las oficinas administrativas para asegurar que los registros y los análisis se están ejecutando correctamente.
Departamento Técnico	<ul style="list-style-type: none"> - Encargada órdenes de compra. - Estudios de factibilidad. - Formulación y Evaluación de Proyectos.
Departamento de Calidad, Medioambiente y Prevención	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de Calidad, encargada del manejo de buenas prácticas, transparencia, insumos, etc. - Manejo de residuos, proyectos ecológicos, investigación de nuevos métodos de utilización de energías renovables. - Seguridad Industrial y Laboral.
Departamento de Administración	<ul style="list-style-type: none"> - Área encargada de procesos administrativos. - Emisión y revisión de facturas - Atención al cliente.

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





1.5.1. Análisis de matriz FODA

A. Fortalezas

- F1 Gran soporte tecnológico en procesos fotovoltaicos
- F2 Conocimiento a fondo de sistemas y tecnologías fotovoltaica
- F3 Personal altamente capacitado y motivado
- F4 Innovadores en sistemas fotovoltaicos en la zona sur del Perú.

B. Oportunidades

- O1 Excelente nivel de radiación para la actividad Fotovoltaica
- O2 Competencia con poca experiencia en sector fotovoltaico
- O3 Demanda del mercado en crecimiento
- O4 Zonas alejadas no atendidas por Gobiernos Regionales, dando cabida al apoyo de empresas privadas.

C. Debilidades

- D1 Empresa nueva
- D2 Costos elevados de importación de insumos
- D3 Mano de obra con poca experiencia (técnicos, obreros)
- D4 Pequeño equipo de fuerza de ventas.

D. Amenazas

- A1 Nuevos competidores
- A2 Legislación en contra de las energías renovables
- A3 Clima cambiante
- A4 Inseguridad Ciudadana





Tabla 2
Análisis Externo e Interno de la Empresa

FODA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
		F1 Gran soporte tecnológico en procesos fotovoltaicos F2 Conocimiento a fondo de sistemas y tecnologías fotovoltaica F3 Personal altamente capacitado y motivado F4 Innovadores en sistemas fotovoltaicos en la zona sur del Perú.
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIA FO - POTENCIALIDADES	ESTRATEGIA DO - DESAFÍOS
O1 Excelente nivel de radiación para la actividad Fotovoltaica O2 Competencia con poca experiencia en sector fotovoltaico O3 Demanda del mercado en crecimiento <i>Zonas alejadas no atendidas por Gobiernos Regionales, dando cabida al apoyo de empresas privadas.</i> O4	(F1-O1) (FO-1) Aprovechar las condiciones climáticas de altos índices de radiación y el uso de nuestra tecnología de punta para dar el mejor servicio en la industria fotovoltaica del sur del país. (F1-O2) (FO-2) Potenciar al máximo nuestra tecnología para hacer frente a la poca experiencia de nuestros competidores (F1, F2, F3, F4-O3) (FO-3) Introducimos en el mercado como una empresa nueva con un fin social muy alto, tecnología de punta, personal enfocado y sobre todo un nicho de mercado desatendido el cual tiene un gran futuro y muchas necesidades que satisfacer.	(D1, O3, O4-O1) (DO-1) Aprovechar nuestra condición de ser empresa nueva para llegar con nuestras ideas innovadoras a satisfacer un nicho de mercado desatendido y con grandes oportunidades de crecimiento. (D3-O2) (DO-2) Aprovechar la falta de experiencia del sector combinada con nuestra filosofía y misión para atender este mercado. (D1-O4) (DO-3) Aprovechar nuestra tecnología para llegar a las zonas y nuestra idea de negocio innovadora para generar obras de la mano con los gobiernos regionales y empresas privadas interesadas en brindar ayuda social a las localidades más alejadas.
AMENAZAS	ESTRATEGIA FA – RIESGOS	ESTRATEGIA DA - LIMITACIONES
A1 Nuevos competidores A2 Legislación en contra de las energías renovables A3 Clima Cambiante A4 Inseguridad Ciudadana	(F4-A2) (FA-1) Trabajaremos respetando todas las leyes peruanas para dar un servicio de calidad a nuestros clientes. (F2, F4-A3) (FA-2) Aprovecharemos los conocimientos de nuestros Ingenieros y nuestra tecnología y expertos para que nuestros sistemas fotovoltaicos funcionen en todas las estaciones del año. (F1-A4) (FA-3) Protegermos y tener un respaldo (seguro, sistema de seguridad) contra robos, asaltos, etc.	(D4-A11) (DA-1) Motivar y capacitar a nuestra fuerza de ventas para impulsar el negocio y hacer frente a la competencia. (D2-A4) (DA-2) Mantener un seguro de protección, así como un sistema de seguridad.

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





1.5.2. Análisis del entorno general PESTEL

A. Factores económicos

La Macro región Arequipa está en constante crecimiento y en búsqueda de alternativas de solución para los problemas energéticos en zonas urbanas y rurales, es por eso que el presente proyecto busca llegar a dichas zonas donde la energía eléctrica en algunos casos no llega y en otros, busca dar solución ecológica y económica, lo que pretende este proyecto es fortalecer el desarrollo de las zonas urbanas y rurales haciendo que el progreso y el crecimiento económico llegue a más lugares.

Para garantizar el suministro de energía a largo plazo es necesario la búsqueda de energías alternativas, asimismo cabe mencionar que los países han ido evolucionando conjuntamente con la necesidad de energía. Siendo éste, uno de los hechos que ha influido en que sea la energía, una de las formas más destacadas de mantener un crecimiento económico sostenible. Se ha de tener presente que cada vez existe una mayor escasez del petróleo en el mercado mundial, por lo que algunos países ya comienzan a quedarse sin petróleo y las colas para adquirir los suministros de este recurso son ahora organizadas por el precio. (Osinergmin, 2022)

B. Factores tecnológicos

El factor tecnológico es de suma importancia en este proyecto ya que nuestra actividad demanda de los avances tecnológicos que se den en el área de energías renovables, es así que debemos mantenernos siempre actualizados y en vanguardia con respecto a los avances y nuevos descubrimientos que se realicen.





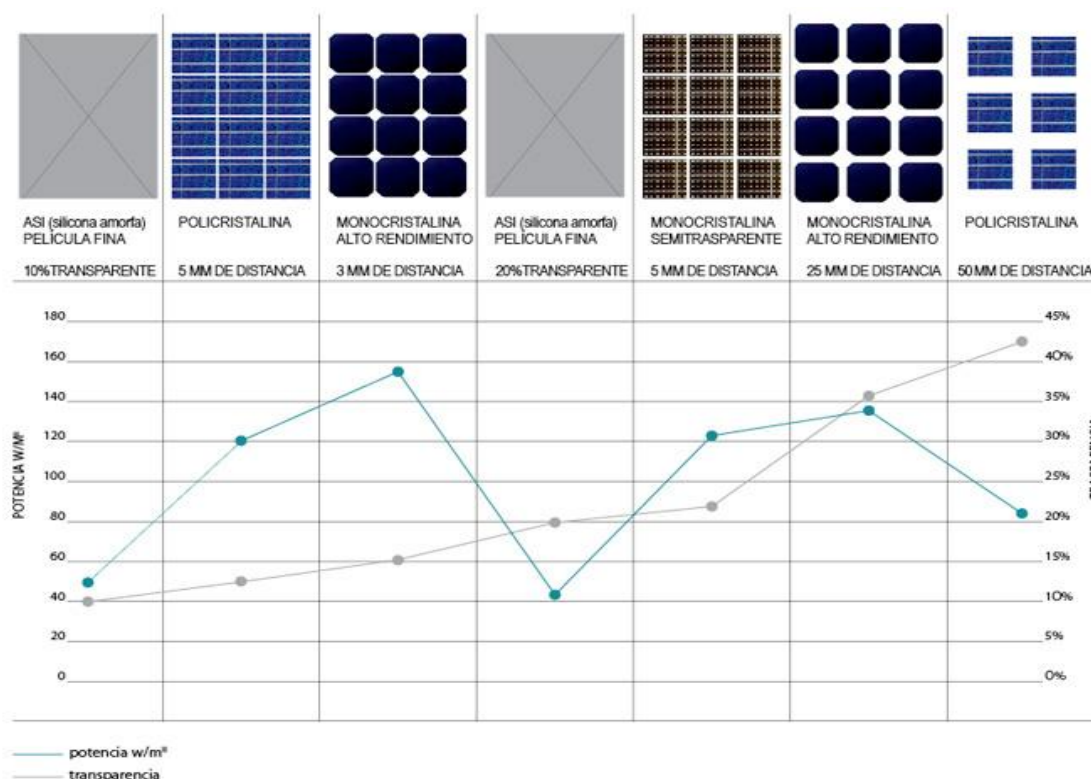
Es parte muy importante en nuestro sector conocer las tecnologías existentes y las que se vienen desarrollando, tanto en paneles solares, inversores, baterías, etc.

Las células fotovoltaicas deben considerarse como el elemento básico de una central fotovoltaica, cuya función es captar la energía solar y transformarla en corriente. El material con el que se construyen las células fotovoltaicas es el silicio. La escasez de éste material, los avances tecnológicos y el incremento de los costes están provocando que las tecnologías innovadoras sean desarrolladas y convertidas en productos de mercado. Además de la todavía dominante tecnología del silicio cristalino, la película delgada o thin-film (silicio amorfo) está aumentando muy considerablemente su cuota de mercado. A continuación mostramos de forma esquemática los principales tipos de células fotovoltaicas que existen actualmente en el mercado, clasificadas en función de los materiales usados en su fabricación y explicados en el punto anterior las más relevantes para llevar a cabo el proyecto. (Mheducation, 2022)





Tabla 3
Tipos de Células Fotovoltaicas



Fuente: (Osinermin, 2022)

C. Factores políticos

Los factores políticos para Energía Solar en el Perú están regulados por el Decreto Legislativo N° 1002 de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables.

Hasta la fecha no se ha estimado el potencial en términos de capacidad de proyectos solares para generación eléctrica.

El actual marco normativo de la fotovoltaica es el siguiente:

- Ley de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables – Decreto Legislativo 1002 (mayo 2008).





- Reglamento de la generación de electricidad con energías renovables Decreto Supremo 012-2011-EM (marzo 2011). Reemplaza al Reglamento original (Decreto Supremo 050-2008-EM).
- Bases Consolidadas de la primera Subasta con Recursos Energéticos Renovables (RER), aprobadas mediante Resolución Viceministerial N° 113-2009-MEM/VME del Ministerio de Energía y Minas.
- Bases Consolidadas de la segunda Subasta con Recursos Energéticos Renovables (RER), aprobadas mediante Resolución Viceministerial N° 036-2011-MEM/VME del Ministerio de Energía y Minas.

Decreto Legislativo N° 1002: Decreto Legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.

Define como Energías renovables no convencionales a:

- Solar Fotovoltaico
- Solar Térmico
- Eólico
- Geotérmico
- Biomasa
- Hidroeléctrico sólo hasta 20 MW

Alcances del marco normativo:

- Energías renovables en la matriz de generación eléctrica.

Indica que el MINEM establecerá cada 5 años un porcentaje objetivo en que debe participar, en el consumo nacional de





electricidad, la electricidad generada a partir de Recursos Energéticos Renovables (RER), tal porcentaje objetivo será hasta 5% anual durante el primer quinquenio.

- Comercialización de energía y potencia generada con energía renovable.

Tiene prioridad en despacho (se le considera con costo variable de producción igual a cero), primas preferenciales en subastas (recargadas al peaje de transmisión), prioridad en conexión a redes, además de fondos para investigación y desarrollo.

- OSINERGMIN fija las tarifas base (máximas) y primas, por categorías y tecnología de ER y mediante mecanismos de subasta.
- Las primas son cubiertas por los usuarios como un recargo anual en el Peaje por Transmisión.
- OSINERGMIN convocará la subasta en un diario nacional y un medio especializado internacional.

D. Factores sociales

Todas las personas e instituciones vinculadas con el uso de la energía solar para la electrificación de regiones rurales consideran que esta energía tendrá un uso masivo a mediano plazo en el Perú. Sin embargo, es difícil predecir en qué magnitud y con qué velocidad ocurrirá esto. Una barrera, a parte del costo, es la falta de conocimiento de la potencialidad real del uso de la energía solar: son relativamente pocas personas en el Perú que conocen realmente estas posibilidades y, por el otro lado, sus limitaciones y dificultades. Por lo tanto, urgen programas de capacitación, sea a nivel técnico (uso de equipos) o profesional (diseño de equipos).





La UNI ofrece desde 1980 un programa de “Segunda Especialización Profesional en Energía Solar”. Actualmente se ofrece este programa en forma semipresencial, usando las facilidades de Internet.

Dando por descontado que las condiciones generales seguirán favorables, se puede prever una continuidad del actual crecimiento en este campo. Se observa un interés creciente en el uso de energías renovables para la electrificación rural aislada, pero falta que el Gobierno del Perú establezca una política clara de fomento del uso de energías renovables. En el Perú, como en muchos otros países en desarrollo, el aspecto ecológico es sin duda importante para considerar el uso de las energías renovables. Sin embargo, a corto plazo es más importante el aspecto de desarrollo de regiones rurales apartadas de las redes energéticas. Para su desarrollo estas regiones necesitan energía, siendo la mejor opción a corto plazo, y muchas veces la única, la generación local de esta energía en base a la energía solar y la biomasa, y en menor escala, la energía hidráulica y eólica.

Considero que es una obligación de la sociedad peruana en su conjunto, es decir del Estado, promocionar el uso de estas energías en zonas remotas. En caso de instituciones sociales públicas, como colegios o postas de salud, el gobierno debe equiparlos con energía solar, asumiendo todo el costo de instalación y de mantenimiento y operación, como debe hacerlo con los otros costos de estas instituciones.

En el caso de viviendas e instituciones privadas, el gobierno debe encontrar mecanismos de incentivos y subsidios directos a los usuarios finales, que permitan a los pobladores de regiones apartadas adquirir con créditos los equipos necesarios, con cuotas acordes con sus posibilidades. (Osinergmin, 2022)

E. Factores demográficos



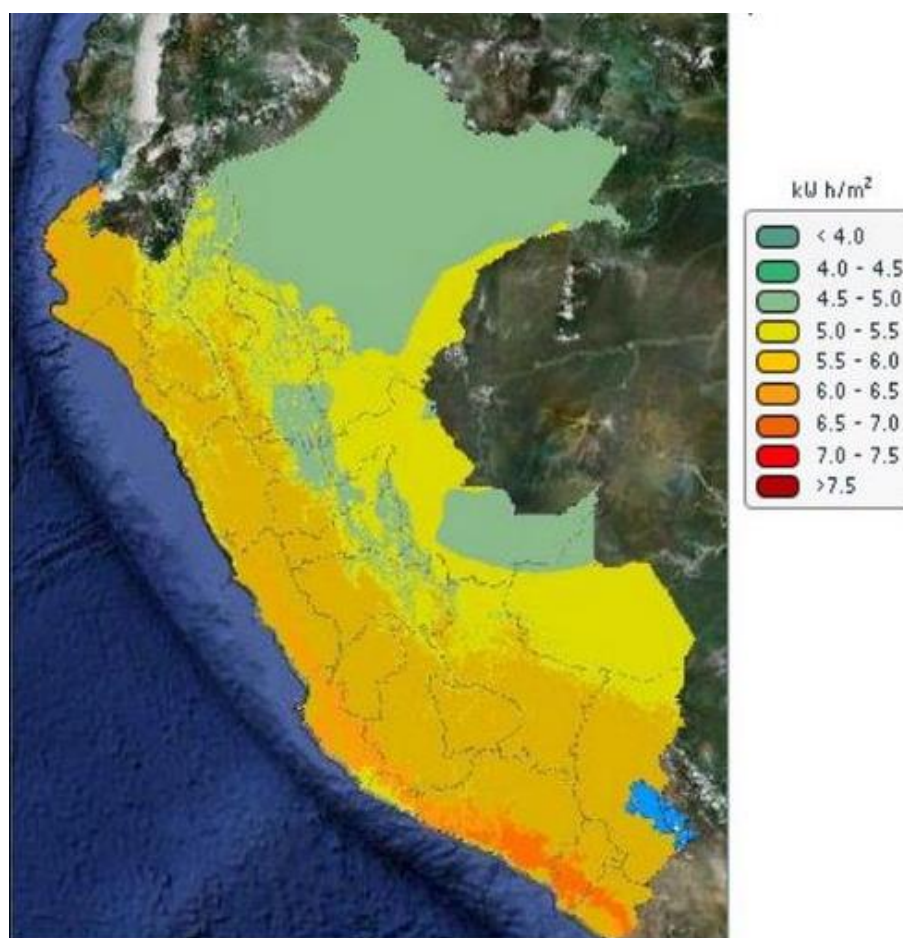


El Perú es un país que cuenta con las condiciones demográficas y climáticas excepcionales para el desarrollo de energías fotovoltaicas, por lo que es muy importante poder cuantificar la disponibilidad de las mismas, así como conocer la

distribución de estas al largo del territorio, de esta forma poder aprovechar mejor estas excelentes condiciones topográficas.

Gráfico 4

Mapa de Radiación Solar en el Perú



Fuente: (Osinergmin, 2022)

1.5.3. Análisis del entorno competitivo

El análisis competitivo es un proceso que consiste en relacionar a la empresa con su entorno. El análisis competitivo ayuda a identificar las fortalezas y debilidades de la empresa, así como las oportunidades y





amenazas que le afectan dentro de su mercado objetivo. Este análisis es la base sobre la que se diseñará la estrategia, para ello deberemos conocer o intuir lo antes posible:

- La naturaleza y el éxito de los cambios probables que pueda adoptar el competidor.
- La probable respuesta del competidor a los posibles movimientos estratégicos que otras empresas puedan iniciar.
- La reacción y adaptación a los posibles cambios del entorno que puedan ocurrir de los diversos competidores.

El análisis de estas Cinco Fuerzas Competitivas nos dará un mejor panorama para la toma de decisiones, pero sobretodo nos permitirá ver de una manera más clara nuestro entorno competitivo.

El modelo de las fuerzas competitivas de Porter es probablemente una de las herramientas de mayor uso en la estrategia de negocio, y es particularmente fuerte en la interiorización del pensamiento estratégico.

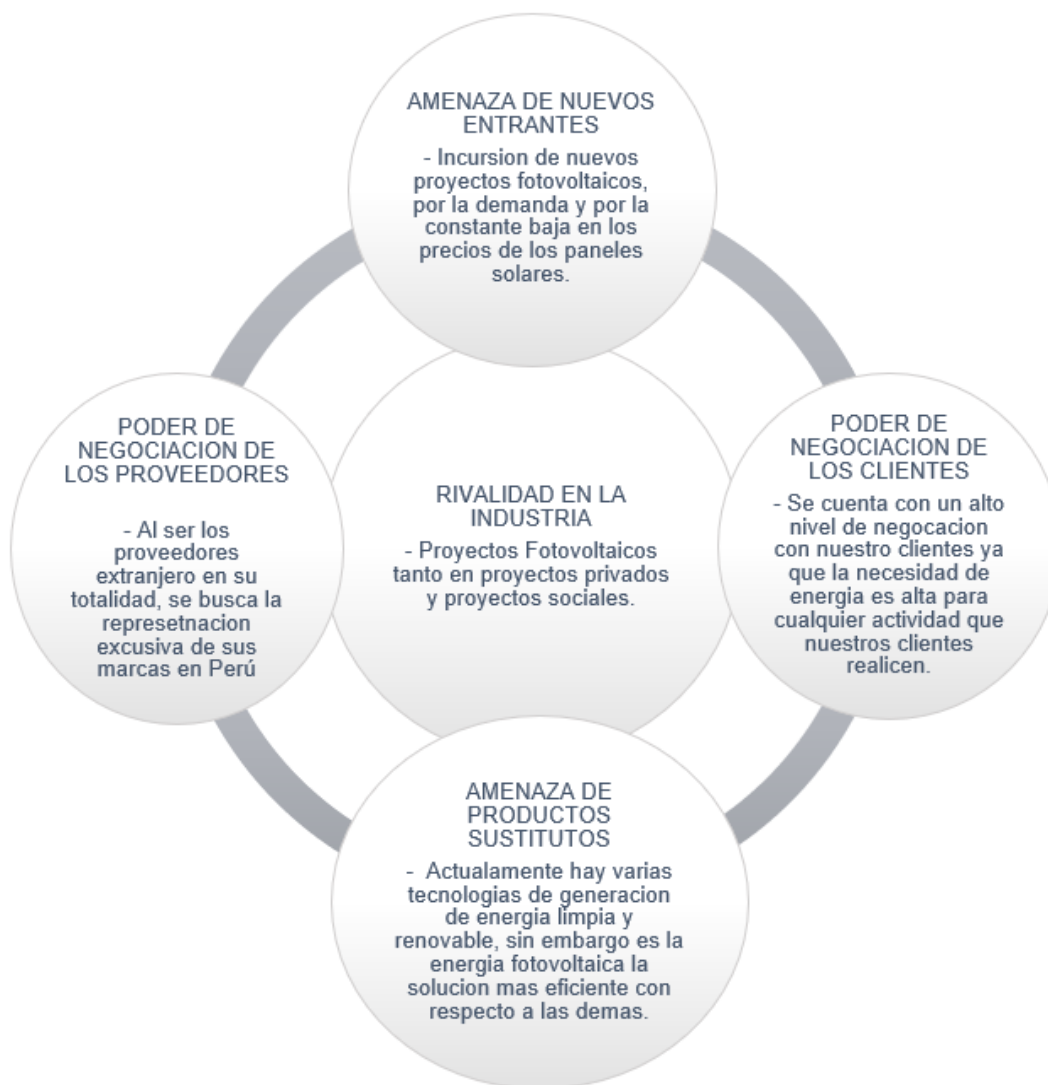
Los factores de mayor impacto en la competencia de la empresa Fotovoltaica Energy Green según Porter se representan de la siguiente manera:





Gráfico 5

Analisis Competitivo de las 5 Fuerzas de Porter



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

A. Nuevos Entrantes - Amenaza de nuevos entrantes

Como negocio las energías renovables es un sector que cada vez tiene mayor demanda por lo tanto la oferta del mismo se va elevando por dichas nuevas necesidades, cada vez los proyectos de energías renovables toman mayor cabida en las propuestas de nuevos negocios, por otro lado dar por descontado la competencia de la generación eléctrica en este caso con recursos





No renovables o tradicionales sería un grave error ya que la tecnología tradicional para la generación de energía eléctrica seguirá siendo la principal forma de generación, siendo las energías renovables por el momento un producto sustituto.

B. Proveedores - Poder de negociación de los proveedores

Los proveedores para una empresa como Energy Green son básicamente fabricantes de paneles solares, inversores, baterías, cables, etc. Lo que buscamos detallar en este punto es que nuestros proveedores no serán nacionales ya que necesitamos de alta tecnología para que nuestros insumos sean los de mejor calidad.

La gran parte de estos proveedores son chinos ya que la industria china ha presentado grandes avances en este sector, y cuenta con paneles solares de todo tipo y de todo uso siendo esto un gran aporte para la industria fotovoltaica.

Probablemente sean estos proveedores los que también puedan ser una debilidad para el negocio ya que la distancia y la demora en atención de pedidos puede ser un gran obstáculo para el desarrollo de la empresa.

C. Clientes – Poder de negociación de los clientes

Los clientes de Energy Green serán de gran importancia y uno de los factores de mayor preocupación para la organización, como es bien sabido toda la población necesita energía eléctrica tanto en sus domicilios como en sus centros de trabajo, es decir la energía eléctrica debe llegar tanto a hogares como a empresas, en este sentido nuestros futuros clientes se encontraran en sectores donde aún no ha llegado la red de suministro de energía





eléctrica tradicional, también serán nuestros clientes empresas que quieran mejorar sus costos y mejorar sus índices de uso de energía verde o renovable, así mismo estarán aquellas empresas que deseen mejorar su relación con el planeta o con poblados cercanos a los que puedan ayudar adquiriendo nuestros servicios, es por eso que el poder de negociación de nuestros clientes es de gran importancia ya que representamos una opción de mejora para sus niveles de vida y para sus costos.

D. Productos Sustitutos - Amenaza de productos sustitutos

Los Productos sustitutos para Energy Green no es un factor problemático ya que como propuesta nosotros somos el producto sustituto para la generación de electricidad, y nosotros avanzamos de acuerdo a las nuevas tendencias tecnológicas ya que estas apuntan para la generación eléctrica con recursos renovables lo cual es el motor de nuestro negocio.

Por ahora los productos sustitutos somos nosotros y toda la tecnología nueva que ayude a la generación de energía de forma amigable con el sistema seguirá siendo parte de nuestro negocio.

Rivalidad en la Industria – Rivalidad entre los Competidores Existentes:

En este punto es importante mencionar que en casi todo el territorio nacional el segmento es monopolizado por empresas estatales o mixtas, nuestro propósito no es quitarles mercado ya que sería una misión imposible, nuestro reto es crear un nuevo mercado para nuestros productos innovadores los cuales facilitaran la vida de

nuestros clientes y darán un respiro al planeta al ser nuestra metodología de generación eléctrica una opción ecológica y amigable con el ecosistema.





1.5.4. Análisis de la posición competitiva¹

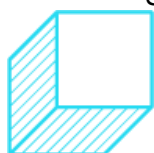
Los factores claves de éxito de Energy Green son aquellos que nos permiten crecer de forma constante, crear un mercado nuevo y descubrir nuevas necesidades de nuestros clientes potenciales, ya que nuestra propuesta es innovar y ser una empresa que brinda una mejora en la calidad de vida nuestros clientes.

Tabla 4
Rivalidad Entre Competidores Existentes

RIVALIDAD ENTRE LOS COMPETIDORES EXISTENTES	ALTA	BAJA
Concentración de Competidores	X	
Diversidad de Competidores	X	
Costo de Cambio	X	
Condiciones de Costos	X	
Costos de Almacenamiento		X
Diferenciación del Producto		X
Barreras de Salida	X	

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

¹ Se refiere a factores claves de éxito.





CAPÍTULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La crisis energética y ambiental actualmente nos afecta a todos y se pronostica que sus consecuencias serán aún más graves en un futuro cercano, siendo los principales problemas el calentamiento global por el uso de combustibles fósiles y el incremento en los costos de instalación y mantenimiento de la energía eléctrica.

Es a raíz de esta problemática que ha surgido la necesidad de buscar nuevas fuentes y técnicas de generar energía, sin incurrir en altos costos y mejor aún sin hacer daño a nuestro ecosistema el cual ya está muy golpeado por todas las actividades industriales que el hombre realiza.

El Perú es parte del Protocolo de Kyoto desde el 2003 y ratifico su compromiso en el 2013 hasta el año 2020, este fue firmado para ser parte del cambio climático que propone dicho tratado, en el cual se incentiva la reducción de gases por el efecto invernadero, por lo que el gobierno del Perú emitió el decreto legislativo 1002 que promueve la inversión en proyectos de generación de electricidad con recursos renovables.

Durante 23 años el mercado peruano ha crecido a tasas anuales de 7%, como producto del crecimiento de la actividad económica y la oferta energética no solo acompañó el crecimiento sino lo anticipó e hizo posible que la economía se consolide.

A consecuencia de lo antes mencionado con este proyecto se busca mejorar la calidad de vida de las familias beneficiadas, el ahorro mensual en gastos de luz eléctrica proveniente de la red nacional, reducir el impacto ambiental y gastos indirectos en energía.

Sabiendo esto, con este proyecto empresarial se plantea dar una solución basada en el uso de herramientas la Ingeniería Industrial y de la Tecnología en



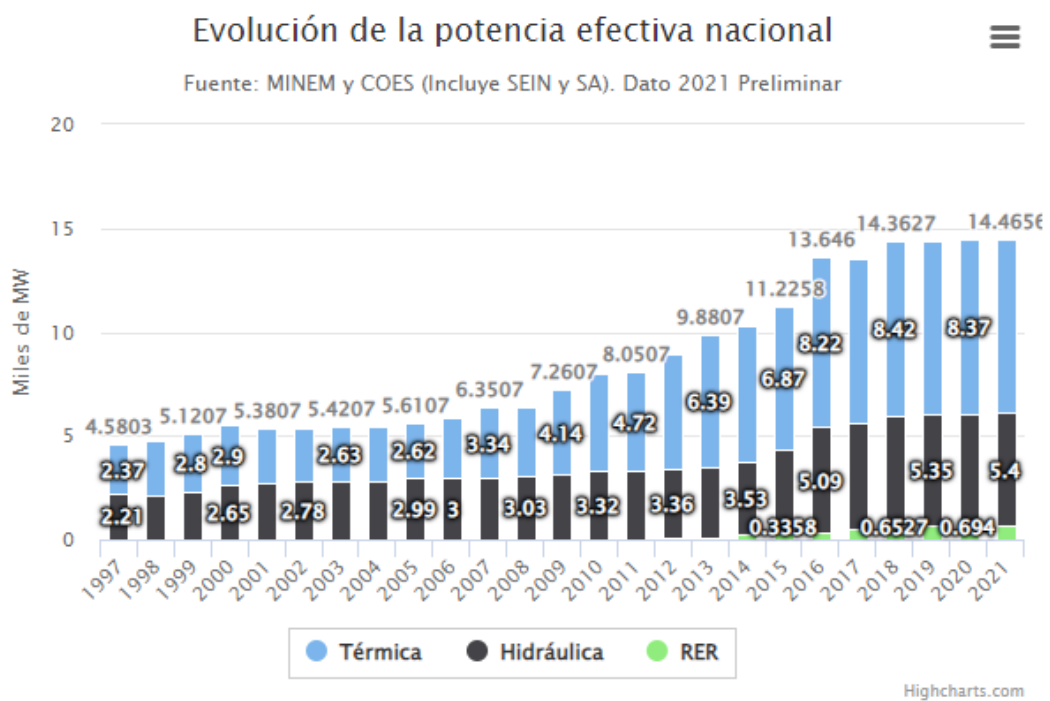


favor del ahorro de recursos y del bajo impacto ambiental en zonas urbanas y rurales.

En el gráfico N° 7, podemos observar la producción total de energía del sistema eléctrico interconectado especificando que tipo de energía fueron las más utilizados y de mayor crecimiento desde el 2004 al 2021 dicha información es proporcionada por Osinergmin.

Gráfico 6

Producción de Energía del SIEN



Fuente: (Osinergmin, 2022)





Gráfico 7

Distribución de Producción Eléctrica en el Perú 2019



Fuente: (Minem, 2022)

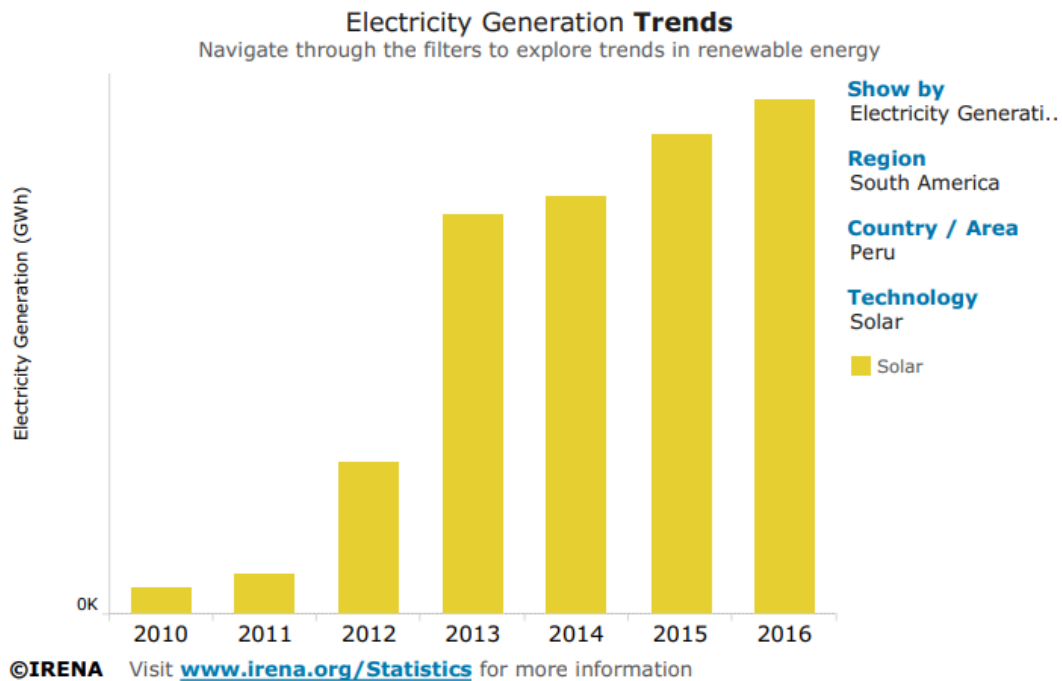
Así mismo podemos observar en el Grafico N° 8 la Tendencia del Uso de Energía Renovable en el Perú, esta información esta detallada al 2016 y fue obtenida de la Agencia Internacional de Energías Renovables, directamente de su departamento de Estadísticas en la cual se puede hacer uso de un software el cual nos brinda la proyección por tipo de energía renovable y por país.





Gráfico 8

Tendencia de Uso de Energía Renovable en el Perú



Fuente: (Irena, 2022)

2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

El impacto ambiental por la generación, distribución y uso de energía eléctrica tradicional es cada vez más alto, así mismo los costos por instalación y mantenimiento de plantas hidroeléctricas y plantas termoeléctricas cada vez es más caro y de mayor impacto, el crecimiento económico y demográfico en el Perú demandan un mayor uso de energía eléctrica, esto trae como consecuencia una mayor demanda de generación de energía la cual en los últimos años se ha graficado con una curva al alza, tal es así que hasta el año 2018, el 55% del total de energía era producido por las grandes centrales hidroeléctricas; el 37% con centrales de gas natural las cuales han tenido un crecimiento exponencial desde el 2004 con la instalación del proyecto Camisea; y alrededor del 7% con energía renovable No Convencional (mini hidro, solar, eólica o biomasa), la cual se ha duplicado desde el 2017 en que esta cifra era solo del 2.3% dentro de los cuales solo el 0.05% tenía como fuente la energía Solar (MINEM 2017).





El Perú es uno de los países con mayor radiación solar de la zona sur de América Latina, tal es así que hay un gran potencial para el uso de este recurso renovable más aun viendo el crecimiento de la demanda de energía eléctrica, y el auge que este tipo de energía está teniendo en los últimos años es de vital importancia para la sostenibilidad ambiental empezar a apostar por estas nuevas fuentes de energía que son de gran provecho para la población ya que no provocan contaminación y son auto sostenibles.

El Perú es un país que por su ubicación geográfica y por su variedad de climas y microclimas cuenta con uno de los mayores niveles de radiación a nivel mundial, especialmente los departamentos de Arequipa, Moquegua y Huancayo.

En Arequipa el nivel de radiación directa normal promedio anual es de 7,622kWh/m² por día (SOLARGIS 2019) lo que nos brinda una excelente oportunidad para el desarrollo de este proyecto fotovoltaico y proyectos fotovoltaicos futuros.





Gráfico 9

Radiación Solar Directa en Arequipa

**Irradiación global horizontal
Promedio anual**

6.849 kWh/m² por día †

**Irradiación directa normal
Promedio anual**

7.622 kWh/m² por día †

Información del proyecto



Nombre del proyecto

Arequipa

Nombre del proyecto	Arequipa
Dirección	Arequipa, Perú
Coordenadas geográficas	-16°28'42", -71°32'35" †
Zona horaria	UTC-05, America/Lima
Elevación	2268m †
Cobertura del terreno	Vegetación dispersa (<15%)
Densidad de población	2495inh./km ²
Azimut del terreno	14°
Pendiente del terreno	8°

Fuente: (Solaris, 2022)

Hoy en día en la ciudad de Arequipa la energía eléctrica es suministrada por la empresa distribuidora de energía eléctrica SEAL la cual atiende a la gran mayoría de la población tanto en el sector doméstico e industrial, o directamente de la generadora EGASA de acuerdo al consumo en MW (Megavatios), tomando en cuenta que esta energía es generada a través de centrales hidroeléctricas y los cambios climáticos que se vienen dando últimamente es que se prevé que en los próximos años el recurso hídrico se verá afectado provocando la escasez de energía en ciertas épocas del año, a consecuencia de esto es que es muy importante promover el uso de energías renovables como la energía solar fotovoltaica.





Si bien es cierto que la gran parte del departamento de Arequipa se encuentra atendido con energía eléctrica distribuida por SEAL y generada por EGASA el crecimiento poblacional y demográfico del departamento de Arequipa no ha dejado de crecer provocando que el área de concesión de estas dos empresas no llegue a cubrir al total de la población, es así que nace la necesidad de ampliar las redes eléctricas, lo cual es bastante costoso y debe pasar por un proceso tedioso y burocrático; sin embargo y en busca de soluciones a esta gran necesidad es que existen proyectos sociales de electrificación de zonas rurales previo estudio de factibilidad, dichos proyectos al ejecutarse pasan a una empresa administradora de bienes e infraestructura que se le aporte, transfiera o encargue, por ejemplo la Empresa de Administración de Infraestructura Eléctrica (ADINELSA) que ya tiene presencia en 8 regiones con Sistemas Fotovoltaicos Domiciliados.

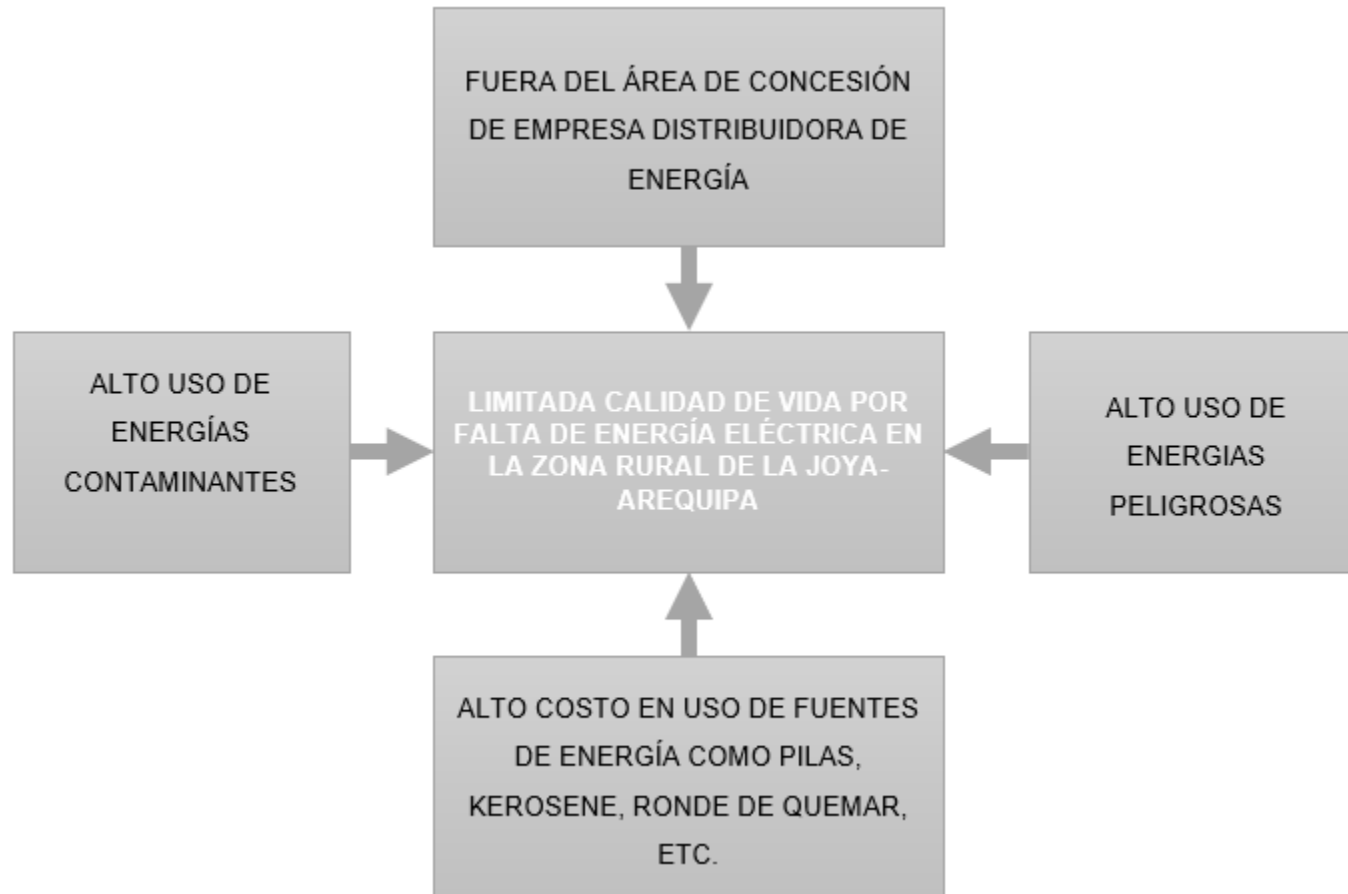
Mencionado esto podemos definir como problema a resolver con el presente trabajo de suficiencia Limitada Calidad de Vida de los Pobladores de un pequeño centro poblado ubicado en el distrito de La Joya departamento de Arequipa a raíz de la falta de Electrificación en la misma por estar fuera del área de concesión de la empresa distribuidora de energía eléctrica.





Gráfico 10

Diagrama de Relaciones Para la Calidad de Vida



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A raíz de lo antes mencionado podemos inferir que el uso de energías renovables, puntualmente de la energía solar no está haciendo aprovechada en el departamento de Arequipa, dejando pasar una excelente oportunidad de modernidad e innovación en la ciudad y sus distritos más necesitados; así mismo de ahorro y retorno de la inversión por el uso de esta energía limpia y amigable con el medio ambiente.

A partir del análisis del problema se puede realizar la siguiente pregunta: ¿Es viable económica y técnicamente la ejecución de un proyecto fotovoltaico para el abastecimiento de energía para centro poblado en zona rural ubicada en el distrito de La Joya-Arequipa?

2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.4.1. Objetivo general

Mejorar la Calidad de Vida de los Pobladores del Centro Poblado ubicado en la zona rural en el distrito de La Joya-Arequipa mediante la viabilidad técnica, económica y financiera del presente Proyecto Fotovoltaico.

2.4.2. Objetivos específicos

- Beneficiar a 33 familias que conforman el centro poblado rural.
- Desarrollar un proyecto que permita determinar la conveniencia de la utilización de energías renovables, utilizando paneles fotovoltaicos.
- Aplicar los conocimientos de ingeniería y que estos permitan hacer uso de las tecnologías existentes, para dar solución al problema observado.
- Demostrar la capacidad de pago por consumo eléctrico de un sistema fotovoltaico en contra posición a los gastos en fuentes de energía tales como pilas, kerosene, diésel, etc.





- Demostrar con el presente proyecto los usos, ventajas y beneficios que el uso de energías renovables y sistemas fotovoltaicos traerán a la sociedad tanto económica como ambientalmente.





CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

3.1.1. Antecedentes de la investigación

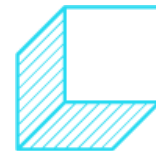
La energía solar para su mejor aprovechamiento se debe transformar y se han desarrollado diversas tecnologías para esta acción, para este apartado haremos mención de dos tecnologías:

La primera es un sistema termo solar, su objetivo es transformar la energía solar en energía eléctrica, el proceso que está adopta no es una conversión directa de la energía solar a la eléctrica, por el contrario, es una conversión indirecta, que utiliza la radiación para calentar un fluido caloportador que hará evaporar el agua, esta se expandirá en una turbina de vapor, convirtiendo su energía térmica en energía mecánica, que después el generador eléctrico convierte en energía eléctrica. Para el aprovechamiento de la energía solar térmica, encontramos tecnologías como: concentradores cilíndricos parabólicos (CCP), sistemas de torres central, espejos Fresnel, entre otros (Villaseñor, 2018)

La segunda tecnología y posiblemente la más utilizada, hace referencia al sistema solar fotovoltaico, que consiste en el aprovechamiento de la radiación para la generación eléctrica, transformación que se realiza empleando unas células a base de silicio. Este fenómeno físico, es debido a la interacción de la radiación luminosa con los electrones presentes en los materiales semiconductores (Solar, 2019)

Módulo fotovoltaico: Son la unidad de fuente de energía renovable primaria en los sistemas fotovoltaicos, convierte





la energía del sol en energía eléctrica a la exposición del sol y está conformado por un grupo de celdas fotovoltaicas interconectadas. Existen dos tipos de módulos fotovoltaicos, silicio cristalino y capa delgada, entre el módulo de silicio cristalino hay dos tipos, el primero es monocristalino, que se diferencia porque todas sus celdas son del mismo color; el segundo tipo, es el policristalino, este se diferencia, porque tienen variedad de tonos y colores entre las celdas que lo conforman. Varios módulos juntos, conforman un generador (Style, 2012)

3.1.2. Bases teóricas

El proyecto diseño y dimensionamiento de sistema fotovoltaico para zona rural en la carretera al distrito de la joya en el departamento de Arequipa.

Gestión de Proyectos: A través del cual se efectúa la planificación, ejecución de la implementación del proyecto.

Diseño: Consiste en revisar el diseño del sistema fotovoltaico para zona rural en la carretera al distrito de la joya en el departamento de Arequipa.

Adquisiciones: Consiste en la adquisición de los componentes que se utilizara en el proyecto.

Implementación: Consiste en la implementación de los trabajos del proyecto.

Prueba: En esta etapa del proyecto se deberá probar y verificar todos los trabajos en las Instalaciones del sistema fotovoltaico.

Capacitación: Mediante el programa de capacitación se prepara al personal encargado de operar y realizar mantenimiento del sistema fotovoltaico.





En el análisis efectuado por (Gamio, 2017)), indica que las zonas rurales del territorio nacional se encuentran en gran proporción alejadas de las redes de energía eléctrica concesionadas, por ello es determinante la participación del Estado en cuanto a la emisión de la normatividad legal que impulse el uso de recursos energéticos renovables (RER), cuyos costos unitarios de conexión son considerablemente menores comparado con la ejecución de redes convencionales. En zonas rurales aisladas, la implementación de sistemas individuales para domicilios o las micro redes para centros poblados menores es altamente factible por las características naturales propias del país. Ello por su parte, implica la reducción en los niveles de contaminación.





Gráfico 11
Energía Solar Incidente Diaria



Fuente: (Senamhi, 1990)





3.1.3. Bases normativas

En cuanto al marco normativo nacional, mediante Decreto Ley N° 25844 se promulgó la “Ley de Concesiones Eléctricas” (en adelante LCE); posterior a ello, mediante Decreto Supremo N° 009-93-EM se promulgó el “Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas” (en adelante RLCE). Ambos dispositivos legales regulan las actividades concernientes al sub sector electricidad a nivel nacional, hoy en vigencia con determinadas modificaciones. Con relación a estos dos dispositivos legales, se indica que en el Artículo 34° literal a) de la LCE (1992), así como en el Artículo 201° literal a) del RLCE (1993), se establece la obligatoriedad de las empresas de distribución del servicio público de electricidad (en adelante Concesionarias) para la prestación del servicio en las denominadas Áreas de concesión; y en extremo opuesto, quedan sujetas a multa en caso de efectuar la prestación del mismo fuera de dichas áreas concesionadas.

Bajo la misma óptica normativa, mediante Ley N° 27849 se promulgó la “Ley General de Electrificación Rural” (en adelante LGER), luego de lo cual mediante Decreto Supremo N° 025-2007-EM se promulgó el “Reglamento de la Ley General de Electrificación Rural” (en adelante RLGER). Ambos dispositivos legales, en el Artículo 1° de la LGER (2006) y en el Artículo 2° del RLGER (2007), establecen su fin ulterior de promover el desarrollo sostenible y eficiente de la electrificación de localidades aisladas, zona rural y frontera nacional. En el mismo sentido, estos dos medios legales establecen, en el Artículo 5° de la LGER (2006) y Artículo 5° del RLGER (2007), que el MINEM a través de su Dirección General de Electrificación Rural (DGER), dentro de sus competencias de electrificación en zonas rurales, efectúa la planificación de proyectos en forma coordinada con Gobiernos Regionales (en adelante GOREs) y gobiernos locales.



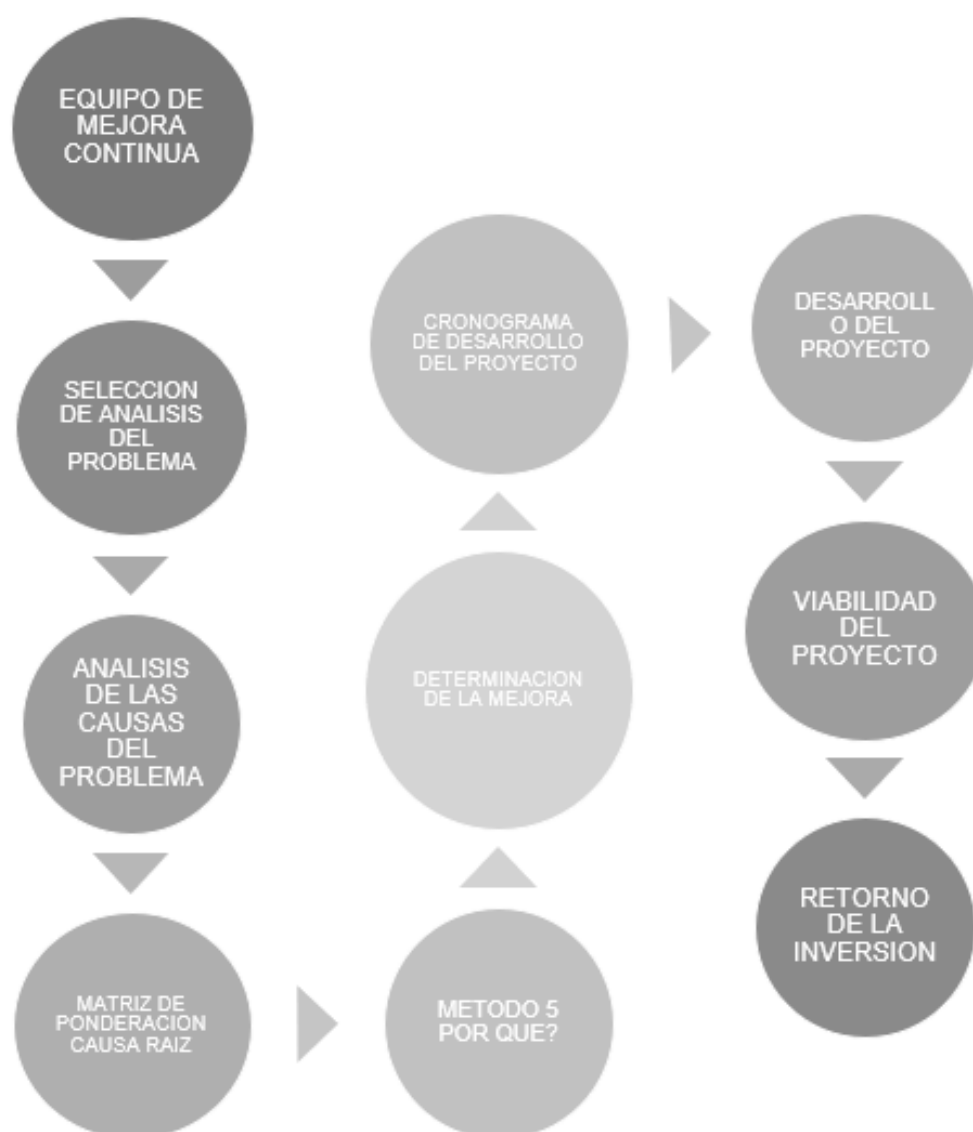


3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO

En el presente trabajo de suficiencia profesional se busca dar solución al problema de Limitada Calidad de Vida de un centro Poblado ubicado en la zona rural del distrito de La Joya en el departamento de Arequipa, a consecuencia de estar fuera del área de concesión de las empresas distribuidoras y generadoras ubicadas en Arequipa.

Gráfico 12

Proceso del Desarrollo del Proyecto



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





3.2.1. Implementación de equipo de mejora continua

Selección de Integrantes

Ingeniero de proyectos

- Responsable de las decisiones multidisciplinarias a nivel técnico-comercial y definición de las principales prioridades de la empresa.
- Supervisa el control de costos y manejo de presupuesto.
- Garantizar el progreso de las obras de construcción respetando los distintos hitos y asegurarse de que no se superen los límites presupuestarios.
- Informe Mensual de la situación de la empresa.
- Proponer, proporcionar y gestionar los recursos humanos necesarios para la empresa.
- Seguimiento de los riesgos y oportunidades de la empresa.

Ingeniero de operaciones y control de calidad

- Realizar del diseño de toda la ingeniería de la planta solar.
- Prueba de fábrica y servicios de testificación de inspección.
- Supervisión durante la construcción.
- Apoyo de Back Office para personal en el sitio durante la fase de construcción y puesta en servicio.
- Seguimiento de los cronogramas del proyecto.
- Verificación de la trayectoria crítica del proyecto de acuerdo a la información recibida.





- Control de costos del proyecto y la determinación mensual del mejor presupuesto estimado.
- Establecer la curva del proyecto S y el control de costos.
- Control y seguimiento de los permisos y licencias requeridos.
- Apoyo en la consolidación de los informes mensuales.

Ingeniero de ventas

- Contacto técnico-comercial con clientes.
- Elaboración de presupuestos y propuestas.
- Reportes periódicos de información de mercado.
- Desarrollar las visitas con los Clientes Potenciales.

Ingeniero de seguridad

- Dar la inducción inicial de seguridad a los trabajadores antes de iniciar una labor.
- Revisar los procedimientos con respecto a la identificación de riesgos y la evaluación de riesgos.
- Supervisar las condiciones de salud, seguridad y medio ambiente en el sitio.
- Coordinar las inspecciones de terceros al sitio.





Tabla 5
Responsables del Proyecto

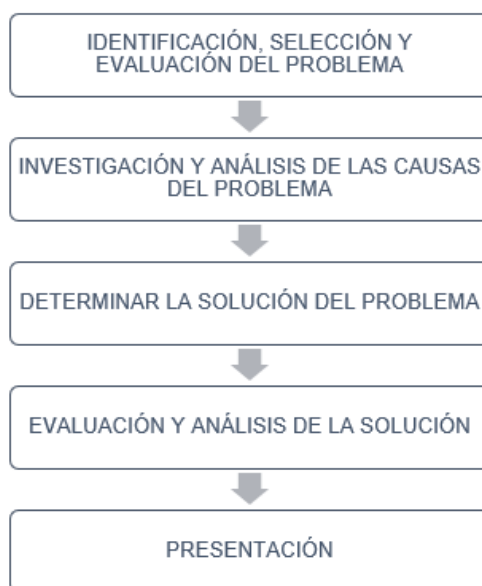
NOMBRE	CARGO	CANTIDAD
LUIS CARLOS BASURCO MALAGA	ING. DE PROYECTOS	1
DIEGO ANDRES PAREDES MALAGA	ING. DE OPERACIONES Y CONTROL DE CALIDAD	1
MARIA EGLE AGUILAR DURAND	JEFE DE VENTAS	1
JOSE CARLOS PAREDES MALAGA	ING. DE SEGURIDAD	1

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

3.2.2. Metodología del equipo de mejora continua

La necesidad de plantear la adopción de la metodología del equipo de mejora continua que aquí se propone tiene etapas y por objeto es definir e identificar los problemas.

Gráfico 13
Diagrama de Metodología



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





3.2.3. Selección de análisis del problema

El equipo de mejora continua de Energy Green Fotovoltaica del Perú, después de una reunión para la identificación de los problemas más recurrentes establecerá un listado de los principales problemas, los cuales se ponderarán para establecer el problema principal al cual se dirigirán los esfuerzos para resolverlo de manera eficiente, para esto se utilizará un cuadro llamado matriz de selección.

En la matriz de selección del problema podemos concluir que el problema a identificado es la escasa inversión en uso de energías renovables, energía solar.

Tabla 6
Matriz de Selección del Problema

ITEM	PROBLEMAS	CRITERIO (1) POCO , (5) MUCHO					TOTAL
		IMPORTANCIA	DIFICULTAD	URGENCIA	IMPACTO ECONOMICO	CONTROL	
1	Centro poblado fuera del area de concesion de la empresa distribuidora de energia en arequipa	3	4	4	2	3	16
2	Ausencia de infraestructura energetica	5	3	4	4	4	20
3	Uso de fuentes de energia ineficientes para satisfacer necesidades basicas	4	2	3	4	3	16
4	Altos costos para el desarrollo de infraestructura energetica	3	4	3	4	4	18
5	Bajo nivel de conciencia ambiental en la poblacion	3	3	4	2	1	13

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





3.2.4. Análisis de las causas del problema

Para establecer y realizar el análisis de las causas del problema que para este trabajo de suficiencia es la “Limitada Calidad De Vida por Falta de Energía Eléctrica” se utiliza la Herramienta de Calidad de Análisis de Causa-Efecto o Diagrama Ishikawa.

PASO 01: Ubicación del problema

Colocar en la cabeza del diagrama el problema identificado “Limitada Calidad De Vida por Falta de Energía Eléctrica”

PASO 02: Determinar elementos

Determinar los elementos de causas como: Proveedores, Usuario Final, Método, Tecnología.

PASO 03: Identificación de causas y/o sub causas

Colocar las causas del problema según clasificándolos por elementos antes mencionados.

PASO 04: Identificación de la causa principal

Establecer criterios de evaluación:

- a. ¿Es factor? - ¿Es un factor que lleva al problema?
- b. ¿Causa directa? – Esto ¿Ocasiona directamente el problema?
- c. ¿Solución directa? – Si esto es Eliminado ¿se corregirá el problema?
- d. ¿Solución factible? - ¿Se puede plantear una solución?
- e. ¿Es medible? - ¿Se puede medir si la solución funcionó?
- f. ¿Bajo costo? - ¿La solución es de bajo costo?





PASO 05: Establecer escala de calificación

Para la ponderación de cada criterio en cada causa será de 1-3, donde:

- 1 = Es menor beneficioso
- 3 = Es mayor beneficioso

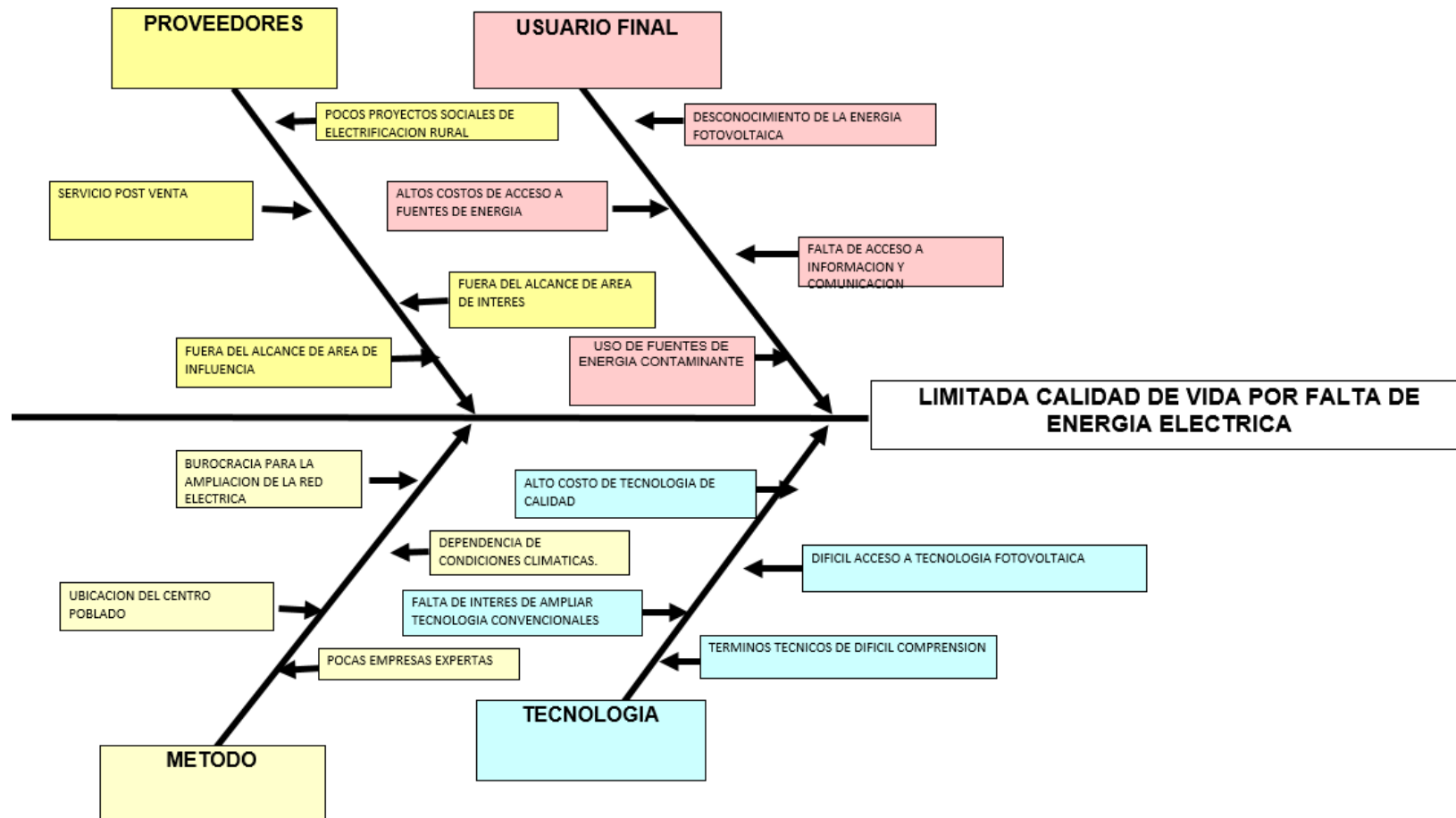
Identificamos la causa principal del problema, en este caso es la falta de conocimiento del uso de energías renovables, lo que con lleva a la desconfianza de su eficiencia, y temor por invertir en el uso de este recurso renovable.





Gráfico 14

Análisis con el Diagrama de Ishikawa



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





3.2.5. Matriz de ponderación causa-raíz

Tabla 7

Evaluación de Causas y Soluciones Usuario Final

CAUSAS	SOLUCIONES	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBILIDAD	MEDIBLE	BAJO COSTO	TOTAL
Uso de fuentes de energía contaminantes	Instalación de sistema Fotovoltaico	1	2	1	2	1	2	9
Falta de acceso a información y comunicación	Mejorar la difusión de proyectos sociales de electrificación rural	2	1	1	1	1	2	8
Altos costos de acceso a fuentes de energía	Uso de fuentes de energía renovable	2	2	2	3	2	3	14
Desconocimiento de la energía fotovoltaica	Difusión y capacitación para el conocimiento de ERE	2	2	3	3	2	3	15

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

Tabla 8

Evaluación de Causas y Soluciones Proveedores

CAUSAS	SOLUCIONES	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBILIDAD	MEDIBLE	BAJO COSTO	TOTAL
Fuera del alcance de área de concesión	Costos elevados de proyectos sociales de ampliación de red.	3	3	3	3	3	3	18
Fuera del alcance de área de interés	Manejo de relaciones con proveedor y negociación de garantías	2	2	2	3	2	2	13
Servicio post venta	Manejo de relaciones con proveedor y negociación de garantías	1	1	1	1	1	1	6
Pocos proyectos sociales de electrificación rural	Servicios de representación en el país	2	1	2	2	1	2	10

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





Tabla 9
Evaluación de Causas y Soluciones Tecnología

CAUSAS	SOLUCIONES	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBILIDAD	MEDIBLE	BAJO COSTO	TOTAL
Alto costo de tecnología de calidad	Alianzas estratégicas/Uso de técnicas B2B	2	3	2	2	3	3	15
Difícil acceso a tecnología fotovoltaica	Estar a la vanguardia de los cambios tecnológicos, membrecías revistas científicas.	1	1	1	2	1	2	8
Falta de interés de ampliar tecnología convencionales	Enfocarnos en las fortalezas del uso de ERE	2	2	2	2	2	3	13
Falta de interés de ampliar tecnología convencionales	Incentivar los proyectos sociales de inversión en electrificación rural con ERE.	1	2	2	1	2	2	10

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

Tabla 10
Evaluación de Causas y Soluciones Método

CAUSAS	SOLUCIONES	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBILIDAD	MEDIBLE	BAJO COSTO	TOTAL
Dificultad de acceso a zonas rurales	Planificación previa para transporte de sistema.	1	1	1	1	1	1	6
Desconocimiento de empresas en técnicas de infraestructura fotovoltaica	Difundir información, realizar talleres y cursos para engrandecer el mercado.	2	2	2	3	2	2	13
Demora en ejecución de proyectos sociales	Utilizar y difundir la guía de presentación de proyectos de electrificación rural con ERE	2	2	2	2	2	2	12

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

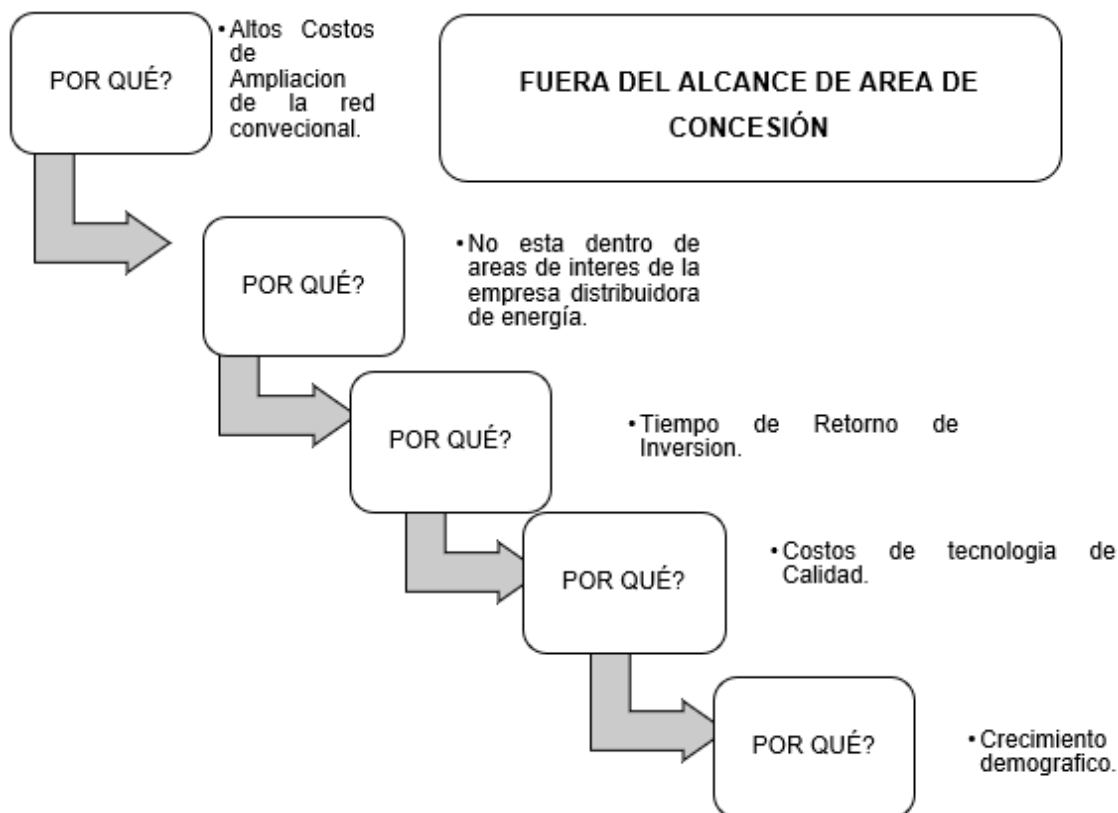




3.2.6. El método de los 5 PQ

Gráfico 15

Análisis con el Diagrama de los 5 Por Qué



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

3.2.7. Determinacion de la mejora

Siendo la principal causa “Centro Poblado Fuera del Área de Concesión” en la organización, se plantea implementar lo siguiente:

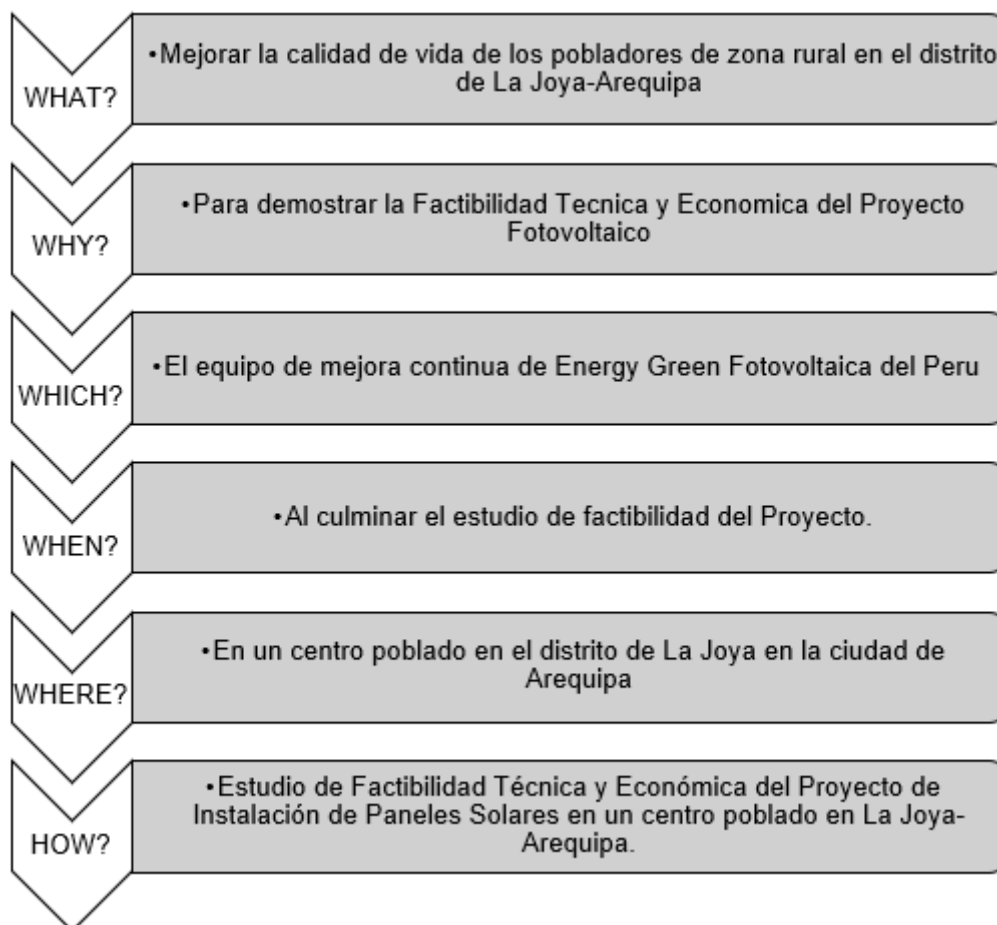
Estudio de factibilidad técnica y económica del proyecto de instalación de paneles solares en zonas rurales.

El desarrollo del estudio de factibilidad técnica y económica del proyecto de instalación de paneles solares en un edificio multifamiliar ubicado en la ciudad de Arequipa. Utilizando las 5W + 1H damos el primer paso para obtener una adecuada información para la toma de decisiones para la ejecución del presente proyecto.





Gráfico 16
Diagrama de 5W + 1H



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





3.3. COSTOS DEL PROYECTO

3.3.1. Propuesta economica

Tabla 11
Listado Propuesta Economica

N°	COMPONENTES	C.U. (S/)	VIDA ÚTIL (AÑOS)
1	Módulo fotovoltaico 80 Wp	S/1,059.00	20
1	Regulador de carga de 10 A.	S/295.00	10
1	Batería sellada libre mantenimiento de C100 de 100 Ah	S/895.00	5
3	Lámparas fluorescentes compactas de 11 W	S/25.00	5
1	Tablero de control para regulador y sistema de protección	S/120.00	20
1	Estructura metálica galvanizada para sujeción de módulo FV, con poste y con base de concreto	S/140.00	20
1	Kits de accesorios metálicos, conexiones eléctricas exteriores e interiores (1)	S/75.00	20
TOTAL		S/2,609.00	

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





Tabla 12

Costos de Materiales y Accesorios

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C.T. (S/)
KIT DE CABLES Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACIÓN DEL SFVD			
Cable vulcanizado 2x12 AWG (módulo-regulador)	m	10	S/2,082.00
Cable vulcanizado 10 AWG (Regulador-Batería)	m	2	S/25.00
Accesorios: grapas, cintillos, alambre vulcanizado	millar	1	S/202.00
SUB TOTAL			S/2,309.00
KIT DE CABLES Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACIÓN INTERNA			
Cajas de paso, borneras, codos y grapas para PVC	Gl	10	S/100.00
		SUB TOTAL	S/100.00
		TOTAL	S/2,409.00

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

Tabla 13

Resumen de los Costos

RANGO	MONEDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
TOTAL, UNITARIO (Sin IGV)	SOLES	S/. 7,327.00	S/. 241,791.00

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





3.3.2. Viabilidad del proyecto

Tabla comparativa extensión de redes versus el proyecto fotovoltaico.

Tabla 14

Comparación de Costo Privado v/s Social

ALTERNATIVA	Evaluación a precios privados		Evaluación a precios sociales	
	VAN (12%)	TIR	VAN (9%)	TIR
EXTENSIÓN DE REDES	-17,006,093	n.a.	-7,346,095	-0.40%

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

Tabla 15

Cálculos del VAN y TIR del Proyecto

Evaluación social	VAN (9%)	TIR
ALTERNATIVA SFV	3,563,801	26.83%

Evaluación a precios de mercado	VAN (12%)	TIR
ALTERNATIVA SFV	-1,397,890	3.28%

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





3.3.3. Retorno de la inversión

Para determinar el retorno de la inversión se utilizará el VAN, TIR y se determinará el tiempo de recuperación de la inversión. Para determinar el VAN y el TIR se utilizaron datos del proyecto de electrificación en zonas rurales de manera global los cuales fueron llevados a costos unitarios de inversión para ser aplicados a la zona rural a intervenir en el distrito de La Joya en el departamento de Arequipa, cabe indicar que se aplicaron precios sombra o más conocidos como precios sociales, ya que este proyecto está enfocado al bienestar social, adicionalmente se realizó una comparación de la ampliación de redes en contra posición de realizar un proyecto fotovoltaico auto sostenible.

Tabla 16
Listado Propuesta Económica

DESCRIPCIÓN GENERAL	DATOS
Potencia Instalada (kW)	6.2
Factor de Conversión	3000
Costo KW/h (s/.)	0.84
Rendimiento CP	100%
Costo Mantenimiento	10%
Inversión	S/241,791.00
Tiempo Depreciación	10

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





Tabla 17
Flujo de Caja en Base al Proyecto

	Inversion	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Produccion Energetica		S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00	S/45,000.00
Costo de Mantenimiento		S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00	S/4,500.00
Margen Bruto		S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00
Depreciacion		S/27,179.10	S/27,179.10	S/27,179.10	S/27,179.10	S/27,179.10	S/27,179.10	S/27,179.10	S/27,179.10	S/27,179.10	S/27,179.10										
Gastos Produccion																					
Margen Operativo		S/13,320.90	S/13,320.90	S/13,320.90	S/13,320.90	S/13,320.90	S/13,320.90	S/13,320.90	S/13,320.90	S/13,320.90	S/13,320.90	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00	S/40,500.00
Impuestos		S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40	S/4,892.40
Depreciacion	S/271,791.00																				
Margen Neto	-S/271,791.00	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60	S/35,607.60

VAN	S/31,356.57
COK	10%
TIR	12%
PAYBACK	7.079118643

Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

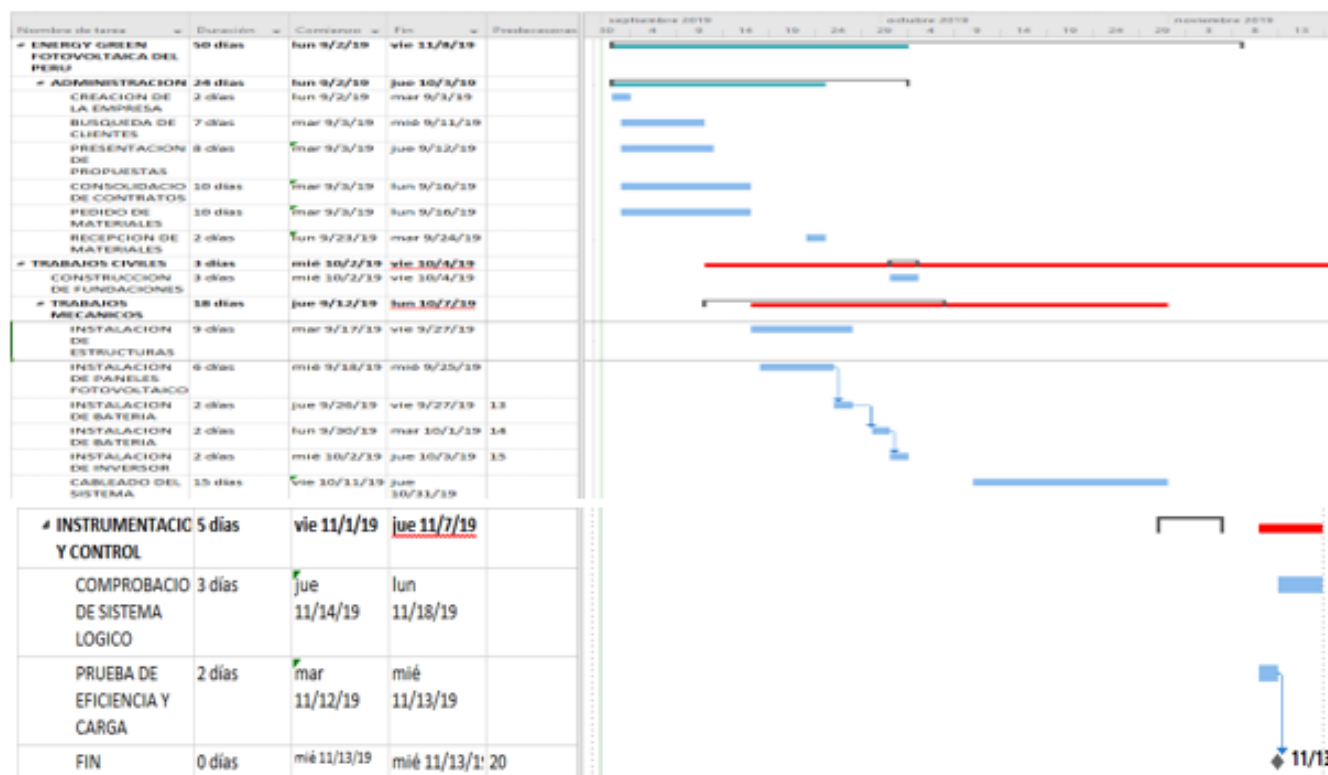
Se puede apreciar que el proyecto es económicamente viable, ya que se cuenta con un VAN de S/ 31,356.57 con un COK de 10% , asi mismo tenemos una TIR de 12% con un periodo de retorno de la inversion de 7.079 años.





3.4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Gráfico 17
Cronograma del Proyecto



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





3.5. CONCLUSIONES

- La presente investigación concluye que el siguiente proyecto de energía solar fotovoltaica es viable técnica, económicamente, tomando en cuenta el uso de precios sociales y privadas para realizar las comparaciones respectivas.
- Para la realización del estudio de factibilidad económica se tomaron datos de un estudio realizado por ADINELSA, los cuales fueron generados para un macro proyecto, el presente trabajo de suficiencia tiene un alcance para 33 beneficiados.
- Los aprovechamientos de energías renovables cuentan con gran potencial de crecimiento.
- Considerando las condiciones climáticas de la ciudad de Arequipa se concluye que la ciudad cuenta con las características necesarias para la generación de energía solar fotovoltaica teniendo un factor de capacidad de 21,80%, que hace que técnicamente sea un proyecto viable.
- De acuerdo al análisis económico financiero se concluye que el proyecto es factible ya que se tiene los siguientes indicadores económicos:
 - VAN: S/ 31,356.57
 - TIR: 12%
 - PAYBACK: 7.079 AÑOS

3.6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la empresa privada formule mejores proyectos a través del SNIP e invierte.pe para la mejora del uso de recursos y beneficios sociales a través de las convocatorias de proyectos sociales.
- Una vez realizado el estudio organizacional se recomienda tratar de reducir los costos administrativos a corto plazo ya que en el inicio de las operaciones se tendrán ingresos mínimos que podrán cubrir los costos





administrativos y de operación, a medida que vaya creciendo el proyecto se debe ir incrementando el personal administrativo.

- Realizado el análisis económico del proyecto y siendo factible de acuerdo a los indicadores económicos se recomienda implementar el proyecto e iniciar las operaciones en la ciudad de Arequipa
- Identificando el proyecto como una fuente de trabajo a profesionales y personas técnicas y generando el aprovechamiento de la energía solar se recomienda que la empresa implemente sus políticas ambientales de manera que sean el pilar de su cultura organizacional.





CAPÍTULO IV

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS

Basurco Malaga, L. C. (2022). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII/UAP - Para obtener el título de Ingeniero Industrial. *“Proyecto de diseño y dimensionamiento de sistema fotovoltaico para zona rural en la carretera al distrito de La Joya en el departamento de Arequipa”*. Arequipa, Perú: Electrónico&Digital.

Gamio. (2017).

Googlemaps. (2022). *Sitio de unicación de la empresa de estudio*. Obtenido de www.google.com.pe/maps:
<https://www.google.com.pe/maps/place/Av.+Goyeneche+1804,+Miraflores+04004>

Irena. (2022). *Datos y Estadísticas*. Obtenido de www.irena.org:
<https://www.irena.org/Statistics>

Mheducation. (2022). *Componentes de una instalación fotovoltaica*. Obtenido de www.mheducation.es:
<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

Minem. (2022). *Ministerio de Energía y Minas*. Obtenido de www.gob.pe/minem:
<https://www.gob.pe/minem>

Osinergmin. (2022). *Energías renovables en el Perú*. Obtenido de www.osinergmin.gob.pe:
https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energia-Renovable-Peru-10anios.pdf

Senamhi. (1990). *Energía solar incidente diaria, promedio anual*. Obtenido de www.gob.pe/senamhi: <https://www.gob.pe/senamhi>

Solar, E. (2019).





Solaris. (2022). *Mapas interactivos de los proyectos*. Obtenido de www.solargis.com:
<https://apps.solargis.com/prospect/map?s=-12.05,-77.050003&c=-12.060809,-77.124023,5>

Style, O. (2012).

Technology Roadmap. (2014). *Solar Photovoltaic Energy, 2014 edition*. . International Energy Agency.

Villaseñor, R. (2018).





CAPÍTULO V

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CO2 : Dióxido de carbono

Osinergmin: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

COES SINAC: Comité de Operaciones del Sistema Interconectado Nacional

Minem : Ministerio de Energía y Minería

SEIN : Sistema Eléctrico Interconectado Nacional

Wh/m2 : vatio-hora por metro cuadrado

SEAL : Sociedad Eléctrica de Arequipa

Mw : Megavatios

Kw : Kilovatios

LED : Light Emitting Diode “Diodo emisor de luz”

kWh : Kilovatio-hora

INDECOPI : Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la propiedad Intelectual.

INEI : Instituto Nacional de Estadística e Informática

RER : Recursos Energéticos Renovables

DC/ AC : Corriente Continua/Corriente Alterna

MINAM : Ministerio del Ambiente

SEIA : Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

SNIP : Sistema Nacional de Inversión Pública





- IPER** : Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos
- INDECI** : Instituto Nacional de Defensa Civil
- SSOMA** : Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente
- DGAEE** : Dirección General de Asuntos Ambientales Energía
- SIEN** : Sistema Eléctrico Interconectado Nacional





CAPÍTULO VI

ANEXOS

Anexo 1

Verificación de la Zona de Desarrollo del Proyecto



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

Anexo 2

Zona de Desarrollo del Proyecto 1 de 1



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





Anexo 3

Zona de Desarrollo del Proyecto 1 de 2



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

Anexo 4

Zona de Desarrollo del Proyecto 1 de 3



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)





Anexo 5

Zona de Desarrollo del Proyecto 1 de 4



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

Anexo 6

Supervisión del Desarrollo del Proyecto



Fuente propia: (Basurco Malaga, 2022)

