



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Análisis técnico económico para suministrar electricidad mediante
sistema fotovoltaico en C.P Las Pozas - Olmos”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE:
BACHILLER EN INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

AUTOR:

Cabanillas Barrantes Elio (ORCID: 0000-0003-4842-071X)

ASESOR:

Ing. Vega Calderón, Edilbrando (ORCID: 0000-0003-1880-1677)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución

CHICLAYO – PERÚ

2020

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Índice de contenidos	ii
Índice de Tablas.....	iii
Índice de figuras	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	15
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
IV. CONCLUSIONES.....	27
V. RECOMENDACIONES	28
REFERENCIAS	29
ANEXOS.....	32

Índice de Tablas

Tabla 1. Variables.....	17
Tabla 2. Calculo de Potencias	22
Tabla 3. Radicación Solar.....	23
Tabla 4. Sistema Fotovoltaico.	24
Tabla 5. Costos de implementación.	25
Tabla 6. Evaluación Económica.	25
Tabla 7. Costos de Implementación.	26

Índice de figuras

Figura 1. Radiación Solar.....	7
Figura 2. Batería.....	9
Figura 3. Regulador de Carga.....	9
Figura 4. Inversor.....	10

Resumen

Para realizar el análisis técnico económico para suministrar electricidad mediante un sistema fotovoltaico al centro poblado las Pozas – Olmos, el cual cuenta con una población de 31 viviendas, y realizar correctamente el estudio se tomaron datos de los habitantes con el fin de conocer la demanda de energía así mismo esta demanda de energía cumple con lo establecido por el ministerio de energía y minas, se obtuvieron datos de radiación solar, luego se realizó los cálculos del dimensionamiento del sistema fotovoltaico, para la distribución de la energía se diseñó una red secundaria trifásica de baja tensión teniendo en cuenta las normas nacionales de electrificación rural y finalmente se realizó la evaluación económica usando herramientas financieras como el VAN, TIR y la relación costo-beneficio de esta manera determinamos si es factible el suministro de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el centro poblado.

Palabras Claves: Análisis, Energía y Sistema

Abstract

To perform the economic technical analysis to supply electricity through a photovoltaic system to the town center Las Pozas - Olmos, which has a population of 31 homes, to correctly conduct the study data were taken from the inhabitants in order to know the demand for This energy demand also meets the requirements of the Ministry of Energy and Mines, solar radiation data was obtained, then the calculations of the sizing of the photovoltaic system were performed, for the distribution of energy a three-phase secondary network of Low voltage taking into account the national standards of rural electrification and finally the economic evaluation was carried out using financial tools such as the VAN, TIR and the cost-benefit ratio in this way we determine if the supply of electric energy through a photovoltaic system is feasible in the populated center.

Keywords: Analysis, Energy and System

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación tuvo como propósito fundamental el estudio Análisis técnico económico, debido a que en la actualidad ha ido incrementando el uso de las energías renovables y así logrando sustituir las diversas fuentes convencionales por energías renovables fotovoltaicas ya que son limpias e inagotables. (Cardona, Delgado, & Chica-Velásquez, 2020)

Debido a la degradación del medio ambiente ya al incremento del costo de los combustibles fósiles, es por eso que las energías renovables se han convertido como una alternativa importante para producir electricidad. (Campas & Martínez, 2018)

Es por esa razón que la energía solar fotovoltaica es considerada como una de las tecnologías renovables amigables con el medio ambiente.

La energía fotovoltaica a de más de no generar contaminación al medio ambiente no de manda de grandes infraestructuras ni mantenimientos complejos, fácil de instalar y muy fácil de utilizar. (Beristáin-Jiménez, Pérez-Ramírez, & Gámez-Elizalde, 2020)

Motivo por el cual en este trabajo de investigación se ha investigado la eficiencia de los paneles solares y la economía que se puede lograr con este tipo de energía.

Para realizar la siguiente investigación se han tomado como referencias a nivel internacional, nacional y local.

A nivel internacional, el no contar con una visión futura sobre la energía tiene consecuencias impredecibles, la carencia de fuentes de energía accesibles, seguras y utilizables a escala local pone gravemente en peligro la obtención de alimentos y de agua, así como la atención sanitaria y la educación, actualmente se está comenzando a apreciar un lazo entre el elevado costo de la energía y la escasez de agua y alimentos, y este lazo está comenzando a expresarse en forma de conmociones sociales y políticas (AVALOS, 2017).

Según (Domenech, 2013) en su tesis “METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ELECTRIFICACIÓN AUTÓNOMOS PARA COMUNIDADES RURALES” en su resumen manifiesta lo siguiente los sistemas de electrificación autónomos basados en el uso de energías renovables son adecuados para suministrar electricidad a comunidades alejadas de los sistemas eléctricos. (Arellanes, Rodríguez, Orosco, Pérez, & Beristain, 2018). Para la implementación de dichos sistemas existen instrumentos de apoyo a la toma de decisiones, y aun así no abarcan algunas consideraciones técnicas y sociales, y/o no entran en el detalle específico del proyecto. En tal sentido, el objetivo de esta tesis doctoral es desarrollar una metodología para ayudar en el diseño de sistemas de electrificación autónomos basados en las energías eólica y solar, que sea adecuada a las características económicas, técnicas y sociales de comunidades rurales de países en desarrollo. (Matsumoto, y otros, 2019) Se ha creído conveniente citar el trabajo del señor domenech puesto que propone una metodología que se ha seguido en el presente trabajo, la cual consiste en tres etapas. La primera nos dice que realicemos un estudio a la población basándonos en tres aspectos socioeconómicos, energéticos y técnicos. La segunda que es el proceso del propio diseño, y la tercera que es opcional en la cual se mejoran los costos obtenidos manteniendo las decisiones tomadas anteriormente. (Takigawa, Aranha Neto, Fernandes, de Campos, & Cardoso, 2019)

Asi mismo a Nivel nacional, la electrificación rural, tiene como propósito concentrar la igualdad de los derechos ciudadanos, en particular el de acceso al servicio básico de electricidad a la vivienda, resolviendo así las enormes brechas existentes en infraestructura entre las zonas urbanas y las áreas rurales y de frontera del país, incorporando a sus beneficiarios al mercado, al consumo y al desarrollo, logrando así su inclusión social con la finalidad de reducir la pobreza (Minas, 2017)

Para (Ramírez Quiroz, 2015) en su tesis doctoral titulada “MODELO ESTRATÉGICO PARA VIABILIZAR PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD UTILIZANDO ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN ZONAS RURALES DEL PERÚ, PARA PROMOVER SU DESARROLLO SUSTENTABLE” el objetivo de esta investigación es proponer un modelo estratégico para posibilitar el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica, con el aprovechamiento de las energías renovables no convencionales en zonas rurales en la cuales los pobladores se encuentran en un ambiente de pobreza, que permita potenciar su desarrollo de una manera sostenible.

De igual manera para (Valdiviezo Salas, 2014) en su tesis “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 15 COMPUTADORAS PORTÁTILES EN LA PUCP”. El presente trabajo tuvo como propósito diseñar un sistema fotovoltaico para el suministro de energía a 15 computadoras portátiles de la PUCP, el cual se presenta de manera ordenada, los conceptos fundamentales, el dimensionamiento de los equipos, el cálculo estructural y una evaluación de los costos involucrados. Se hizo uso de información obtenida de una estación climatológica para así aprovechar mejor la energía proveniente del sol, almacenarla para su posterior uso. Esta propuesta podrá ser replicada en otras universidades, institutos, colegios o centros nacionales.

La electrificación rural, tiene como propósito concentrar la igualdad de los derechos ciudadanos, en particular el de acceso al servicio básico de electricidad a la vivienda, resolviendo así las enormes brechas existentes en infraestructura entre las zonas urbanas y las áreas rurales y de frontera del país, incorporando a sus beneficiarios al mercado, al consumo y al desarrollo, logrando así su inclusión social con la finalidad de reducir la pobreza (Minas, 2017)

En ese mismo sentido a Nivel Nacional, en el C.P Las Pozas – Olmos existen 45 viviendas con una población de 150 habitantes los cuales hasta la actualidad no cuentan con suministro de energía eléctrica, por tal motivo dicha población no cuenta con los servicios básicos como son a la iluminación, refrigeración, información, comunicación, los cuales son totalmente necesarios. Esto genera una desventaja a su población con respecto a otros ciudadanos, y a su vez no genera oportunidades de desarrollo en la población, haciendo que dichos ciudadanos no puedan superar la pobreza en la que viven. (Carvalho, Dalsasso, Guedes, & Dos Santos, 2018)

Las características del centro poblado son su lejanía y la baja demanda lo cual ha generado que las empresas concesionarias de electricidad no se interesen en este centro poblado para suministrar energía eléctrica. (Gomes, Pinto, & Fialho, 2017)

Formulación del problema.

¿Será factible técnica y económicamente suministrar electricidad mediante un sistema fotovoltaico al CP Las Pozas - Olmos?

Justificación.

Justificación del estudio. La dotación de energía eléctrica a comunidades aisladas, la cual debe ser brindada de tal manera que genere confiabilidad y sostenibilidad dota de mejoras a dicha población en su calidad de vida. No obstante, en nuestro país las comunidades rurales al no contar con el servicio presentan una desventaja frente a comunidades de las áreas urbanas.

Con el fin de revertir este escenario se requiere la ejecución de proyectos los cuales son solventados ya sea por el gobierno o entidades privadas.

Justificación social. El estudio tiene una justificación social debido a la desigualdad de las zonas rurales con las urbanas. Al ejecutar la tesis propuesto por mi persona se dotará a la población del suministro eléctrico lo que contribuirá a una

mejora social ya sea en educación salud transporte etc.

Justificación ambiental. Al implementar el presente trabajo se generará energía limpia debido a la utilización de la energía solar y esto contribuirá a la reducción de CO2 que se genera debido a otros tipos de energía como son la térmica o la quema de combustibles fósiles, los cuales se están agotando y el mundo no debe depender de dichas energías.

Hipótesis

La aplicación de un estudio de factibilidad nos permite conocer si el suministro de electricidad mediante un sistema fotovoltaico en el CP Las Pozas - Olmos es rentable técnica y económicamente.

Objetivos.

Objetivo general.

Analizar en forma técnica y económica el suministro de electricidad mediante un sistema fotovoltaico en el centro poblado CP Las Pozas - Olmos.

Objetivos específicos

- a.** Realizar el cálculo de potencia instalada para suministrar energía eléctrica del CP Las Pozas – Olmos.
- b.** Determinar la inversión total para el suministro de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el CP Las Pozas - Olmos.
- c.** Realizar la evaluación económica e indicar la factibilidad de la implementación de proyecto.

En ese mismo contexto mi trabajo de investigación está basado el siguiente marco teórico para sustento.

Energías renovables: el sol es el origen de todas las energías renovables porque su calor provoca en la tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos, fuente de la energía eólica El sol ordena el ciclo del agua, causa la evaporación que predispone la formación de nubes y, por tanto, las lluvias. También del sol procede la energía hidráulica. Las plantas se sirven del sol para realizar la fotosíntesis, vivir y crecer. Toda esa materia vegetal es la biomasa. Por último, el sol se aprovecha directamente en las energías solares, tanto la térmica como la fotovoltaica. Las renovables son la clave de un modelo energético sostenible que puede cubrir nuestras necesidades sin poner en peligro el medio ambiente. (Paulina, 2010)

- **Energía solar:**

“Es la energía que se obtiene a través del aprovechamiento de la radiación, la cual se transforma mediante los dispositivos apropiados, ya sea en forma eléctrica o térmica, para su consumo posterior donde se requiera”. “Los dispositivos encargados de usar la radiación y transformarla en energía útil es el panel solar, los cuales pueden ser: módulos fotovoltaicos y captadores solares térmicos” (LEONARDO, 2016)

- **Radiación solar.**

“Es la energía que se genera en el sol mediante reacciones nucleares de fusión, transmitiéndose en forma de radiación electromagnética y alcanzando la atmosfera terrestre” (Cantos Serrano, 2016)



Figura 1. Radiación Solar.

- **Irradiación solar:**

“La irradiación es la energía que recibe una unidad de superficie en un tiempo determinado” (Cantos Serrano, 2016)

Las unidades con las cuales se mide son $Wh/m^2/día$, o $kW/m^2/día$.

Para el dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos, se refiere a la irradiación solar como Hora Solar Pico (HSP), que equivale a las horas del día en que la irradiación es $1000W/m^2$. (Oliveira, Lima, Nunes, Freire, & Almeida, 2018)

Sistemas solares fotovoltaicos “Este tipo de sistemas generan electricidad directamente de la radiación solar. Su función elemental de transformar la radiación solar en energía eléctrica la ejecuta el módulo fotovoltaico. La intensidad producida es continua a un voltaje variable, pero en la mayoría de instalaciones es de 12 voltios” (Orbegozo & Arivilca, 2015)

Tipos de sistemas fotovoltaicos.

Existen tres tipos de sistemas:

- **sistemas conectados a la red:** “son los cuales inyectan a la red todo lo que producen, vendiendo la energía generada a la compañía eléctrica de la red a la que se conectan” (Cantos Serrano, 2016)

Para cantos, los más importantes usos de este tipo de sistemas son:

Mini centrales de generación: son aquellas instalaciones con conexión a la red que se ubican en edificios, sobre todo en aquellas con espacio disponible en sus cubiertas, dichas instalaciones venden la energía que no aprovechan durante el día. (Castaño-Gómez & García-Rendón, 2020)

Centrales de generación de energía: también llamadas centrales fotovoltaicas, las cuales cumplen la misma función que una central de generación de energía eléctrica, la cual suministra su producción al SEIN (Ferreira & Paiva, 2020)

- **Sistemas aislados:** “Lo compone un sistema de generación de electricidad sin necesidad de estar conectado a la red eléctrica, son especialmente útiles en ubicaciones donde no existen líneas eléctricas convencionales” (Murillo & Aguirre, 2018)

Un caso especial de instalación fotovoltaica es lo que se conoce como sistema híbrido, el cual incluye otro tipo de generación ya sea diésel o eólico el cual se combina con el generador fotovoltaico para permitir un suministro eléctrico más seguro. (Espejo & Molina, 2016)

Componentes de un sistema fotovoltaico:

Módulos fotovoltaicos:

Un módulo está compuesto por células fotovoltaicas conectadas, que cuando están expuestas a la radiación, generan una corriente eléctrica. Pueden ser de dos tecnologías: celda delgada y silicio cristalino, de momento, los que tienen una mayor venta en el mundo son los módulos cristalinos y además son los que mejor se adaptan a los sistemas aislados. (Margeta & Đurin, 2017)

Baterías solares:

“Existen diferentes tipos de baterías, pero las más apropiadas para aplicaciones fotovoltaicas son las baterías de plomo-ácido, debido a las buenas propiedades que presentan como son de auto descarga, número de ciclos y costo económico, existen diversos tipos como son las estacionarias, las solares y las de gel (Sanseverinatti, Loyarte, Clementi, & Vega, 2018)



Figura 2. Batería.

Regulador de carga:

“Es un dispositivo que gracias al microprocesador que incorporan, controlan los procesos de carga y descarga de las baterías y cumplen las siguientes funciones: protección contra sobrecargas, protección contra sobre descargas, sistema de adquisición de datos” (Machado & Miranda, 2015)



Figura 3. Regulador de Carga.

Inversor:

“La función de este equipo es convertir la corriente continua en alterna”
“interiormente un inversor incluye circuitos electrónicos con transistores o tiristores para realizar la conversión de la forma de onda, además de filtros para afinarla” (Energía Solar Fotovoltaica en la Antártida, 2018)



Figura 4. Inversor.

Dimensionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos.

“Para determinar la dimensión de un sistema fotovoltaico es necesario saber la potencia instalada (utilizando su máxima demanda de carga con una proyección a futuro) de esta manera satisfacemos las necesidades de electricidad a los posibles usuarios” (Espejo & Molina, 2014)

- **Cálculo del consumo de energía:**

“Para realizar el cálculo del consumo de energía, este se debe hacer teniendo en cuenta las pérdidas, dichas pérdidas serán compensadas por el sistema fotovoltaico teniendo en cuenta los rendimientos de los equipos, las pérdidas en cables, etc.” (Alarcón-Castro, García-Alvarado, Sánchez-Friera, & Zapico-Ania, 2018)

El consumo real diario será:

$$E = \frac{E^t}{R}$$

Donde R es el parámetro de rendimiento global de la instalación, el cual se obtiene en función de los factores de pérdidas. La experiencia demuestra que el rendimiento global R, normalmente se encuentra entre 0,6 y 0,75 (Sosa-Ibarra & García-Alvarado, 2018)

- **Criterio de dimensionamiento del mes crítico:**

“El objetivo de las instalaciones aisladas es garantizar el suministro eléctrico, por lo que el dimensionamiento se realiza para las peores condiciones de operación” (Antonio Vásquez, María Rodríguez, Saltos, Rodríguez, & Cuenca, 2018)

Dicho dimensionamiento se realiza conociendo la máxima demanda de energía, así como la menor radiación mensual incidente en el lugar, con lo que para dicho mes la instalación quedara dimensionada en forma ajustada, pero para el resto del año quedara algo sobredimensionada. (Castillo-Calzadilla, Macarulla, Borges, & Alonso-Vicario, 2018)

- **Dimensionamiento del generador fotovoltaico:**

“Aunque los módulos generan energía durante todas las horas en las que existe radiación solar, dicha energía generada es equivalente a la que producirían durante el número de horas solares pico operando a su potencia máxima o potencia pico” (Robles Algarin & Rodríguez Álvarez, 2018)

Dicho dimensionamiento de módulos está dado por la siguiente formula:

$$N_T = \frac{E}{P_p \times HSP \times n_m}$$

Donde:

N_T : número total de módulos que debemos instalar

E : es el consumo total diario (Wh/día)

HSP : horas solares pico

n_m : rendimiento del módulo (Cantos, 2016, p.100).

- **Cálculo de la capacidad del sistema de baterías:**

“Para calcular la capacidad del banco de baterías es necesario conocer el número de días de autonomía requerido en la instalación, así como la profundidad de descarga y el voltaje del banco” (Durin, Lajqi, & Plantak, 2018)

La capacidad del banco de baterías esta dado en Ah, y se dimensionara mediante la siguiente expresión:

$$C_{sist} = \frac{E \times N}{V_{cc} \times Pd}$$

Donde:

C_{sist} : capacidad del sistema de acumulación (Ah)

E : consumo real (Wh/día)

N : número de días de autonomía

P_d : la profundidad de descarga de las baterías

V_{cc} : la tensión de suministro de corriente continua.

- **Cálculo del regulador de carga:**

“La elección del regulador de carga se efectuará en función de la aplicación, el voltaje nominal del sistema y la intensidad máxima de generación” (Ferrero, Gómez, Olivencia, Cerruela, & Crespo, 2017)

“suele sobredimensionarse en torno a un 20%, ya que su costo económico no es excesivo y así tendremos garantizada la seguridad de su operación” (Roca, 2017)

Dónde: $I_R > 1,20 \times N_p \times I_{sc}$

I : intensidad máxima a soportar en régimen nominal por el regulador

N_p : número de ramas en paralelo del generador

I_{sc} : intensidad de cortocircuito de cada uno de los módulos.

- **Cálculo del inversor DC/AC:**

“la potencia del inversor depende de la potencia que demandan los consumos, en este caso no conviene sobredimensionar demasiado el inversor puesto que la eficiencia disminuye mucho cuando el inversor trabaja a una baja potencia” (Guimarães, Fabris, Nogueira, & Russo, 2017)

$$P_{inv} = 1,1 \times P_{CA}$$

Donde:

P_{inv} : potencia del inversor

P_{CA} : potencia que demandan los consumos.

Estudio de factibilidad

Una vez recopilado este material se procesa y presenta en forma metódica, debidamente detallada y de tal manera que facilite una decisión en cuanto a la implementación técnica y económica del proyecto. Su propósito es construir un instrumento para la toma de decisiones que, en este caso, se refieren a proyectos de inversión. (Ramalho, Cândido, & Albernaz, 2016)

VAN y TIR

➤ VAN

“El valor actual neto es la suma de todos los flujos de caja estimados para el proyecto, deduciendo el valor de la inversión. Es decir, mide el valor que tendrían todos los ingresos y costos en el momento actual y para realizar esta actualización se utiliza el factor de tasa de descuento” (Vaca, y otros, 2019)

La fórmula para el cálculo el VAN es la siguiente:

$$VAN = \frac{-A}{F} + \frac{FNC_2}{(1+K)} + \dots + \frac{FNC_n}{(1+K)^n}$$
$$NC_1 = (1+K)^1$$

Donde:

A: Capital invertido o costo inicial.

FNC: flujo neto de caja o flujo de tesorería al final de cada periodo (año, mes, etc.).

K: Tipo de actualización.

Según este parámetro, una inversión resulta rentable cuando el VAN es positivo, lo que significa que la suma de todos los flujos de caja valorados en el primer año supera el costo inicial. Si se analizan varias opciones, la más rentable será la que tenga el mayor VAN

➤ TIR

“La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN de la inversión de un proyecto sea igual a cero. Es decir, encuentra la tasa de descuento para la cual se igualan los ingresos actualizados a los costos” (Milanesi, 2016)

La expresión para calcular el TIR es la siguiente:

$$VAN = \frac{-A}{F} + \frac{FNC_2}{(1+K)} + \dots + \frac{FNC_n}{(1+K)^n}$$

$$\frac{FNC_1}{(1+r)^1} \quad \frac{FNC_2}{(1+r)^2} \quad \frac{FNC_n}{(1+r)^n}$$

Representando la r la TIR del proyecto. Una inversión es rentable si el TIR obtenido es superior al tipo de interés que se aplica a la inversión. En el caso de barajar diferentes alternativas, será más recomendable la que ofrezca un mayor TIR

➤ **ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO**

“Para realizar el análisis costo-beneficio no se cotejan ingresos con egresos, sino beneficios sociales con costos sociales” (De Rus, 2008, p.20).

“Una vez identificados los puntos anteriormente mencionados se procede a la resta de los costos menos los beneficios en favor de la sociedad, al resultado se le llama el beneficio social neto que deja un proyecto” (De Rus, 2008, p.20).

II. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de investigación

La tesis estará basada en un diseño **no experimental** debido a que se procederá a la recolección de datos para su posterior análisis, debido a que los datos serán recogidos en un instante dado el trabajo planteado es transversal y a su vez **Descriptiva**.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable independiente: Estudio de factibilidad

2.2.2. Variable dependiente: Suministro de energía eléctrica

2.2.3. Operacionalización de variables.

Tabla 1. Variables.

Variable independiente				
variable	Definición conceptual	Definición operacional	indicadores	Escala de medición
Análisis Técnico Económico	Abarca los antecedentes e informaciones importantes para un proyecto, con el fin de procesarlos en tal sentido que nos proporcione de manera apropiada cuanto a la implementación del proyecto (Erossa, 2004 p.21)	Estudio técnico: Determinación de la potencia instalada	Cantidad de radiación solar	ordinal
		Estudio económico: VAN. Mide el valor que tendrían todos los ingresos y costos TIR. Es la tasa de descuento para la cual se igualan los ingresos actualizados a los costos también actualizados. COSTO BENEFICIO. Es un análisis adicional del cual se realizara para comparar si los beneficios del proyecto son superiores a los costos de este.	Costos	

Variable dependiente				
variable	Definición conceptual	Definición operacional	indicadores	Escala de medición
Suministro de electricidad mediante sistema fotovoltaico	Comprende medios y elementos que son necesarios para generar transportar y distribuir la electricidad (Méndez y Cuervo, 2007, p. 28)	Generación de energía eléctrica	Cantidad de energía demandada por la comunidad.	ordinal
		Distribución a los usuarios	Potencia eléctrica que consumirían los usuarios	ordinal

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población y muestra.

Población.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se tomará como población a todas las 45 viviendas del centro poblado.

Muestra.

Como muestra se tomará las 45 viviendas del centro poblado en estudio por ser una muestra no aleatoria

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Para la recolección de los datos necesarios en la realización de la presente tesis se ha creído conveniente aplicar las siguientes técnicas con sus instrumentos necesarios.

2.4.1 Recolección de datos de radiación:

Para conocer el potencial de radiación solar que se va a utilizar para la generación de energía. El instrumento para desarrollar esta técnica el

Análisis de base de datos.

- **Observación:** esta técnica nos permitirá conocer el estado en que se encuentra nuestra población, ya sea en diferentes aspectos como social, económico, y ambiental. Así mismo con este instrumento conoceremos el número total de abonados que existen realmente en el centro poblado. El instrumento a usar para desarrollar esta técnica es la **guía de observación**
- **Encuesta:** Esta técnica nos permitirá conocer lo que la población necesita con respecto al consumo de energía eléctrica y la situación actual de los pobladores. El instrumento para desarrollar esta técnica es la **hoja de encuesta**.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

El método a utilizar será por medio de análisis de cuadros, gráficos.

➤ **Guías de observación**

Ayudará de una manera más concisa a tener información sobre el aprovechamiento de los residuos industriales.

➤ **Ficha de análisis de documentos**

Utilizarán indagaciones a través en fuentes de medio escrito como revistas, tesis, manuales y libros que nos permitirán concretar con esta investigación.

2.5. Procedimiento

El presente trabajo de investigación se inició realizando el cálculo de potencia instalada en el Centro Poblado Las Pozas el cual cuenta con 45 viviendas, también se obtuvo el nivel de radiación solar medio mediante información obtenido por la NASA. Luego se determinó la inversión total para poder suministrar de energía eléctrica mediante sistema fotovoltaico, dicha inversión asciende a 249313.95 soles. Posterior a ello se realizó la evaluación económica mediante los indicadores financieros VAN y TIR, con ello indicar si es factible la implementación del proyecto.

Todas las coordinaciones para la obtención de dichos datos y parámetros se realizaron en coordinación con los habitantes del Centro Poblado en estudio.

2.6 Métodos de análisis de datos

Los parámetros eléctricos obtenidos en la investigación se realizaron mediante fórmulas matemáticas destinadas para cálculos de sistemas fotovoltaicos, dichas formulas tienen sustento científico. La obtención de los niveles de radiación solar se realizó a través del programa de la NASA, dichos valores se analizaron y se obtuvo la radiación solar media. La evaluación económica del proyecto se realizó en una hoja Excel.

Todos los cuadros presentados están debidamente interpretados y analizados en función a los datos obtenidos.

2.7. Aspectos éticos

El trabajo presentado respeta e impulsa la ética profesional, es por ello que todos los datos obtenidos son verdaderos, en cuanto a autores empleados como referencia en este estudio se les está citando, dichas citas incluyen nombre de su investigación, año de la publicación y página donde se encuentra el contenido.

Por último, respetando el derecho a la integridad de las personas, es que los datos personales de los habitantes del Centro Poblado Las Pozas no se están exponiendo aun cuando estén participado dentro de la investigación.

III.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Realizar el cálculo de potencia instalada para suministrar energía eléctrica del CP Las Pozas – Olmos

El CP Las Pozas – Olmos tiene 45 viviendas con una población de 150 habitantes, según cálculo de la demanda de energía se determinó una potencia instalada de 16.7 kW para cubrir las necesidades de la comunidad, ver **anexos**

Tabla 2. Calculo de Potencias

CALCULO DE LA POTENCIA INSTALADA DEL CENTRO POBLADO LAS POZAS									
DESCRIPCIÓN	DENOMINACIÓN	UNIDADES		AÑOS DE PROYECCIÓN					
				0	1	2	3	4	5
				2019	2020	2021	2022	2023	2024
Población Total	P	Habitantes		150	153	157	162	168	173
Tasa de crecimiento Poblacional	i	Por ciento	2.00%						
Índice de Habitantes por Vivienda	IHV	hab/vivienda	4						
Número de Viviendas	NV			45	46	47	51	56	69
Coefficiente de Electrificación	CE				100%	100%	100%	100%	100%
ABONADOS TOTALES	AT	Abonados	100%	45	46	47	51	53	55
Abonados Domésticos	AD	Abonados	100%	45	46	47	51	53	55
Consumo Unitario Doméstico	CUD	kW-h/año	240		242	245	248	253	255
CONSUMO TOTAL	CT	KWh			11132.0	11515.0	12648.0	13409.0	14025.0
Pérdidas					7%	7%	7%	7%	7%
ENERGÍA TOTAL ANUAL	ET	KWh/año			11911.24	12321.1	13533.36	14347.63	15006.75
Factor de carga	fc	Factor			0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
MAXIMA DEMANDA	MD	kW			3.45	3.67	4.1	4.1	4.3
Energía diaria	E	KWh/día			30.01	31.22	34.43	36.71	39.69
POTENCIA INSTALADA	PI	kW			7.18	7.69	7.98	7.98	8.12

El cuadro anterior muestra la potencia que debemos suministrar para cumplir con las necesidades de la población de la comunidad, así mismo muestra la cantidad de energía que debemos almacenar en las baterías para ser proporcionada durante

la noche o días con baja radiación.

Obtención de los datos de radiación solar existentes en CP Las Pozas – Olmos

Al obtener radiación solar del centro poblado en estudio que está ubicado en latitud $6^{\circ} 22' 52''$, $655''$ y una longitud de $78^{\circ} 49' 8,625''$, y usando información del programa NASA Surface meteorology and Solar Energy sabemos que la Radiación global diaria media mensual es $4.22 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2/\text{d}$,

Tabla 3. Radicación Solar.

RADIACIÓN SOLAR EN CP-LAS POZAS	
MES	IRRADIACIÓN (kWh/m ² /d)
Enero	4.55
Febrero	4.33
Marzo	4.42
Abril	4.22
Mayo	4.48
Junio	4.48
Julio	4.52
Agosto	4.71
Septiembre	4.88
Octubre	4.86
Noviembre	5.14
Diciembre	4.85

En la tabla mostrada anteriormente se muestra los datos de radiación que inciden todo el año en el centro poblado en estudio, de donde se tomara el valor más bajo para el cálculo del sistema de Distribución en baja tensión.

El sistema fotovoltaico está diseñado para generar energía suficiente para cumplir con las expectativas de los habitantes, mediante 54 paneles fotovoltaicos, un inversor trifásico, tres inversores reguladores, 16 baterías de 620 Ah y los accesorios de instalación, **ver anexo**.

Tabla 4. Sistema Fotovoltaico.

Elementos del Sistema Fotovoltaico		
Elementos del sistema	Datos	Cantidad
Paneles solares Canadian Solar cs6x-300p	300 Wp	54
INVERSOR Sunny Tripower - 20000TL	20 kW	1
INVERSOR Sunny Island 8.0H	6 kW	3
BATERIA SUN POWER VL 2-620	620 Ah	16
PUESTA A TIERRA	menora25Ω	2
SOPORTES PARA PANELES	TUBO	36
CASA DE CONTROL	CEMENTO	1
CERCO PERIMETRICO	MALLA	1

La tabla anterior muestra los elementos principales que conforman el sistema solar fotovoltaico, que está diseñado para cumplir con los requerimientos de la comunidad.

El sistema de distribución se diseñó teniendo en cuenta las normas nacionales, este se realizará mediante un sistema monofásico 220V, el cual será proporcionado por el inversor, de esta manera distribuiremos la energía a todos los abonados, **ver anexo**

3.1.2. Determinar la inversión total para el suministro de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el CP Las Pozas - Olmos.

Para determinar el monto total de la inversión para suministrar energía mediante un sistema fotovoltaico dividiremos en dos sistemas, para su mejor análisis los cuales son:

Sistema de distribución de la energía, que abarca desde la salida de la casa de control del sistema fotovoltaico hasta las acometidas domiciliarias de los abonados.

Sistema fotovoltaico, que abarca desde los soportes para los paneles hasta la salida al sistema de distribución.

Tabla 5. Costos de implementación.

MONTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO	
SISTEMAS	COSTO
sistema de distribución	69487.20
sistema fotovoltaico	179826.20
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	249313.95

El cuadro anterior muestra los montos por sistema y el monto general de la instalación del proyecto que es de S/ 249313.95, **ver anexo**

3.1.3. Realizar la evaluación económica e indicar la factibilidad de la implementación de proyecto.

La evaluación económica se realizó mediante los indicadores económicos VAN, TIR, **ver anexo**.

Tabla 6. Evaluación Económica.

Evaluación Económica de la Implementación del Proyecto						
año	0	1	2	3	4	5
flujo de egresos						
sistema de distribución e la energía	69487.20					
sistema fotovoltaico	179826.20					
operación y mantenimiento		-1500	-1500	-1500	-1500	-1500
reposición de elementos						
total	249313.95	-1500	-1500	-1500	-1500	-1500
Abonados Totales		45	46	47	51	53
flujo de ingresos						
ventas de la energía		S/.3,525	S/.3,609	S/.4,951	S/.5,035	S/.5,119
ventas de la energía incluyendo IGV		S/.4,159	S/.4,258	S/.5,843	S/.5,942	S/.6,041
total, de ingresos		S/.2,359	S/.2,458	S/.4,043	S/.4,142	S/.4,241

VAN	-S/.244, 285.72
TIR	-0.6

En el cuadro anterior se muestra los flujos de egresos e ingresos que serán percibidos durante el proyecto el cual es un plazo de 20 años, así mismo podemos observar que el VAN es de **S/.244, 285.72** y una TIR de -0.6, lo que quiere decir que el costo de la implementación del proyecto es alto y no permitirá recuperar la inversión inicial.

La venta de energía se realizará de acuerdo a lo establecido por el ministerio de energía y minas y teniendo en cuenta el concesionario que distribuye la energía en la región el cual es electro oriente y el precio del kW/h corresponde a un BT5B que equivale a 17.6 ctm. S/. /Kw.h.

Con el fin de la ejecución del proyecto se buscará la solvencia económica del estado por medio de MEF

Tabla 7. Costos de Implementación.

MONTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO	
SISTEMAS	COSTO
sistema de distribución	69487.20
sistema fotovoltaico	179826.20
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	249313.95

3.2. Discusión

Huincho en su proyecto de investigación ejecuta el estudio para el suministro eléctrico en la cual para tomar datos de radiación solar usa el programa fotosistemas con lo cual determina un valor de radiación, con el que comparte su punto de vista , cuando las mediciones se realicen en los meses con menor radiación, estos datos son proporcionados por el atlas solar del Perú, de esta manera las mediciones de radiación serán las más bajas y así dimensionar el sistema fotovoltaico correctamente y al mismo tiempo satisfacer las necesidades de los pobladores.

Valdivieso en las conclusiones en su objetivo de su proyecto de estudio económico indica que el costo de la energía de la generación de electricidad mediante un sistema fotovoltaico es elevado en comparación con el costo de conectarse a una red de distribución, con lo que después de haber ejecutado el trabajo de investigación y desarrollar el objetivo de la evaluación económica, se comparte con Valdivieso.

IV. CONCLUSIONES

Se realizó el cálculo del CP Las Pozas – Olmos donde se determinó una potencia instalada de 16.7 kW.

- Se determinó el monto total de la inversión el cual está dividido en sistema de distribución con un monto de S/ 69487.20, y el sistema fotovoltaico con un monto de S/ 179826.20, con un total de S/ 249313.95 siendo el coste de la implementación del proyecto.
- Después de efectuar el análisis económico del VAN y TIR se determinó que los indicadores son negativos, por lo que se concluye que el proyecto es no factible económicamente, pero que mediante incentivos económicos institucionales o gubernamentales el proyecto puede ser viable.
- La factibilidad del proyecto no debe medirse no solo por indicadores económicos, sino que influyen varios factores como el derecho de la población a los servicios básicos, la generación de energía limpia evitando así el efecto invernadero y estimular el interés en energías renovables.

V. RECOMENDACIONES

- La implementación del tipo de proyectos no debe basarse solo en indicadores económicos, sino más bien en los beneficios socios culturales a los pobladores al brindarles energía eléctricas limpias.
- Para la obtención de los datos de radiación solar es recomienda emplear programas o tablas ya establecidas con el fin de corroborar datos y así poder decidir con que radiación se diseñara el sistema fotovoltaico.
- Con el avance de la tecnología en un tiempo no muy lejano se disminuirán los costes de los equipos fotovoltaicos.

REFERENCIAS

- Aguirre, G. Y., Marteniuk, J. A., & Botterón, F. (2014). Implementación de estrategias de MPPT para sistemas de generación fotovoltaicos en un convertidor boost CC-CC. *IEEEExplore*.
- Alarcón-Castro, J., García-Alvarado, R., Sánchez-Friera, P., & Zapico-Ania, A. (2018). Evaluation of photovoltaic windows with luminescent solar concentrators for zero-energy buildings in Santiago de Chile. *Scopus*.
- Antonio Vásquez, P., María Rodríguez, G., Saltos, A., Rodríguez, B., & Cuenca, A. (2018). Rendimiento energético, económico y medioambiental de una central fotovoltaica de 3,4 KWp en modo de generación distribuida (GD). *Scopus*, 19.
- Arellanes, A., Rodríguez, E., Orosco, R., Pérez, J., & Beristain, J. (2018). Inversor fotovoltaico trifásico conectado a la red con capacidad de compensación de potencia reactiva. *Scopus*, 1-6.
- AVALOS, M. H. (abril de 2017). ANALISIS TECNICO ECONOMICO PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO DE UN DATACENTER. *ANALISIS TECNICO ECONOMICO PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO DE UN DATACENTER*. santiago de chile, chile.
- Beristáin-Jiménez, J., Pérez-Ramírez, J., & Gámez-Elizalde, G. (2020). Validación del dimensionamiento del filtro de entrada capacitivo en un sistema fotovoltaico aislado sin baterías para cargas AC. *Scopus*, 240.
- Campas, C., & Martínez, M. (2018). Interacción entre los sistemas de energía fotovoltaica y los sistemas de distribución de energía: impacto en el factor de potencia y las pérdidas de energía . *Scopus*, 1-6.
- Cantos Serrano, J. (2016). *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas*. España: Ediciones Paraninfo, SA.
- Cardona, J., Delgado, J., & Chica-Velásquez, D. (2020). Desarrollo de un sistema de gestión remota para grupos electrógenos, saís y sistemas fotovoltaicos de baja potencia (Menores a 200kw). *Scopus*, 27-36.
- Carvalho, R., Dalsasso, R., Guedes, T., & Dos Santos, J. (2018). Optimización de dimensionamiento en sistema de bombeo de agua solar fotovoltaico: Validación de modelo en una unidad piloto ubicada en la comunidad rural de Rio Belo, Orleans / SC, Brasil. *Scopus*, 1153-1162.
- Castaño-Gómez, M., & García-Rendón, J. (2020). Capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Colombia: Un análisis de incentivos económicos. *Scopus*, 23-64.
- Castillo-Calzadilla, T., Macarulla, A.-M., Borges, C., & Alonso-Vicario, A. (2018). Simulación y análisis de viabilidad de una instalación solar fotovoltaica en DC para un edificio de servicios aislado de la red. *Scopus*, 24-30.
- Domenech, B. (2013). *Metodología para el diseño de sistemas de electrificación autónomos para comunidades rurales*. España.
- Durin, B., Lajqi, S., & Plantak, L. (2018). Métodos de 'peor mes' y 'período crítico' para el dimensionamiento de los sistemas de riego solar: una comparación . *Scopus*, 100-109.
- Energía Solar Fotovoltaica en la Antártida. (2018). *IEEEExplore*.
- Espejo, E. J., & Molina, M. G. (2014). Desarrollo de software PVSET para evaluación y simulación de sistemas de generación de energía solar fotovoltaica. *IEEEExplore*.
- Espejo, E., & Molina, M. (2016). Desarrollo de software PVSET para evaluación y simulación de sistemas de generación de energía solar fotovoltaica . *Scopus*, 669-674.
- Ferreira, P., & Paiva, C. (2020). Evaluación del potencial de generación de energía fotovoltaica mediante mediciones de radiación solar incidente superficial en la estación meteorológica Ilha do Fundão - RJ . *Scopus*, 374-385.
- Ferrero, J., Gómez, J., Olivencia, F., Cerruela, G., & Crespo, A. (2017). Un enfoque para

- la detección y el diagnóstico de fallas en sistemas de energía fotovoltaica basado en la función de distribución de Weibull. *Scopus*, 532-537.
- Gomes, A., Pinto, A., & Fialho, J. (2017). Evaluación económica de un sistema fotovoltaico para Autoconsumo . *Scopus*, 83-98.
- Guimarães, D., Fabris, J., Nogueira, C., & Russo, S. (2017). Evaluation of the aplicability from the photovoltaic plate to residence using tecnologic prospection. *Scopus*, 1-12.
- LEONARDO, B. E. (2016). "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL CENTRO POBLADO DE SHUNGUN REGIÓN AMAZONAS, 2016". Cajamarca - Peru.
- Machado, C., & Miranda, F. (2015). Energía solar fotovoltaica: una breve reseña . *Scopus*, 126-143.
- Margeta, J., & Đurin, B. (2017). Enfoque innovador para lograr un sistema de suministro de agua urbano sostenible mediante el uso de energía solar fotovoltaica. *Scopus*, 58-67.
- Matsumoto, Y., Norberto, C., Urbano, J., Dorantes, R. G., Pitalúa-Díaz, N., Asomoza, R., . . . Peña, R. (2019). Rendimiento por 36 meses de un sistema fotovoltaico de 60 kWp en la ciudad de México. *Scopus*, 1017-1025.
- Milanesi, G. (2016). La tasa interna de retorno promedio difusa: desarrollo y aplicaciones . *Scopus*, 39-47.
- Minas, M. d. (2017). *Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético*. lima.
- Murillo, M., & Aguirre, D. (2018). Proceedings of the 32nd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2018 - Vision 2020: Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management from Regional expansion to Global Growth. *Scopus*, 4216-4222.
- Oliveira, G., Lima, E., Nunes, V., Freire, F., & Almeida, A. (2018). Cálculo teórico de um sistema de bombeamento fotovoltaico e simulação de aplicação na agricultura familiar. *Scopus*, 47-52.
- Orbegozo, C., & Arivilca, R. (2015). *Energía solar fotovoltaica manual tecnico para instalaciones domiciliarias*. Green Energy Consultoria y Servicios SRL.
- Paulina, G. M. (2010). *DISEÑO DE UN SUBSISTEMA DE SEGUIMIENTO DEL PLAN OPERATIVO ANUAL DE LA DIRECCION DE TRANSFERENCIA DE INNOVACIONES AGROPECUARIAS DEL INIAP*. Ecuador.
- Ramalho, S., Cândido, K., & Albernaz, A. (2016). Estudios teóricos de oligómeros utilizados en la composición de células fotovoltaicas o diodos emisores de iluminación orgánica. *Scopus*, 454-465.
- Ramírez Quiroz, E. H. (2015). *Modelo para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando energías renovables no convencionales en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sustentable*.
- Robles Algarin, C., & Rodríguez Álvarez, O. (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia. *Scopus*.
- Roca, A. (2017). La promoción de la energía fotovoltaica para el autoconsumo en la administración pública local: El caso de la Diputación de Barcelona. *Scopus*, 86-91.
- Sanseverinatti, C., Loyarte, A., Clementi, L., & Vega, J. (2018). Impact of Battery Banks on an Electric Grid with High Penetration of Renewable Energy-based Generators. *Scopus*.
- Sosa-Ibarra, D., & García-Alvarado, R. (2018). Architectural Shape and Photovoltaic Integration in Educational Buildings in Concepcion, Chile. *Scopus*, 67-75.
- Takigawa, F., Aranha Neto, E., Fernandes, R., de Campos, D., & Cardoso, M. (2019). Análisis de la viabilidad financiera de un sistema fotovoltaico a una unidad de consumo en el sur de Brasil. *Scopus*, 131-141.

- Vaca, L., Guerrero, M., Fajardo, C., Vaca, L., Santillán, X., Granda, L., & Salazar, J. (2019). Valor actual neto y tasa interna de retorno como parámetros de evaluación de las inversiones. *Scopus*, 469-474.
- Valdiviezo Salas, P. D. (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP*. Lima.

ANEXOS

ANEXO N^o01. Fotografías del CP Las pozas



Latitud -6.366 / longitud -77.907 fue elegido.

ubicación de los datos del clima								
	Unidad							
Latitud	NORTE	-6.366						
Longitud	MI	-77.907						
Elevación	metro	1471						
Calefacción temperatura de diseño	DO	11.65						
Temperatura de enfriamiento del diseño	DO	25.65						
amplitud de la temperatura de la Tierra	DO	13						
Días de heladas en el sitio	dia	0						

Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	La radiación solar diaria - horizontales	Presión atmosférica	Velocidad del viento	temperatura de la tierra	Calefacción grados-día	Enfriamiento grados-día
	DO	%	kWh / m ² / d	kPa	Sra	DO	discos compactos	discos compactos
enero	19.5	70.4%	4.45	85.4	1.9	21.7	3	297
febrero	18.8	77.0%	4.23	85.4	1.9	20.7	5	252
marzo	19.0	76.1%	4.32	85.4	1.8	21.0	3	283
abril	18.4	75.2%	4.31	85.4	2.1	20.6	10	257
Mayo	18.1	66.8%	4.38	85.5	2.4	20.2	14	254
junio	17.6	57.5%	4.38	85.6	3.0	19.7	19	231
julio	17.3	49.4%	4.42	85.6	2.9	19.4	26	229
agosto	18.3	45.4%	4.60	85.6	2.9	20.8	11	259
septiembre	19.6	46.5%	4.78	85.5	2.6	22.7	2	291
octubre	20.6	49.2%	4.76	85.4	2.2	24.1	0	331
noviembre	20.5	55.5%	5.04	85.3	2.2	23.9	0	319
diciembre	19.9	65.6%	4.75	85.3	1.9	22.6	2	311
Annual	19.0	61.2%	4.53	85.5	2.3	21.5	95	3314
Medido a (m)					10.0	0.0		



[Volver a la página inicial SSE Conjunto de Datos](#)

Responsable> Datos: Paul W. Stackhouse, Jr., Ph.D.
 Funcionarios> Archivo: John M. Kusterer
 Administración del sitio / Ayuda: NASA Langley [dixgin](#) usuario
 Servicios (contáctenos)
 [[política de privacidad y Avisos importantes](#)]
 Documento generado el: Jue Sep 8 2016 10:08:31 EDT

ANEXO N°2. CALCULO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Dimensionamiento del sistema fotovoltaico, a continuación, realizaremos los cálculos necesarios para conocer los parámetros de los componentes del sistema de generación.

➤ Cálculo de las horas solares pico:

$$HSP = \frac{G}{I_{CEM}}$$

Donde:

I_{CEM}

G: irradiación solar media diaria en Wh/m^2 .

I_{CEM} : potencia de radiación incidente, en W/m^2 , para las condiciones estándar de medida (CEM) siendo su valor $1000 W/m^2$.

$$HSP = \frac{4230}{1000}$$

$$HSP = 4.23h$$

Esto significa que la irradiación solar recibida equivale a un día que tuviera 4.23 horas de sol a $1000 W/m^2$, y el resto del día no hubiera nada de radiación.

- **Calculamos el número de paneles para cubrir la demanda:**

$$N_T = \frac{E}{PP \cdot HSP \cdot nm}$$

$$N_T = \frac{63690}{300 \times 4.23 \times 0.96}$$

$$N_T = 53.2 \approx 54 \text{ paneles}$$

Esto quiere decir que obtenemos 9 paneles en serie y 2 ramas en paralelo para cumplir con los requisitos del inversor.

El número total de paneles del sistema fotovoltaico es de 54 de 300 Wp.

- **Calculo de los inversores a usar:**

$$P_{inv} = 1.1 \times P_I$$

$$P_{inv} = 1.1 \times 15.68$$

$$P_{inv} = 17.24 \text{ Kw}$$

La potencia total de los inversores es de 17.24 KW lo que quiere decir que usaremos el SUNNY TRIPOWER 20000TL DE 20 KW, el cual es trifásico, es lo más cercano encontrado en el mercado, así mismo usaremos tres inversores SUNNY ISLAND 8.0H, para distribuir la energía acumulada en el banco de baterías. (Aguirre, Marteniuk, & Botterón, 2014)

- **Cálculo de paneles en serie**

El número de paneles en serie de la instalación debe cumplir el rango de ingreso de tensión del inversor que son 320V a 800V:

$$N = \frac{V_{\max \text{ sist cc}}}{V_m}$$

$$N = \frac{V_{\min \text{ sist cc}}}{V_m}$$

$$N = \frac{800}{36,1}$$

$$N_s = 22.1 \approx 22$$

$$N = \frac{320}{36,1}$$

$$N_s = 8.86 \approx 9$$

El número de paneles en serie está comprendido entre 9 y 22 paneles.

➤ **Calculo de paneles en paralelo:**

Debemos tener en cuenta la intensidad de cortocircuito del módulo y la intensidad máxima del inversor, la corriente de ingreso del inversor es 33 A:

$$N_p = \frac{I_{\max \text{ inv}}}{I_{sc}}$$

$$N_p = \frac{33}{8,30}$$

$$N_p \leq 3.97 \approx 3$$

El número de paneles en paralelo del sistema es de 3 como máximo

➤ **Número total de paneles**

el número total de paneles es:

$$N_t = N_s N_p$$

$$N_t = 18 \times 3 = 54 \text{ paneles}$$

Esto quiere decir que obtenemos 18 paneles en serie y 3 ramas en

paralelo para cumplir con los requisitos de inversor.

➤ **Calculo de la capacidad del banco de baterías:**

➤ **Calculo del consumo real:**

$$E = \frac{ET}{R}$$

R es el parámetro de rendimiento global de la instalación.

$$E = \frac{63690}{0.678}$$

$$R = (1 - K_B - K_C - K_V) \left(1 - \frac{K_A \cdot N}{P_d}\right)$$
$$R = 0.678$$

$$E = 93938.05 \text{ Wh/día}$$

➤ **Calculo de capacidad del banco de baterías:**

$$C_{sist} = \frac{E \times N}{V_{CC} \times P_d}$$

$$C = \frac{93938.05 \times 3}{48 \times 0.6}$$

$$C = 9785.21 \text{ Ah}$$

Para saber el tamaño del sistema de acumulación convertimos 9785.21 Ah, esto equivale a 16 baterías de una capacidad de 620 Ah cada una.

➤ **Dimensionamiento del cableado del sistema fotovoltaico**

El cableado de la instalación lo calcularemos mediante dos criterios el de la máxima caída de tensión permisible y el criterio de la máxima intensidad admisible, para cumplir con la Norma Técnica Peruana, la cual provee

porcentajes máximos entre los componentes:

Criterio caído de tensión: cuando circula corriente por un conducto, se produce una pérdida de potencia y una caída de tensión a lo largo de él.

CAÍDA DE TENSIÓN	
tramo	máxima caída de tensión
línea del generador	3%
línea de batería	1%
línea de carga	5%

máximo porcentaje de caída de tensión por tramos en instalaciones solares fotovoltaicas

La sección de un conductor viene dada en mm² y es calculado por la siguiente formula:

$$S = \frac{2 \times p \times L \times I}{\Delta V(\%) \times V}$$

Donde:

p : resistividad del conductor $p = 0.022 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

L : longitud del conductor en m

I : intensidad máxima prevista por el cable en A

ΔV : caída de tensión en %

V : tensión nominal del circuito en V

➤ **Para el tramo generador fotovoltaico e inversor trifásico:**

La máxima intensidad transportada por este tramo será la intensidad en el punto de máxima potencia del generador que es:

$$I_{Gp} = \frac{P_{Gp}}{V_{Gp}}$$

$$I_{Gp} = \frac{18 \times 300}{650}$$

$$I_{Gp} = 8.3 \text{ A}$$

La sección es:

$$S = \frac{2 \times 0.022 \times 45 \times 8.3}{0.03 \times 650}$$

$$S = 0.84 \text{ mm}^2$$

Seleccionamos la sección comercial inmediatamente superior.

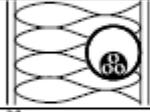
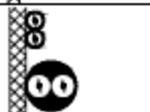
➤ **Resumen de sección de conductores según caída de tensión:**

SECCIÓN DE CONDUCTORES SEGÚN CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN				
TRAMO	LONGITUD	SECCIÓN	TIPO DE CONDUCTOR	CAÍDA DE TENSION
Generador fotovoltaico a caja de protección de C.C.	45m	2-1 x 2.5mm ²	NYN duplex	2.60%
caja de protección de C.C. a inversor trifásico	12m	2-1 x 2.5mm ²	NYN duplex	0.006%
Inversor trifásico a caja de protecciones de CA	15m	2-1 x 2.5mm ²	NYN duplex	0.007%
caja de protecciones de C.A. a inversor regulador	18m	2-1 x 16mm ²	NYN duplex	0.006%
Inversor regulador e banco de baterías	18m	2-1 x 35mm ²	NYN duplex	0.007%

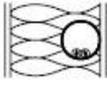
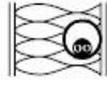
Criterio de la máxima intensidad admisible: la corriente máxima que admite un conductor depende del método de instalación y de la presencia de otros cables que a su vez también se calientan y dificulta la libre evacuación del calor, además los conductores están recubiertos por un material aislante, cuya temperatura debe

limitarse para no dañarlo.

La tabla anterior muestra el tipo de instalación de los conductores

Método referencial de instalación		Tabla y columna						
		Capacidades de corriente nominal para circuitos simples				Factor de temperatura ambiente	Factor de reducción por agrupamiento	
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE / EPR				
		Número de conductores						
1	2	2	3	2	3	7	8	
	Conductores aislados dentro de un tubo empotrado en una pared	A1	4 Col. 2	6 Col. 2	5 Col. 2	7 Col. 2	10	13
	Cable multipolar en un tubo empotrado dentro de una pared	A2	4 Col. 3	6 Col. 3	5 Col. 3	7 Col. 3	10	13
	Conductores aislados dentro de un tubo sobre una pared de madera	B1	4 Col. 4	6 Col. 4	5 Col. 4	7 Col. 4	10	13
	Cable multipolar dentro de un tubo sobre una pared de madera	B2	4 Col. 5	6 Col. 5	5 Col. 5	7 Col. 5	10	13
	Cable uni o multipolar sobre una pared de madera	C	4 Col. 6	6 Col. 6	5 Col. 6	7 Col. 6	10	13

Aislamiento de PVC, dos conductores de carga, cobre
Temperatura en el conductor: 70 °C. Temperatura ambiente: 30 °C al aire,
20 °C en tierra

Área de sección transversal nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la Tabla 2					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
1	2	3	4	5	6	7
Cobre						
1,5	14,5	14	17,5	16,5	19,5	22
2,5	19,5	18,5	24	23	27	29
4	26	25	32	30	36	38
6	34	32	41	38	46	47
10	46	43	57	52	63	63
16	61	57	76	69	85	81
25	80	75	101	90	112	104
35	99	92	125	111	138	125
50	119	110	151	133	168	148
70	151	139	192	168	213	183
95	182	167	232	201	258	216
120	210	192	269	232	299	246
150	240	219	-	-	344	278
185	273	248	-	-	392	312
240	321	291	-	-	461	361
300	367	334	-	-	530	408

NOTA: En las columnas 3, 5, 6 y 7 se asume conductores circulares para secciones hasta e inclusive 16 mm². Valores para dimensiones mayores están relacionados a la forma de los conductores y puede ser aplicado a conductores circulares.

La tabla anterior muestra la capacidad nominal de corriente de en amperios para diversos métodos de instalación

➤ **Resumen de sección de conductores según caída de tensión:**

SECCIÓN DE CONDUCTORES SEGÚN CRITERIO INTENSIDAD ADMISIBLE				
TRAMO	LONGITUD	SECCIÓN	TIPO DE CONDUCTOR	CAÍDA DE TENSION
Generador fotovoltaico a caja de protección de CC	45m	2-1 x 2.5mm ²	NYN duplex	2.60%
caja de protección de CC a inversor trifásico	12m	2-1x 6mm ²	NYN duplex	0.006%
Inversor trifásico a caja de protecciones de CA	15m	2-1 x 10mm ²	NYN duplex	0.007%
caja de protecciones de CA a inversor regulador	18m	2-1 x 16mm ²	NYN duplex	0.006%
Inversor regulador e banco de baterías	18m	2-1 x 35mm ²	NYN duplex	0.007%

- **Selección de la tubería conduit:** el número de conductores permitido en un tubo no deberá exceder los porcentajes de ocupación indicados en la siguiente tabla:

TUBERIA PVC - SAP						
CÓDIGO	DIÁMETRO NOMINAL		O EXTERIOR (mm)	ESPESOR e (mm)	O int. (mm)	PESO (Kgs)
TUB007A	½"	15	21.00	1.80	17.40	0.481
TUB008A	¾"	20	26.50	1.80	22.90	0.619
TUB009A	1"	25	33.00	1.80	29.40	0.871
TUB010A	1 ¼"	30	42.00	2.00	38.00	1.114
TUB011A	1 ½"	40	48.00	2.30	43.40	1.464
TUB012	2"	50	60.00	2.80	54.40	2.178
TUB013	2½"	65	73.00	3.50	66.00	3.307
TUB014	3"	80	88.50	3.80	80.90	4.376
TUB015	4"	100	114.00	4.00	106.00	5.982

El cuadro anterior muestra las dimensiones de las tuberías de PVC pesada, las cuales usaremos para determinar la sección

SELECCIÓN DE LA TUBERIA CONDUIT			
TRAMO	SECCIÓN DEL CABLE EN mm ²	SECCIÓN DE LA TUBERIA EN mm ²	CODIGO DE LA TUBERIA
Generador fotovoltaico a caja de protección de CC	154	679	TUB009A x 1"
caja de protección de CC a inversor trifásico	201	679	TUB009A x 1"
Inversor trifásico a caja de protecciones de CA	314	1134	TUB010A x 1 1/4"
caja de protecciones de CA a inversor regulador	380	1479	TUB011A x 1 1/2"
Inversor regulador e banco de baterías	706	2324	TUB0012 x 2"

En el cuadro anterior se muestran las tuberías a usar según código y diámetro

➤ **Dimensionamiento de la protección del sistema.**

Elección de fusibles para C.C.: los fusibles deben cumplir con la siguiente condición:

$$I_b \leq I_n \leq I_{adm}$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_{adm}$$

Donde:

I_b : intensidad de diseño del circuito, en A

I_n : intensidad nominal del fusible, en A

I_{adm} : intensidad máxima admisible del cable

I_2 : intensidad de fusión $I_2 = 1,6 \times I_n$

fusible para la protección de los 18 paneles en serie:

$$8.3 \leq 10 \leq 19.5$$

Con una intensidad de 10 A cumple la primera condición

$$(1.6 \times 10) \leq (1,45 \times 19.5)$$

También cumple la segunda condición

SELECCIÓN DE LOS FUSIBLES PARA LA INSTALACIÓN		
INTENSIDAD NOMINAL	intensidad del fusible	Cantidad
8.3 A	10 A	3
24.9 A	30 A	1
38 A	40 A	1

Protección para corriente continua

➤ **Angulo de orientación de los paneles**

ORIENTACIONE INCLINACIÓN DE LOS MODULOS EN LAS POZAS	
MES	ORIENTACIÓN
ENERO	181.78
FEBRERO	180.79
MARZO	178.22
ABRIL	176.00
MAYO	175.76
JUNIO	176.73
JULIO	177.57
AGOSTO	176.84
SETIEMBRE	167.94
OCTUBRE	180.72
NOVIEMBRE	180.54
DICIEMBRE	178.69
PROMEDIO ANUAL	177.63

La tabla mostrada anteriormente muestra el ángulo de acimut al que los paneles deben estar fijados para una mayor eficiencia de la central, el cual es 177.63° con respecto al norte.

Estos datos fueron tomados del programa Sun Earth Tools, el cual provee la

posición del sol durante todo el año.

Para el cálculo de la inclinación β viene dado por la siguiente formula:

$$\beta = \phi + 10^\circ$$

$$\beta = 6^\circ.21' + 10^\circ$$

$$\beta = 16^\circ.21'$$

La fórmula de inclinación viene dada por la utilización dada a la central, como en este caso es para suministrar energía a viviendas todo el año se aplica la siguiente formula de la tabla posterior.

Tipo de instalación	Periodo de uso	Inclinación óptima	Justificación
Bombeo de agua	Solamente verano	$\beta = \phi - 20^\circ$	En verano, la altura que alcanza el sol es mayor, por lo que se requiere una menor inclinación.
Instalación para vivienda	Solamente invierno	$\beta = \phi + 15^\circ$	En invierno, la altura que alcanza el sol es menor, por lo que se requiere una mayor inclinación.
Instalación para vivienda	Anual	$\beta = \phi + 10^\circ$	Debe diseñarse la instalación para la época de menor radiación (invierno), con el objetivo de garantizar el suministro.
Lugar de nevadas frecuentes	Anual	$\beta = 65^\circ$	El objetivo es evitar acumulaciones de nieve sobre la superficie de los módulos.

Inclinaciones para diferentes instalaciones solares fotovoltaicas aisladas

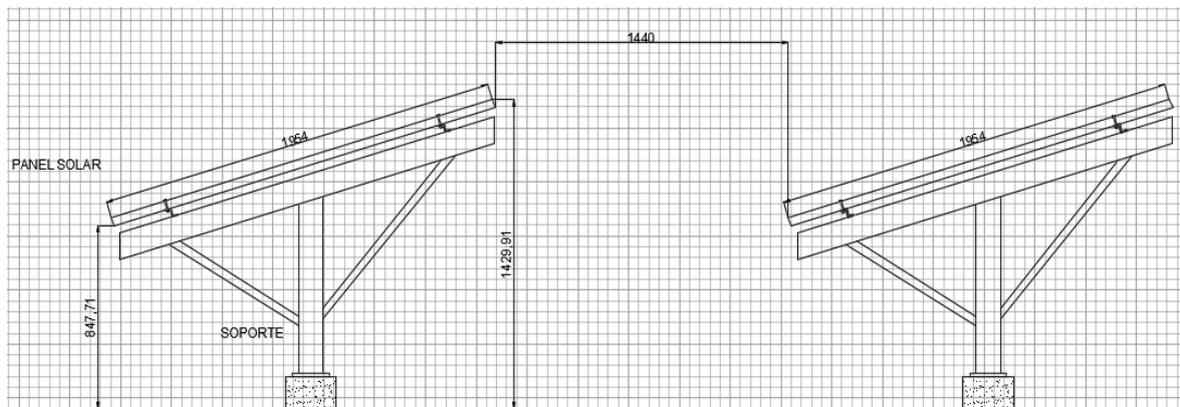
- **Calculo de separación de módulos fotovoltaicos: la separación viene dada por el valor de d.**

$$d = \frac{h}{t(61 - \phi)}$$

$$d = \frac{782.2}{t(61 - 16.21)}$$

$$d = 1440mm$$

Gráfico de la separación entre filas de los módulos, como la central consta de 54 paneles se dividirán en 3 filas de 18 paneles cada una.



➤ **Diseño de los soportes para los módulos:**

A continuación, se diseñará la estructura para soporte de los módulos para lo cual tendremos que dimensionar los elementos, considerando las dimensiones de los paneles, elegir los materiales adecuados, para luego realizar un análisis estático mediante el programa Autodesk Inventor.

La estructura se basará en las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE.

Diseño de la estructura

Será fija, y tendrá una inclinación de 16°, las fijaciones de los paneles serán mediante pernos se usarán pedestales para fijar la estructura así mismo toda la estructura debe ser pintada para evitar la corrosión. A continuación, se muestra

Material para la estructura

Los materiales considerados para la estructura son:

MATERIALES PARA ESTRUCTURA DE SOPORTE DE MODULOS				
Descripción	Medidas	Norma Técnica	Límite de fluencia mínimo (Kg/cm ²)	Resistencia a la tracción (Kg/cm ²)
Canal U	4" x 7.25 x 6m	ASTM A36	345	450

Angulo estructural	1 1/2" x 1 1/2"x 3/16"	ASTM A36	345	450
Perfil z	2 1/2" x 1 1/2"x 3/16"	ASTM A36	345	450
Plancha estructural	1220 x 2400 x 12.5 mm	ASTM A36	400	250
Electrodo E7018	1/8"	AWS A5.1	400	520

Los materiales y datos fueron proporcionados por aceros Arequipa y Soldexa.

Determinación y estimación de cargas

Las cargas que intervendrán son:

Cargas muertas:

Cubre todas las cargas de elementos permanentes de construcción incluyendo su estructura:

Densidad del acero A 36 es **7850 Kg/m³**.

Soldadura SMAW emplearemos electrodos AWS E-7018

Los módulos solares son una carga que la estructura debe soportar: Paneles solares, su peso es 22 Kg y sus medidas 1,954mx 0,982m lo que nos da **11.46 Kg/m²**.

Cargas vivas:

Son aquellas cargas producidas por el uso y ocupación de la estructura: Asumo que dos obreros se apoyaran en os paneles al momento de su instalación o mantenimiento.

02 técnicos x 75Kg = 150Kg estos se aplicarán en un área de 1.954m x 8.83m lo cual nos da un peso unitario de 8.7 Kg/m².

Cargas ambientales:

Consisten principalmente en cargas de nieve, presión del viento, cargas sísmicas.

Cargas por presión de viento, se calculará con la siguiente expresión:

$$P_v = 0.005 \times C \times V^2$$

$$P_v = 0.005 \times 0,7 \times 120^2$$

$$P_v = 50.4 \text{ Kg/m}^2$$

Anexo 03:

a . Presupuesto Distribución de energía al centro poblado Las Pozas

ITEM	DESCRIPCION	SUB TOTAL S/.
A	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES	33,205.52
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	17,007.98
C	TRANSPORTE (10%A)	3,320.55
D	COSTO DIRECTO (A+B+C)	53,534.05
E	GASTOS GENERALES (10%D)	5353.41
	SUB-TOTAL (D+E+F)	58,887.46
	I.G.V.(18 %G)	10,599.74
	COSTO TOTAL S/.	69,487.20

b. Presupuesto sistema fotovoltaico:

ITEM	DESCRIPCION	SUB TOTAL S/.
A	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES	119,483.70
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	7,109.34
C	TRANSPORTE (10%A)	11,948.37
D	COSTO DIRECTO (A+B+C)	138,541.41
E	GASTOS GENERALES (10%D)	13854.14
H	SUB-TOTAL (D+E+F)	152,395.55
	I.G.V.(18 %G)	27,431.20
	COSTO TOTAL S/.	179,826.75

ANEXO 04 : Evaluación económica con los indicadores económicos VAN y TIR y una relación Costo – Beneficio que indique la factibilidad de la implementación de proyecto.

- **Costo de la venta de energía:** la venta de energía se la realizara de acuerdo a lo establecido por el ministerio de energía y minas teniendo en cuenta al concesionario de la región que en este caso en electro norte, y el tipo de suministro que en este caso es un BT5B, los precios de la energía se muestran en el siguiente cuadro:

ELECTRONORTE S.A.
PLIEGO TARIFARIO DEL 04 SETIEMBRE 2019 CON FOSE

MEDIA TENSIÓN		UNIDAD	SEIN2	SEIN3	SEIN4	CARH2	CARH4	CARH5	CARH4 CUTER	BAMB2	BAMB6	SEIN SER	CA
BTSA	DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA (2E)												
	a) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y HFP												
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.75	8.72	13.49	6.75	13.49	14.54	13.49	6.75	14.78	17.94	
	Cargo por Energía Activa en Horas de Punta	ctm. S./kW.h	148.70	150.18	163.51	162.53	163.15	163.88	163.37	161.71	162.44	160.14	
	Cargo por Energía Activa en Horas Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	21.52	21.64	21.47	21.22	21.16	21.40	21.23	20.26	20.20	21.25	
	Cargo por Exceso de Potencia	S./kW-mes	48.09	48.09	59.58	59.58	59.58	59.58	59.58	59.58	59.58	59.58	
	b) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y 50kW en HFP												
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.75	8.72	13.49	6.75	13.49	14.54	13.49	6.75	14.78	17.94	
	Cargo por Energía Activa en Horas de Punta	ctm. S./kW.h	175.73	177.50	193.82	192.68	193.46	194.28	193.68	191.90	192.79	189.76	
	Cargo por Energía Activa en Horas Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	21.52	21.64	21.47	21.22	21.16	21.40	21.23	20.26	20.20	21.25	
Cargo por Exceso de Potencia	S./kW-mes	48.09	48.09	59.58	59.58	59.58	59.58	59.58	59.58	59.58	59.58		
BT5B	SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA (1E)												
	a) Residencial con consumo menor o igual a 100 kW.h por mes 0- 30 kW.h												
	Cargo Fijo Mensual - Lectura Mensual	S./mes	3.12	3.22	3.80	3.12	3.80	4.06	3.80	3.12	4.11	5.43	
	Cargo Fijo Mensual - Lectura Semestral	S./mes	0.00	0.00	2.05	0.00	2.05	2.19	2.05	0.00	2.22	2.93	
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	42.06	43.10	33.68	44.81	33.52	37.46	33.58	44.15	36.84	43.42	
	31- 100 kW.h												
	Cargo Fijo Mensual - Lectura Mensual	S./mes	3.12	3.22	3.80	3.12	3.80	4.06	3.80	3.12	4.11	5.43	
	Cargo Fijo Mensual - Lectura Semestral	S./mes	0.00	0.00	2.05	0.00	2.05	2.19	2.05	0.00	2.22	2.93	
	Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./mes	12.62	12.93	10.10	13.44	10.06	11.24	10.07	13.24	11.05	13.03	
	Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S./kW.h	56.08	57.46	67.35	59.74	67.04	74.92	67.15	58.86	73.67	86.84	
b) Residencial con consumo mayor a 100 kW.h por mes y No Residencial													
Cargo Fijo Mensual - Lectura Mensual	S./mes	3.24	3.34	3.94	3.24	3.94	4.21	3.94	3.24	4.27	5.64		
Cargo Fijo Mensual - Lectura Semestral	S./mes	0.00	0.00	2.13	0.00	2.13	2.27	2.13	0.00	2.30	3.04		
Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	58.21	59.64	69.91	62.01	69.59	77.77	69.70	61.10	76.47	90.14		
BT5C	SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA (1E)												
	Cargo Fijo	S./mes	3.24	3.34	3.94	3.24	3.94	4.21	3.94	3.24	4.27	5.64	
BT5C-AP	SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA (1E) - Alumbrado Público												
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	58.41	58.93	62.70	62.23	62.37	62.76	62.48	61.31	61.48	61.56	

La energía promedio anual por abonado es de 240 kW/h/año, este valor es lo estimado para el cálculo de la potencia instalada de la planta de generación, el mismo que se muestra en el primer resultado de la investigación.

- **Costo de reemplazo de equipos:** El banco de baterías trabajara a un 60% de profundidad de descarga con lo cual el fabricante establece que 2500 ciclos que equivale a 6.85 años de garantía, lo que quiere decir que alrededor del séptimo año se cambiara el sistema de banco de baterías.

Costo por mantenimiento: los costos de operación del sistema se reducen a los costos de mantenimiento, los cuales son relativamente bajos debido a que el sistema es fijo, principalmente consiste en la inspección visual y la verificación de puntos críticos los cuales son:

- Revisar las conexiones de las baterías, pueden limpiarse con anticorrosivos.
- Revisar las estructuras para identificar puntos de corrosión.
- Verificar el nivel del electrolito de las baterías.
- Revisar la operación de los interruptores y fusibles, así como la puesta a tierra.
- Inspeccionar las piezas de sujeción de los módulos.
- Comprobar el buen estado de los módulos.
- El costo estimado para el mantenimiento es de S/.1500 el cual será usado para cumplir con los criterios mencionados anteriormente.

Evaluación Económica de la Implementación del Proyecto						
año	0	1	2	3	4	5
flujo de egresos						
sistema de distribución e la energía	69487.20					
sistema fotovoltaico	179826.20					
operación y mantenimiento		-1500	-1500	-1500	-1500	-1500
reposición de elementos						
total	249313.95	-1500	-1500	-1500	-1500	-1500
Abonados Totales		45	46	47	51	53
flujo de ingresos						
ventas de la energía		S/.3,525	S/.3,609	S/.4,951	S/.5,035	S/.5,119
ventas de la energía incluyendo IGV		S/.4,159	S/.4,258	S/.5,843	S/.5,942	S/.6,041
total, de ingresos		S/.2,359	S/.2,458	S/.4,043	S/.4,142	S/.4,241

VAN	-S/.244, 285.72
TIR	-0.6

□ Análisis del proyecto con indicadores económicos VAN y TIR:

En el cuadro anterior se muestra los flujos de egresos e ingresos durante la duración del proyecto que es de 20 años, así mismo podemos observar que el VAN es de S/-99463,14 y una TIR de 0.6, lo que quiere decir que el costo de la implementación del proyecto es alto y no permitirá recuperar la inversión inicial.

□ Costo en la situación sin proyecto:

COSTO DE LA ENERGIA MENSUAL POR FAMILIA					
NECESIDAD	FUENTE DE ENERGIA	UNIDAD	CONSUMO MENSUAL	PRECIO UNITARIO (S/.)	GASTO MENSUAL (S/.)
Iluminación	petróleo velas	gl.	1	10.5	10,5.00
		Un.	30	0.20	6.00
Información, esparcimiento (Radio, TV)	baterías pilas	carga Un.	3	3.00	12.00
			6	2.50	9.00
TOTAL					S/. 37,5.00

El cuadro anterior muestra el costo de la energía mensual por familia

□ **Costo en la situación con proyecto:**

El costo en la situación con proyecto es la inversión inicial más los costos de mantenimiento de acuerdo a las proyecciones de abonados a 20 años.

MONTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO	
SISTEMAS	COSTO
sistema de distribución	69487.20
sistema fotovoltaico	179826.20
COSTO TOTAL DEL PROYECTO S/	249313.95

➤ **Beneficios en la situación sin proyecto:**

El beneficio en la situación sin proyecto es el ahorro de la inversión inicial, actualmente el centro poblado no cuenta con energía eléctrica

y debido a esto los pobladores cubren estas necesidades con fuentes alternativas con son las velas, petróleo, baterías y otros.

➤ **Beneficio en la situación con proyecto:**

Con a la implementación del proyecto permitiremos cubrir la demanda de energía a los pobladores de centro poblado.

A su vez el acceso a la energía permitirá un cambio en la calidad de vida, permitiéndoles realizar nuevas tareas beneficiosas para el desarrollo cultural y social de la comunidad.

Con el acceso a la energía eléctrica permitirá el acceso a la información mediante el uso de la televisión y la radio, con lo cual fomentará la participación institucional y a su vez incrementará el compromiso civil de los pobladores con los objetivos de los gobiernos regionales y del gobierno central, así mismo, la comunicación por radio contribuirá al desarrollo socioeconómico de la zona.