



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTÁICO PARA
ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARÍA
ANGÉLICA – JAYANCA”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

JOSE ERLIN QUISPE FERNANDEZ

ASESOR:

Mgr. Desiderio Enrique Díaz Rubio

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

“MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS”

CHICLAYO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud, y guiarme en todo momento para poder lograr el anhelo que todo ser humano desea en esta vida.

A mis padres: QUISPE CABRERA JOSE y ESTHER FERNANDEZ CAMPOS, por ese gran sacrificio diario de velar por todos sus hijos, quien con su amor han inculcado valores y su apoyo moral y económico a lo largo de mi formación académica profesional

A mis queridos e incondicionales hermanos: quienes siempre me dieron su respaldo en toda la circunstancia de mi vida.

A todos familiares y mis amigos por su apoyo constante.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por su amor infinito, su compañía en todo momento quien me ha llenado de muchas bendiciones y fortalezas cada día de mi vida.

Agradezco a mis padres, por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional quienes con su esfuerzo y sacrificio han hecho de ellos un gran ejemplo a seguir.

A mis docentes por tener que compartir sus experiencias y enseñanzas durante mi formación académica.

A mi asesor por ese apoyo incondicional y por sus conocimientos brindados para que esta tesis se haya logrado desarrollar.

A las personas, compañeros que de alguna u otra forma me brindaron su ayuda para poder lograr la realización de este proyecto.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: “Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Para Abastecimiento De Energía Eléctrica En Fundo María Angélica Jayanca”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

El Autor

INDICE

ACTA DE SUSTENTACION.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
INDICE	vii
Índice de Figuras:.....	x
Índice de Tablas.....	xi
Índice de Ecuaciones.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1.1. A nivel internacional.....	16
1.1.2. A nivel Nacional.....	17
1.1.3. A nivel local.....	17
1.2.1. A nivel internacional.....	18
1.2.2. A nivel nacional	19
1.2.3. A nivel local.....	19
1.3.1. Radiación Solar	20
1.3.2. Sistema Fotovoltaico.....	25
1.3.3. Componentes de un sistema fotovoltaico	32
1.3.4. Cables	38
1.3.5. Estructura de soporte.....	39
1.3.6. ventajas de la energía solar Fotovoltaica.	39
1.3.7. desventajas de la energía solar Fotovoltaica.	40
1.3.8. Factor de simultaneidad.	41
1.3.9. Procedimiento de calculo	41
1.3.10. Factor de carga.	43
1.7.1. Objetivo General	45
1.7.2. Objetivos específicos.....	45
II. METODO.....	45
2.1. Diseño de la investigación:	45

2.2.	Variables, operacionalizacion.....	47
2.3.	Población y muestra	48
2.3.1.	Objeto de análisis (OA).....	48
2.3.2.	Población (N) y Muestra (n).	48
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
2.4.1.	Validación.....	48
2.4.2.	Confiability	48
2.5.	Métodos de análisis de datos	49
2.5.1.	Aspectos éticos	49
III.	RESULTADOS.....	50
3.1.	Determinación de la demanda de energía eléctrica en el fundo María Angélica. 50	
3.1.1.	Cálculo de la potencia instalada.	50
3.1.2.	Cuadro de carga diaria.	52
3.1.3.	Cálculo de la energía diaria.....	53
3.1.4.	Calculo de la máxima demanda.....	54
3.2.	Evaluación de los niveles de radiación solar y determinación del potencial fotovoltaico.....	56
3.2.1.	Localización del fundo María Angélica.....	56
3.2.2.	Evaluación de la radiación solar	58
3.3.	selección del equipo electromecánico del sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica en el fundo María Angélica.	63
3.3.1.	Calcular la cantidad de paneles fotovoltaicos.....	63
3.3.2.	Calcular la cantidad de acumuladores	68
3.3.3.	Seleccionar del inversor cargador	71
3.3.4.	Selección de cables	73
3.3.5.	Dispositivos eléctricos de seguridad	74
3.4.	Evaluación económica del proyecto.....	75
3.4.1.	Determinación de costos	75
3.4.2.	Determinación ingreso	79
3.4.3.	Evaluación económica.....	79
IV.	DISCUSIÓN	81
	CONCLUSIONES	83
	RECOMENDACIONES.....	84
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	85
	ANEXOS.....	87
	ANEXO 01. FICHAS TECNICAS DE EQUIPOS SELECCIONADOS	87

ANEXO 2.- Mediciones de nivel de la radiación solar en Campo.....	94
ANEXO 03 Planos.....	98
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	107
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS.....	108
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	109

Índice de Figuras:

Figura 1	Esquema de distribución de radiación.....	21
Figura 2	Radiación solar y componentes.	22
Figura 3	Geometría solar.....	24
Figura 4	Definición de horas solares pico.....	25
Figura 5	Fabricación de la célula y el panel fotovoltaico.	27
Figura 6	Funcionamiento célula silicio.....	28
Figura 7	Características I-V Y P-V de una célula fotoeléctrica	30
Figura 8	Distanciamiento entre filas de módulos fotovoltaicos.	31
Figura 9	Conexiones del regulador en una instalación fotovoltaica.....	33
Figura 10	Ejemplo de la evolución de la vida útil de la batería en función de la profundidad de descarga de la misma.....	35
Figura 11	formas de conexión de acumuladores.....	37
Figura 12	Diagrama de carga diaria	55
Figura 13	vista satelital de la ubicación del fundo	57
Figura 14	Pantallazo de la página web de referencia para radiación	58
Figura 15	Datos entregados por la NASA según coordenadas	60
Figura 16	Mapa interactivo de atlas solar.....	62
Figura 17	Aproximación a la leyenda del atlas solar	62
Figura 18	Diagrama de conexionado del inversor	73
Figura 19	Instalación del sistema en caseta del grupo electrógeno	73
Figura 20	Diagrama unifilar del sistema	75
Figura 21	Costo del panel y acumulador solar	76
Figura 22	Costo de Inversor Cargador	76
Figura 23	Vida útil de la batería.....	78

Índice de Tablas

Tabla 1	Componentes de radiación solar.....	21
Tabla 2	Radiación Solar diaria promedio anual para diferentes lugares del Perú. .	23
Tabla 3	Eficiencia de células fotovoltaicas.	29
Tabla 4	Potencia nominal de los dispositivos.....	50
Tabla 5	tiempo de funcionamiento de los equipos durante el día.....	52
Tabla 6	Energía diaria consumida por el fondo.....	53
Tabla 7	Cuadro de máxima demanda.....	54
Tabla 8	Factor de simultaneidad.....	55
Tabla 9	factor de carga.....	56
Tabla 10	Resumen de la máxima demanda.....	56
Tabla 11:	Coordenadas del fundo.	57
Tabla 12	Conversión de coordenadas.....	58
Tabla 13	Radiación en el fundo.....	61
Tabla 14	Radiación mínima en el fundo.....	63
Tabla 15	Factores para el cálculo del rendimiento global.....	64
Tabla 16	Otros parámetros para cálculo del rendimiento global.....	64
Tabla 17	Energía requerida.....	65
Tabla 18	Horas solares pico.....	66
Tabla 19	Potencia del campo solar.....	66
Tabla 20	Parámetros del panel seleccionado.....	67
Tabla 21	Cantidad de paneles en paralelo.....	68
Tabla 22	Cantidad total de paneles.....	68
Tabla 23	Energía requerida del banco de baterías.....	69
Tabla 24	Capacidad requerida por el sistema.....	70
Tabla 25	Cantidad de acumuladores.....	71
Tabla 26	Características del inversor.....	72
Tabla 27	Comparación de parámetros.....	72
Tabla 28	Sección de cables.....	74
Tabla 29	Costo de Materiales.....	77
Tabla 30	Costo de instalación.....	77
Tabla 31	Costo de inversión.....	78

Tabla 32Consumo de combustible en el fundo	79
Tabla 33Costo de mantenimiento.....	79
Tabla 34Flujo de caja	80
Tabla 35Evaluadores económicos	80

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Cálculo de la potencia en Watts.	25
Ecuación 2. Potencia expresada en Watts - Hora (Wh).	25
Ecuación 3. Efecto sombras.....	30
Ecuación 4. Energía eléctrica expresada en Kw-h.....	41
Ecuación 5. Energía real	42
Ecuación 6. Rendimiento global.....	42
Ecuación 7. Cálculo de la capacidad de la batería.....	43
Ecuación 8. Muestras observandas	46
Ecuación 9. Factor de simultaneidad	55
Ecuación 10. Factor de carga.....	56
Ecuación 11. Energía real	64
Ecuación 12. Horas solares pico (h)	65
Ecuación 13. Potencia del campo solar (w)	66
Ecuación 14. Ramas de Paneles en paralelo.....	68
Ecuación 15. Capacidad requerida del sistema	70
Ecuación 16. Capacidad requerida del sistema	70

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó a causa de la carencia de energía eléctrica en el Fundo María Angélica del Distrito de Jayanca la misma que hoy en la actualidad involucra una problemática y a la vez una necesidad puntual para el desarrollo y bienestar de los integrantes de este fundo, es por esta razón que se planteó el diseño de un sistema fotoeléctrico que brinde la energía suficiente para satisfacer las necesidades de dicho fundo. La inexistencia de energía en este fundo es por causa de lejanía de las redes eléctricas, es por la misma razón que la concesionaria (electro norte) no lo ha considerado viable dentro del proyecto llevar energía a este fundo; pero a través de una inspección insitu del fundo se determinó que los costos para el suministro de energía eléctrica a través de un grupo electrógeno son muy excesivos llegando a un gasto de S/. 2 452.80 anual en combustible. Es por eso que se ha planteado proyectar en este proyecto un sistema fotovoltaico que genere 11.26 kWh diarios el mismo que podrá abastecer energía para todas las necesidades de dicho fundo como son alumbrado, artefactos y electrobomba para abastecimiento de agua, etc.

por ser considerado dos días de autonomía con lo que se logra suministrar la totalidad de energía consumida por el fundo el cual tiene una potencia instalada de 2.95 Kw de los cuales se determinó una máxima demanda de 1.75 kW, de los cuales se pudo seleccionar equipos con tecnologías adecuadas para esta necesidad logrando una evaluación económica positiva.

Según un estudio realizado por el INEI, en el Perú existen localidades lejanas, las cuales para llegar hasta ellas es de complejidad muchas veces debido a la inexistencia de vías de comunicación como también a obras de arte (puentes), para poder transportar los materiales de construcción; estos son los motivos más relevantes por las cuales la electrificación rural tiene particularidades especiales, como infraestructura deplorable, vivienda; entre otros aspectos; estas características limitan la realización de la ejecución de proyectos de electrificación.

Palabras claves: Sistema fotovoltaico, Evaluación económica, Radiación solar.

ABSTRACT

This research project was carried out because of the lack of electric power in the Fundo María Angélica of the District of Jayanca, which today involves a problem and a specific need for the development and well-being of the members of this project. It is for this reason that the design of a photovoltaic system that provides the energy required to satisfy the needs of said fund was considered. The lack of energy in this farm is due to the remoteness of the electricity grids, it is for the same reason that the concessionaire (electro norte) has not considered it viable within the project to bring energy to this farm; but through an insitu inspection of the farm it was determined that the costs for the generation of electric power through a generator are very excessive, reaching an expense of S /. 2 452.80 annual fuel. That is why it has planned to project a photovoltaic system that generates 11.26 kWh per day, which will be able to supply energy for all the needs of the farm, such as lighting, appliances and electric pumps for water supply, etc.

for being considered two days of autonomy with which it is possible to supply all the energy consumed by the farm which has an installed power of 2.95 Kw of which a maximum demand of 1.75 kW was determined, from which it was possible to select equipment with appropriate technologies for this need, achieving a positive economic evaluation.

According to a study carried out by the INEI, in Peru there are distant localities, which to reach them are often complex due to the lack of communication channels as well as works of art (bridges), to be able to transport the materials of building; These are the most important reasons why rural electrification has special characteristics, such as deplorable infrastructure, housing; in other aspects; These characteristics limit the realization of the execution of electrification

projects.Keywords: Photovoltaic system, Economic evaluation, solar radiation

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada: **“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAÍCO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN FUNDO MARÍA ANGÉLICA - JAYANCA”**, del bachiller:

QUISPE FERNANDEZ, JOSE ERLIN

Constato que la Tesis tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 19 de marzo del 2019



Firma

Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

16728343