



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Diseño de un sistema de generación fotovoltaica para suministrar energía eléctrica al
caserío La Ciruela, Cutervo-Cajamarca”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Lozada Malarin Wilyn (ORCID: 0000-0002-0063-5968)

ASESOR:

Msc. Fredy Dávila Hurtado (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria

El presente proyecto de tesis dedico a mis queridos padres, Rolando Lozada Carrasco y Juana Piedad Malarin Fonseca por su apoyo y consejos que me brindaron en mi crianza, por inculcarme al estudio y de esa manera cumplir con una de mis metas trazadas.

Dedico a mis hermanos por brindarme su apoyo incondicional para que mi meta sea cumplida.

También dedico a mis tíos Ilauro Cúlqui Mixán y Doraliza Lozada Carrasco por ese inmenso apoyo durante mi carrera universitaria.

El autor.

Agradecimiento

Agradezco infinitamente, a mis padres por los consejos que me brindaron antes y durante el periodo de estudiante, también por el apoyo moral y económico.

Del mismo modo también agradezco a mis queridos hermanos por el sacrificio que hicieron al apoyarme en lo moral, económico ya que sin ello me sería un poco más sacrificado alcanzar lo trazado.

También a mis tíos, Ilauro Cúlqui Mixán y Doraliza Lozada Carrasco por el apoyo incondicional.

A la universidad Cesar Vallejo por acogerme y forjarme de conocimientos para ser un buen profesional.

A los docentes por sus conocimientos y experiencias compartidas que nos brindaron en nuestra formación de estudiantes.

A mis primos, compañeros y amigos por su apoyo moral.

El autor.

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Lozada Malarin Wilyn, estudiante de la Escuela Profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 40047727, con el trabajo de investigación titulada, "DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO LA CIRUELA, CUTERVO-CAJAMARCA"

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 20 de Febrero, 2020

Nombres y apellidos: Lozada Malarin Wilyn.
DNI: 40047727.

Firma:



Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de figuras	ix
Índice de tablas	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.1.1. A nivel internacional	1
1.1.2. A nivel nacional	3
1.1.3. A nivel local	6
1.2. Trabajos previos.....	6
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	9
1.3.1. Energía solar.....	9
1.3.2. Unidades de medida de la energía solar	9
1.3.3. Energía fotovoltaica	9
1.3.4. Radiación solar	9
1.3.5. Tipos de radiación solar	10
1.3.6. Efecto fotovoltaico	10
1.3.7. Tipos de espectro solar.....	10
1.3.8. Clasificación de los sistemas fotovoltaicos.....	10
1.3.9. Horas pico solar.....	11
1.3.10. Sistema fotovoltaico.....	11
1.3.11. Principales componentes.....	12
1.3.12. Generación de energía eléctrica en corriente continua	13
1.3.13. Conexión de cargas en serie y paralelo.....	14
1.4. Formulación del problema	15
1.5. Justificación del estudio.....	15
1.5.1. Técnica	15
1.5.2. Social.....	15
1.5.3. Económica.....	15

1.5.4. Ambiental	15
1.6. Hipótesis	16
1.7. Objetivos.....	16
1.7.1. Objetivos generales	16
1.7.2. Objetivos específicos.....	16
II. MÉTODO	17
2.1. Diseño de investigación	17
2.2. Operacionalización de variables	17
2.2.1. Variable independiente.....	17
2.2.2. Variable dependiente.....	17
2.3. Población y muestra.....	19
2.3.1. Población.....	19
2.3.2. Muestra.....	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
2.4.1. Técnicas de recolección de datos	19
2.4.2. Instrumento de recolección de datos	20
2.4.3. Validez	20
2.4.4. Confiabilidad.....	21
2.5. Método de análisis de datos	21
2.6. Aspectos éticos	21
III. RESULTADOS	22
3.1. Determinar la máxima demanda de energía eléctrica en el caserío la Ciruela provincia de Cutervo-Cajamarca, de acuerdo al consumo de energía real	22
3.1.1. Demanda de energía en cada vivienda	23
3.1.2. Cálculo del factor de carga.....	25
3.1.3. Cargas especiales en caserío la Ciruela.....	26
3.1.4. Determinación de la máxima demanda y consumo de energía en caserío la Ciruela	26
3.2. Determinar el índice de radiación promedio, empleando el método de weibull	28
3.2.1. Protocolo de medición.....	28
3.2.2. Valores de medición.....	29
3.2.3. Análisis de medición de radiación solar.....	36
3.2.4. Distribución de weibull	45
3.3. Dimensionar los elementos electromecánicos del sistema fotovoltaico, de acuerdo a la máxima demanda del caserío de la ciruela-Cutervo-Cajamarca.....	58

3.3.1. Generalidades	58
3.3.2. Cálculo de conductor	60
3.3.3. Cálculo de la pérdida de potencia activa	64
3.3.4. Potencia del generador fotovoltaico	68
3.3.5. Cálculos de módulos fotovoltaicos	69
3.3.6. Dimensionado del regulador de carga	70
3.3.7. Selección del inversor de carga	71
3.3.8. Calculo de número de baterías	71
3.4. Realizar el presupuesto de la inversión del proyecto.....	73
IV. DISCUSIÓN	74
V . CONCLUSIONES	75
VI. RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS	77
ANEXOS	78
Acta de aprobación de originalidad de tesis	86
Reporte de turnitín	87
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional ucv	88
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	89

Índice de figuras

Figura 1. Mayores productores de energía en el mundo	2
Figura 2. Cobertura de electricidad en España con energías renovables 2001-2015	3
Figura 3. Evolución del coeficiente de electrificación rural y nacional	4
Figura 4. Producción de energía SEIN	5
Figura 5. Matriz energética en el país 2018	5
Figura 6. Tipos de espectro solar.....	10
Figura 7. Sistemas fotovoltaicos	11
Figura 8. Elementos del sistema fotovoltaico.....	12
Figura 9. Conexión de módulos en serie paralelo	13
Figura 10. Conexión de modulo en paralelo	13
Figura 11. Gráfica de corriente continua	13
Figura 12. Conexión de cargas eléctricas en serie.....	14
Figura 13. Conexión de cargas eléctricas en paralelo	14
Figura 14. Ubicación del caserío de la ciruela	22
Figura 15. Diagrama de carga vivienda típica en la ciruela	25
Figura 16. Valor de medición de energía de radiación.....	30
Figura 17. Valor de medición de energía de radiación.....	31
Figura 18. Valor de medición de energía de radiación.....	32
Figura 19. Valor de medición de energía de radiación.....	33
Figura 20. Valor de medición de energía de radiación solar.....	34
Figura 21. Valor de medición de energía de radiación.....	35
Figura 22. Valor de medición de energía de radiación.....	36
Figura 23. Probabilidad de radiación solar.....	58
Figura 24. Diagrama unifilar del sistema de generación fotovoltaico.....	59
Figura 25. Caída de tención circuito 1	61
Figura 26. Panel fotovoltaico	69
Figura 27. Regulador de carga.....	70
Figura 28. Inversor	71

Índice de tablas

Tabla 1. Producción de energía solar en el mundo 2014.....	1
Tabla 2. Operacionalización de Variables	18
Tabla 3. Distribución de ambientes	23
Tabla 4. Cargas en el caserío	23
Tabla 5. Ritmo de uso de las cargas eléctricas	24
Tabla 6. Cargas especiales.....	26
Tabla 7. Valor de medición de radiación solar	29
Tabla 8. Valor de medición radiación solar.....	30
Tabla 9. Valor de medición de radiación solar	31
Tabla 10. Valor de medición de radiación solar	32
Tabla 11. Valor de medición de radiación solar	33
Tabla 12. Valor de medición de radiación solar	34
Tabla 13. Valor de medición de radiación solar	35
Tabla 14. Mediciones realizadas.....	37
Tabla 15. Análisis de medición de radiación.....	39
Tabla 16. Cálculo de parámetros de weibull	46
Tabla 17. Factor de forma y escala de weibull	55
Tabla 18. Probabilidad de weibull	55
Tabla 19: Selección de Calibre del Conductor	60
Tabla 20. Caída de tensión en cada circuito de la red	63
Tabla 21. Pérdida de potencia activa en conductores	65
Tabla 22. Presupuesto del proyecto	73

RESUMEN

En la presente investigación denominada “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO LA CIRUELA, CUTERVO-CAJAMARCA.**”, tiene como objeto de estudio realizar el análisis de la generación y suministro de energía eléctrica al caserío la Ciruela, utilizando la energía solar como recurso energético, y que a través de la conversión energética en los paneles fotovoltaicos, electrificar las viviendas del sector.

La investigación empieza con la determinación de la máxima demanda y energía consumida del caserío, el cual cuenta con 22 viviendas y 119 habitantes; determinándose que la máxima demanda es de 4300.42 Watt, y el consumo de energía es de 15412.1 Watt – hora, incluyendo las pérdidas en los conductores.

Así mismo se hizo las mediciones de los niveles de radiación solar en la zona, utilizando el equipo de medición con un protocolo de medición predeterminado, obteniendo como resultado del análisis de los registros de medición por el método de Weibull, un valor de 6.26 KW-h/m² como mayor valor de probabilidad del 24%.

Se diseñó la red de distribución eléctrica, cuatro circuitos que alimentan de energía a las 22 viviendas y un circuito para las cargas adicionales, y se determinó la caída de tensión en cada uno de ellos, teniendo como valor máximo de caída de tensión de 2.10%, inferior al 5% reglamentado para el sector eléctrico rural. También se hizo el dimensionamiento de los paneles solares, los cuales se requieren 11 de 300 Watt, 8 baterías de 540 Amperios Horas, y un regulador e inversor de carga de 3.3 KW.

Finalmente, se hizo el presupuesto del proyecto de inversión social, el cual asciende a 14995 Soles, con un costo de mantenimiento anual de 749.75 Soles.

Palabras claves: Sistema Fotovoltaico, Radiación Solar, Máxima Demanda, Consumo de Energía.

ABSTRACT

In the present investigation called “DESIGN OF A PHOTOVOLTAIC GENERATION SYSTEM TO SUPPLY ELECTRIC ENERGY TO CASERIO THE CIRUELA, CUTERVO-CAJAMARCA.” has as object of study to carry out the analysis of the generation and supply of electric energy to the farm Plum, using solar energy as an energy resource, and that through the energy conversion in photovoltaic panels, electrify the homes of the sector.

The investigation begins with the determination of the maximum demand and consumed energy of the hamlet, which has 22 houses and 119 inhabitants; determining that the maximum demand is 4300.42 Watt, and the energy consumption is 15412.1 Watt - hour, including the losses in the conductors. The measurements of the solar radiation levels in the area were also made, using the measurement equipment with a predetermined measurement protocol, obtaining as a result of the analysis of the measurement records by the Weibull method, a value of 6.26 KW- h / m² as the highest probability value of 24%.

The electrical distribution network was designed, four circuits that supply power to the 22 homes and a circuit for the additional loads, and the voltage drop was determined in each of them, having as a maximum value of voltage drop of 2.10%, less than 5% regulated for the rural electricity sector. Sizing of the solar panels was also done, which required 11 of 300 Watt, 8 batteries of 540 Ampere Hours, and a regulator and inverter of load of 3.3 KW.

Finally, the budget for the social investment project was made, which amounts to 14,995 Soles, with an annual maintenance cost of 749.75 Soles.

Keywords: Photovoltaic System, Solar Radiation, Maximum Demand, Energy Consumption

Acta de aprobación de originalidad de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

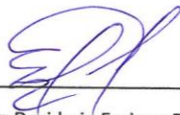
Yo, **Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio**, docente de la Facultad **DE INGENIERÍA** y Escuela Profesional **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO LA CIRUELA, CUTERVO-CAJAMARCA”

Del estudiante **Lozada Malarin Wilyn**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **14%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito 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, 13 de Febrero de 2020



Mgtr Deciderio Enrique Díaz Rubio

DNI: 16728343

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------