



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ELÉCTRICA**

“Diseño de un sistema híbrido de generación eléctrica ON GRID  
con energías renovables – Caso Marampampa- Llama – Chota-  
Cajamarca”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Barrera Velásquez, Jorge Ander (ORCID: 0000-0002-7240-7163)

**ASESOR:**

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

**CHICLAYO – PERÚ**

2020

## **Dedicatoria**

Esta Investigación está dedicado especialmente a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional que me dan y su constante esfuerzo, dedicación, su ejemplo y su cariño para darnos una mejor vida llena de oportunidades y alegrías , gracias por haber creído en mí ya que fue eso lo que me impulso también a culminar con mi carrera profesional.

*Jorge Ander*

## **Agradecimiento**

Este es un agradecimiento sincero a Dios Todo poderoso , por darme la fuerza, la sabiduría en momentos críticos para culminar con esta tesis Profesional que es muy importante para seguir avanzando como persona y seguir adelante...etc.

El autor

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de figuras .....	v
Índice de tablas .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	20
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2 Variables y Operacionalización.....	21
3.3 Población y muestra .....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
3.5 Procedimientos .....	22
3.6 Método de análisis de datos .....	22
3.7 Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES .....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS .....	48

## Índice de figuras

Figura 1 Niveles de comodidad de la humedad .....	3
Figura 2 Energía solar de onda corta incidente diaria promedio .....	10
Figura 3 efecto fotovoltaico .....	11
Figura 4 Variación de la velocidad en función de la altura .....	14
Figura 5 Módulos conectados en serie paralelo .....	17
Figura 6 Instalar Software HOMER PRO .....	27
Figura 7 Datos Promedio de Velocidad del Viento .....	28
Figura 8 Datos de Radiación Promedio.....	28
Figura 9 Diagrama Unifilar.....	29
Figura 10 Máxima demanda y factor de carga .....	30
Figura 11 Resultados de mejores opciones .....	30
Figura 12 Dimensionamiento sistema eólico aislado.....	31
Figura 13 Características técnicas del aerogenerador .....	32
Figura 14 Aerogenerador Enair 30PRO .....	33
Figura 15 Torre cuatripata de celosía de 12 mts de altura .....	33
Figura 16 Controlador Cargador Eólico ENAIR - pro 120 A 24748 Voltios.....	34
Figura 17 Batería solar Trojan.....	35
Figura 18 Inversor – Cargador .....	36

## Índice de tablas

Tabla 1. Coeficiente de Hellman en función del tipo de terreno .....	14
Tabla 2. Metodología.....	20
Tabla 3 Población Región Cajamarca 1940 – 2017 .....	23
Tabla 4. Censos nacionales .....	24
Tabla 5. Cálculo de la energía promedio diario.....	25
Tabla 6. Consumo de energía eléctrica diaria para la I.E. n° 101171 – Nivel Primaria.....	25
Tabla 7. Consumo de Energía eléctrica diaria.....	26
Tabla 8. Conductividad de cables eléctricos .....	36
Tabla 9. Caída de tensión máxima admisible y tomar en cuenta, según el IDEA	36
Tabla 10. Presupuesto del sistema energético híbrido.....	37
Tabla 11. Ventas de energías netas.....	38
Tabla 12. VAN – TIR .....	38
Tabla 13. Flujo de caja .....	39

## Resumen

La Electrificación Rural es una de las metas más anheladas del Estado Peruano , pues básicamente el sector rural , Peruano ha sido el más abandonado en cuanto cobertura eléctrica se refiere , pues en la Década de los 90 , durante el gobierno del Ing. Fujimori , la cobertura rural no llegaba ni al 40 % , pero durante el Gobierno del Ing. Fujimori , seguido del Gobierno del Dr. Toledo con una menor celeridad , para aumentar su velocidad en el Segundo Gobierno del Sr García , disminuyendo su ritmo en los gobiernos de los Sres. Humala , Kuczynski he Ing. Vizcarra , llegando a ser en la actualidad una cobertura del 75 % , pero se ha llegado a un nivel donde por el grado de dispersión de las viviendas en el campo , los costos unitarios de electrificar cada vivienda son muy altos , muy por encima de la tasa de corte establecido por el Gobierno Peruano ( Eso debido a que por la muy baja demanda eléctrica de las viviendas rurales , es muy poco atractivo el electrificar el campo , por su bajo consumo y sus elevados costos de mantenimiento y costos comerciales ) , por lo que desde hace más o menos una década se inició un programas de electrificación rural basado en redes aisladas con la utilización de la tecnología Fotovoltaica Solar , la Tecnología Eólica , o la combinación de las dos en las llamadas centrales híbridas , pero desde hace unos dos o tres años , con el empuje tecnológico del perfeccionamiento de la Generación Distribuida , la formación de la normatividad que permitirá la producción – consumo distribuido , salvando todos los problemas comerciales y Técnicos

**Palabras clave:** Electrificación Rural, Sistemas Eólicos, Sistemas Fotovoltaicos

## **Abstract**

Rural Electrification is one of the most desired goals of the Peruvian State, since basically the rural sector, Peruvian has been the most abandoned in terms of electricity coverage, because in the 1990s, during the government of Eng Fujimori, coverage rural did not even reach 40%, but during the Government of Eng Fujimori, followed by the Government of Dr. Toledo with less speed, to increase his speed in the Second Government of Mr. García, slowing down in the governments of Messrs. Humala, Kuczynski and Ing Vizcarra, currently reaching 75% coverage, but it has reached a level where, due to the degree of dispersion of homes in the countryside, the unit costs of electrifying each home are very high, well above the cut-off rate established by the Peruvian Government (This is due to the fact that due to the very low electricity demand of rural homes, it is very unattractive to electrify the field, due to its low consumption and its high maintenance costs and commercial costs), which is why for more or less a decade a rural electrification programs based on isolated networks began with the use of Solar Photovoltaic technology, Wind Technology, or the combination of the two in the so-called hybrid plants, but for about two or three years, with the technological push to improve Distributed Generation, the formation of regulations that will allow distributed production - consumption, solving all commercial and technical problems

**Keywords:** Rural Electrification, Wind Systems, Photovoltaic Systems.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO DE GENERACION ELECTRICA ON GRID CON ENERGIAS RENOVABLES – CASO MARAMPAMPA- LLAMA – CHOTA- CAJAMARCA", cuyo autor es BARRERA VELASQUEZ JORGE ANDER, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo 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.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 16 de Diciembre del 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS <b>DNI:</b> 16720249 <b>ORCID</b> 0000000344128789	Firmado digitalmente por: AJSALAZARM el 16-12- 2020 11:04:00

Código documento Trilce: TRI - 0083645