

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA



**Diseño de un sistema fotovoltaico descentralizado para el caserío de
Tansiri, distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de
Huancavelica, 2019**

**Tesis para obtener el título profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista**

Autor:

Bach. Alarcon Erique Cristhian Alexander

Asesor - Código ORCID

Dr. Ing. Alva Julca Ruber Gregorio

Código 0000-0002-6206-278X

CHIMBOTE – PERÚ

2022

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
PALABRAS CLAVE	v
TÍTULO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	6
Tabla N° 01:	7
3. RESULTADOS	9
Tabla N° 02:	9
Irradiación Solar Diaria (kW-h/m ²)	9
Tabla N° 03:	10
Tabla N° 04:	11
Tabla N° 05:	12
Tabla N° 06:	13
Tabla N° 07:	13
Tabla N° 08:	14
Tabla N° 09:	15
Tabla N° 10:	15
Tabla N° 11:	16
Tabla N° 12:	16
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	17
5. CONCLUSIONES.....	18
6. RECOMENDACIONES	19
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
8. AGRADECIMIENTO	23
9. ANEXOS Y APÉNDICES	24

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01: TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	7
TABLA N° 02: IRRADIACIÓN SOLAR DIARIA (KW-H/M2).....	9
TABLA N° 03: CONFIGURACIONES DEL TIPO DE MÓDULO PARA LA REGIÓN SIERRA.....	10
TABLA N° 04: RELACIÓN DE ABONADOS Y TIPO MÓDULO PARA EL CASERÍO DE TANSIRI	11
TABLA N° 05: TABLA RESUMEN ELEMENTOS POR TIPO DE SISTEMA	12
TABLA N° 06: CARGAS MODELO TIPO BT8-100.....	13
TABLA N° 07: CARGAS MODELO TIPO BT8-160.....	13
TABLA N° 08: CARGAS MODELO TIPO BT8-240.....	14
TABLA N° 09: DISTANCIA MÁX. CAÍDA DE TENSION DE 5% EN SISTEMAS DE 12 VDC.....	15
TABLA N° 11: RESUMEN MODULO TIPO BT8-100.....	15
TABLA N° 12: RESUMEN MODULO TIPO BT8-160.....	16
TABLA N° 13: RESUMEN MODULO TIPO BT8-240.....	16

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 01: PADRON DE USUARIOS

ANEXO N° 02: PLANO DE LOTIZACIÓN

ANEXO N° 03: DIAGRAMA UNIFILAR SFV DOMESTICO

ANEXO N° 04: DIAGRAMA UNIFILAR SFV GENERAL

ANEXO N° 05: ESQUEMA FISICO DE INSTALACIÓN

ANEXO N° 06: PRESUPUESTO Y METADO SFV

ANEXO N° 07: PANEL FOTOGRÁFICO

PALABRAS CLAVE

Tema	Sistema Fotovoltaico
Especialidad	Ingeniería Mecánica Eléctrica

KEYWORDS

Topic	Photovoltaic system
Speciality	Electric mechanic engineering

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Línea de investigación	Sector energía
Área	Ingeniería, Tecnología
Subárea	Ingeniería eléctrica, electrónica e informática
Disciplina	Ingeniería eléctrica y electrónica

TÍTULO

**Diseño de un sistema fotovoltaico descentralizado para el caserío Tansiri,
distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de Huancavelica, 2019**

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad brindar el servicio de energía eléctrica por medio de un sistema fotovoltaico descentralizado para el caserío de Tansiri, distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de Huancavelica, con el objetivo de poder mejorar la calidad de vida e impulsar el desarrollo de la localidad anteriormente mencionada, el cual consta con un total de 14 viviendas, 01 Centro educativo, 01 Local de PRONOEI, 03 Locales de uso común, 02 Iglesias y 01 Municipio.

Para lo cual se analizó el estado actual del caserío de Tansiri para obtener datos necesarios para un diseño adecuado. Así también tendrá en cuenta los diseños y configuraciones recomendadas por el ente normalizador Osinergmin, además de las normas vigentes en el Código Nacional de Electrificación (CNE).

Se dimensionó y diseñó el sistema fotovoltaico descentralizado para suministrar energía eléctrica a los lotes beneficiados del caserío de Tansiri obteniendo como resultado 14 lotes con paneles fotovoltaicos de 100Wp, 06 lotes con la configuración de paneles de 160 Wp y por último 02 lotes con paneles de 240 Wp.

ABSTRACT

The purpose of this research is to provide electric power service through a decentralized photovoltaic system for the Tansiri hamlet, district of Nuevo Occoro, province and department of Huancavelica, with the aim to improving the quality of life and promoting development, from the aforementioned locality, which consist of a total of 14 domestic users, 01 Educational Center, 01 PRONOEI Local, 03 Common use premises, 02 Churches and 01 Municipality.

For which the current state of the Tansiri hamlet was analyzed to obtain data necessary for and adequate design. So, we also took into account the designs and configurations recommended by the Osinergmin standardizing entity, in addition to the regulations in force in the National Electrification Code (CNE).

The decentralized photovoltaic system was sized and designed to supply electric power to the lots benefiting from the Tansiri farmhouse, resulting in 14 lots with 100 Wp photovoltaic panel, 06 lots with the 160 Wp panel configuration and finally 02 lots with 240 Wp panels.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Perú el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) está orientado a cerrar la brecha de electrificación rural y destacó que las energías renovables están ayudando de manera muy importante a ese propósito.

Además, vemos que no solo en el Perú podemos encontrar el mismo problema lo cual se demuestra en la investigación que se realizó por nombre “Estudio, diseño e implementación de una crema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la isla Mondragón de Golfo de Guayaquil, provincia de Guayas”. Para obtener el título de Ingiere Eléctrico, en el cual implementa satisfactoriamente el sistema de utilización de la energía solar en la comuna Puerto Roma, así mismo asesoró a los habitantes sobre el buen uso del sistema diseñado e implementado para el beneficio general, (Gonzales, Zambrano,2014).

Por otro lado, en la investigación “Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para abastecimiento eficiente de energía en el ámbito rural”, para obtener el grado de magister en tecnología energética, en sus resultados demostró que no solo se aplica la energía fotovoltaica para sistema de electrificación de zonas rurales, sino, que si se realiza un buen dimensionamiento y selección de equipos se puede aplicar el mismo sistema fotovoltaico autónomo para usos productivos. (Salazar,2017).

Así mismo en la investigación “Estudio de comunidades rurales verdes en México. El caso de usos de celdas solares para producción de electricidad”, para obtener el grado de maestro en ciencias con especialidad en geociencias y administración de los recursos naturales, en sus conclusiones menciona que necesitamos fuentes energéticas no convencionales, que ayuden a mitigar el problema energético actual, y también que es importante que el gobierno se involucre y legisle sobre el tema para que sea posible un desarrollo armónico y sustentable. (Torres,2012).

En la investigación “Diseño de un sistema solar fotovoltaico de bajo consumo para uso domiciliario en comunidades rurales fuera del sistema interconectado nacional”. Para obtener el título de Ingeniero Eléctrico, en sus conclusiones menciona que la inversión por vivienda no supera los \$ 1355 dólares. Además, se atreve a suponer que habrá un impulso en el sector fotovoltaico en los próximos años en la cual inversionistas públicos o privados apuesten por esta tecnología. (Gonzales, Velazquez,2016).

Por último, en la investigación “Confiabilidad de los sistemas fotovoltaicos autónomos: Aplicación a la electrificación rural”. Tesis para obtener el grado de doctor, en el cual indica que los sistemas fotovoltaicos en entornos descentralizados con una alternativa década para la electrificación, así mismo menciona cada una de las posibles deficiencias que pueden resolverse con un correcto análisis, mejorando de esta manera su confiabilidad. (Diaz, 2003).

En el Perú uno de los objetivos a largo plazo es la ampliación eléctrica mediante la ejecución de obras de los sistemas eléctricos rurales, que utilicen tecnologías adecuadas que optimicen sus costos, a fin de lograr el mayor acceso de la población de las zonas rurales, localidades aisladas y de fronteras del país, al servicio eléctrico. Así también en todo el mundo cada vez es más fuerte el tema y la búsqueda del cuidado del medio ambiente.

El caserío Tansiri se encuentra aislado y además alejado de las redes del sistema eléctrico nacional por lo que es difícil acceder al servicio de energía eléctrica por medio del sistema convencional ya que implicaría una inversión elevada a la cual no se cuentan con los fondos necesarios. La energía eléctrica les ayudaría en el crecimiento social y económico del lugar donde habitan.

Mediante la presente investigación se logró diseñar un sistema fotovoltaico descentralizado para suministrar energía eléctrica a cada uno de las viviendas y locales/instituciones que forman parte del caserío de Tansiri la cual implica menores costos e impactos en las zonas del proyecto.

Considerando que el caserío Tansiri actualmente se encuentra en pleno desarrollo y cuenta con vivienda y lugares públicos es indispensable para apoyar en su crecimiento el servicio de energía ya sea de manera provisional una mejor calidad de vida por lo tanto se propone el siguiente problema:

¿Cuál será el diseño adecuado del sistema fotovoltaico descentralizada para cada uno de los beneficiarios en el caserío de Tansiri, distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de Huancavelica, 2019?

La tecnología fotovoltaica busca convertir directamente la radiación solar en electricidad. Basada en el efecto fotoeléctrico, en el proceso emplea unos dispositivos denominados celdas fotovoltaicas, las cuales son sensibles a la luz solar; de manera que cuando se expone a esta, se produce en la celda una circulación de corriente eléctrica entre sus dos caras.

Los componentes de un sistema fotovoltaico dependen del tipo de aplicación que se considera (conectada o no a la red) y de las características de la instalación. (Energía sola, 2018).

Celdas fotovoltaicas: es donde se produce la conversión fotovoltaica, la más empleadas son las realizadas con silicio cristalino. La incidencia de la radiación luminosa sobre la celda una diferencia de potencial y una corriente aprovechable. Fabricadas a partir del silicio, las celdas fotovoltaicas cobraron auge a partir de los años 50, cuando comenzaron a ser utilizadas para el abastecimiento energético de los satélites. (Energía Solar, 2008).

Placas fotovoltaicas: son un conjunto de celdas fotovoltaicas conectadas, que generan electricidad en corriente continua. Para su mejor aprovechamiento se busca orientadas (teniendo en cuenta la ubicación y latitud) con el fin de obtener un mayor rendimiento. (Energía Solar, 2008).

Regulador de carga: Tiene por función proteger a la batería contra sobrecargas y contra las descargas. Además, se emplea para proteger a las en condiciones extremas de operación, y para proporcionar información al usuario. (Energía Solar, 2008).

Baterías: son el almacén de la energía eléctrica generada. En este tipo de aplicaciones normalmente se utilizan baterías estacionarias, las que tienen como características de operación más importante al ciclado; durante un ciclo diario, la batería se carga durante el día y se descarga durante la noche, sobrepuesto al ciclado diario hay un ciclo estacional, que está asociado a periodos de reducida disponibilidad de radiación. (Energía Solar, 2008).

Inversor: transforma la corriente continua (de 12,24 o 48 V) generada por las placas fotovoltaicas y acumulada en las baterías a corriente alterna (a 230 V, 60 Hz). (Energía Solar, 2008).

El dimensionamiento de una instalación aislada requiere disponer de información relativa al consumo previsto de energía del lugar que se ha de electrificar y de la disponibilidad media de radiación solar a lo largo del año. Debido a los costos actualmente maneja esta tecnología se recomienda el uso de aparatos de bajo consumo, el sobre costo que estos a veces pueden tener, se compensa por la reducción en el costo de la instalación fotovoltaica. (Energía Solar, 2008).

Al ser una investigación basada en diseño de un sistema fotovoltaico descentralizado la formulación de hipótesis no aplica.

Para realizar con éxito la investigación se planteó diferentes objetivos como objetivo general:

- Diseñar un sistema fotovoltaico descentralizado para suministrar energía eléctrica al caserío de Tansiri, distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de Huancavelica, 2019.

Para lo cual también se cumplirán los siguientes objetivos específicos:

- Realizar el levantamiento topográfico correspondiente del caserío de Tansiri, distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de Huancavelica, 2019.

- Determinar la máxima demanda de energía eléctrica de cada uno de los beneficiarios del caserío de Tansiri, distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de Huancavelica, 2019.
- Elaborar los planos del sistema fotovoltaico descentralizado para el caserío de Tansiri, distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de Huancavelica, 2019.
- Elaborar el metrado y presupuesto del sistema fotovoltaico descentralizado del caserío de Tansiri, distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de Huancavelica,2019.

2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

Siendo el proyecto de investigación la elaboración del diseño de un sistema de generación fotovoltaico descentralizado, podemos decir que es una investigación descriptiva de diseño no experimental. Siendo la variable independiente las cargas de cada uno de los lotes beneficiados del caserío de Tansiri, distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de Huancavelica, 2019.

2.2. Técnicas e instrumentos de investigación

Las técnicas e instrumentos que utilizamos en la investigación se detallan en la Tabla N° 01, en la siguiente página.

Tabla N° 01:
Técnica e instrumentos de investigación

Objetivo	Técnica	Instrumento	Resultado
Realizar el levantamiento topográfico correspondiente del caserío de Tansiri.	Observación	Registro de datos	Con este instrumento se elabora el plano de ubicación de cada uno de los lotes y la ubicación de los arreglos fotovoltaicos.
Determinar la máxima demanda de energía eléctrica de cada uno de los beneficiarios del caseiro de Tansiri.	Observación	Registro de datos	Con este instrumento se indentifico el uso del lote para poder determinar el tipo de configuración para cada uno de los beneficiarios
Elaborar los planos del sistema fotovoltaico descentralizado para el caserío de Tansiri.	Diseño	AutoCAD	Nos permite diseñar y elaborar a detalle los planos correspondientes al sistema fotovoltaico descentralizado para el caseiro de Tansiri.
Elaborar el metrado y presupuesto del sistema fotovoltaico descentralizado del caserío de Tansiri.	Análisis documental	Registro de datos	Nos permite determinar los costos e inventario total para poder llevar a cabo en la etapa de obra.

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Procesamiento y Análisis de la información

Al empezar el proyecto de investigación Diseño de un sistema fotovoltaico descentralizado para suministrar energía eléctrica a caserío de Tansiri, distrito de Nuevo Occoro, provincia y departamento de Huancavelica, 2019. Se realizaron los trabajos de campo correspondientes. En primer lugar, se realizó el levantamiento topográfico del caserío de Tansiri. Después se realizó la recolección de

datos de los beneficiarios (fotos y DNI de propietarios) e identificación de uso de los lotes para los cálculos de diseño.

Posteriormente la información obtenida en los trabajos de campo fue analizada y procesada para la correcta realización de los cálculos y cuadros necesarios para el dimensionamiento de cada uno de los elementos que forman parte el sistema fotovoltaico. Finalmente se diseñó con la ayuda del software AutoCAD, los planos y diagramas correspondientes, así también los metrados y presupuestos necesarios para para la investigación se realizó mediante el programa Microsoft Excel.

3. RESULTADOS

Irradiación Solar diaria

La obtención del valor de irradiación solar diaria (kW-h/m²), se ha obtenido un resumen ponderado por región.

Tabla N° 02:

Irradiación Solar Diaria (kW-h/m²)

Región	Promedio
Costa	5,26
Sierra	5,47
Selva	4,38

Fuente: Informe N° 207-2018-GRT-OSINERGMIN

Con respecto a la energía, no se ha considerado el consumo de energía por la naturaleza de los SFV, y que esta representa una energía promedio estimada base a la radiación solar y la potencia pico (Wp) del panel solar.

Selección de los Componentes de los sistemas

Módulo fotovoltaico

Para la selección de los arreglos de los módulos fotovoltaicos, siendo esta de manera descentralizada se ha tomado las configuraciones recomendadas del Ministerio de Energía y Minas específicamente la Dirección General de Electrificación mediante Resolución Directoral N° 003-2007-MEM/DGE en la cual se aprueba el Reglamento Técnico de Especificaciones y Procedimientos de Evaluación del sistema fotovoltaico y sus componentes para sectores rurales.

Para los tipos de arreglos fotovoltaicos se ha elegido de las configuraciones normalizados por Osinergmin, las cuales se determinan según los niveles de radiación del “Atlas de Energía Solar del Perú.

Tabla N° 03:

Configuraciones del Tipo de Módulo para la región Sierra.

Tipo de Módulo	Tensión de Servicio	Energía Promedio Mensual Disponible (kw-h/mes)	Cargas a Atender
		Sierra	
BT8-070	12 V DC	8,06	Usuarios domésticos
BT8-100	12V DC	10,77	Usuarios domésticos
BT8-160	220 V AC	17,59	Casas-tienda, talleres, locales comunales, capillas, puestos policiales
BT8-240	220 V AC	26,39	Escuelas, colegios, locales públicos.
BT8-320	220 V AC	35,18	Colegios, postas médicas

Fuente: Elaboración propia

En el caserío de Tansiri se ha observado la presencia tantos de usuarios domésticos como de cargas de uso general como Iglesias, locales comunales, local Pronoei e inclusión una institución educativa primaria. Por lo tanto, se ha considerado las siguientes configuraciones:

Tabla N° 04:

Relación de Abonados y Tipo de Módulo Para el caserío de Tansiri

Usuario	Cantidad	Tipo
Doméstico	14	BT8-100
Pronoei	01	BT8-160
Local comunal	03	BT8-160
Iglesias	02	BT8-160
Municipio Tansiri	01	BT8-240
I.E. Primaria	01	BT8-240

Fuente: Elaboración Propia

Soporte para paneles fotovoltaicos

Para el montaje de estas estructuras para paneles fotovoltaico se ha determinado una inclinación de 15° orientada hacia el norte,

Baterías

Se ha elegido baterías de Plomo-acido de 12 VDC, 150Ah, el cual alimentara a las cargas que requiera cada vivienda o lote de uso general.

Controlador de Carga

El controlador debe soportar las cargas para poder controlar la máxima corriente que este producirá por el arreglo fotovoltaico que se ha propuesto.

- Controlador de carga de 10 A, para los lotes de uso domestico
- Controlador de carga de 20 A, para el tipo BT8-160
- Controlador de carga de 30 A, para la configuración BT8-240

Inversor

Para las configuraciones del tipo BT8-160 y BT8-240, los cuales su nivel de tensión es de 220 V se requerirá inversores de 300 W y 400 W correspondientemente

A continuación, se mostrará el cuadro resumen de los elementos por tipo de configuración de paneles

Tabla N° 05:

Tabla Resumen Elementos Por tipo de Sistema

Tipo	Potencia Instalada del SFV (Wp)	Tensión de trabajo	Capacidad de Batería (Ah)	Regulador (A)	Inversor (W)	Energía Suministrada (Wh-día)
BT8-100	100	12 VDC	150	10	NO	547,00
BT8-160	160	220 VAC	2x150	20	300	875,20
BT8-240	240	220V AC	2x150	30	400	1312,80

Fuente: Elaboración propia

Modelos de demanda

Se ha tomado en cuenta los modelos de demanda recomendados por Osinergmin los cuales se encuentran en el Informe Técnico 207-2018-GRT.

Para los lotes de uso doméstico se ha considerado el modelo tipo BT8-100.

Tabla N° 06:*Cargas Modelo Tipo BT8-100*

Descripción	N° Equipos	Pot. Instalada	Pot. Total	Horas día	Energía
Lampara LED	3	5	15	4	60
Radio	1	3	3	6	18
TV bajo consumo	1	12	12	3	36
Cargador Celular	1	5	5	4	20
Otros	-	-	-	-	40
TOTAL	-	-	-	17	174

Fuente: Informe Técnico 207-2018-GRT (Osinermin)

Para los lotes de uso común como local comunal, comedor común, auditorio municipal e iglesia se ha considerado paneles de 160 Wp.

Tabla N° 07:*Cargas Modelo Tipo BT8-160*

Descripción	N° Equipos	Pot.	Pot. Total	Horas día	Energía
Lampara LED	4	5	20	5	100
Cargador de celular	1	5	5	2	10
Laptop	1	30	30	3	90
TV	1	12	12	2	24
Inversor-operación	1	7,5	7,5	8	60
Total			74,5	20	284

Fuente: Informe Técnico 207-2018-GRT (Osinermin)

Para la Institución Educativa Primaria y para el Municipio se ha considerado una configuración de demanda Tipo BT8-240.

Tabla N° 08:

Cargas Modelo Tipo BT8-240

Descripción	N° Equipos	Pot.	Pot. Total	Horas día	Energía
Lámparas LED	4	5	20	5	100
Cargador de	1	5	5	2	10
Laptop	1	30	30	3	90
Impresora	1	50	50	1	50
DVD	1	20	20	2	40
TV	1	12	12	2	24
Inversor-operación	1	7,5	7,5	8	60
Total			144,5	23	374

Fuente: Informe Técnico 207-2018-GRT (Osinermin)

Conexionado

Así mismo también se ha considerado un tablero de control eléctrico, donde se instalarán ordenadamente los equipos de control y distribución, el cual está diseñado para poder operar a la intemperie en caso sea requerido.

Para la selección del cable se ha tomado en cuenta el buen funcionamiento de las cargas instaladas (lámparas, televisión, radios, etc.). Por lo cual no debe producirse más de 5% de caída de tensión entre el controlador y el punto de carga más alejado.

En la siguiente tabla se muestra las distancias máximas de caída de tensión en sistemas de 12 VCD.

Tabla N° 09:

Distancia máxima en metros para una caída de tensión de 5% en sistemas de 12 VDC

Sección del		Corriente (A)								
Mm.	AWG	2	5	10	15	20	25	30	50	100
2,081	14	54	22	11	8					
3,3	12	85	35	18	11	8				
5,27	10	130	56	29	18	13	11			
8,35	8	220	90	45	30	22	17	15		
13,3	6	360	114	57	47	36	29	25	15	
21	4	560	225	112	75	56	45	37	22	11
34	2	900	362	181	120	90	75	60	36	18
53	0	1500	600	300	200	150	120	100	60	30

Fuente: Informe N° 207-2017-GRT-OSINERGMIN

Esta información es importante a la hora de que los pobladores hagan su distribución en el interior de su vivienda.

Resumen general de usuarios y equipos

Tabla N° 10:

Resumen Modulo Tipo BT8-100

RESUMEN GENERAL BT8-100	
ITEM	TOTAL
Usuarios	14
EQUIPOS RELEVANTES	
Modulo fotovoltaico de 100 Wp	14
Baterías de Pb-acido de 12 VDC, 150Ah	14
Regulador de 10 A	14
Estructura soporte	14
Lampara LED 5 W	42

Tabla N° 11:*Resumen Modulo Tipo BT8-160*

RESUMEN GENERAL BT8-160	
ITEM	TOTAL
Usuarios	6
EQUIPOS RELEVANTES	
Modulo fotovoltaico de 160 Wp	6
Baterías de Pb-acido de 12 VDC, 150 Ah	12
Regulador de 20 A	6
Inversor 300 W	6
Estructura soporte	6
Lampara LED 5W	24

Tabla N° 12:*Resumen Modulo Tipo BT8-240*

RESUMEN GENERAL BT8-240	
ITEM	TOTAL
Usuario	2
EQUIPOS RELEVANTES	
Modulo fotovoltaico de 240 Wp	2
Baterias de Pb-acido de 12 VDC, 150 Ah	4
Regulador de 30 A	2
Inversor de 400 W	2
Estructura soporte	2
Lampara LED 5W	8

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tal y como describe Torres (2012) existen diversas comunidades en donde no cuentan con los recursos para el abastecimiento de energía eléctrica. Tansiri es una de estos lugares que se encuentra alejada a la red eléctrica interconectada del Perú por lo que se ha diseñado un sistema fotovoltaico descentralizado el cual resulta más económico y a la vez amigable con el medio ambiente.

Por lo contrario de Gonzalez y Velazquez (2016) en el cual establecieron una única configuración para los beneficiarios, en esta investigación se determinó 3 tipos de configuraciones las cuales están basadas en datos técnicos que brinda Osinergmin. Así también los equipos y accesorios han sido seleccionados del mismo informe técnico 207-2018-GRT. Así también se ha considerado dentro de los costos de la instalación eléctrica y luminarias para los beneficiarios.

Para la selección de los elementos que conforman el sistema fotovoltaico descentralizado y sus complementos de instalación dentro y fuera de la vivienda, se ha considerado las normas vigentes del Código Nacional de electricidad, respetando así la máxima caída de tensión permisible. El cual nos garantiza el servicio de energía eléctrica contemplando su crecimiento en el consumo.

5. CONCLUSIONES

- Se realizaron los trabajos de campos en la localidad de Tansiri, con el cual se pudo obtener información de cada tipo de usuario que presenta el caserío. En el Anexo N° 01 se muestra la relación de beneficiarios.
- Basado en información y estándares proporcionados por Osinergmin, se pudo determinar valores de demanda de energía eléctrica para cada tipo usuario y configuración dependiendo del tipo de modulo que se le ha asignado. Por lo cual se obtuvo que para un usuario doméstico requerirá 174 Wh/día (BT8-100), para una demanda de 284 Wh/día (Uso general) le corresponde la configuración BT8-160 y para la instrucción educativa y municipio una configuración BT8-240 consumiendo 374 Wh/día.
- Se elaboró los planos del sistema fotovoltaico descentralizado para el caserío de Tansiri. Así se muestra en el Anexo N° 03 y 04.
- Se elaboro el metrado y presupuesto del sistema fotovoltaico descentralizado considerando luminarias LED 5W e la instalación eléctrica para cada uno de los beneficiarios del caserío de Tansiri, dando un total de S/. 54 278.35 (Cincuenta y cuatro mil doscientos setenta y ocho con 35/100 Nuevos Soles). Ver Anexo N° 06.

6. RECOMENDACIONES

Al término del trabajo de investigación, para aspectos del diseño del sistema fotovoltaico descentralizado para su implementación en el caserío de Tansiri se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda considerar las configuraciones de este informe de investigación para proyectos que viene realizando la Dirección General de Electrificación rural del Ministerio de Energía y Minas, ya que está basado en normas técnicas del mismo Osinergmin.
- El uso del sistema fotovoltaico descentralizado mostrado en la investigación es de alguna manera un sistema provisional ya que no se cuenta con los fondos necesarios para un sistema eléctrico conectado a la red.
- Se recomienda replantear los cálculos y configuraciones mostradas, considerando el crecimiento que se tiene una vez que se cuente con el servicio de energía eléctrica.
- Es importante capacitar a los pobladores en las labores de mantenimiento, control y uso de los sistemas fotovoltaicos, así mismo se disminuye los costos de mantenimiento.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.

Días, P. (2003). *Confiabilidad de los sistemas fotovoltaicos autónomos: Ampliación a la electrificación rural. (Tesis para obtener el grado de doctor, Universidad Politécnica de Madrid)*. Recuperado de: [http://oa.upm.es/169/1/PABLO DIAZ VILLAR.pdf](http://oa.upm.es/169/1/PABLO_DIAZ_VILLAR.pdf)

González, G. G., Zambrano, J. C. & Estrada E. F. (2014). *Estudio, Diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la Isla Mondragón del Golfo de Guayaquil, provincia de Guayas. (Tesis para título profesional, Universidad Politécnica Salesiana)*. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6553/1/UPS-GT000602.pdf>

González, E. V. & Velázquez, F. J. (2016). *Diseño de un sistema solar fotovoltaico de bajo consumo para uso domiciliario en comunidades rurales fuera del Sistema Interconectado Nacional. (Tesis para título profesional, Universidad Nacional de Ingeniería)* Recuperado: <http://ribuni.uni.edu.ni/1172/>

González, J. (2016). *Prototipo de energía eléctrica fotovoltaica, para el laboratorio de energía de la escuela colombiana de ingeniería. (Tesis para título de Maestría, Universidad Colombiana de Ingeniería Julio Garavito)*. Recuperado de: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/446>

Informe Técnico 207-2018-GRT (Osinermin)

Ley N.º 28749 “Ley General de Electrificación Rural”.

NTP 399-403-2006: Sistemas Fotovoltaicos hasta 500 wp, Especificaciones Técnicas y Método para Calificación Energética de un Sistema Fotovoltaico.

Normas para la electrificación rural de la DGE/MEM vigentes.

RD 203-2015-MEM/DGE: Especificación Técnica del Sistema Fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural.

Resoluciones Ministeriales (Relativo a Sistemas Eléctricos para tensiones entre 1 y 36 kV- Media Tensión), vigentes.

R.M. N.º 037-2011-MEM: Código Nacional de Electricidad-Utilización.

Salazar, J. (2017). *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para abastecimiento eficiente de energía en el ámbito rural. (Tesis para título de Maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú).* Recuperado de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3935>

Torres, B. (2012). *Estudio de comunidades rurales verdes en México. El caso de uso de celdas solares para la producción de electricidad. (Tesis para título de Maestría, Instituto Politécnico Nacional).* Recuperado de: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/22960/1/Estudio%20de%20comunidades%20rurales%20verdes%20en%20M%C3%A9xico.%20El%20caso%20de%20uso%20de%20celdas%20solares%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20electricidad.pdf>

8. AGRADECIMIENTO

A mis profesores que me enseñaron a lo largo de mi carrera profesional quienes me brindaron la educación fundamental para lograr culminar mi carrera como un profesional de ingeniería Mecánica Eléctrica.

Agradezco a mi asesor Dr. Ing. Ruber Gregorio Alva Julca, por brindarme su apoyo durante todo mi trabajo de investigación.

Cristhian Alexander Alarcon Enrique

9. ANEXOS Y APÉNDICES

ANEXO N.º 01
PADRON DE USUARIOS

ANEXO N.º 02
PLANO DE LOTIZACIÓN

ANEXO N.º 03

DIAGRAMA UNIFILAR SFV DOMESTICO

ANEXO N.º 04

DIAGRAMA UNIFILAR SFV GENERAL

ANEXO N.º 05

ESQUEMA FISICO DE INSTALACIÓN EN UNA VIVIENDA

ANEXO N.º 06

PRESUPUESTO Y METRADO SFV

ANEXO N.º 07

PANEL FOTOGRAFICO

