



# Suministro de energía eléctrica a partir de la energía solar fotovoltaica para el centro de producción e investigación Acraquia de la facultad de ciencias de ingeniería de la UNH

Supply of electricity from solar photovoltaic energy for the Acraquia production and research center of the faculty of engineering sciences of UNH

John Navarro<sup>1</sup> • Carlos Galvan<sup>1</sup> • Raúl Padilla<sup>1</sup>

**Recibido:** 19 de Enero del 2022 / **Aceptado:** 14 de Julio de 2022

## RESUMEN

Queda demostrado de que el Perú tiene un excelente potencial de energía solar que son fuentes de energía inagotables.

El problema propuesto es; ¿Cómo satisfacer las necesidades básicas de electricidad a partir de la energía solar fotovoltaica para mejorar las condiciones de vida del poblador del Centro de Producción e Investigación Acraquia de la UNH?.

Se desarrolló el proyecto, ubicando correctamente el ángulo de inclinación y orientación de paneles solares, la revisión del mapa solar del lugar de interés y datos de radiación solar obtenidos en el sitio vía web de la NASA. Se calculó datos de radiación solar diario, mensual, trimestral, semestral y anual confirmando y demostrando que la radiación solar en las coordenadas de la ubicación de nuestro proyecto es de 5.22 kWh/m<sup>2</sup>, energía suficiente y constante.

Ello, permitió clarificar y optimizar la información confirmando el objetivo y la optimización de la ejecución del proyecto por tener y contar con instalaciones de energía solar adecuados validando nuestra hipótesis de satisfacer las necesidades básicas de electricidad para mejorar las condiciones de vida del poblador siendo una energía limpia que minimizará los impactos negativos en el medio ambiente.

En el presente proyecto de investigación se ha utilizado el método de observación y experimental y técnicas estadísticas.

**Palabras clave:** Suministro de energía eléctrica, energías renovables, paneles solares, radiación solar, energía solar fotovoltaica.

## ABSTRACT

It has been demonstrated that Peru has an excellent solar energy potential that are inexhaustible energy sources. The proposed problem is how to meet the basic needs of electricity from solar photovoltaic energy to improve the living conditions of the people of the Center for Production and Research Acraquia of the UNH?.

Our project was developed by correctly locating the angle of inclination and orientation of solar panels, the review of the solar map of the place of interest and solar radiation data obtained from the NASA website. We calculated daily, monthly, quarterly, semi-annual and annual solar radiation data confirming and demonstrating that the solar radiation at the coordinates of our project location is 5.22 kWh/m<sup>2</sup>, sufficient and constant energy. This allowed to clarify and optimize the information confirming the objective and the optimization of the project execution by having and counting with adequate solar energy facilities validating our hypothesis of satisfying the basic electricity needs to improve the living conditions of the settler being a clean energy that will minimize the negative impacts on the environment.

In this research project we have used the observation and experimental method and statistical techniques.

**Keywords:** Electric power supply, renewable energies, solar panels, solar radiation, photovoltaic solar energy.

## INTRODUCCIÓN

El sol da vida al planeta tierra, su energía continua

✉ John F. Navarro Daviran  
[john.navarro@unh.edu.pe](mailto:john.navarro@unh.edu.pe)

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Huancavelica,  
Huancavelica, Perú

permite la dinámica atmosférica y la vida de los seres vivos (Terra, 2018). El sol es una fuente inagotable de energía siendo aprovechado por muchos países como alternativa de punta para la generación de energía eléctrica limpia, constante y sin contaminación. Es por eso que, el futuro de la energía a nivel mundial apunta hacia el desarrollo de proyectos que permitirán consolidar el desarrollo de sistemas completos de generación, transformación, almacenamiento y distribución de energía. El interés general por el aprovechamiento de la energía solar se ha incrementado en los últimos años. Pues, se trata de una fuente energética alternativa del futuro, no solo por ser limpia y gratuita, sino por su abundancia y su carácter inagotable a escala humana. Como antecedentes tenemos estudios donde se dan a conocer que los sistemas fotovoltaicos presentan una ventaja técnica respecto a los demás sistemas de generación; debido a que, la vida útil es mayor que de un sistema convencional. De acuerdo a datos obtenidos de “Atlas de Energía Solar del Perú” (Senamhi, 2033), la radiación solar promedio por día anual en la sierra específicamente en la estación meteorológica de Huayao en el departamento de Junín es de 6.00 kWh/m<sup>2</sup> de energía solar diaria. Este valor coincide con lo hallado en el presente trabajo. Así mismo da a conocer que en zonas como Bogotá donde se desarrolló el estudio, el promedio de radiación solar permite que estos sistemas funcionen de la manera adecuada para suplir las necesidades presentes en los conjuntos residenciales (Cárdenas, 2017).

Nuestra hipótesis... “La Generación de energía eléctrica a partir de energía solar fotovoltaica, adecuando los dispositivos a usar, permite satisfacer las necesidades básicas de electricidad para mejorar las condiciones de vida del poblador del Centro de Producción e Investigación Acraquia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la UNH, siendo una energía limpia que minimizará los impactos negativos en el medio ambiente”. Para ello, se debe dimensionar e instalar paneles solares y sus componentes a fin de almacenar la energía en baterías de corriente continua para su posterior distribución dependiendo este de las cargas y capacidad instalada.

Nuestras instalaciones de paneles solares tienen una capacidad total de 1800 W instalados en paralelo a 12 V y 104.58 A (Ver gráfico N° 01), los mismos que garantizan un funcionamiento óptimo del sistema de abastecimiento de energía eléctrica. Por lo tanto, nuestra hipótesis queda demostrado con la generación de energía eléctrica a partir de energía solar fotovoltaica al obtener 5.22 kWh/m<sup>2</sup> de radiación solar energía suficiente y constante

para satisfacer las necesidades humanas básicas de electricidad para mejorar las condiciones de vida del poblador del Centro de Producción e Investigación Acraquia de la UNH, siendo una energía limpia que minimiza los impactos negativos en el medio ambiente.

Así mismo, los paneles fotovoltaicos, como los otros equipos, necesitan funcionar con el máximo rendimiento posible. Esto puede ser realmediante un diseño correcto, construcción, instalación y orientación. No obstante, el funcionamiento de un panel fotovoltaico es altamente influenciado por su orientación (ángulo de acimut, con respecto al Ecuador) y su ángulo de inclinación con la horizontal (con respecto al suelo). Este ángulo es específico para cada lugar y depende del día, mes y año por la posición del Sol. La determinación exacta del ángulo de inclinación para cada lugar de interés es esencial para la producción de la energía máxima por el sistema<sup>1</sup> (Miguel, Determinación del ángulo de inclinación óptimo de un panel fotovoltaico en el Valle del Mantaro, 2016). Nuestras instalaciones tienen una posición adecuada para mejorar la eficiencia eléctrica orientando los paneles de modo que, las superficies estén perpendiculares a los rayos solares. Como resultado del proyecto se han iluminado diferentes ambientes como el establo, almacenes, dormitorios de los trabajadores y cochera entre otros. La energía solar, su uso y aplicación son energías renovables inagotables. Por tal razón, se desarrolló el presente proyecto de investigación. Es así que, se analizaron la metodología del proceso de investigación, las coordenadas del proyecto, el impacto que genera su ejecución, así como la recolección de datos y procesamiento de los mismos, la presentaron y análisis de los resultados; concluyendo en la factibilidad y optimización del sistema de generación de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos para el Centro de Producción e Investigación Acraquia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la UNH.

Las dificultades y limitaciones que se han tenido, han sido principalmente; el tema logístico toda vez que, los equipos y accesorios se han adquirido y luego transportado desde la localidad de Huancavelica hasta el distrito de Acraquia, provincia de Tayacaja.

El presente proyecto, se desarrolló en el Centro de Producción e Investigación Acraquia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la UNH, ubicado en el anexo de Pamuri, distrito de Acraquia, provincia de Tayacaja y departamento de Huancavelica. Sus Coordenadas geográficas son las siguientes:

A continuación, mostramos las coordenadas UTM de ubicación de desarrollo del proyecto.

**Tabla N° 01.**

*Coordenadas de ubicación del proyecto.*

<b>Lugar</b>	Centro de Producción e Investigación Acraquia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica
<b>Ubicación</b>	Parumi –Acraquia – Tayacaja - Huancavelica
<b>Coordenadas</b>	Grados decimales: Latitud: -12,3985 Longitud: -74,9041
	Grados - minutos – segundos Latitud: 12° 23 54,6'' Longitud: 74° 54 15.01''
<b>Altura</b>	3,322.20 m.s.n.m.

Fuente: Autores

## MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método empleado fue la de observación y el experimental, complementado con técnicas estadísticas. Se ha detectado y seleccionado las muestras a partir de una población de radiación solar.

Como diseño de la investigación las estructuras de soporte de paneles fotovoltaicos han sido fijadas y empotradas en el piso con rotación angular variables del ángulo de inclinación y su orientación.

## MUESTREO

El proyecto como muestreo ha tomado datos de radiación solar correspondientes al año 2012, diario y mensual, trimestral, semestral y anual. La radiación solar se define como la energía por unidad de superficie a lo largo de un periodo de tiempo dado (Aparicio, 2010). Se expresa normalmente en kWh/m<sup>2</sup>

Para la recopilación de datos ha sido necesario ingresar a la página web de recursos de energía renovable patrocinado por la NASA (NASA, s.f.) (Centro de datos de ciencia atmosférica). La NASA, a través de su programa de investigación en Ciencias de la Tierra, ha apoyado durante mucho tiempo los sistemas de satélites y la investigación que proporciona datos importantes para el estudio del clima y los procesos climáticos. Estos datos incluyen estimaciones climatológicamente promediadas a largo plazo de cantidades meteorológicas y flujos de energía solar

superficial. Además, los valores medios diarios de los datos meteorológicos y solares basados se proporcionan en un formato de series de tiempo. Se ha demostrado que estos productos basados en modelos y satélites son lo suficientemente precisos como para proporcionar datos fiables de recursos solares y meteorológicos en regiones donde las mediciones de superficie son escasas o inexistentes. El sitio web nos pide las coordenadas en grados decimales de la localización del Centro de Producción e Investigación Acraquia de la Facultad de Ingeniería de la UNH.

Los datos obtenidos del año 2012 periodo en que se iniciaron con las pruebas de mediciones eléctricas e instalaciones de paneles solares fueron obtenidos, procesados, analizados y cuantificados por el equipo investigador. Para la validación de la hipótesis del proyecto, se ha considerado toda la población, es decir 1080 lecturas de datos registrados.

**Tabla N° 02.**

*Radiación solar para una latitud: -12.3985° y longitud -74.9042, desde el 01 de enero al 02 de febrero del 2012*

```

-BEGIN HEADER-
NASA/POWER SRB/FLASHFlux/MERRA2/GEOS 5.12.4 (FP-IT) 0.5 x 0.5 Degree Daily Averaged Data
Dates (month/day/year): 01/01/2012 through 07/14/2021
Location: Latitude -12.3985 Longitude -74.9042
Elevation from MERRA-2: Average for 1/2x1/2 degree lat/lon region = 3322.19 meters Site = na
Climate zone: na (reference Briggs et al: http://www.energycodes.gov)
Value for missing model data cannot be computed or out of model availability range: -999
Parameter(s):
KT SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Insolation Clearness Index (dimensionless)
ALLSKY_SFC_SW_DWN SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 All Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)
CLRSKY_SFC_SW_DWN SRB/FLASHFlux 1/2x1/2 Clear Sky Insolation Incident on a Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)
YEAR MO DY KT CLRSKY_SFC_SW_DWN ALLSKY_SFC_SW_DWN
-END HEADER-
2012 01 01 0.54 -999 6.03
2012 01 02 0.63 -999 6.92
2012 01 03 0.57 -999 6.24
2012 01 04 0.59 8.23 6.58
2012 01 05 0.34 -999 3.82
2012 01 06 0.50 -999 5.61
2012 01 07 0.39 -999 4.36
2012 01 08 0.41 -999 4.59
2012 01 09 0.59 -999 6.47
2012 01 10 0.62 -999 7.09
2012 01 11 0.62 -999 6.92
2012 01 12 0.47 -999 5.25
2012 01 13 0.56 -999 6.22
2012 01 14 0.57 -999 6.30
2012 01 15 0.52 -999 5.79
2012 01 16 0.56 -999 6.29
2012 01 17 0.46 -999 5.13
2012 01 18 0.53 -999 5.94
2012 01 19 0.36 -999 3.97
2012 01 20 0.38 -999 4.24
2012 01 21 0.49 -999 5.49
2012 01 22 0.56 -999 6.37
2012 01 23 0.58 -999 6.42
2012 01 24 0.63 -999 6.96
2012 01 25 0.20 -999 2.25
2012 01 26 0.41 -999 4.59
2012 01 27 0.49 -999 5.46
2012 01 28 0.53 -999 5.96
2012 01 29 0.41 -999 4.54
2012 01 30 0.50 -999 5.61
2012 01 31 0.53 -999 5.83
2012 02 01 0.48 -999 5.33
2012 02 02 0.35 -999 3.86
    
```

Como resultado de nuestra investigación en las Tablas 02 y 03 se muestra los datos de radiación

solar obtenidos en el sitio vía web de la NASA (NASA, s.f.) durante el año 2012.

**Tabla N° 03**

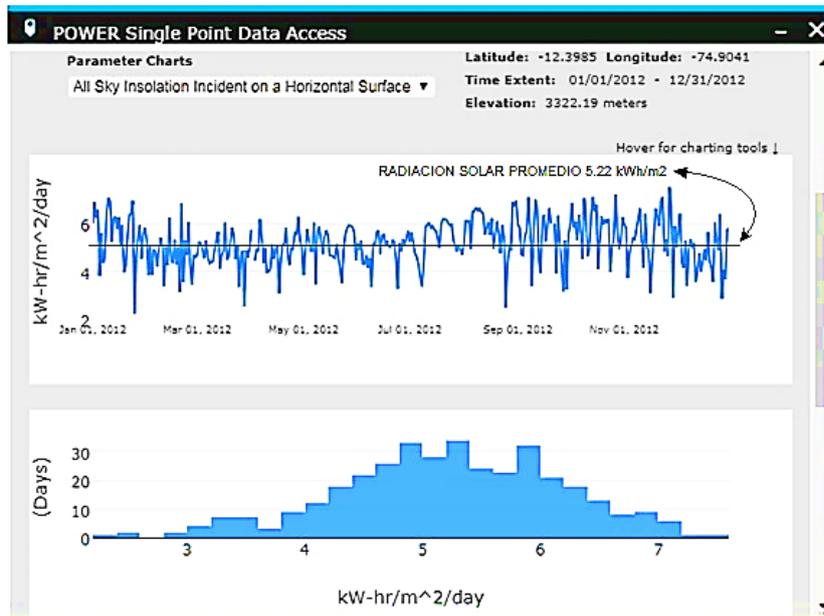
*Fuente: recopiladas por el autor / nasa power prediction of worlwide energy*

**RADIACIÓN SOLAR EN kWh/m<sup>2</sup> DESDE EL 01/01/2012 AL 31/12/2012**

DIA	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC
1	6,03	5,33	4,69	5,76	3,86	5,22	5,25	5,14	5,95	5,95	5,96	5,02
2	6,92	3,86	5,26		5,15	4,90	5,65	6,15	5,85	6,88	5,86	5,73
3	6,24	5,07	5,20	4,45	5,78	5,29	5,21	6,09	4,73	5,84	3,74	6,42
4	6,58	3,86	4,92	4,91	5,37	4,33	4,74	6,12	4,68	6,10	4,76	4,39
5	3,82	4,94	4,56	4,86	4,87	4,32	4,61	4,94	5,47	5,31	5,09	4,17
6	5,61	4,86	5,29	6,20	4,87	4,69	4,29	6,53	5,71	6,39	5,40	5,29
7	4,36	4,21	4,64	5,51	6,04	4,16	3,73	6,53	7,12	5,68	5,35	3,41
8	4,59	4,93	4,35	4,36	3,48	4,56	3,38	6,69	5,89	4,53	5,80	5,03
9	6,47	5,43	4,39	4,98	5,66	3,36	4,44	6,55	3,40	7,07	6,09	5,37
10	7,09	5,06	4,43	3,99	5,88	5,22	5,88	6,64	5,55	6,47	6,66	4,99
11	6,92	3,39	4,96	4,01	5,17	5,08	5,96	6,50	7,02	4,65	5,24	5,22
12	5,25	5,05	5,43	4,14	4,73	5,67	6,06	6,45	6,69	4,93	4,16	3,56
13	6,22	4,28	5,68	5,14	5,45	5,72	5,83	5,56	4,47	6,38	6,42	3,99
14	6,30	6,26	4,13	4,54	5,73	4,73	5,91	5,85	3,94	7,13	4,99	4,78
15	5,79	4,45	4,67	4,94	5,56	5,51	5,76	6,08	6,10	6,53	4,91	4,01
16	6,29	4,37	4,86	5,09	4,67	5,55	5,69	5,54	6,39	6,81	3,11	4,41
17	5,13	5,34	6,05	3,09	4,68	5,11	5,38	6,24	5,26	4,11	4,39	4,93
18	5,94	4,30	4,51	4,51	4,61	5,29	4,99	4,96	5,98	5,53	5,49	4,46
19	3,97	5,04	4,63	5,14	4,57	5,03	6,01	5,45	6,66	6,33	6,65	5,66
20	4,24	3,14	5,20	5,17	5,17	5,02	6,20	6,10	6,00	5,96	6,33	4,45
21	5,49	6,84	5,84	5,48	4,66	5,33	6,19	5,63		6,19	5,91	4,14
22	6,37	3,56	5,54	4,64	4,32	5,23	6,17	4,76	6,01	6,04	6,97	3,56
23	6,42	5,31	4,52	4,28	3,53	4,54	6,03	5,94	3,92	6,21	7,12	6,06
24	6,69	4,68	5,11	5,02	4,94	3,28	5,94	5,49	6,35	4,01	4,86	5,29
25	2,25	6,08	3,37	4,91	5,58	5,22	5,97	2,49	5,51	5,04	5,37	4,89
26	4,59	4,19	4,70	5,67	5,82	4,85	5,31	4,29	4,27	5,41	4,66	6,41
27	5,46	3,46	4,87	5,54	5,95	5,35	5,10	5,06	3,17	7,25	7,54	2,87
28	5,96	4,70	2,56	6,30	5,92	5,12	4,84	4,88	5,31	5,84	6,75	4,07
29	4,54	4,61	4,90	5,31	5,88	5,37	5,13	6,91	3,24	4,94	2,90	3,67
30	5,61		4,60	5,02	5,67	5,71	4,95	6,74	5,57	5,24	5,92	5,74
31	5,83		4,97		4,49		4,71	6,96		6,29		5,82
SUMA	172,9 7	136,6 0	148,8 3	142,9 6	158,0 6	148,7 6	165,3 1	179,2 6	156,2 1	181,0 4	164,4 0	147,8 1
PROM	<b>5,58</b>	<b>4,71</b>	<b>4,80</b>	<b>4,93</b>	<b>5,10</b>	<b>4,96</b>	<b>5,33</b>	<b>5,78</b>	<b>5,39</b>	<b>5,84</b>	<b>5,48</b>	<b>4,77</b>
<b>RAD. SOLAR ANUAL kWh/m<sup>2</sup></b>												<b>5,22</b>

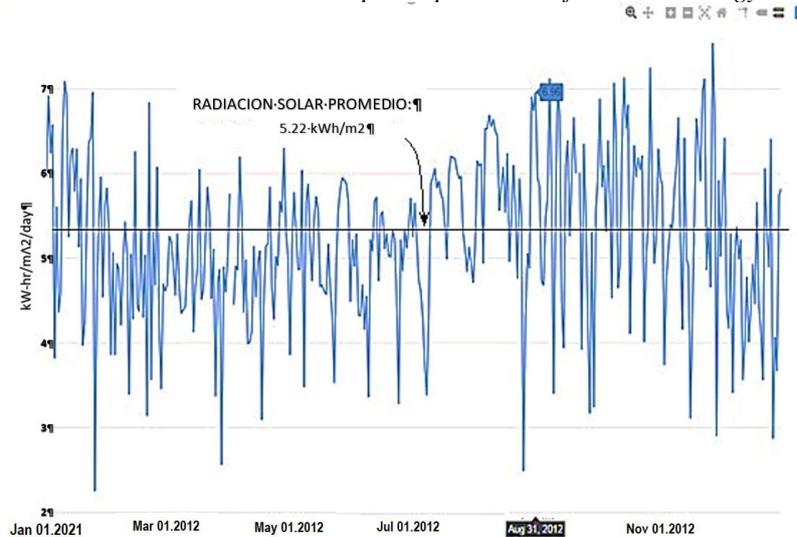
**Grafico N° 01.**

Curva de radiación solar anual - año 2012 / nasa power prediction of worlwide energy



**Grafico N° 02.**

Curva de radiación solar anual - año 2012 / nasa power prediction of worlwide energy



**RESULTADOS**

Queda demostrado de que, el Perú tiene un excelente potencial de energías renovables, sobre todo de energía solar. La radiación solar es en la mayor parte del territorio nacional constante durante el año.

En el caso específico de nuestro proyecto la Radiación Solar (NASA, s.f.) tal como se muestra en el grafico N° 02 la curva de radiación solar promedio es de 5.22 kWh/m<sup>2</sup>. Estos datos se han obtenido de la página web de recursos de energía renovable patrocinado por la NASA el cual tiene una aplicación On – line. La Tabla muestra los datos de radiación solar diario para nuestra

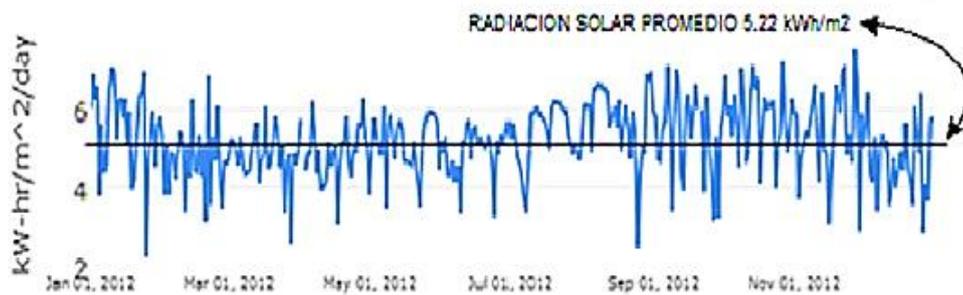
ubicación: Latitud: 12° 23' 54.6'' y longitud: 74° 54' 15.01'' a una altura de 3,322.20 m.s.n.m.

**Grafico N° 03.**

Curva de radiación solar año 2012 (nasa, s.f.)

RADIACION SOLAR EN kWh/m<sup>2</sup> DESDE EL 01/01/2012 AL 31/12/2012

DIA	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC
1	6,03	5,33	4,69	5,76	3,86	5,22	5,25	5,14	5,95	5,95	5,96	5,02
2	6,92	3,86	5,26		5,15	4,90	5,65	6,15	5,85	6,88	5,86	5,73
3	6,24	5,07	5,20	4,45	5,78	5,29	5,21	6,09	4,73	5,84	3,74	6,42
4	6,58	3,86	4,92	4,91	5,37	4,33	4,74	6,12	4,68	6,10	4,76	4,39
5	3,82	4,94	4,56	4,86	4,87	4,32	4,61	4,94	5,47	5,31	5,09	4,17
⋮												
28	5,96	4,70	2,56	6,30	5,92	5,12	4,84	4,88	5,31	5,84	6,75	4,07
29	4,54	4,61	4,90	5,31	5,88	5,37	5,13	6,91	3,24	4,94	2,90	3,67
30	5,61		4,60	5,02	5,67	5,71	4,95	6,74	5,57	5,24	5,92	5,74
31	5,83		4,97		4,49		4,71	6,96		6,29		5,82
SUMA	172,87	136,60	148,83	142,96	158,06	148,78	162,31	179,26	156,21	181,04	164,40	147,81
PROM	5,58	4,71	4,80	4,93	5,10	4,96	5,33	5,78	5,39	5,84	5,48	4,77
RAD. SOLAR ANUAL kWh/m <sup>2</sup>												5,22

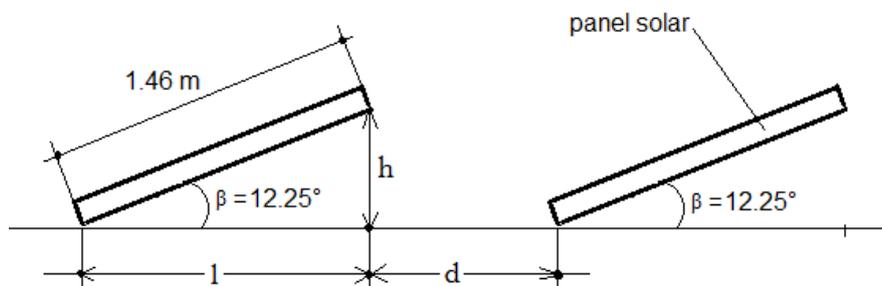


El Angulo de inclinación y la orientación óptima anual para conseguir la mayor radiación solar anual está basada en el análisis estadístico de la radiación solar anual sobre superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de

diferentes latitudes. Para el proyecto obtenemos la inclinación óptima (Catupamba, 2016)  $\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 * \alpha$ , en función de la latitud del lugar que es de  $\alpha = 12.25^\circ$ .

**Grafico N° 04.**

Angulo de inclinación de paneles solares



Tal como se da a conocer en las fotografías y resultados obtenidos, estos reflejan la factibilidad de suministrar energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos al Centro de Producción e

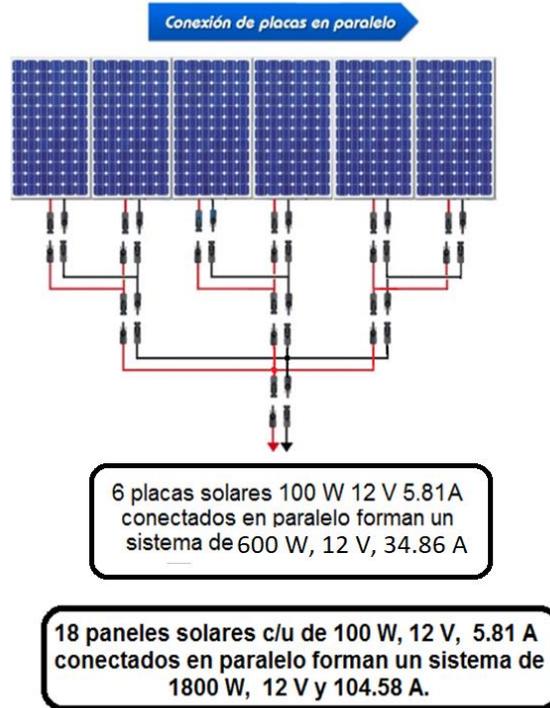
investigación Acraquia de la Facultad de Ingeniería de la UNH y a todo el valle de Pampas, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica.

Finalmente se ha puesto en servicio el sistema fotovoltaico de 18 paneles solares haciendo un total de 1800 Watts al Centro de Producción e investigación Acraquia de la Facultad de Ciencias

de Ingeniería de la UNH y se ha energizado la red de iluminación con 12 Voltios Corriente Continua y la red de tomacorrientes en 220 Voltios Corriente Alterna mediante los inversores de potencia.

**Grafico N° 05:**

*Conexión en paralelo de 18 paneles solares*



Fuente: Autor

**DISCUSIÓN**

En los mapas presentados por el Ministerio de Energía y Minas y datos satelitales de la radiación solar de la NASA sobre meteorología y energía solar estos determinan los datos aproximados de insolación solar en la zona mediante los niveles de colores que se presentan. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la tierra es la “**irradiancia**” que describe la **radiación** o intensidad de iluminación solar que llega hasta nosotros, medida como una potencia instantánea por unidad de superficie. Sus unidades son el W/m<sup>2</sup> en el SI (Sistema Internacional) (EUROPE, 2006).

Nuestros cálculos arrojan que, la irradiancia diaria media anual para nuestro proyecto es de 5.22 kWh/m<sup>2</sup> para una latitud de 12.3985° y longitud de 74.9041°. Este resultado coincide con la Tesis evaluación de la irradiación diaria media anual de 76 estaciones meteorológicas a nivel nacional

(Nakamura, 1972) donde la irradiancia diaria media anual en la Región Huancavelica el valor de 5.85 kWh / m<sup>2</sup>. Así mismo este valor es similar específicamente al de la estación meteorológica de Huayao en el departamento de Junín que es de 6.00 kWh/m<sup>2</sup> de energía solar diaria.

El ajuste del ángulo de inclinación dentro del año para aumentar la energía ha sido tratado por la literatura científica (Dixit T.V, 2015) donde concluyeron luego de analizar los datos meteorológicos de 23 ciudades de la India, que cambiando la inclinación de los paneles dos veces en el año aumentaba la generación en 2,91%, y si se realizaba 4 veces (por estaciones) un 5,5% (Berishaa X., 2018). Muchos textos recomiendan instalar paneles solares de posición fija a un ángulo de inclinación de 45°. Sin embargo, la superficie captadora para nuestro proyecto recibe más irradiancia cuando se orienta directamente hacia el

sol, y no hay obstáculos que hagan sombra, como nubes y árboles. La inclinación óptima para nuestro proyecto es de 12.25°.

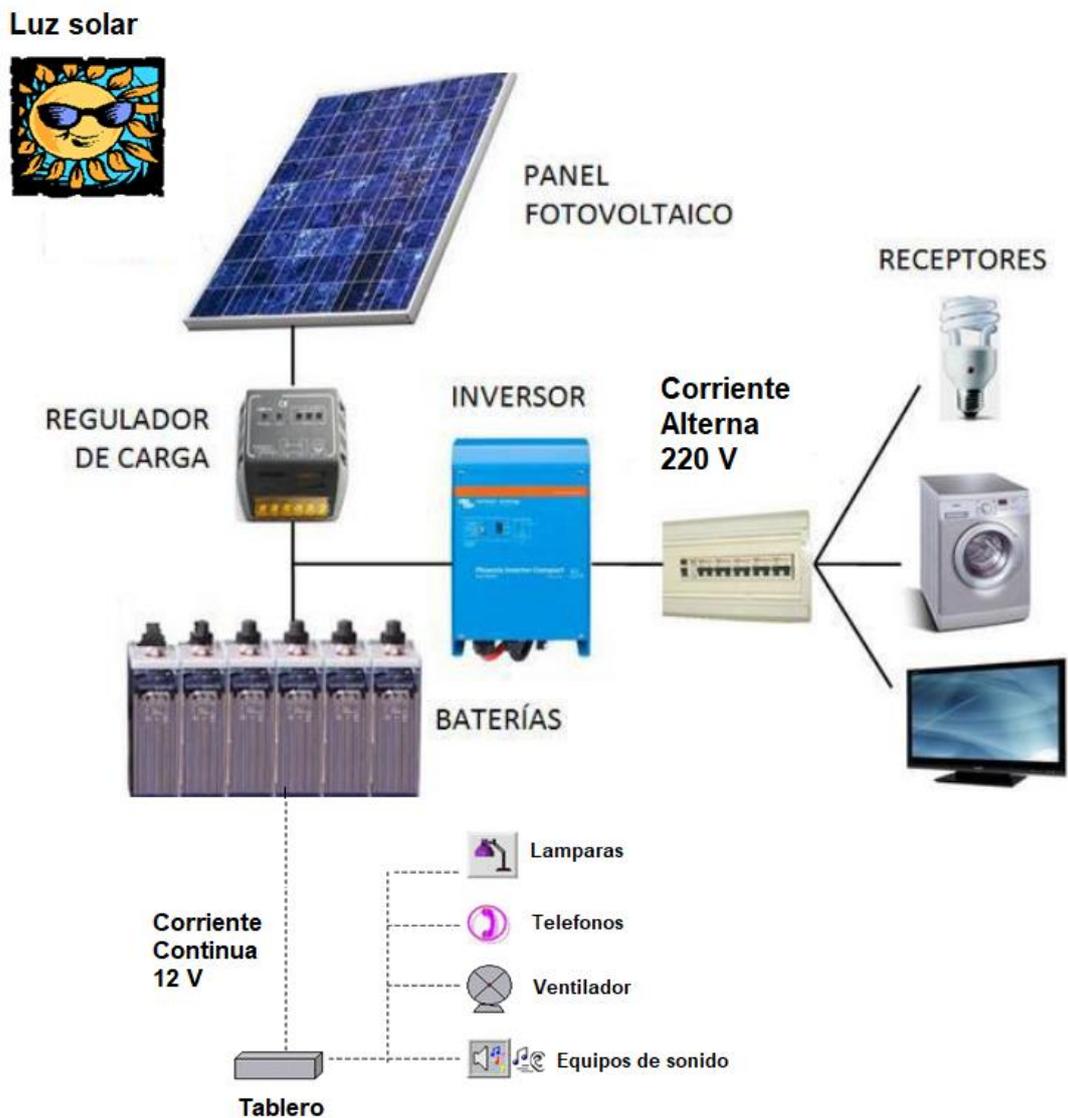
El proyecto ha sido desarrollado en el Centro de Producción e investigación Acraquia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la UNH; ubicado en el distrito de Acraquia, provincia de Tayacaja del departamento de Huancavelica. Esto ha limitado agilizar el avance del proyecto debido

a que era necesario trasladar desde la sede central Huancavelica los materiales y equipos destinados al proyecto, los mismos que se muestran en el gráfico N° 06.

Otra dificultad fue, la lenta logística para el avance del proyecto.

**Gráfico 06:**

*Componentes de una instalación fotovoltaica (boix, 2016).*



## CONCLUSIONES

El Perú tiene un excelente potencial de energías renovables, sobre todo de energía solar. En el caso específico de nuestro proyecto la Radiación Solar anual es de 5.22 Kw h / m<sup>2</sup>. Este alto potencial energético solar es provechoso para la generación de energía eléctrica.

El Angulo de inclinación óptima anual para conseguir la mayor radiación solar anual para nuestro proyecto, caso de posiciones fijas es de 12.25°.

La capacidad de nuestro sistema fotovoltaico es de 1800 W, a 12 V y 104.58 A, energía más que suficiente para iluminar los ambientes con los bancos de baterías en corriente continua y dotar de un sistema de tomacorrientes de corriente alterna 220 V mediante los inversores de potencia. Los resultados obtenidos reflejan la factibilidad de suministrar energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos al Centro de Producción e investigación Acraquia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la UNH y a todo el valle de Pampas, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica.

Los factores más importantes que afectan la irradiancia e insolación son las condiciones atmosféricas, la latitud del lugar, la época del año y la inclinación de la superficie captadora que en este caso es el arreglo FV. La superficie captadora para nuestro proyecto recibe más irradiancia cuando se orienta directamente hacia el sol, y no hay obstáculos que hagan sombra, como nubes y árboles (Gonzales, 2015).

La energía es un importante insumo para satisfacer las necesidades humanas básicas y suministrar los servicios fundamentales. Se utiliza para; cocinar, proporcionar agua, luz eléctrica, servicios de salud, en las comunicaciones y la educación.

## REFERENCIAS

- Aparicio, M. P. (2010). Radiación solar y su aprovechamiento energético. Barcelona España: MARCOMBO S.A.
- Berishaa X., Z. A. (2018). "Determining the Optimum Tilt Angles to Maximize the Incident Solar Radiation - Case of Study Pristina". Kosovo.
- Boix, D. B. (2016). Sistema de Energía Solar Fotovoltaica conectado a la red. VALENCIA: CAMPUS D'ALCOI.
- Cárdenas, Y. M. (2017). Estudio de factibilidad del suministro de un sistema solar energía fotovoltaica en un conjunto residencial. Repositorio Institucional, 34.
- Catupamba, J. D. (2016). Sistema fotovoltaico para proveer energía eléctrica al GAD Parroquial de Curaray en la provincia de Pastaza . Ecuador.
- Dixit T.V, Y. y. (2015). "Optimization of PV array inclination in India using ANN estimator: Method comparison study.". Indian Academy of Sciences: <https://link.springer.com/artic>.
- EUROPE, S. F. (2006). Radiación, irradiancia, azimut y hora sol pico en fotovoltaica. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-radiacion-geometria-recorrido-optico-irradiancia-y-hsp/>
- Gonzales, R. G. (2015). Dimencionamiento e instalación de una granja solar de 9 kW. Méjico Universidad Politécnica de Sinaloa: Tesis.
- Miguel, C. R.-L. (2016). Determinación del ángulo de inclinación óptimo de un panel fotovoltaico en el valle del Mantaro. Huancayo: Tesis.
- Nakamura, C. A. (1972). Evaluación de la irradiación diaria media anual de 76 estaciones meteorológicas a nivel nacional. Lima.
- NASA, P. p. (s.f.). CENTRO DE DATOS DE CIENCIA ATMOSFERICA. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Senamhi, M. d. (2033). Valores de las principales variables climáticas de las estaciones meteorológicas del Perú. Atlas de energía solar del Perú, 16.
- Terra, F. (2018). Energía fotovoltaica. [https://www.agenergia.org/wp-content/uploads/2018/05/1234262514\\_Energ\\_a\\_FV\\_Fund\\_Terra.pdf/](https://www.agenergia.org/wp-content/uploads/2018/05/1234262514_Energ_a_FV_Fund_Terra.pdf/)