



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

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS SOLARES
EN EL DISTRITO DE MIRACOSTA-CHOTA-
CAJAMARCA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Autores

Manayalle Garcia Andy Anthony

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9440-2785>

Gonzales Mendoza Renato Fabricio

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4217-5108>

Asesor

Mtro. Vives Garnique Juan Carlos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0988-9881>

Línea de Investigación

**Tecnología e innovación en el desarrollo de la construcción
y la industria en un contexto de sostenibilidad**

Sublínea de Investigación

**Innovación y tecnificación en ciencia de los materiales, diseño en
infraestructura**

Pimentel – Perú

2024



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la **DECLARACIÓN JURADA**, somos egresados del Programa de Estudios de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS SOLARES EN EL DISTRITO DE MIRACOSTA – CHOTA – CAJAMARCA

El texto de nuestro trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Manayalle García Andy Anthony	DNI: 46137788	
Gonzales Mendoza Renato Fabricio	DNI: 71319950	

Pimentel 26 de Setiembre del 2024

Dedicatoria

Dedicamos nuestro trabajo de investigación principalmente a Dios, por darnos la fuerza necesaria para culminar esta meta. A nuestros padres, por todo su amor y por motivarnos a seguir hacia adelante. También a nuestros hermanos, por brindarnos su apoyo moral en esas noches que tocaba investigar. Y, finalmente, a los que no creyeron en nosotros, con su actitud lograron que tomara más impulso

Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad Señor de Sipan por apoyo en nuestra formación académica. De igual manera, celebramos el profesionalismo y conocimiento de nuestro tutor. Agradecemos a mis amigos y compañeros por las risas y el apoyo durante toda la carrera. Por último, pero siempre en primer lugar, extendiendo palabras de gratitud a nuestros padres, a quienes les deseamos una larga vida para disfrutar de la cosecha que han sembrado en nuestra educación

INDICE

Dedicatoria	3
Agradecimiento	4
Índice de Tablas	5
Índice de Figuras	7
Resumen	7
Abstract	8
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad Problemática	10
1.2. Formulación del Problema.....	12
1.3. Hipótesis	12
1.4. Objetivos	13
1.5. Teorías Relacionada al Tema	13
II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	20
III. RESULTADOS	21
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	28
4.1. Discusión	28
4.2. Conclusiones.....	29
5. REFERENCIAS	30

Índice de Tablas

Tabla 1 Horas de sol, según departamento del 2008 al 2022	21
Tabla 2 Horas de sol por meses, según departamento 2014-2015	22
Tabla 3 Cálculo de los parámetros solares	23
Tabla 4. Parámetros reportados de literatura panel KC200GT	28

Índice de Figuras

Figura. 1 Estructura del sol.....	14
Figura. 2 Espectro Electromagnético.....	15
Figura. 3 . Capas de la atmosfera terrestre	16
Figura. 4 Declinación Solar.....	19
Figura. 5. Ángulo horario solar	20
Figura. 6. Parámetros Solares.....	24
Figura. 7 Día Juliano	25
Figura. 8 Declinación Solar.....	25
Figura. 9 Ángulo Horario.....	26
Figura. 10 Duración Astronómica.....	26

Resumen

La energía solar es una de las energías más estudiadas porque se puede utilizar en casi cualquier parte del mundo. Por lo tanto, es un tema de investigación en desarrollo contar con dispositivos que aprovechen lo mejor posible la cantidad de luz que llega a la superficie terrestre y contar con las herramientas necesarias para cumplir con dichos objetivos.

Por lo tanto, se han desarrollado modelos que tienen como objetivo representar los dispositivos solares con un error mínimo, ya que el tema de la extracción de parámetros es un tema de interés en el modelado. Para lograr esto, se han utilizado varios métodos matemáticos, pero estos métodos aún no son generalizados y no se pueden aplicar a diferentes tecnologías o dispositivos, como las celdas o paneles solares.

Este trabajo permite determinar los parámetros solares en el distrito de Miracosta, como base para la realización de estudios de generación de energía solar fotovoltaica, obteniendo curvas características de simulación solar.

Palabras Claves.

Energía solar, día juliano, declinación solar, duración astronómica, heliofanía astronómica, ángulo horario mensual.

Abstract

Solar energy is one of the most studied energies because it can be used almost anywhere in the world. Therefore, it is a topic of developing research to have devices that make the best use of the amount of light that reaches the earth's surface and to have the necessary tools to meet these objectives.

Therefore, models have been developed that aim to represent solar devices with minimal error, since the issue of parameter extraction is a topic of interest in modeling. To achieve this, several mathematical methods have been used, but these methods are not yet widespread and cannot be applied to different technologies or devices, such as solar cells or panels.

This work allows determining the solar parameters in the Miracosta district, as a basis for carrying out studies on photovoltaic solar energy generation, obtaining characteristic solar simulation curves.

Keywrods

Solar energy, Julian day, solar declination, astronomical duration, astronomical heliophany, monthly hour angle.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Los gobiernos han aumentado su atención en la seguridad del suministro de energía debido a los acontecimientos recientes a nivel global, como la pandemia de COVID-19 en 2019 y la invasión de la federación Rusa a Ucrania en 2022. Han optado por concentrarse en la adopción de fuentes de energía renovable como respuesta a la inflación, las interrupciones en el suministro y la volatilidad de los precios. [1]

La preocupación mundial por llevar a cabo una transición sostenible de los combustibles fósiles ha aumentado debido a estos eventos, con el fin de lograr objetivos en cuanto a la seguridad energética y la lucha contra el cambio climático. Muchas naciones han establecido metas o políticas de apoyo más ambiciosas para fomentar la utilización de energías renovables. [2]

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2022, se instó a los gobiernos a reevaluar y mejorar sus metas de reducción de emisiones para 2030 en sus planes climáticos nacionales, así como a acelerar la reducción del uso del carbón y el petróleo. [3]

Para diversificar las fuentes y sistemas de energía, los gobiernos hicieron hincapié en la importancia de integrar fuentes de energía con bajas emisiones y energías renovables. El pacto final enfatizó la necesidad de invertir en energías renovables, tanto en tecnología como en infraestructura, hasta el año 2030, con el objetivo de alcanzar emisiones netas de gases de efecto invernadero iguales a cero para el año 2050. [4]

El consumo energético en el mundo nos está llevando a una degradación ambiental [5] debido a su forma de producción, y el Perú no es ajeno a este importante impacto antropogénico. Una posible solución para mitigar estas acciones sería utilizar energías renovables teniendo como principal fuente energética la radiación solar. Sin embargo, siendo Perú un país en vías de desarrollo, aún existen áreas aisladas donde los datos requeridos para proyectos solares no siempre están disponibles, mediante el cual se llegaría a aprovechar dicha fuente energética. [6]. Así como indica Femi B. y Temitope A [7] en su

artículo, hacen mención que alrededor de 940 millones de personas el cual tendría una equivalencia al 13 % de habitantes en el mundo aún no cuentan con acceso a la energía eléctrica y una manera de poder reducir este índice es haciendo uso de energías alternativas. Propusieron un sistema híbrido de red / fotovoltaico / batería, empleando dos técnicas complementarias, una analítica con el modelo empírico Angstrom Prescott con el cual se estima la irradiación solar global; y una simulación para estimar el potencial de los recursos solares existentes en 6 regiones geopolíticas de Nigeria. Los resultados de los valores estimados de radiación para ABUJA (4.81 kW/m²/día), ABAKALIKI (4.69 kW/m²/día), ASABA (4.44 kW/m²/día), ADO-EKITI (4.67 kW/m²/día), JOS (4.84 kW/m²/día), SOKOTO (5.86 kW/m²/día) y MAIDUGURI (5.71 kW/m²/día), teniendo un alto nivel de precisión dentro del rango de coeficiente de determinación del 70.6 al 96.4%. Se determinó finalmente que la ciudad de SOKOTO arrojó los mejores datos ya que obtuvo el menor costo de energía (\$0.0837/kWh), costo actual neto (\$79,812), cargo de energía (\$284.77), energía comprada (4,773kWh) y energía neta comprada (- 8.623kWh), así como la energía fotovoltaica más alta y la tasa interna de rendimiento con valores de 76.370 kWh/año y 17,7%.

Frente al déficit de estaciones climatológicas de medición con la cual se podría obtener información que permita estimar qué tanto potencial energético solar podría existir en diversos lugares del país, esto nos lleva a una forma distinta de estimar la irradiación solar.

Abd Al Karim Haj Ismail. [8] Su investigación tiene como objetivo estimar la radiación solar global en estaciones meteorológicas de Dubai y Abu Dhabi en los Emiratos Árabes Unidos.

Cedrick I, Kudzanayi C [9]. Utilizan en este artículo datos de radiación solar y duración solar de 29 sitios en Zimbabue para derivar coeficientes Angstrom-Prescott (AP) mensuales y anuales del modelo, donde a y b varían entre 0,5438 MJ/m² y 2,2845 MJ.

Ardhya F. et al. [10]. En su investigación propuso como objetivo evaluar y comparar el potencial de energía solar de seis ubicaciones en la isla de Java utilizando el conocido método matemático Angstrom-Prescott para estimar la irradiancia solar registrada en formato diario durante cinco años consecutivos, de 2015 a 2019. En cada provincia los valores de radiación

solar extraterrestre aumentan de enero a junio y luego disminuyen de julio a diciembre. kWh/m², mientras que la más baja se observa en Jaba con 5,06 kWh/m² en diciembre, el resultado del análisis muestra que la radiación solar en cada estación de la isla de Java ofrece potencial para la generación de energía fotovoltaica.

Por lo expuesto es importante poder determinar los parámetros solares que permita el desarrollo de los diversos proyectos de generación de energía renovable específicamente energía solar, es por eso que se ha tomado el distrito de Miracosta, ubicado en la provincia de Chota a partir de índices característicos con una precisión y confiabilidad elevadas que permita el desarrollo de proyectos energéticos y poder hacer frente a los desafíos del cambio climático y seguir avanzando hacia un futuro libre de emisiones para el año 2050 mediante el uso de energías renovables.

Es importante el desarrollo de herramientas adecuadas para investigar de forma adecuado los parámetros solares a partir de modelos y métodos adecuados que van a permitir el estudio detallado permitiendo identificar y reducir las pérdidas de desempeño que afectan directamente a la eficiencia.

1.2. Formulación del Problema

¿Es factible de determinar los parámetros solares en el distrito de Miracosta, provincia de Chota, departamento de Cajamarca como insumo para el cálculo del potencial solar?

1.3. Hipótesis

Si es factible determinar los diversos parámetros solares tales como día juliano típico, declinación solar mensual heliofanía astronómica del distrito de Miracosta, provincia de Chota para su aprovechamiento energético.

1.4. Objetivos

Objetivo General

- Determinar los parámetros solares en el distrito de Miracosta – Chota – Cajamarca

Objetivos Específicos

- Determinar el Día Juliano típico.
- Determinar la declinación solar mensual de un año característico.
- Determinar la Duración Astronómica promedio (Heliofania Astronómica)
- Determinar el Ángulo Horario mensual de un año característico.

1.5. Teorías Relacionada al Tema

1.5.1. Radiación Solar

El interior del sol está conformado por isótopos de hidrógeno (deuterio y tritio), que al fusionarse producen helio, liberan neutrones y energía. Esta energía liberada se irradia desde su exterior (fotosfera) y de manera continua como radiación electromagnética hacia el universo.

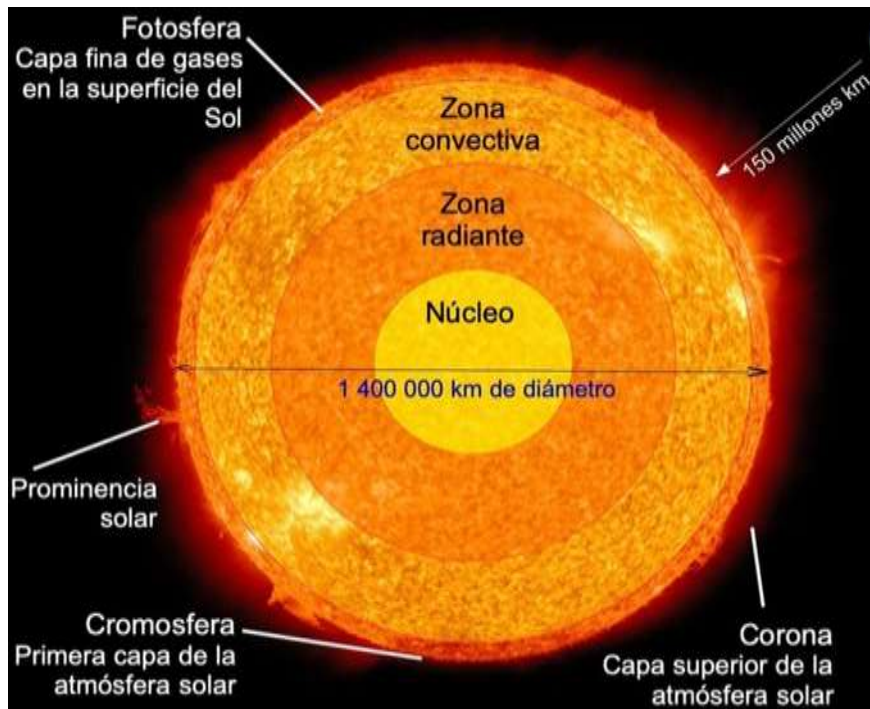


Figura. 1 Estructura del sol

La radiación electromagnética tiene un espectro de radiaciones caracterizadas por su energía o longitud de onda, denominadas como radiaciones gamma (γ), X, ultravioleta (UV), luz visible, infrarojos (IR) y telecomunicaciones (TC); siendo la luz visible la que importa para el objetivo del presente trabajo de investigación.

En la figura siguiente se muestra una representación del espectro electromagnético de la radiación solar.

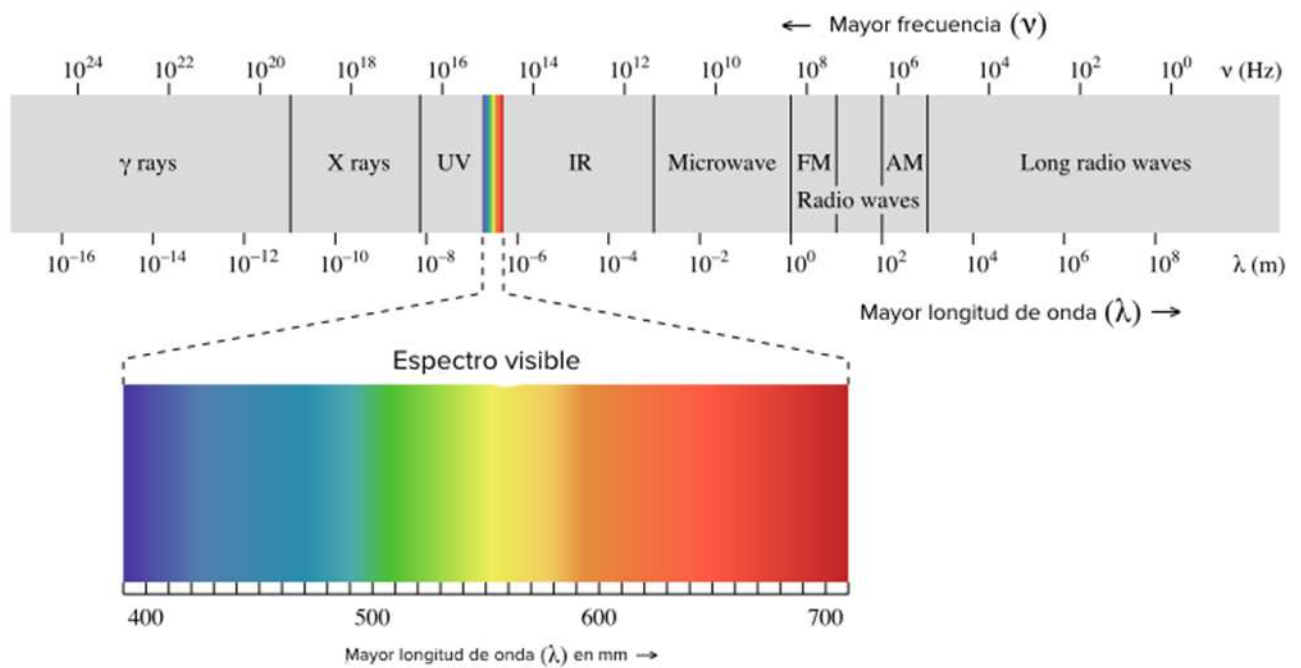


Figura. 2 Espectro Electromagnético.

El sol, considerado desde el punto de vista de la física atómica como un cuerpo negro, es fuente inagotable de energía, cuya radiación del espectro visible que llega a la tierra es aprovechada entre otras cosas como energía limpia para la generación de electricidad a través de paneles fotovoltaicos.

1.5.2. Atmosfera Terrestre

Es un mar gaseoso, complejo, estratificado, de masa heterogénea, dinámicamente caótico, termodinámicamente inestable, de temperatura variable generándose vientos, es el medio a través del cual se trasmite la radiación solar.

No obstante, a lo indicado en el párrafo anterior y para tener un mejor entendimiento de la atmósfera terrestre, se ha dividido en estratos, denominados: tropósfera, estratósfera, mesósfera, termósfera y exósfera; cada una de ellas con sus propias peculiaridades, las mismas que precisamos a continuación:

- La tropósfera: contiene el aire más denso, representa las 3/4 partes de la masa total atmosférica, compuesta de 78% N, 21% O, 0,97% de vapor de agua y 0,03% CO₂. En esta capa suceden todos los procesos climatológicos. En este medio la temperatura disminuye a medida que se distancia de la superficie de la tierra, generándose los vientos.



Figura. 3 . Capas de la atmósfera terrestre

- La estratósfera: conformada por N, O y O₃ (85% - 90% de contenido); la capa de ozono existente en este estrato absorbe aproximadamente el 98% de radiación ultravioleta proveniente del sol, la temperatura se incrementa en dirección hacia la mesósfera, debido a la reacción exotérmica producida por la radiación UV.
- La mesósfera: es la capa más fría de la atmósfera, cuya función principal es la protección contra la presencia de meteoros y asteroides.
- La termosfera: conocida también como ionósfera tiene como función protectora regular la temperatura del planeta. En este estrato se absorbe gran

parte de la radiación UV y rayos X provenientes del sol. Es un estrato sometido a altas temperaturas debido a que los gases están generalmente ionizados.

- La exósfera: Es la capa externa, más gruesa y extensa de la atmósfera, tiene una temperatura oscilante. La temperatura desciende durante la noche y aumenta durante el día. Este estrato protege al planeta de asteroides, rayos cósmicos y meteoritos.

1.5.3. Constante solar (Isc)

Es la cantidad de radiación solar por unidad de área y tiempo sobre una superficie perpendicular a los rayos de sol localizada fuera de atmósfera terrestre a la distancia media entre el sol y la tierra. El valor de esta constante es fundamental para determinar la disponibilidad de irradiación solar en la zona de estudio.

Teniendo en cuenta que el sol se comporta como un cuerpo negro, la constante solar Isc queda determinada mediante la siguiente ecuación:

$$I_{sc} = \sigma T^4 (R/r)^2$$

Donde:

σ = es la constante de Stefan – Boltzmann, cuyo valor es $5,6696 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

T = temperatura absoluta del sol en su superficie = 5 780 K

R = radio del sol = $6,96 \times 10^8 \text{ m}$,

r = distancia tierra – sol = $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$

Obteniéndose el valor de Isc = $1\,370 \text{ W/m}^2$

1.5.4. Geometría del movimiento solar

La tierra se desplaza alrededor del sol describiendo una trayectoria elíptica, bajo la acción de la fuerza de la gravitación universal, cuya intensidad varía inversamente

proporcional al cuadrado de la distancia que lo separa, adicionalmente la tierra tiene movimientos de rotación, precesión y nutación alrededor de su propio eje; de manera que se torna complejo al pretender determinar o estimar la irradiación solar disponible en alguna zona de la superficie de la misma.

La aplicación de los conocimientos de la geometría del movimiento solar nos facilita la determinación de dicho parámetro, para esto se hace necesario conocer la latitud (\emptyset) de la zona de interés, establecer el día juliano (J), la declinación solar (δ), factor de corrección por excentricidad de la órbita terrestre (E_o) y el ángulo horario (ω_s). Es importante precisar que los movimientos que realiza la tierra son periódicos continuos, lo que implica que algunos parámetros solares tengan expresiones matemáticas que involucren funciones trigonométricas.

- La latitud \emptyset es el ángulo central que se forma entre el plano ecuatorial y el plano paralelo a éste y que pase por el lugar de interés. Para nuestro caso, que es la localidad de Miracosta-Chota $\emptyset = 6^\circ 24' = 6,4^\circ$.
- El día Juliano (J), queda determinado desde $J= 1$ hasta $J = 365$
- - La declinación solar (δ) es el ángulo que se forma entre el plano ecuatorial terrestre y el plano de la eclíptica (plano que contiene a la dupla tierra - sol). Este ángulo caracteriza la dirección de los rayos solares que inciden sobre la superficie terrestre, la misma que no es constante durante del año y depende fundamentalmente del día Juliano.

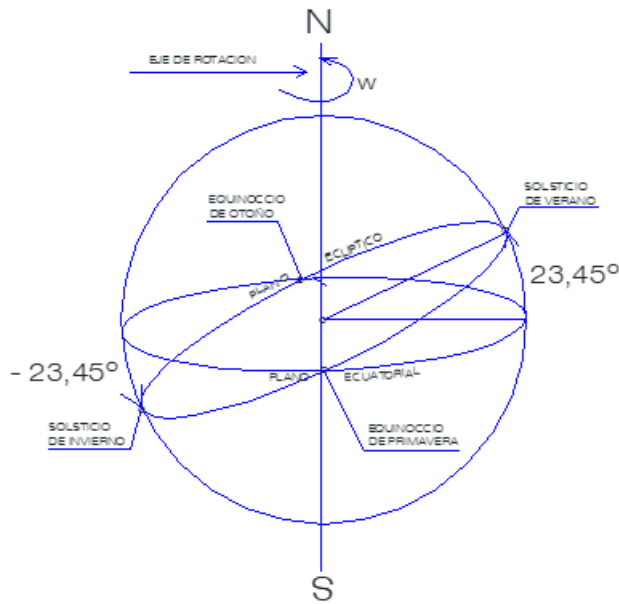


Figura. 4 Declinación Solar

La declinación solar δ se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\delta = 23,45^\circ \cdot \text{sen} [360 (284 + J) / 365] \dots\dots\dots (3)$$

Se observa que los valores máximos y mínimos de la declinación solar son: $\delta = \pm 23,45^\circ$

- La excentricidad de la tierra E_o , es el factor de corrección que se aplica ya que la distancia tierra – sol no es constante, debido a su trayectoria elíptica, este parámetro solar depende fundamentalmente del día juliano. Su expresión matemática es:

$$E_o = 1 + 0,033 \cos (360 J/365)$$

- El ángulo horario ω_s , definido como el ángulo de desplazamiento del sol al este o al oeste del meridiano local debido a la rotación de la tierra. Este parámetro solar depende de la latitud de la zona de interés y de la declinación solar, cuya expresión matemática se indica a continuación:

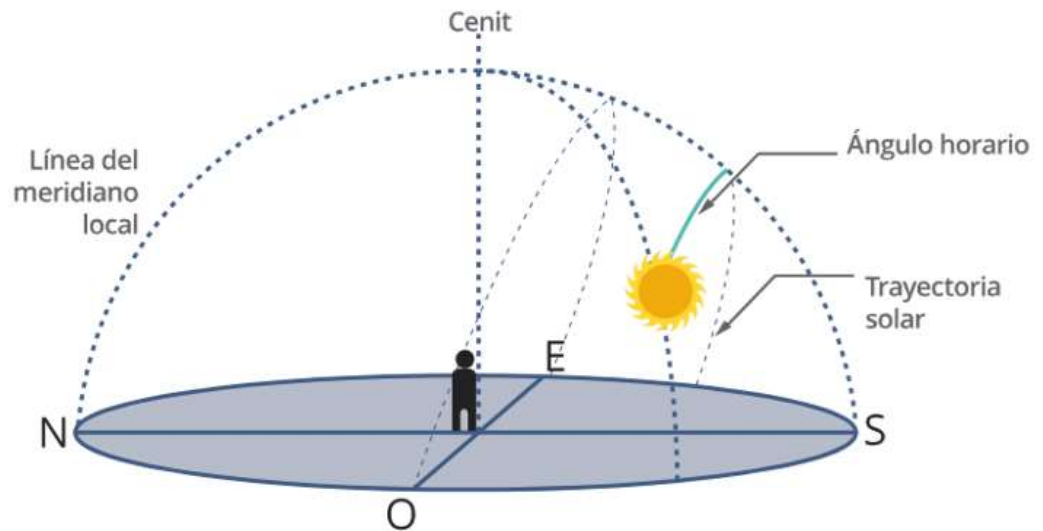


Figura. 5. Ángulo horario solar

II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es cuantitativa, debido a que se va a utilizar datos cuantificables, que pueden ser jerarquizados a través del análisis estadístico, además de ser del tipo descriptivo-analítico ya que hace uso de técnicas e instrumentos para la determinación de la irradiación solar de un lugar específico.

El tiempo de recolección de datos será de cohorte prospectivo ya que la recopilación de información se observará para posteriormente desarrollar los resultados. Finalmente, este trabajo de investigación analítica, tiene como fin incluir la importancia de este modelo empírico en el desarrollo de investigaciones

III. RESULTADOS

Tabla 1 Horas de sol, según departamento del 2008 al 2022

Departamento	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022
Áncash	1 863.7	1 698.0	1 756.9	1 667.5	1 725.7	1 999.0	...	...	...	...	1 788	1 830	a/	...
Apurímac	...	...	1 920.4	742.8	1 469.9	1 840.8	...	1,926.9	2 183	1 756	1 758	1 818	748	1474.2
Arequipa	3 333.7	3 360.4	3 462.4	3 256.7	3 133.1	3 132.8	3,126.9	...	...	...	2 851	1 914	2 451	2751.7
Cajamarca	2 094.6	2 118.1	2 165.3	1 941.6	2 231.4	2 100.4	1,955.3	2,036.9	...	2 155	2 173	2 004	2 097	2173.6
Cusco	...	2 084.6	2 119.4	1 812.9	2 086.9	1 954.6	1,902.1	2,134.3	2 425	...	...	1 768	a/	1703.9
Huancavelica	...	...	...	...	1 096.4	1 738.7	1,588.6	1,597.6	1 913	1 841	1 771	1 791	1 603	1927.1
Huánuco	2 077.5	2 294.9	2 171.5	1 941.3	2 087.9	2 012.3	...	...	2 282	...	1 957	2 056	2 054	2147.6
Ica	2 541.9	2 645.9	2 640.4	2 712.1	2 488.7	2 739.2	2,531.7	2,475.7	2 777	2 540	...	2 543	a/	2734.5
Junín	...	2 513.2	2 586.4	2 511.7	2 564.1	2 563.1	2,569.5	2,602.2	...	...	2 415	2 351	2 515	2664
La Libertad	1 614.2	1 662.8	1 770.8	1 848.5	2 061.3	1 887.8	1,468.4	1,779.4	...	1 867	1 783	1 744	1 785	2010
Lambayeque	...	1 735.9	1 915.6	1 971.7	1 981.4	1 825.4	1,498.9	...	...	...	1 434	1 066	a/	0
Lima	1 374.1	1 294.6	1 281.9	1 222.4	1 047.2	1 080.9	869.5	...	1 231	1 095	1 099	1 003	a/	79
Loreto	1 506.1	1 678.8	1 751.9	998.5	...	...	...	1,171.9	1 188	...	...	900	a/	1304.6
Madre de Dios	...	...	...	1 591.3	1 888.2	1 534.6	1,748.4	...	...	...	1 746	1 828	a/	1250.6
Moquegua	3 547.2	3 559.5	3 665.7	3 451.1	3 347.3	3 600.2	3,669.7	3,319.9	3 643	3 254	3 479	2 482	a/	0
Pasco	1 748.8	1 555.7	1 617.2	1 522.9	1 374.2	1 326.1	1,408.0	...	...	1 424	1 434	1 539	a/	1743.8
Piura	2 172.1	...	2 414.2	2 646.5	2 403.0	2 728.3	2,331.2	...	...	...	2 492	2 537	2 140	1549.2
San Martín	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1 382	1 238	1 266	1 022	1376
Tacna	2 824.0	2 680.5	2 672.8	2 572.6	2 540.9	2 668.3	2,292.0	2,172.8	2 795	...	2 664	2 613	2 499	1595.3
Ucayali	1 869.0	1 773.9	2 000.6	1 691.3	1 809.7	1 785.4	1,473.1	...	1 846	1 644	1 499	1 562	a/	2770.5

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

En la tabla, se puede observar los datos que fueron obtenidos el servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI), en la cual nos muestran las horas de sol por año de acuerdo a los departamentos del periodo 2008-2022. En estos datos recopilados solo nos centramos en el departamento de Cajamarca, por ser el departamento donde se encuentra el lugar de estudio en este caso el distrito de Miracosta.

Tabla 2 Horas de sol por meses, según departamento 2014-2015

Departamento	2021												2022											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Áncash	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Apurímac	a/	a/	a/	a/	a/	a/	69.0	209.0	a/	206.0	128.0	136.0	109.3	109.9	130.2	167.5	180.8	...	...	189.8	...	252.0	207.8	126.9
Arequipa	190.0	194.0	173.0	200.0	a/	197.0	225.0	271.5	244.0	310.0	237.0	211.0	181.8	162.5	150.8	232.2	249.6	209.2	231.7	271.9	276.8	318.6	273.1	193.5
Cajamarca	113.0	170.0	120.0	164.0	212.0	165.0	246.0	219.0	169.0	161.0	178.0	180.0	183.7	95.7	132.4	147.4	190.6	196.4	213.2	220.5	194.6	189.7	232.2	177.2
Cusco	89.0	a/	110.0	a/	a/	a/	244.0	259.0	a/	a/	107.0	104.0	95.8	80.5	...	197.6	...	224.2	254.6	208.1	222.8	208.6	211.7	...
Huancavelica	79.0	115.0	59.0	a/	172.0	176.0	215.0	206.0	152.0	171.0	116.0	144.0	103.7	72.6	78.3	161.5	180.5	179.7	197.3	205.8	215.5	219.8	172.0	140.4
Huánuco	114.0	130.0	134.0	169.0	201.0	198.0	267.0	238.0	173.0	183.0	117.0	129.0	148.9	87.8	82.4	176.3	219.8	238.8	252.4	229.5	202.8	199.5	183.6	125.8
Ica	195.0	190.0	177.0	247.0	230.0	181.0	202.0	242.0	229.0	235.0	a/	a/	246.0	157.5	191.6	260.0	251.6	201.4	217.4	251.1	218.9	270.7	252.0	216.3
Junín	147.0	162.0	150.0	208.0	242.0	256.0	293.0	277.0	213.0	228.0	155.0	185.0	159.9	126.1	156.5	220.9	241.1	268.8	296.5	267.1	247.0	255.0	249.9	175.2
La Libertad	182.0	192.0	178.0	164.0	111.0	44.0	91.0	124.0	129.0	145.0	198.0	229.0	216.8	163.4	188.3	148.3	185.7	168.1	140.7	136.6	109.3	156.5	195.5	200.8
Lambayeque	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Lima	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	79.0
Loreto	83.3	58.0	85.0	96.0	61.2	94.0	95.0	118.0	150.0	108.0	102.0	106.0	129.8	49.0	62.2	119.5	83.1	51.5	119.8	115.9	169.3	142.1	145.9	116.5
Madre de Dios	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	...	...	...	...	129.1	148.7	148.0	183.8	203.9	137.0	178.9	121.2
Moquegua	252.0	a/	a/	a/	a/	a/	a/	311.0	a/	a/	a/	a/	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Pasco	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	13.0	104.0	110.3	72.2	75.3	150.1	175.2	188.7	213.9	198.9	133.2	157.8	180.9	87.3
Piura	216.0	190.0	209.0	168.0	145.0	112.0	147.0	150.0	194.0	209.0	210.0	192.0	...	...	...	...	...	162.2	212.2	218.9	235.2	242.1	238.7	239.9
Puno	184.0	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	163.2	174.8	221.6	...	...	...	229.7	294.5	292.2	...	...	...
San Martín	a/	a/	61.0	121.0	137.0	106.0	172.0	154.0	133.0	140.0	a/	a/	112.2	46.5	49.7	80.9	122.7	162.6	183.5	185.1	168.4	154.7	172.2	156.8
Tacna	272.0	257.0	270.0	192.0	179.0	151.0	154.0	183.0	167.0	239.0	242.0	192.0	260.3	254.4	256.4	228.7	201.2	170.1	177.4	202.6	192.7	299.7	273.2	253.8
Ucayali	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	a/	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

En la tabla n°2 se hace mención a los datos obtenidos de SENAMHI, aquí se puede observar las horas de sol por meses, según departamento específicamente de los años 2021-2022. Con esta información nos centraremos específicamente en el departamento de Cajamarca por ser el departamento donde se encuentra el lugar de estudio, en este caso el distrito de Miracosta.

Tabla 3 Cálculo de los parámetros solares

MES	nd=Día Juliano / día del año	$\delta(^{\circ}) = 23.45 \text{ sen}[360 (284 + nd)/365]$	$N = (2/15) \text{ arc.cos} (-\tan\theta . \text{ Tan } \delta)$	$\omega_s = 15 N/2$
Enero	15	-21.27	11.67	87.50
Febrero	46	-13.29	11.80	88.48
Marzo	74	-2.82	11.96	89.68
Abril	105	9.41	12.14	91.07
Mayo	135	18.79	12.29	92.19
Junio	166	23.31	12.37	92.77
Julio	196	21.52	12.34	92.53
Agosto	227	13.78	12.21	91.58
Setiembre	258	2.22	12.03	90.25
Octubre	288	-9.60	11.86	88.91
Noviembre	319	-19.15	11.70	87.77
Diciembre	349	-23.34	11.63	87.23
Fuente: Elaboración propia		N average	12.00	

En la tabla N°3 determinamos el día juliano, la declinación solar, la duración astronómica del día y el ángulo horario. Para realizar esta tabla Se utilizaron como fuente datos de la SENAMI. El día juliano D se determina reflexionando que el 1 de enero corresponde a D=1. Para el cálculo de la irradiación solar se toma como referencia 12 meses; en base a esto se elabora la tabla, donde está el día calendario y su correspondiente día juliano.

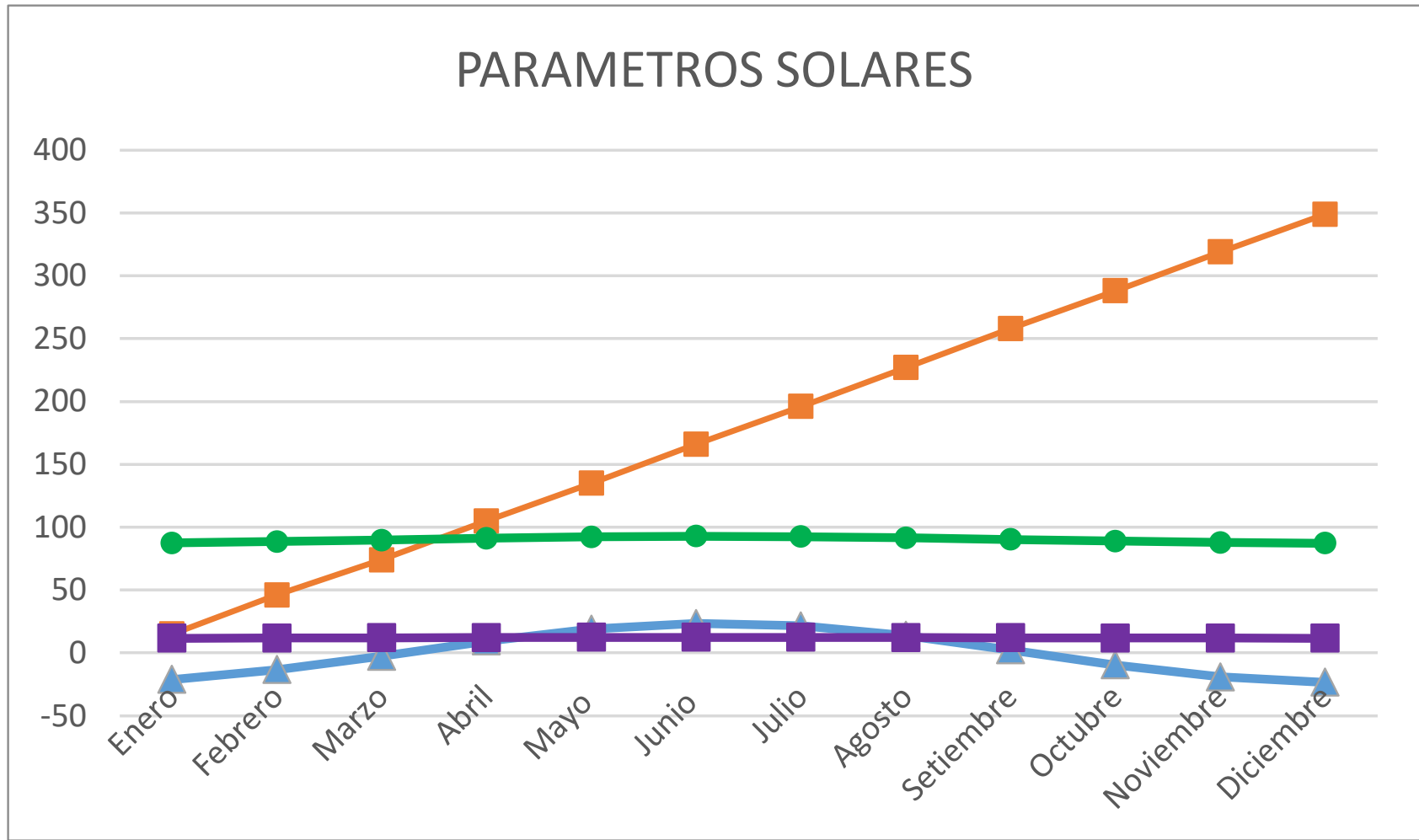


Figura. 6. Parámetros Solares

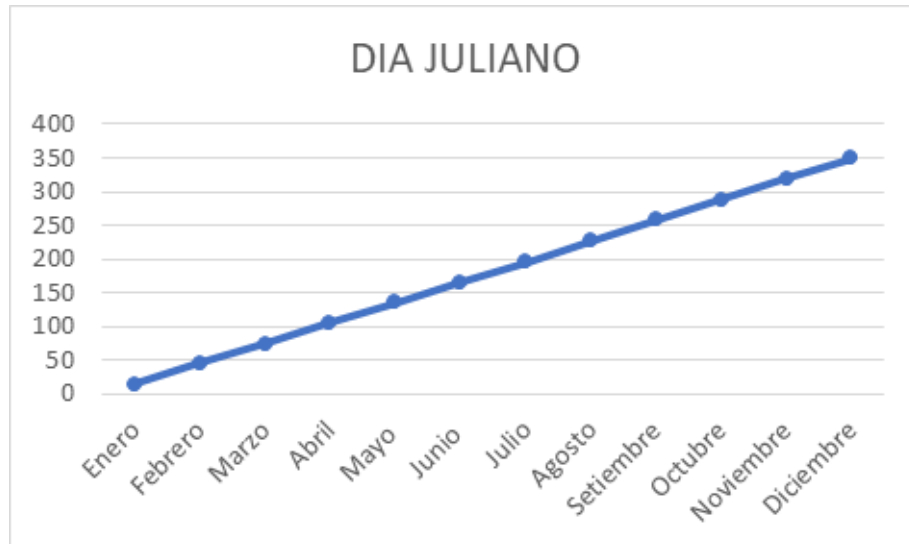


Figura. 7 Día Juliano

En la figura, se muestra el Día juliano o día del año, donde queda determinado $nd=1$ hasta $nd=365$ días. Para esta investigación se tomó referencia los primeros 15 del mes de enero, que al sumarle la cantidad de días del mes (31 días), se obtiene el valor del mes de febrero, este proceso se hace sucesivamente para todos los meses del año hasta el mes de diciembre.

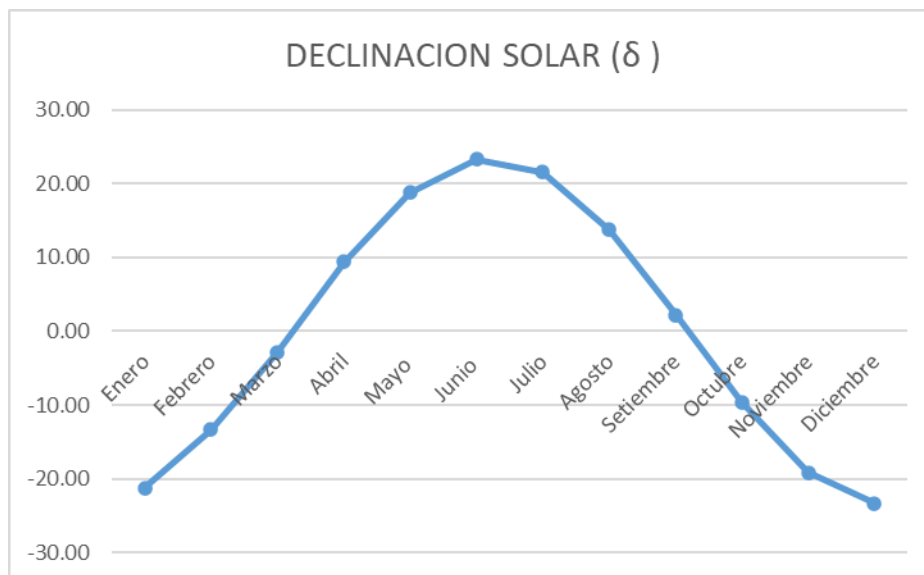


Figura. 8 Declinación Solar

Se observa la declinación solar, el cual es el ángulo que se forma entre el plano ecuatorial terrestre y el plano de la eclíptica (plano que contiene a la dupla tierra - sol).

Este ángulo caracteriza la dirección de los rayos solares que inciden sobre la superficie terrestre, la misma que no es constante durante del año y depende fundamentalmente del día Juliano



Figura. 9 Ángulo Horario

Se muestra al ángulo horario, definido como el ángulo de desplazamiento del sol al este o al oeste del meridiano local debido a la rotación de la tierra. Este parámetro solar depende de la latitud de la zona de interés y de la declinación solar

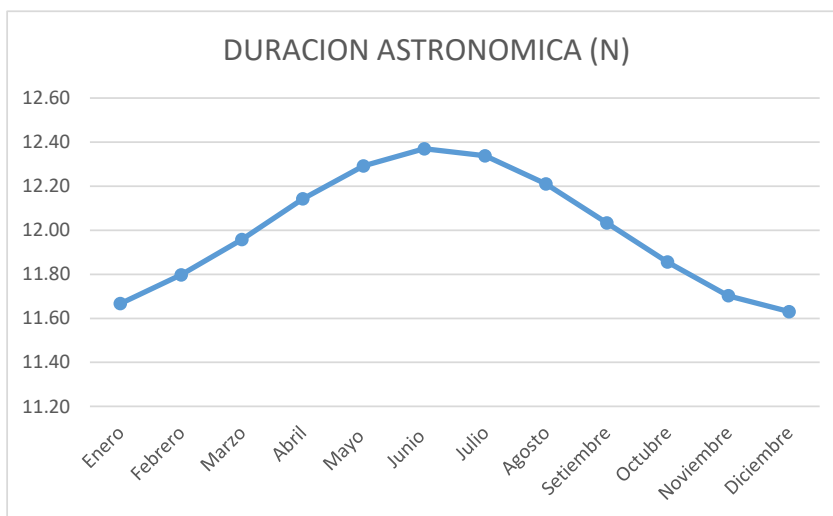


Figura. 10 Duración Astronómica

se puede observar a la heliofanía astronómica, duración del día solar desde el crepúsculo matutino hasta el vespertino para una latitud y época del año. Para este parámetro se necesita la latitud del lugar de estudio, en este caso el distrito de Miracosta siendo su latitud = -6.40455°

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

El método propuesto se ha validado a través de diferentes dispositivos, obteniendo curvas simuladas y parámetros de desempeño. Se estudiaron dispositivos comerciales. Sin embargo, además de esto, es esencial comparar los resultados obtenidos con lo reportado en la literatura.

En el ámbito de los paneles solares, uno de los más frecuentemente abordados en la literatura es el panel Kyocera KC200GT. Este ha sido objeto de estudio en la aplicación de varios métodos. La tabla exhibe una comparación entre dichos métodos y la metodología propuesta en el presente trabajo. [11]

Tabla 4. Parámetros reportados de literatura panel KC200GT

Método	Autor	I_o (A)	I_{pv} (A)	$n1$	R_s (Ω)	R_p (Ω)
NR	Villalva (2009) [23]	9.825E-08	8.210	1.300	0.221	415.405
AF	Cubas (2014) [52]	9.760E-08	8.213	1.300	0.230	597.380
GA	Echeverria (2014) [101]	8.500E-09	8.210	1.293	0.201	213.130
WDO	Mathew (2017) [102]	4.423E-07	8.181	1.417	0.113	747.410
GA	Elezab (2018) [103]	8.789E-08	8.213	1.290	0.232	547.910
GO	Ben aribia (2023) [100]	4.318E-08	8.192	1.248	0.004	15.1039
Propuesto	Propuesto (2023)	8.789E-08	8.212	1.293	0.114	801.500

Se investigaron los dispositivos de "nueva generación", el panel SP-144M y las celdas fabricadas en INAOE, ya que los dispositivos bajo estudio podrían considerarse de tecnología antigua.

La curva I-V simulada generada a partir de estos parámetros facilitó el cálculo de los parámetros de desempeño. Estos sirven como comparadores directos con los valores del fabricante o derivados experimentalmente, lo que facilita la estimación del error de aproximación. [12]

Se ha observado que, aunque los parámetros varían y se encuentran en varios artículos de investigación, hay registros que son similares a los que se describen en este estudio.

4.2. Conclusiones

- ✓ Se determinó el día Juliano típico de un año en referencia al día del año, a partir de las horas de sol por mes según departamento.
- ✓ Se estimó la declinación solar a partir de los datos, obteniendo un valor máximo de $23,31^\circ$ en el mes de junio.
- ✓ Con los datos obtenidos y cálculos realizados se determinó la duración astronómica promedio (N), siendo su valor máximo de 14,4 horas.
- ✓ Se calculó el ángulo de horario mensual de un año característico obteniendo un valor máximo de $92,77^\circ$.

5. REFERENCIAS

- [1] b. S. R. o. W. Energy, bp Statistical Review of World Energy, London SW1Y 4PD: BP p.l.c, 2022.
- [2] U. N. F. C. o. C. C. (UNFCCC), Maintaining a Clear Intention to Keep 1.5°C Within Reach, United Nations , June 28, 2023..
- [3] World Meteorological Organization, «Climate and Weather Extremes in 2022 Show,» December 23, 2022.
- [4] United Nations Environment Programme (UNEP), «COP27 Ends with COP27 Ends with,» UNEP, 2022.
- [5] M. P. K. G. G. E. C. B. M. G.-R. R. Beraún Espíritu Manuel, «ENERGÍA LIMPIA, NEGOCIOS SUCIO Un estudio del sector energético del Perú,» vol. 2, nº 5, pp. 120-124, 2023.
- [6] U. R. V. O. S. C. J. L. C. Jimmy Aurelio Rosales Huamaní, «Predicción de la radiación solar horaria mediante un modelo de Red Neuronal Artificial en un distrito del Perú,» de *2023 XVIII Congreso Ibérico de Sistemas y Tecnologías de la Información*, Perú, 2023.
- [7] T. A. Femi Ikotoni Bawonda, Evaluation of solar energy potential in six geopolitical regions of Nigeria using analytical and simulation techniques, Nigeria: Energy Conversion and Management, 2023.
- [8] K. J. Sci, «Prediction of global solar radiation from sunrise duration using regression functions,» vol. 49, nº 3, pp. 1-8, 2022.
- [9] K. C. Cedrick Iradukunda, «Modelos tipo Angstrom-Prescott para predecir la irradiación solar en diferentes,» *Strojniški vestnik - Revista de Ingeniería Mecánica* 69, Zimbabwe, 2023.

- [10] M.-G. ,. N. F. N. S. A.-A. Ardhya Fadhila Pachman, «Un estudio sobre la medición de las radiaciones solares globales en la isla de Java, Indonesia,» Repositorio institucional de la Universidad de Kyushu, Indonesia, 2023.
- [11] G.El-Saady, El-NobiA.Ibrahim y Mohamed EL-Hendawi, «Simulated Annealing Modeling and Analog MPPT Simulation for Standalone Photovoltaic Arrays,,» 2013.
- [12] N. Echeverría, M.P. Cervellini, R. García Retegui, S.A. González, M. Funes y D. Carrica, «Extracción de parámetros de un panel solar utilizando algoritmos genéticos,» 2014.

NOMBRE DEL TRABAJO

GONZALES MENDOZA_MANAYALLE GARCIA_TURNITIN.docx

AUTOR

RENATO FABRICIO y ANDY ANTHONY GONZALES MENDOZA y MANAYALLE GARCIA

RECUENTO DE PALABRAS

2937 Words

RECUENTO DE CARACTERES

15420 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

20 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.5MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 27, 2024 12:12 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 27, 2024 12:12 AM GMT-5**● 11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado



**ACTA DE CONTROL DE REVISIÓN DE
SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**

Código: F3.PP2-PR.02

Versión: 02

Fecha: 18/04/2024

Hoja: 1 de 1

Yo, **Silvia Yvone Gastiaburú Morales**, Coordinadora de Investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Mecánica Eléctrica, he realizado el control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de Pregrado, según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final de la Trabajo de Investigación titulado: **DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS SOLARES EN EL DISTRITO DE MIRACOSTA – CHOTA – CAJAMARCA** elaborado por el (los) Bachiller(es):

MANAYALLE GARCIA ANDY ANTHONY

GONZALES MENDOZA RENATO FABRICIO

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **11%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

Pimentel, 27 de setiembre de 2024

Dra. Gastiaburú Morales Silvia Yvone

Coordinador de Investigación

DNI N° 16481433