



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS FÍSICO
MATEMÁTICAS



**ADECUACIÓN DEL MODELO HARGREAVES – SAMANI
PARA ESTIMAR LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL EN LA
REGIÓN PUNO EN EL PERIODO 2017- 2020**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. PERCY VILCA RAMOS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADO EN CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS:**

FÍSICA

PUNO – PERÚ

2024



PERCY VILCA RAMOS

**ADECUACIÓN DEL MODELO HARGREAVES – SAMANI PARA
ESTIMAR LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL EN LA REGIÓN PUN...**

 Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:415978610

Fecha de entrega

13 dic 2024, 6:44 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

13 dic 2024, 6:49 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

ADECUACIÓN DEL MODELO HARGREAVES – SAMANI PARA ESTIMAR LA RADIACIÓN SOLAR GLOBA....pdf

Tamaño de archivo

1.7 MB

86 Páginas

15,129 Palabras

82,615 Caracteres





16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 15% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Carlos Carcausto Quijpe
FÍSICO
CFP. 0311

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
PUNO
COORDINADORA
Adelaida Otazu Conza
CIENCIAS FÍSICO - MATEMÁTICAS
Doc. MATEMÁTICA APLICADA





DEDICATORIA

*Dedico este trabajo al Señor,
quien ha estado conmigo
desde el inicio de este camino
hasta este punto. Él ha sido
mi fuerza y coraje durante
todo el período de este
trabajo.*



AGRADECIMIENTOS

Me encantaría expresar mi máximo agradecimiento a mi asesor de tesis, por ayudarme a lo largo de esta investigación. También me gustaría expresar mi agradecimiento A La Universidad Nacional del Altiplano de Puno por su formación profesional también quiero agradecer a todos a mi mama por motivarme a lograr este objetivo y mis amigos.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT	14

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.1.1. Problema general.....	16
1.1.2. Problemas específicos.....	16
1.2 JUSTIFICACIÓN	17
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivos Específicos.....	18
1.4 HIPÓTESIS	18
1.4.1. Hipótesis General.....	18
1.4.2. Hipótesis Especificas.....	18

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA



2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2	MARCO TEÓRICO	25
2.3	RADIACIÓN SOLAR GLOBAL	25
	2.3.1. Radiación solar directa.	29
	2.3.2. Radiación reflejada	30
2.4	CONSTANTE SOLAR	31
2.5	RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE	34
2.6	MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL	35
2.7	MODELOS BASADOS EN TEMPERATURA	36
2.8	MODELO BASADO EN EL SOL	38
2.9	MODELOS DE RADIACIÓN DIFUSA	39
2.10	MODELOS EMPÍRICOS	40
	2.10.1. Modelos de estimación	40
	2.10.2. Temperatura máxima y mínima.....	41
	2.10.3. Modelo Hargreaves Samani.....	41
	2.10.4. Medición de la radiación solar	41
2.11	ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL	42
	2.10.5. La radiación solar extraterrestre	43

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	ÁREA DE ESTUDIO	44
3.2	METODOLOGÍA	44
3.3	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	45
3.4	PROCEDIMIENTO GENERAL	46
3.5	ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	47



3.6.1. Recolección de datos..... 47

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	RESULTADO DE LA BASE DE DATOS	48
4.2	RADIACIÓN SOLAR GLOBAL.....	48
4.3	ESTACIONES METEOROLÓGICAS SENAMHI	57
	3.6.2. Valores medidos diarios	57
4.4	FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA EXCENTRICIDAD DE LA ÓRBITA TERRESTRE:.....	58
4.5	COMPORTAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL.....	59
4.6	DISCUSIONES	66
V.	CONCLUSIONES	68
VI.	RECOMENDACIONES	69
VII.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	70
ANEXOS	75

ÁREA: Física aplicada

TEMA: Radiación solar

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 20 de diciembre 2024



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Radiación solar global promedio mensual (Hargreaves Samani).	49
Tabla 2	Radiación solar global promedio mensual (Senamhi-2017).	50
Tabla 3	Radiación solar global promedio estimada (Hargreaves Samani-2018).	51
Tabla 4	Promedio mensual de radiación solar global observada para el año 2018... ..	52
Tabla 5	Radiación solar global promedio mensual (Hargreaves Samani-2019).	53
Tabla 6	Radiación solar global observada (Senamhi-2019).	54
Tabla 7	Radiación solar global estimada (Hargreaves Samani-2020).	55
Tabla 8	Radiación solar global observada (Senamhi-2020).	56
Tabla 9	Radiación solar global diaria (Hargreaves Samani-2017).	60
Tabla 10	Radiación solar extraterrestre 2017.	62
Tabla 11	Radiación solar extraterrestre promedio 2018.	63
Tabla 12	Radiación solar extraterrestre promedio 2019.	64
Tabla 13	Radiación solar extraterrestre promedio mensual 2020.	65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Radiación solar total.....	27
Figura 2	Balance radiactivo terrestre.	28
Figura 3	Radiación solar directa y difusa.	29
Figura 4	Radiación solar reflejada.	30
Figura 5	Relaciones geométricas entre el sol y la tierra.	31
Figura 6	Propagación de la radiación solar.....	32
Figura 7	La radiación solar global es a la suma de la directa más la difusa.	33
Figura 8	La cantidad de radiación solar que incide sobre un colector.....	34
Figura 9	Radiación solar global estimada y observad (Hargreaves-Samani -Senamhi).	50
Figura 10	Radiación solar global estimada y observada (2018).	52
Figura 11	Radiación solar global mensual estimada y observada (2019).....	55
Figura 12	Radiación solar global estimada y observada (2020).	57
Figura 13	Radiación solar global diaria estimada (2017).	61
Figura 14	Radiación solar global diaria estimada (hargreaves samani-2017).	61
Figura 15	Radiación solar extraterrestre promedio mensual 2017.	62
Figura 16	Radiación solar extraterrestre promedio mensual 2018.	63
Figura 17	Radiación solar extraterrestre promedio mensual 2019.	64
Figura 18	Radiación solar extraterrestre promedio mensual 2020.	65



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	Radiación solar global en el altiplano de Puno desde 2019.	75
ANEXO 2	Radiación solar global en el altiplano de Puno desde 2020.	75
ANEXO 3	Datos de radiación solar global estación SENAMHI Puno de año 2017. .	76
ANEXO 4	Radiación solar global del de marzo a abril del año 2017.....	76
ANEXO 5	Radiación solar global del de mayo a junio del año 2017.....	77
ANEXO 6	Radiación solar global del de julio a agosto del año 2017.	77
ANEXO 7	Radiación solar global del de setiembre a octubre del año 2017.....	78
ANEXO 8	Radiación solar global del de noviembre a diciembre del año 2017.....	78
ANEXO 9	Radiación solar global del de enero a febrero del año 2018.....	79
ANEXO 10	Radiación solar global del de marzo a abril del año 2018.....	79
ANEXO 11	Radiación solar global del de mayo a junio del año 2018.	80
ANEXO 12	Radiación solar global del de julio a agosto del año 2018.	80
ANEXO 13	Radiación solar global del de setiembre a octubre del año 2018.....	81
ANEXO 14	Radiación solar global del de noviembre a diciembre del año 2018.	81
ANEXO 15	Radiación solar global del de febrero a febrero del año 2019.	82
ANEXO 16	Radiación solar global del de marzo a abril del año 2019.....	82
ANEXO 17	Radiación solar global del de mayo a junio del año 2019.	83
ANEXO 18	Radiación solar global del de julio a agosto del año 2019.	83
ANEXO 19	Radiación solar global del de setiembre a octubre del año 2019.....	84
ANEXO 20	Radiación solar global del de noviembre a diciembre del año 2019.	84



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

α	Ángulo de altitud solar.
δ	Declinación solar.
ω_s	Ángulo horario de salida del para una superficie horizontal.
ϕ	Latitud geográfica del lugar.
θ_z	Ángulo cenital o distancia cenital.
E_o	Factor de corrección de la excentricidad de la órbita terrestre.
d_n	Número del día de año comúnmente llamado día juliano.
H_o	Irradiación solar extraterrestre sobre un plano horizontal.
I_{sc}	Constante solar
H	Radiación solar global sobre un plano horizontal $[wh/m^2]$.
$T_{máx}$	Temperatura máxima.
$T_{mín}$	Temperatura mínima.
ΔT	Amplitud térmica.
n	Número de horas del sol



RESUMEN

La información sobre la radiación solar global (R_s) constituye una fuente crítica de energía renovable esencial en múltiples campos científicos y técnicos. Este estudio tiene como objetivo principal estimar la radiación solar global en la región Puno durante el periodo 2017-2020, utilizando el modelo empírico Hargreaves Samani. A través de la metodología de análisis de datos meteorológicos como excentricidad de la órbita, ángulo horario, radiación extraterrestre y la temperatura máxima y mínima registradas en la estación de Senamhi Puno, el modelo se calibró para reflejar las condiciones atmosféricas locales, obteniendo valores promedio anuales de radiación solar diaria. El modelo desarrollado se comparó con la estación de Senamhi Puno que sirvió para el cálculo de la transmitancia atmosférica máxima estimada, se llega a la conclusión de que el modelo Hargreaves Samani permite determinación de la radiación solar global diaria confiablemente en la ciudad de Puno, obteniéndose un valor máximo de la radiación solar global de $617,53 \text{ w/m}^2$, en el mes de noviembre del año 2017, $616,22 \text{ w/m}^2$ mes de setiembre 2018, $623,29 \text{ w/m}^2$ mes de octubre 2019 y $617,53 \text{ w/m}^2$ mes noviembre del 2020, estos resultados se aproximan con bastante precisión a los resultados del observado (Senamhi), también se obtuvo el promedio máximo de la radiación solar extraterrestre de $11386,74 \text{ w/m}^2$, diciembre 2017, excentricidad de la órbita terrestre de 1.0319, valida el modelo y su adaptabilidad a las condiciones de la región Puno.

Palabras Clave: Estimación de la radiación, Modelo Hargreaves, radiación Global, radiación solar extraterrestre, temperatura máxima y mínima.



ABSTRACT

Information on global solar radiation (R_s) constitutes a critical source of essential renewable energy in multiple scientific and technical fields. The main objective of this study is to estimate global solar radiation in the Puno region during the period 2017-2020, using the Hargreaves Samani empirical model. Through the methodology of analysis of meteorological data such as orbit eccentricity, hour angle, extraterrestrial radiation and the maximum and minimum temperature recorded at the Senamhi Puno station, the model was calibrated to reflect local atmospheric conditions, obtaining annual average values of daily solar radiation. The developed model was compared with the Senamhi Puno station that was used to calculate the estimated maximum atmospheric transmittance. It is concluded that the Hargreaves Samani model allows determination of the global daily solar radiation reliably in the city of Puno, obtaining a maximum value of global solar radiation of 617.53 w/m^2 , in the month of November 2017, 616.22 w/m^2 in the month of September 2018, 623.29 w/m^2 in the month of October 2019 and 617.53 w/m^2 in the month of November 2020, these results are quite precisely close to the observed results (Senamhi), the maximum average extraterrestrial solar radiation of 11386.74 w/m^2 was also obtained, December 2017, eccentricity from the Earth's orbit of 1.0319, validates the model and its adaptability to the conditions of the Puno region.

Keywords: Radiation estimation, Hargreaves Model, Global radiation.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La radiación solar global desempeña un papel fundamental en el análisis climático y en la planificación estratégica de recursos energéticos, especialmente en regiones donde la variabilidad de las condiciones atmosféricas dificulta la predicción precisa de este recurso, de datos meteorológicos y a las características particulares del entorno.

La adaptación del método de Hargreaves-Samani puede ser esencial para proporcionar estimaciones precisas de la radiación solar. Este estudio se enfoca en la adecuación de este método para la región, evaluando su capacidad para reflejar las condiciones climáticas particulares de Puno y analizando la precisión de sus estimaciones en comparación con datos observacionales disponibles. Para el presente trabajo se utiliza como gestor bibliográfico Mendeley.

1.1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

A una altitud de más de 3.810 metros, la sierra de Puno recibe una afluencia de turistas locales e internacionales, exponiendo a la población y los recursos naturales a la radiación solar global. Además, la parte alta de Puno está ubicada en la montaña, por lo que el clima es frío y seco, con cuatro estaciones diferentes, se puede decir que el clima de Puno es variable.

La falta de datos específicos sobre la radiación solar global en el Altiplano de Puno ha limitado la implementación eficiente de tecnologías solares en la región. Esta investigación plantea como problema central la necesidad de una estimación confiable de la radiación solar mediante la adecuación del modelo Hargreaves Samani, optimizando así su aplicabilidad en condiciones de mayor índice de radiación. La hipótesis establece



que el ajuste de este modelo permitirá una estimación precisa de la radiación solar global en Puno, generando datos esenciales para el desarrollo sostenible. El desarrollo de actividades al aire libre como el turismo o la agricultura las hace especialmente vulnerables a los daños que la radiación solar global puede causar a los seres vivos como el ser humano, los animales y los recursos naturales. Históricamente, las mediciones de la radiación solar han sido bastante escasas. De hecho, existen muy pocas series de radiación solar global que motiven la generación de modelos empíricos que puedan estimar la radiación solar global. En este contexto, el modelo Hargreaves Samani ha sido ampliamente utilizado para estimar la radiación solar global a partir de datos de temperatura.

1.1.1. Problema general

Se plantea responder en el estudio de la radiación solar global a la siguiente pregunta:

¿Cómo la adecuación del modelo Hargreaves- Samani permitirá estimar la radiación solar global de la región Puno en el periodo 2017-2020?

1.1.2. Problemas específicos

¿Cómo evaluar la determinación de la radiación solar global en el Altiplano de Puno durante el periodo de estudio?

¿Cómo estimar la radiación solar global en el Altiplano de Puno mediante la aplicación del modelo empírico Hargreaves Samani?



1.2 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación, es de alta relevancia debido a la dependencia de los sistemas de energía solar en datos precisos de radiación global, especialmente en zonas de altos índices radiación solar global como Puno. La adecuada estimación de la radiación solar, no solo facilita el desarrollo de aplicaciones energéticas renovables, sino que también contribuye a la planificación agrícola y a la mitigación de los efectos climáticos en áreas de alta vulnerabilidad. En un contexto donde la medición directa es costosa y limitada, la adaptación del modelo Hargreaves-Samani representa una solución práctica y eficiente para mejorar la disponibilidad de datos de radiación solar en regiones remotas.

Comprender los niveles globales de radiación solar es fundamental para la investigación, planificación y diseño de sistemas de energía solar. La radiación solar determina el balance energético de la Tierra y juega un papel importante en procesos naturales como la evaporación del agua en la atmósfera, la humedad del aire y del suelo; además de su uso en actividades humanas como la agricultura y su uso actual para convertir esta energía en una celda solar y calentar al exterior (Delgado et al., 2015). Comprender los niveles globales de radiación solar es fundamental para la investigación, planificación y diseño de sistemas de energía solar (Tejeda, 2013). Además, como variable fundamental para el desarrollo de los cultivos, los ecosistemas naturales, la generación de energía y el turismo, así como brindar apoyo a las instituciones de salud para prevenir futuras enfermedades relacionadas con los efectos nocivos de la radiación solar. La escasa información sobre la radiación solar ha suscitado un interés mundial por su cantidad y calidad (Delgado et al., 2015). Para ello se utilizó el modelo empírico Hargreaves Samani y se calculó la radiación solar global extraterrestre para cada día del año, lo que nos permitió estimar la radiación solar global diaria para la región Puno.



1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Ajustar el modelo Hargreaves - Samani para estimar la radiación solar global de la región de Puno para el Periodo 2017-2020.

1.3.2. Objetivos Específicos

Emplear datos de temperatura máxima y mínima para calcular la radiación solar global mediante una hoja de cálculo y validar los resultados frente a los datos observados en la estación meteorológica.

Calcular parámetros clave como la radiación solar extraterrestre y la constante solar en función de la latitud y la excentricidad de la órbita terrestre, optimizando el modelo para su aplicación local.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis General

La adaptación del modelo Hargreaves – Samani se constituye como herramienta para estimar la radiación solar global de la región Puno en el periodo 2017- 2020.

1.4.2. Hipótesis Especificas

El uso de datos de la temperaturas máximas, mínima y latitud puede ser evaluada en el altiplano de Puno para estimar la radiación solar global.

Es posible calcular la radiación solar extraterrestre, constante solar y latitud para estimar la radiación solar de la región Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación considera estudios teóricos y experimentales para estimar la radiación solar global. Además, a continuación, se resumen los conceptos básicos sobre el modelo teórico y las medidas experimentales relacionadas con el trabajo desarrollado.

Se planteó el objetivo principal de estimar la radiación solar global solar media diaria mensual y anual, mediante temperaturas extremas, aplicando el modelo Bristow-Campbell a las 19 estaciones meteorológicas de la Región Junín, responsabilidad del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y los objetivos secundarios de calcular las temperaturas pronosticadas máximas y mínimas a través de series de tiempo. El método utilizado para la estimación de la radiación solar global media diaria mensual y anual fue el modelaje mediante el modelo empírico Bristow-Campbell y para el pronóstico de las temperaturas se utilizó la serie de tiempos mediante la técnica documental de los datos históricos de la página web de SENAMHI desde los años 2000 al 2015. Se determinó modelos predictivos estacionales para pronosticar temperaturas máximas y mínimas al 2017 de las 19 estaciones de la Región Junín. Con las temperaturas extremas pronosticadas se estimó la radiación solar global diaria media mensual mediante el modelo empírico Bristow-Campbell validado con datos registrados para estimar el coeficiente a considerando la altitud, consiguiendo que existen diferencias entre la Sierra y Selva siendo en la Sierra los valores promedios al 6 kWh/m²/día y en la Selva 4 kWh/m²/día, ambos valores resultan rentables para su aplicación con fines de producir calor, frío y electricidad con energía solar. Estos resultados validan el modelo Bristow-



Campbell para estimar confiablemente la radiación solar global diaria media mensual y anual, mediante temperaturas extremas en la Región Junín - Perú. (Sulca, 2019).

La radiación solar que llega a la tierra es la fuente de energía renovable más importante de la naturaleza; es una de las principales fuentes de energía alternativa utilizadas. La radiación solar global suele medirse en muchas estaciones meteorológicas, pero requiere altos costos, mantenimiento y equipos de medición. Se requiere una calibración especial. En este sentido, en ausencia de mediciones directas, es práctica común estimar este parámetro utilizando modelos matemáticos basados en mediciones de datos relevantes de estos lugares, que pueden ser: parámetros meteorológicos, climáticos y geográficos (Quiñones et al., 2019). Una encuesta para saber cómo calcular la radiación solar mensual y anual en la región Junín, ya que no existe información sobre la aplicación del modelo de Bristow y Campbell en la región Junín. El primer paso fue registrar datos de temperaturas mínimas y máximas de 19 estaciones meteorológicas del SENAMHI en Selva y Sierra. La rentabilidad de los datos de radiación solar obtenidos fue determinada por los datos OLADE 1992. Aquí puede ver que más de 4 KWh/m²/día la insolación es rentable y 5,0 KWh/m²/día es muy rentable (valle, 2021).

En la inferencia de modelos que evalúan la irradiancia solar, utilizan la heliofanía como variable independiente, aunque es un poco más compleja que la analizada en el artículo. La escala estableció el método de amplitud térmica. Los coeficientes de ajuste empírico generalmente muestran suficiente homogeneidad de resultados entre regiones, lo que permite desarrollar un modelo de estimación único para cada tipo en el nivel central de la provincia de Córdoba. Utilizando los valores de irradiancia solar global evaluados en el modelo (Bristow-Campbell) se generaron simulaciones de rendimientos potenciales de papa similares a los obtenidos con los datos de irradiancia solar global observados (Sulca, 2019).



Determinar la insolación global horizontal para obtener del estudio un modelo válido y fiable para su aplicación, teniendo siempre en cuenta las condiciones locales. Esta radiación se calculó utilizando el modelo de estimación de Bristow-Campbell. El modelo utiliza temperaturas máximas y mínimas medias diarias mensuales para descomponer la radiación en radiación directa y difusa, calculando y correlacionando así las probabilidades verticales. Tiempos de radiación en diferentes direcciones. El modelo se calibró utilizando los valores del coeficiente propuestos en el Atlas de Energía Solar del Perú (2003) y registros de estaciones meteorológicas de la región (Mendoza, 2021).

La radiación solar juega un papel importante en el cambio climático, el balance energético y las aplicaciones energéticas. La Estación Tulma de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) informa que la irradiación solar promedio anual de la Tierra es de $5,25 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ y su altitud es de 2.635 metros sobre el nivel del mar. Esto difiere de los datos de Tarma Base, que se encuentra en: 3,034 m sobre el nivel del mar, o $5,67 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$. El Perú es un lugar ideal para la energía renovable como la solar, hidroeléctrica, geotérmica, eólica y de biomasa debido a sus abundantes recursos y fuentes de energía verde y el sol como fuente de energía universalmente accesible (Condezo et al., 2019)

Este documento se centra en la evaluación del desempeño de veinte modelos empíricos, realizando simulaciones durante un periodo y los resultados se compararon con los conjuntos de datos de la nasa con la duración de la luz solar, la duración promedio mensual del día y la radiación extraterrestre. Los coeficientes de determinación obtenidos del análisis de regresión a un nivel de confianza del 95% (Patchali et al., 2022). Actualmente existe un gran interés en los sistemas tanto solares térmicos, ya que se piensa que las ciudades de los países desarrollados son los principales consumidores del energía en todo el mundo, sin embargo no siempre se conocen datos confiables sobre la



disponibilidad de energía solar para el desarrollo de proyectos, especialmente en áreas remotas (Prieto et al., 2022).

El estudio analiza de la radiación solar global en tres zonas ecológicas del altiplano de Puno (Circunlacustre, Puna Húmeda y Clima de Altura) utilizando datos de catorce estaciones meteorológicas del SENAMHI entre 2007 y 2013. Se aplicó el modelo de Bristow y Campbell, obteniendo una alta correlación de 0,938 entre la radiación solar estimada y medida. Los valores promedio anuales de radiación fueron superiores a 4,000 kW/h/m² en todas las zonas evaluadas, lo que demuestra el potencial de la región para aplicaciones de energía solar, especialmente para resolver problemas como las heladas en la zona altoandina (Huamán et al., 2015) que satisfacen aún más las necesidades de los electrométricos, así como en las industrias (Saud et al., 2020). La radiación solar es también la principal fuente de energía del ecosistema terrestre y tiene un impacto en el desarrollo de diferentes equipos solares con el continuo agotamiento de la contaminación ambiental, el uso de las energías renovables se está volviendo importante por ello es necesario hacer investigación en la radiación solar (Lan et al., 2023).

La búsqueda de la diversificación de las fuentes de energía, las fuentes renovables se están volviendo cada vez más competitivas debido a la reducción de costos debido a esta fuente la energía solar se ha mostrado como una gran alternativa para la producción de electricidad, además la energía solar no es tan contaminante en el impacto ambiental y constituye una fuente de energía abundante con bajos requerimientos de mantenimientos (Oliveira et al., 2019).

La energía solar es una de las fuentes de energía más importantes que se puede obtener directamente del sol. El sol tiene una gran cantidad de energía que ayuda a la existencia de todos los seres vivos de la tierra.(Fadare et al., 2010). Esta energía se obtiene



por el proceso de reacción termonuclear, también la energía nuclear juega un papel muy importante en la agricultura moderna, y para proporcionar la energía solar fotovoltaica para la iluminación (Miranda et al., 2020).

El Perú es un lugar ideal para iniciar un proyecto de energía renovable porque tiene muchos recursos y fuentes de energía verde: por ejemplo, solar, hidráulica, geotérmica, eólica o biomasa que benefician a la sociedad, idealmente la energía tiene una función económicamente viable es la energía solar como una fuente de energía disponible para todos. La radiación solar juega un papel importante en el cambio climático, el balance energético y las aplicaciones energéticas (Camayo et al., 2017). Sabiendo que la frecuencia de la radiación solar en la región amazónica es extremadamente alta, ya que este conocimiento nos permitirá evaluar su potencial uso y en qué medida afecta el proceso de fotosíntesis diversos recursos naturales de la zona. (Fadare et al., 2010). Para utilizar adecuadamente los recursos de energía solar, es necesario conocer con la mayor precisión posible la cantidad y distribución de la radiación solar que incide en un lugar determinado y cómo varía a escala diaria, mensual y anual. El principal instrumento para medir la energía solar, pero debido al costo del equipo y al mantenimiento que requiere, son pocos los lugares en el Perú que miden esta variable. Una solución a esta falta de información es utilizar relaciones empíricas que muestren la relación entre la radiación solar global y los factores astronómicos, trigonométricos, topográficos y atmosféricos característicos.

El área de estudio limita en mayor o menor grado la disponibilidad de energía solar en la superficie terrestre, de acuerdo con esta interrelación de variables, se pueden generar datos de radiación solar en áreas donde no se dispone de los instrumentos de medición necesarios, en base a ciertos parámetros conocidos o fácilmente medibles o variables (Aburto, 2007). Actualmente existe la necesidad de mejorar las mediciones



continuas de los datos globales de radiación solar y los parámetros meteorológicos en muchas partes del mundo, especialmente en los países en desarrollo. Incluso en la actualidad, el mecanismo confiable y automatizado para monitorear los parámetros meteorológicos como la radiación solar global, la duración del sol, las precipitaciones, la humedad relativa, la temperatura, la dirección y la velocidad del viento, que se necesitan con urgencia para el estudio del cambio climático potencial de la energía solar. y el calentamiento global (Alcaraz, 2023). La radiación solar y los datos meteorológicos son útiles para estimar el potencial de energía solar en los sitios de medición, lo que será útil para la agricultura moderna, la hidrología y el cambio climático. La energía mejora la calidad del estilo de vida humano. Además de eso, el consumo de energía también está directamente relacionado con las actividades socioeconómicas y con todo el desarrollo de la nación. (Prieto et al., 2022). La suma de la radiación solar directa, la radiación difusa y la radiación dispersa que llegan a un punto particular se denomina radiación solar global y se ve afectada por las nubes, el vapor de agua, los aerosoles, el ozono y otros gases. La nube es uno de los factores clave que afectan la radiación solar (Masco, 2021). La cantidad de vapor de agua varía durante el día y la variación estacional. Por tanto, se encuentra más vapor de agua durante el verano que en la estación seca (Agbor et al., 2023) Estos parámetros no son sólo los efectos sobre la radiación solar que llega a la superficie terrestre, sino también el ángulo de incidencia de la radiación solar, la estación, la ubicación geográfica, la latitud, el ángulo cenital solar, la duración del día y las condiciones climáticas locales. El sol produce una gran cantidad de energía. A pesar de la considerable distancia entre el Sol y la Tierra, la cantidad de energía solar que llega a la Tierra es sustancial. Como en cualquier momento dado, la Tierra intercepta aproximadamente 180 a 106 GW (Quiñones et al., 2019).



Qué importante es entender la idoneidad de la radiación solar proyecto energético destinado a comprender su aplicabilidad y precisión Modelo de Bristow y Campbell basado en amplitudes térmicas porque es más Datos típicos de la estación meteorológica SENAMHI en Puno Altiplano.

2.2 MARCO TEÓRICO

En la presente sección se expondrán los conceptos fundamentales que serán de mucha importancia para el desarrollo de la investigación de tesis. Para lo cual presentamos los conceptos de constante solar, radiación solar extraterrestre, día juliano, radiación solar global, radiación solar directa, reflejada y el modelo Hargreaves Samani, que serán útiles y necesarios para el marco conceptual del trabajo de investigación.

2.3 RADIACIÓN SOLAR GLOBAL

El sol emite energía en forma de radiación de onda corta y es muchos factores sufren un proceso de atenuación por difusión a medida que atraviesan la atmósfera, reflejos en las nubes, absorción de moléculas como el ozono, el vapor de agua y de partículas en suspensión. La energía radiante, o energía solar, se define como la energía transferida desde el sol a cualquier superficie. Esta energía viaja en ondas y libera energía cuando chocan con objetos. Esta respuesta se debe al hecho de que son magnéticos. y la electricidad llamadas ondas electromagnéticas (Mayhua, 2019).

El costo de energía se ve afectado por una de factores atmosféricos de las instalaciones fotovoltaicas. La cuestión de determinar una planta fotovoltaica una disminución constante a medida que el costo de células fotovoltaicas, solares ha subido después la energía solar se ha convertido en una fuente confiable de electricidad y en todo el mundo, los módulos fotovoltaicos se están volviendo más eficientes por que usan menos energía y su producción cuesta menos (Agbor et al., 2023).



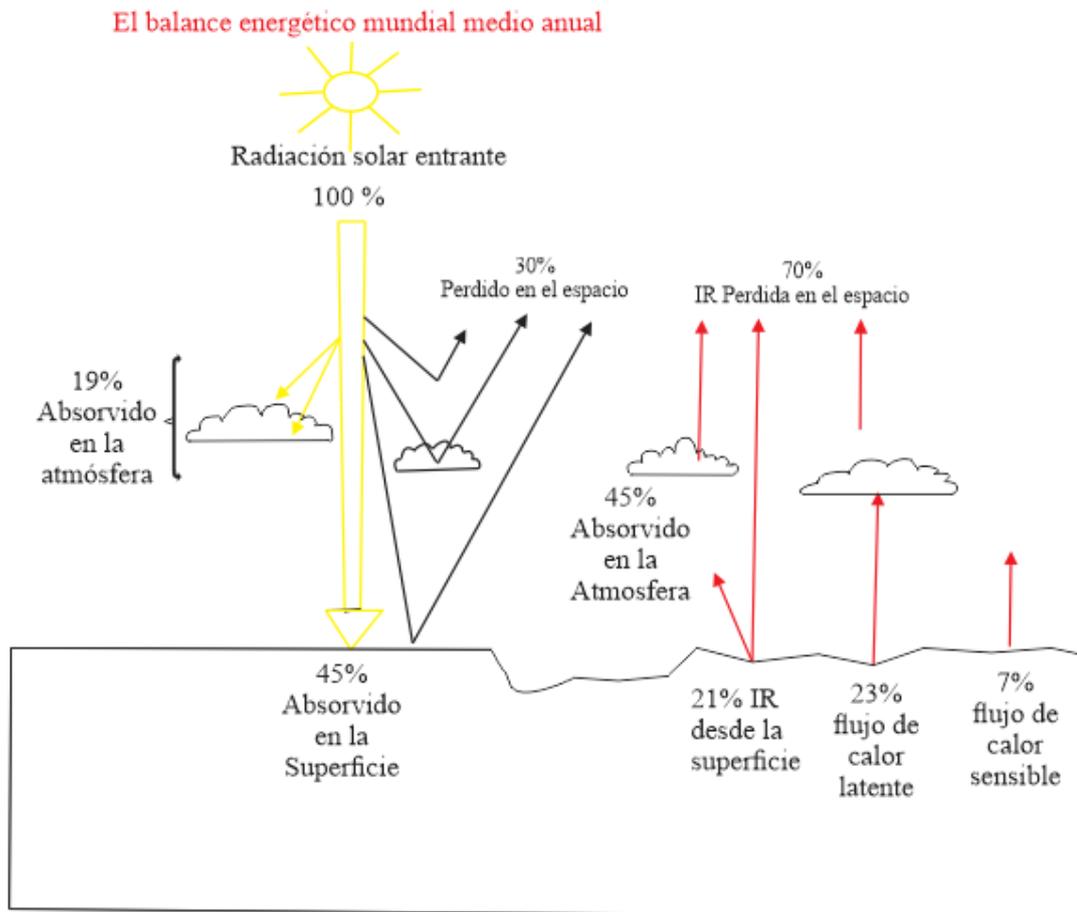
La radiación solar del Perú ha aumentado con los años debido al agotamiento de la capa de ozono, debido a la contaminación provocada por los malos hábitos (Nnyambeni, 2022). La exposición excesiva a esta radiación puede tener graves consecuencias, provocando un envejecimiento prematuro y daños en la piel como el cáncer de piel. El cáncer de piel es una de las causas de muerte más frecuentes en nuestra sociedad, diariamente se registran casos de la enfermedad y por desconocimiento del tema muchas veces solo se reconoce si se encuentra en un estadio avanzado (Zavala, 2018).

La radiación solar es un factor natural importante que da forma al clima de la Tierra e influye en gran medida en el medio ambiente. La porción ultravioleta del espectro solar (UV) juega un papel muy importante en varios procesos en la biosfera. Si bien esto tiene algunos efectos beneficiosos, también puede ser muy dañino si se exceden ciertos límites de seguridad. Cuando la radiación UV es alta, los mecanismos de autodefensa de algunas especies pueden agotarse y dañarse severamente. También afecta al organismo humano, especialmente a

la piel y los ojos. Para evitar el daño de los altos niveles de exposición a los rayos UV, las personas deben tomar medidas de protección para limitar su exposición al sol (SENAMHI, 2021).

Figura 1

Radiación solar total.



Nota: (SENAMHI, 2021).

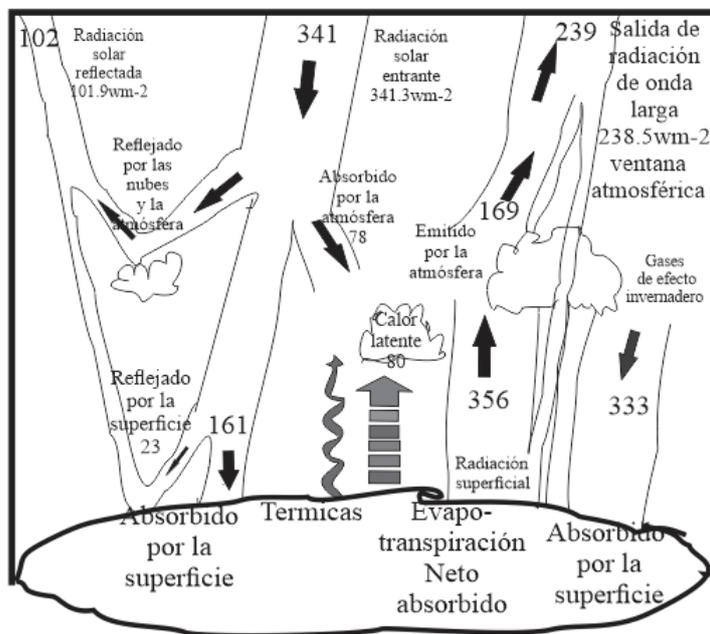
La radiación es la transferencia de energía por medio de ondas electromagnéticas que irradian directamente desde una fuente en todas direcciones, estas ondas no necesitan un medio material para propagarse, y viajan a través del espacio interplanetario desde el Sol hasta la Tierra (Quiñones et al., 2019). Cada año, la Tierra recibe 341 W/m^2 de radiación solar en la parte superior de la atmósfera. De esto, alrededor de 102 W/m^2 se reflejan de vuelta al espacio por las nubes y las partículas en la superficie y la atmósfera de la Tierra. Como resultado de, la energía neta absorbida por la Tierra es 239 W/m^2 .

En equilibrio térmico, esta cantidad (239 W/m^2) debe ser radiada desde la Tierra hacia el espacio, la Tierra estará en equilibrio térmico.

La temperatura media global de la Tierra es de aproximadamente 288 K, lo que corresponde a 396 W/m^2 de radiación de cuerpo negro. Gran parte de esta energía infrarroja emitida desde la superficie de la Tierra proviene de moléculas específicas en la atmósfera, como dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua, metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y ozono (O_3) absorbido tanto en el espacio como en la Tierra. Sin la influencia natural de los gases de efecto invernadero (principalmente vapor de agua y dióxido de carbono), en equilibrio la superficie de la Tierra se habría congelado a $-18 \text{ }^\circ\text{C}$. (Adriazola, 2019)

Figura 2

Balance radiactivo terrestre.



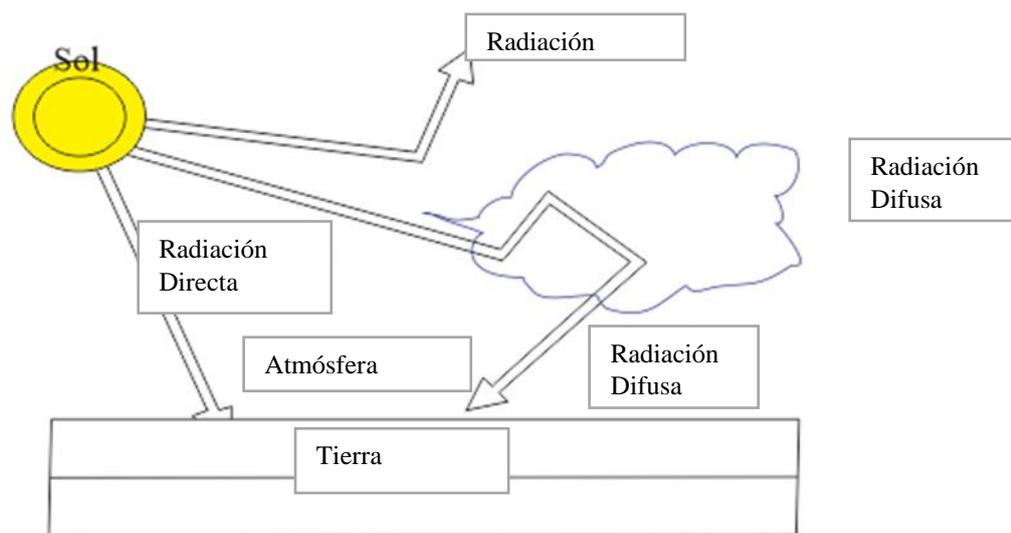
Nota:(Adriazola, 2019)

2.3.1. Radiación solar directa.

La radiación solar global es la cantidad total de energía solar que recibe la superficie de la Tierra, generalmente expresada en W/m^2 . Alrededor del 99 por ciento de la radiación solar global tiene longitudes de onda entre 300 y 3000 nm. Esto incluye la radiación ultravioleta (300-400 nm), visible (400-700 nm) e infrarroja (700-3000 nm). La radiación solar global es la suma de la radiación solar directa, difusa y reflejada. (Lan et al., 2023).

Figura 3

Redición solar directa y difusa.



Nota: (Quispe, 2019).

La porción visible del espectro de radiación solar proporciona energía para la fotosíntesis, que es la puerta principal para que el carbono inorgánico se vuelva orgánico y sustente la vida en la Tierra. La luz infrarroja calienta el suelo y mantiene un ambiente ideal para la vida. La radiación solar global impulsa el ciclo

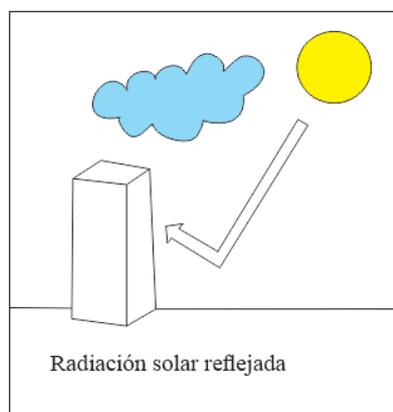
global del agua y los patrones climáticos. De hecho, aproximadamente la mitad de la radiación solar absorbida por la superficie de la Tierra se consume por evapotranspiración a escala global. La medición de la radiación solar global se puede lograr con piranómetros (Camayo et al., 2019).

2.3.2. Radiación reflejada

La radiación reflejada desde un área determinada del entorno se puede describir en términos de una distribución de intensidad, que depende de la naturaleza física del área en cuestión, así como de la radiación solar entrante en esa área. Si el área se refleja especularmente y la radiación solar entrante proviene de una sola dirección, entonces también hay una única dirección de radiación saliente reflejada, una dirección que puede calcularse a partir de la ley de la reflexión especular (ángulo polar sin cambios, ángulo de azimut cambiado por π). Si el La reflexión especular puede depender no sólo de las propiedades fijas del área particular, sino también de la longitud de onda y la polarización de la radiación entrante (Dspace et al., 2019).

Figura 4

Radiación solar reflejada.



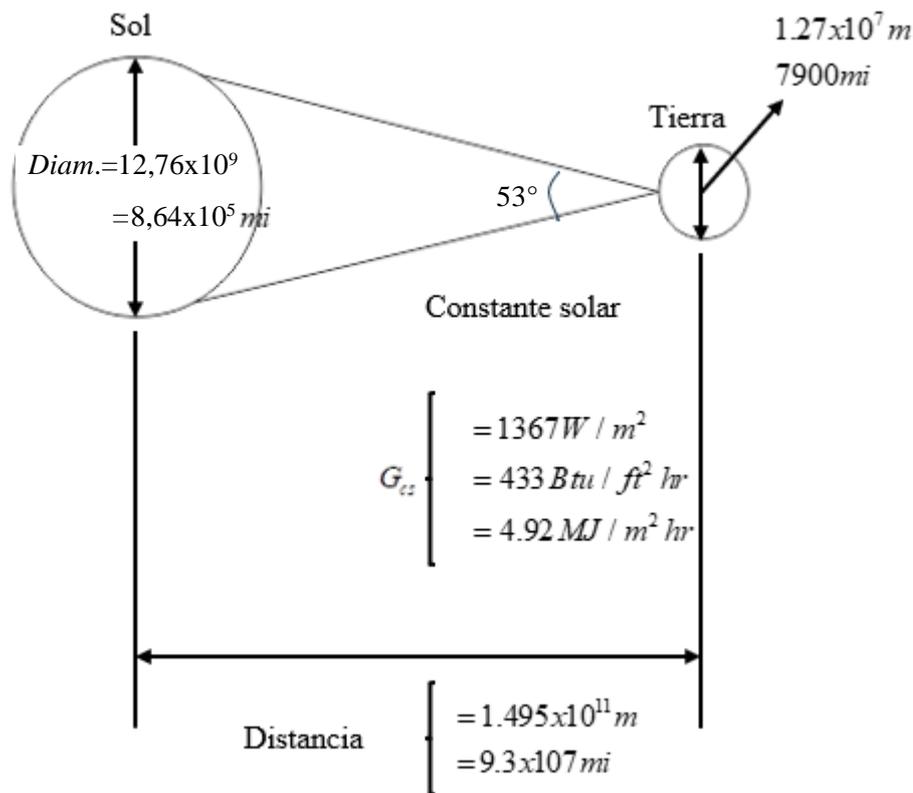
Nota: (Rica et al., 2010)

2.4 CONSTANTE SOLAR

La constante solar es la cantidad de energía liberada en forma de radiación por unidad de área por unidad de tiempo, medida en la parte exterior de la atmósfera terrestre y en el plano perpendicular a la dirección de los rayos del sol. Para calcular la constante solar se utiliza la ley de Stefan-Boltzmann. Esta ley asigna como la temperatura efectiva del cuerpo negro de la estrella 5 777 (K) y como la relación del área del Sol a la esfera distante como unidades astronómicas (García, 2022).

Figura 5

Relaciones Geométricas entre El Sol y la Tierra.



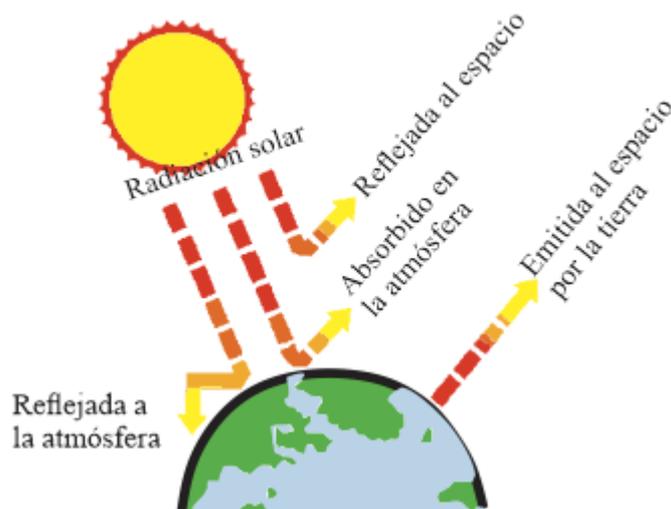
Nota: (García, 2022).

La constante solar I_{sc} es la fracción de la energía solar máxima en todas las longitudes de onda que incide sobre una superficie unitaria de superficie perpendicular a

la dirección de propagación de la radiación solar, situada en el límite exterior de la atmósfera terrestre, cuya posición es la media anual distancia entre el sol y la tierra. Tenga en cuenta que la distancia promedio entre el Sol y la Tierra es de aproximadamente 149 597 890 kilómetros, valor comúnmente conocido como unidad astronómica (Cáceres, 2021). Incluso cuando el cielo está muy despejado y sin nubes, aproximadamente entre el 20 % y el 30 % de la radiación extraterrestre se pierde durante la trayectoria descendente debido a fenómenos de dispersión y absorción por parte de aerosoles y moléculas. El papel de las nubes es de suma importancia: las nubes ópticamente delgadas permiten que una pequeña proporción de radiación llegue al suelo, mientras que las nubes ópticamente gruesas crean oscuridad al detener la radiación hacia abajo. La magnitud del agotamiento de la radiación solar varía con la longitud de onda y la distribución espectral de la radiación solar se modifica a medida que la radiación recorre su camino hacia abajo. La distribución espectral se analiza para varias condiciones diferentes (Gamarra, 2022).

Figura 6

Propagación de la radiación solar.

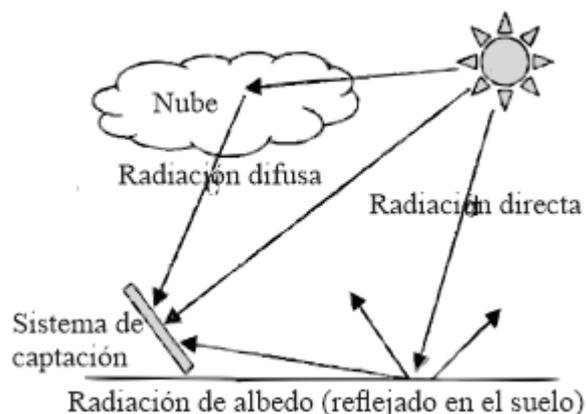


Nota: (Jeklin et al., 2016).

La radiación solar directa es la radiación que proviene de la dirección del sol. En la parte superior de la atmósfera sólo hay radiación solar directa. Por el contrario, la radiación en la superficie comprende una componente directa y una difusa, denominándose la suma de ellas radiación solar global. Si el problema es una superficie inclinada, también puede recibir un componente reflejado que forma parte de la radiación solar reflejada por el paisaje circundante. Se realizó una breve discusión sobre cómo calcular cada componente en una superficie inclinada (Sulca, 2019).

Figura 7

La radiación solar global es a la suma de la directa más la difusa.



Nota: (Arenas et al., 2023).

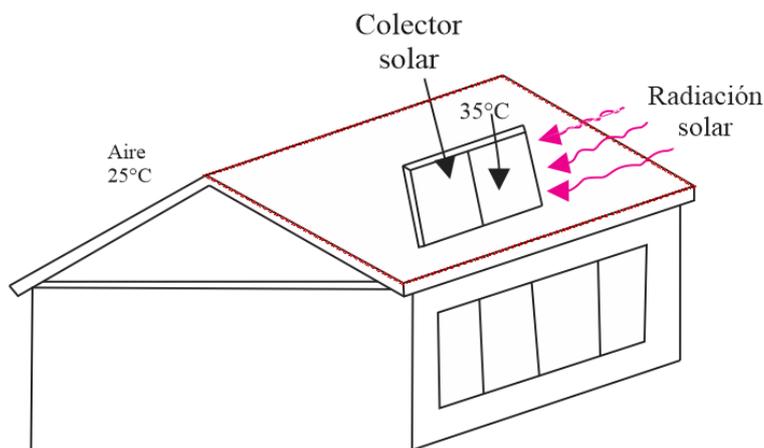
En las estaciones meteorológicas la radiación solar global se mide generalmente en superficies horizontales. Sin embargo, para aprovechar al máximo la radiación solar en las superficies de los colectores, los sistemas solares estacionarios convencionales, tanto solares fotovoltaicos como colectores solares de placa plana, se montan en superficies inclinadas. La radiación solar global por hora en superficies inclinadas se puede estimar a partir de la radiación solar global en superficies horizontales utilizando varios modelos. Los modelos se pueden utilizar para estimar los componentes de la radiación solar global horaria en superficies horizontales (para radiación directa y difusa)

y superficies inclinadas para radiación directa, difusa y reflejada en el suelo (Rubio et al., 2023).

Los factores precisos se pueden encontrar comparando los valores medidos y estimados mediante diferentes indicadores estadísticos. Como el número de modelos de estimación es grande, generalmente los investigadores eligen algunos modelos que se han encontrado en estudios anteriores como modelos precisos en diferentes latitudes cercanas a su latitud regional. Además, dado que la cantidad de radiación solar que incide sobre un colector solar térmico o un panel fotovoltaico se ve fuertemente afectada por su ángulo de instalación y orientación, encontrar el ángulo de inclinación óptimo para recibir la máxima radiación solar en un módulo fotovoltaico es la forma más barata y eficaz (Media et al., 2021).

Figura 8

La cantidad de radiación solar que incide sobre un colector.



Nota: Propia.

2.5 RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE

La radiación solar extraterrestre es indispensable para determinar la radiación solar global, necesariamente para estimar la radiación solar se requiere de la constante



solar que es muy importante además la declinación solar, latitud, distancia relativa inversa entre la tierra y el sol (Delgado et al., 2015). La radiación extraterrestre debe ser consideradas. La primera es la variación en la radiación emitida por el Sol. Un método para obtener la radiación solar que incide sobre la superficie terrestre. Las mediciones del suelo se basan tradicionalmente en el uso de piranómetros difusos. sobre eso. Aunque la estructura de la red de piranómetros es En los países desarrollados, en Europa, las distancias aumentan significativamente. La distancia media entre estaciones no suele ser inferior a 100 kilómetros. países en desarrollo su presencia es casi nula (Zarco et al., 1996).

2.6 MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL

El autor Rubio (2020) plantea en su estudio de trabajo para el diseño de sistemas fotovoltaicos (PV) es esencial conocer la cantidad de radiación solar disponible en ese lugar en particular. Los dos métodos comunes que caracterizan la radiación solar son la irradiancia (o radiación) solar y la insolación solar (Miranda et al., 2020). La radiación solar es una densidad de potencia instantánea en unidades de kW/m^2 . La radiación solar varía a lo largo del día desde $0 \text{ kW}/\text{m}^2$ por la noche hasta un máximo de aproximadamente $1 \text{ kW}/\text{m}^2$ (Rubio et al., 2023). La radiación solar depende en gran medida de la ubicación y del clima local. Las mediciones de la radiación solar consisten en mediciones de radiación global y difusa tomadas periódicamente a lo largo del día. Las mediciones se toman utilizando un piranómetro (que mide la radiación global) y un pirheliómetro (que mide la radiación directa), respectivamente (Patchali et al., 2022). Un método alternativo para medir la radiación solar, que es menos preciso, pero también menos costoso, es utilizar un registrador de luz solar. Estos registradores de luz solar (también conocidos como registradores Campbell-Stokes) miden el número de horas del



día durante las cuales la luz solar está por encima de un cierto nivel (normalmente 200 mW/cm^2). Los datos recopilados de esta manera se pueden utilizar para determinar la radiación solar, la insolación y la irradiación comparando el número de horas de sol medidas con aquellas basadas en cálculos e incluyendo varios factores de corrección (Arenas et al., 2023).

El dato de radiación utilizado en el diseño del sistema es la insolación solar. La insolación solar es la cantidad total de energía solar recibida en un lugar particular durante un período de tiempo específico, a menudo en unidades de kWh/m^2 día. Los datos de insolación solar se usan comúnmente para el diseño de sistemas fotovoltaicos simples, mientras que la radiación solar se usa en el rendimiento de sistemas fotovoltaicos más complicados que calcula el rendimiento del sistema en cada momento del día. La insolación solar también se puede expresar en unidades de MJ/m^2 por año y kWh/m^2 día. Los datos de radiación solar global y difusa se miden mediante piranómetros. Para el difuso, un piranómetro debe tener una banda de sombra. El instrumento de radiación solar directa se llama pirheliómetro. El pirheliómetro mide la radiación con incidencia normal (García, 2022).

2.7 MODELOS BASADOS EN TEMPERATURA

Algunos de los modelos basados en la temperatura utilizan datos de temperatura máxima y mínima del aire para estimar la transmisividad atmosférica. Estos modelos suponen que la temperatura máxima disminuye con la transmisividad reducida, mientras que la temperatura mínima aumentará debido a la emisividad de las nubes. Los cielos despejados aumentan la temperatura máxima debido a una mayor radiación de onda corta, y la temperatura mínima disminuirá debido a una mayor transmisividad; por lo que la diferencia entre la temperatura máxima y mínima diaria del aire se convierte en un

indicador de nubosidad. Aunque la cobertura de nubes disminuye la temperatura máxima del aire y aumenta la temperatura mínima del aire, claramente muchos otros factores, como la velocidad del viento, el vapor del aire, las precipitaciones, los sistemas climáticos frontales, la evaporación, etc., también afectan los niveles de temperatura. Por esta razón, los modelos aplicados en pasos de tiempo diarios tienen una incertidumbre y un error de predicción sustancialmente mayores (Lan et al., 2023). Los modelos son utilizados por diferentes investigadores en países en desarrollo, debido a que los datos de temperatura global se miden fácilmente. Hargreaves y Samani fueron los primeros en sugerir que la radiación incidente podría evaluarse a partir de la diferencia entre la temperatura máxima y mínima diaria (Fadare et al., 2010). La ecuación introducida por Hargreaves y Samani viene dada por:

$$H = K_r H_o \sqrt{T_{\max} - T_{\min}} \dots\dots\dots (1)$$

donde, H ($\text{MJ}/\text{m}^2\text{día}$) es la radiación solar estimada, H_o ($\text{MJ}/\text{día}$) es la radiación solar extraterrestre, T_{\max} ($^{\circ}\text{C}$) es la temperatura máxima diaria, T_{\min} ($^{\circ}\text{C}$) es la temperatura mínima diaria y K_r es un coeficiente empírico. Hargreaves recomendó utilizar $K_r = 0,16$ para las regiones del interior y $K_r = 0,19$ para las regiones costeras. Este modelo se basa en el supuesto de que la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias proporciona una indicación general de nubosidad (Chen et al., 2019).

Bristow y Campbell (1983) desarrollaron un modelo que muestra la diferencia entre las temperaturas diarias máximas y mínimas correlacionadas con la cantidad de radiación solar recibida. Si la cantidad de radiación solar en la superficie terrestre es baja (cielo nublado), es probable que la diferencia en las temperaturas extremas también sea baja. Lo contrario ocurre con los cielos despejados. Por lo tanto, las temperaturas extremas pueden relacionarse con la transmitancia atmosférica de la radiación solar, lo



que, junto con la determinación de la irradiancia extraterrestre, proporciona un enfoque para generar datos de radiación solar a partir de la temperatura

Bristow y Campbell sugirieron la siguiente relación para H diaria, en función de H_o diaria y la diferencia entre las temperaturas máxima y mínima (ΔT , °C):

$$\frac{H}{H_o} = A(e^{-B\Delta T^c}) \dots\dots\dots (2)$$

Aunque los coeficientes A, B y C son empíricos, tienen algún significado físico. El coeficiente A representa la radiación máxima que se puede esperar en un día despejado. Los coeficientes B y C controlan la velocidad a la que se acerca a A a medida que aumenta la diferencia de temperatura. Los valores informados con mayor frecuencia para estos coeficientes son 0,7 para A, el rango de 0,004 a 0,010 para B y 2,4 para C (Lusi et al., 2023).

2.8 MODELO BASADO EN EL SOL

El parámetro más comúnmente utilizado para estimar la radiación solar global (GSR) es la duración de la luz solar. La mayoría de los modelos basados en la luz solar para estimar la GSR diaria promedio mensualmente utilizan una ecuación de tipo Angström modificada. La ecuación de regresión de Angström original relaciona la radiación diaria promedio mensual con la radiación en días despejados en el lugar en cuestión y con la fracción promedio de posibles horas de sol (Zhang et al., 2023).

$$\frac{H}{H_o} = a + b\left(\frac{S}{S_o}\right) \dots\dots\dots (3)$$

donde H es la radiación global diaria promedio mensual, H_o es la radiación extraterrestre diaria promedio mensual, S es el promedio mensual de horas diarias de luz solar brillante,

S_o es la duración máxima posible de la luz solar, y a y b son coeficientes empíricos que pueden ser determinado experimental o empíricamente utilizando algunos modelos conocidos como el modelo de Angström-prescott, etc. En la literatura se han propuesto varios tipos de modelos de regresión (lineal, cuadrático, de tercer grado y logarítmico) para estimar el GSR basándose únicamente en el Relación S/S_o .

2.9 MODELOS DE RADIACIÓN DIFUSA

Cuando la radiación solar ingresa a la atmósfera terrestre, parte de la energía incidente se elimina por dispersión y otra por absorción, las cuales influyen en el espectro extraterrestre modificando considerablemente la energía espectral a su paso por la atmósfera (Zhang et al., 2023).

La radiación dispersada se llama radiación difusa. En el pasado, se han desarrollado varios modelos empíricos para predecir la radiación solar difusa promedio mensual. Estos modelos expresaron el promedio mensual de radiación solar difusa diaria en función de la duración de la luz solar medida, la radiación solar global medida y la radiación solar extraterrestre.(Zhang et al., 2023).

$$K_d = \frac{H_d}{H} \approx f\left(\frac{S}{S_o}\right) \dots\dots\dots (4)$$

Donde H_o es la radiación extraterrestre diaria promedio mensual (MJ/m^2), H es la radiación solar global diaria promedio mensual (MJ/m^2), H_d es la radiación solar difusa diaria promedio mensual (MJ/m^2), S es el promedio mensual duración de la luz solar medida diariamente (h) y S_o es la duración máxima posible de la luz solar diaria promedio mensual (h).



2.10 MODELOS EMPÍRICOS

Utilice aproximaciones matemáticas y modelos de dispersión para ayudar a caracterizar el entorno geográfico a través de estudios de campo, con el fin de obtener valores pronosticados cercanos a los datos esperados dependiendo de las condiciones técnicas, cuando estén fuertemente influenciados por fenómenos y parámetros externos.

2.10.1. Modelos de estimación

Aplicar el modelo de Hargreaves Samani y otros modelos, para la estimación de la radiación solar media en diferentes regiones del país que cuenten con registros de radiación media y de insolación, con la finalidad de establecer las constantes del modelo para cada localidad (Media et al., 2021). La demanda de energía podría cubrirse, en principio, a partir de recursos energéticos fósiles, particularmente el carbón. Sin embargo, el carácter acumulativo de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, si la energía solar va a ser una importante fuente de energía primaria, debe almacenarse y enviarse exige mantener los niveles atmosféricos de CO₂, el desarrollo y el despliegue de esquemas para la producción de energía neutra en carbono a una escala proporcional o mayor que la todo el suministro de energía actual de todas las fuentes combinadas (Jeklin et al., 2016).

Entre los recursos energéticos renovables, la energía solar es el mayor aprovechamiento consumida por los humanos en un año entero. Un enfoque especialmente atractivo es almacenar energía solar convertida en enlaces químicos, es decir, en un proceso fotosintético durante todo el año promedio significativamente más alta que las plantas o algas actuales, para reducir el área de tierra (Prieto et al., 2022).

2.10.2. Temperatura máxima y mínima

Los modelos que utilizan la temperatura para estimar la radiación solar se utilizan ampliamente en todo el mundo debido a la disponibilidad de datos y también se caracterizan por la simplicidad y robustez de las mediciones.

2.10.3. Modelo Hargreaves Samani

El modelo de Hargreaves Samani es uno de los más utilizados para estimar la radiación solar global, por las condiciones de encontrar variables muy comunes en todos los lugares donde existen estaciones meteorológicas.

La ecuación Hargreaves-Samani en diferentes condiciones meteorológicas. Se calibró con HS, ajustando el coeficiente HS (HC), utilizando diferentes métodos de estimación de radiación solar global (Jeklin et al., 2016)

$$H = K_r H_o \sqrt{T_{\max} + T_{\min}} \left[\frac{Wh}{m^2} \right] \dots\dots\dots (5)$$

K_r = Coeficiente emperico.

H_o = Radiación solar extraterrestre [wh / m^2]

T_{\max} y T_{\min} = Temperatura máxima diaria [$^{\circ}C$] y Temperatura mínima [$^{\circ}C$]

2.10.4. Medición de la radiación solar

La radiación solar ultravioleta en el rango espectral B Luz solar (UV-B) y rango ultravioleta RUV total en un día despejado y sin nubes (UV-A UV-B) Heredia, Costa Rica. Usando un radiómetro UV-B, Mide la radiación solar en el rango espectral de 280- 315 nm y radiómetros RUV que miden la radiación. El rango espectral de la luz solar es de 280 a 385 nm. También se investigó la relación



entre UV-B y RUV, y Se encontró una excelente correlación entre los dos. Además, se afirma que UV-B significa únicamente 5,4% RUV, aunque el UV-B es mil veces mayor Más fuerte que los rayos UV-A. Valor UV-B medido Comparar valores predichos y en tiempo real Utilizando un modelo atmosférico espectral, el modelo utiliza Como datos de entrada: hora del día, latitud, Altitud, albedo superficial, distancia Tierra-Sol, Turbidez atmosférica y ozono atmosférico (Rica et al., 2010).

2.11 ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL

La capacidad instalada de sistemas de energía solar en todo el mundo ha aumentado constantemente durante las últimas dos décadas. El crecimiento de la producción de energía solar es imparable, y un factor clave frente a otras tecnologías ha sido la rápida reducción de costos durante la última década, lo que ha llevado a una mayor competitividad frente a otros tipos de energías renovables. La información sobre la radiación solar basada en mediciones satelitales es una herramienta necesaria para evaluar los recursos en todas partes. Sin embargo, la falta de verificación mediante mediciones terrestres con control de calidad cerca del sitio puede generar falta de confiabilidad y estimaciones inexactas de la producción promedio esperada de la instalación y los flujos de efectivo potenciales. En este sentido, es necesaria una comparación con las mediciones terrestres (Orte et al., 2023). La propagación de la radiación solar se produce en el espacio a través de ondas electromagnéticas y, a medida que las ondas electromagnéticas atraviesan la atmósfera, sufren diversos cambios debido a la difusión, la reflexión y la absorción. (Yelvita, 2022).



2.10.5. La radiación solar extraterrestre

La Irradiancia Solar Total Extraterrestre es la cantidad de energía solar por unidad de área presente fuera de la atmósfera terrestre; por lo tanto, varía a lo largo del año, sin embargo, para muchos fines prácticos y se le asigna el valor de la llamada Constante Solar ($1367 \text{ w} / \text{m}^2$). (Frauberth et al., 2015). En este artículo se revisan los esfuerzos históricos hechos para cuantificar la Irradiancia Solar Total Extraterrestre, se presentan los últimos avances en esta materia y se propone un método que permite estimar su valor promedio mensual a partir del número de manchas solares, con una incertidumbre de $0,05 \text{ w} / \text{m}^2$. En los últimos años, la demanda de módulos solares ha aumentado, por lo que cada vez más empresas se centran en instalar módulos solares y colectores solares para un uso óptimo de la energía solar. Ya sea un jardín solar o un edificio más eficiente energéticamente, las predicciones sobre la radiación solar y la producción de electricidad y calor resultante facilitan la toma de decisiones y permiten una gestión óptima de la producción y la demanda de energía. Sin embargo, la predicción de la radiación solar es un desafío importante, especialmente porque es muy variable espacial y temporalmente y está influenciada por las condiciones atmosféricas. (Alcaraz et al., 2023).

Debido a que las mediciones de la radiación solar en lugares específicos tienen validez geográfica local, ampliar nuestro conocimiento de los recursos solares a grandes áreas requiere el uso de métodos de interpolación, utilizando modelos de transferencia radiactiva y datos satelitales, la medición es tan importante como la validación. (Nollas et al., 2022).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en la ciudad de Puno que está constituida por 79818 habitantes que representa el total de población en la ciudad de Puno.(Tumi, 2016). Puno es una ciudad del sur de Perú ubicada sobre el Titicaca, uno de los lagos más grandes de Sudamérica y el cuerpo de agua navegable más alto del mundo. La ciudad es un centro comercial. regional y también es considerada la capital del folklore del Perú gracias a sus fiestas tradicionales y Espectáculos de música y danza en vivo. Cuya actividad se practica al aire libre. La región de Puno está ubicada en la parte sureste del Perú entre los $13^{\circ}00'30''$ de latitud sur, $71^{\circ}06'57''$ y $68^{\circ}48'46''$ de longitud oeste del meridiano Greenwich; tiene una superficie territorial de $71999,0 \text{ Km}^2$, lo que lo convierte en el quinto departamento más grande del país. Limita al norte con la región de Madre de Dios, al este con el Estado de Bolivia, al sur con la región Tacna y el Estado de Bolivia, y al oeste con las regiones de Moquegua, Arequipa y Cusco (William et al., 2023). Las condiciones meteorológicas y geográficas de esta región influyen directamente en la recepción de radiación solar, lo que la hace ideal para estudiar la adecuación del modelo Hargreaves-Samani.

3.2 METODOLOGÍA

Para aplicar el modelo de Hargreaves-Samani y estimar la radiación solar global, se utilizó datos climáticos diarios de las estaciones meteorológicas de la región de Puno para el período 2017-2020 y se compararon con los datos que se registra en la estación de

Senamhi Puno sobre la radiación solar global. También se estimó la radiación difusa y se comparó con los datos medidos, utilizando modelos basados en la temperatura.

El trabajo actual se centra en la estimación de la radiación solar global y difusa utilizando datos de temperatura. Se utilizó un modelo basado en los datos de temperatura de Hargreaves y Samani, para estimar la radiación solar global y difusa respectivamente. Hargreaves y Samani desarrollaron el modelo en la ecuación (1), mientras que Clemence desarrolló un modelo dado por el siguiente modelo, donde la relación para H diaria, en función de H_o diaria y la diferencia entre las temperaturas máxima (T_{max}) y mínima (ΔT , °C):

$$H = H_o(1.233 * \Delta T + 10.593 * T_{max} - 0.713 * T_{max} \Delta T + 16.548 * 0.0418) \dots\dots\dots (5)$$

H = Radiación solar global.

H_o = Radiación solar extraterrestre.

ΔT = variación temperatura.

$T_{máx}$ = Temperatura máxima.

Según la sección 3.2.1, las ecuaciones 1 y 7 muestran que los datos de entrada son K_r , T_{max} , T_{min} y H_o . Proviene de la estación meteorológica de Senamhi Puno, mientras que K_r es 0,16 y 0,19 para las regiones del interior y costeras, respectivamente, según lo indicado por Samani. El único parámetro a calcular es H_o que depende de la excentricidad, la declinación solar, el ángulo horario y la latitud del sitio en estudio.

3.3 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El objetivo metodológico principal es desarrollar una estimación mensual media de la radiación solar global en Puno, mediante un análisis cuantitativo basado en datos



meteorológicos de la estación Senamhi, cubriendo un período de cuatro años (2017-2020). La investigación se encuentra dentro de la metodología cuantitativa debido a que se analiza los datos tomados de la estación meteorológica que se encuentra en la región Puno de los periodos de cuatro años que comprende desde el 2017 hasta 2020, procesados en unas las hojas de cálculo Excel.

3.4 PROCEDIMIENTO GENERAL.

Factor de corrección de la excentricidad de la órbita terrestre (F_n):

Donde todo el año tiene 365 días y d_n es el día juliano:

$$F_n = 1 + 0.033 \left(\frac{2\pi d_n}{365} \right) \dots\dots\dots (6)$$

Ángulo de declinación (δ): El ángulo de declinación se determina de siguiente manera.

$$\delta = 0.409 \sin \left[\frac{2\pi d_n}{365} - 1.39 \right] \dots\dots\dots (7)$$

δ = ángulo de declinación del sol [°]

n = número de día en el año juliano

r = ángulo diario [rad] que viene determinado por:

$$r = \frac{2\pi(n-1)}{360} \dots\dots\dots (8)$$

Ángulo horario (ω): Para el calcular el ángulo horario se utiliza la latitud de la zona de estudio:

$$\omega = \cos^{-1}(-\tan \phi \tan \delta) \dots\dots\dots (9)$$

Donde: ϕ = Latitud del lugar [°]



Constante solar (I_{cs}): La constante solar representa la radiación proveniente del sol que cruza por unidad de área, medida en la parte superior de la atmosfera terrestre y forma de los rayos del sol. El valor de la de la constante solar es de $1367 \frac{W}{m^2}$.

Radiación solar global extraterrestre (H_o): Se utiliza la siguiente ecuación para la radiación solar extraterrestre.

$$H_o = \frac{24}{\pi} F_n \cdot I_{cs} (\cos \delta \cos \phi \cos \omega + \omega \sin \delta \sin \phi) \dots\dots\dots (10)$$

Radiación solar diaria (H): Para encontrar la radiación solar diaria calculamos las ecuaciones mencionadas en los ítems de la parte arriba y con ellas finamente remplazamos los datos obtenidos en el modelo propuesto por (Hargreaves y Samani).

$$H = K_r H_o \sqrt{T_{max} - T_{min}} \dots\dots\dots (11)$$

3.5 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

Esta etapa de investigación consistió en la recopilación de información teórica y conceptual de trabajos y prácticas, artículos indexados, realizados a nivel regional, nacional e internacional respecto a la evaluación de la radiación solar, así mismo se recopiló información sobre diseño metodológico, estrategias y procedimientos de evaluación.

3.6.1. Recolección de datos.

Obtención de datos climáticos diarios de temperatura máxima, temperatura mínima y radiación solar global observada en la región de Puno para el período 2017-2020 que se adjunta en el anexo.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADO DE LA BASE DE DATOS

El principal objetivo del presente trabajo es estimar la radiación solar global y difusa para dos estaciones meteorológicas Senamhi diferentes utilizando el modelo Hargreaves Samani para el año 2017-2020. La Universidad Nacional del Altiplano.

En los resultados experimentales de la radiación solar global para diferentes días, es importante decir que las condiciones del cielo para días fueron: muy soleado, soleado, parcialmente nublado y nublado.

4.2 RADIACIÓN SOLAR GLOBAL

Los valores promedio mensuales de radiación solar global observada y estimada para la región Puno en el año 2017-2020 se muestran en la Tabla 1 a continuación.

Se puede observar en la Tabla 1 que los valores obtenidos Del modelo se compararon bien con los datos observados. Los valores son ligeramente superiores en verano y bajos en invierno. Obtuvimos valores cercanos a $20 \text{ MJ}/\text{m}^2$ o para los valores observados como para los estimados.

Tabla 1

Radiación solar global promedio mensual (Hargreaves Samani).

Mes	Promedio W / m^2
Enero	345.10
Febrero	598.93
Marzo	474.57
Abril	504.33
Mayo	447.83
Junio	480.04
Julio	493.57
Agosto	542.91
Setiembre	526.43
Octubre	617.53
Noviembre	612.50
Diciembre	556.90

La tabla 1 muestra los datos estimados de la radiación solar global promedio mensual.

En tabla 1 también se presenta los valores promedio mensuales de radiación solar global estimada mediante el modelo Hargreaves-Samani para el periodo 2017-2020 en la región Puno. Los datos muestran un comportamiento estacional típico, con niveles más bajos durante los meses de invierno, como mayo (447,83 W/m²) y junio (480,04 W/m²), y valores máximos en meses de mayor radiación solar, como octubre (617,53 W/m²) y noviembre (612,50 W/m²). Este patrón refleja la influencia de la posición solar y las condiciones atmosféricas a lo largo del año, validando la capacidad del modelo para capturar la variabilidad estacional de la radiación solar en la región.

Tabla 2

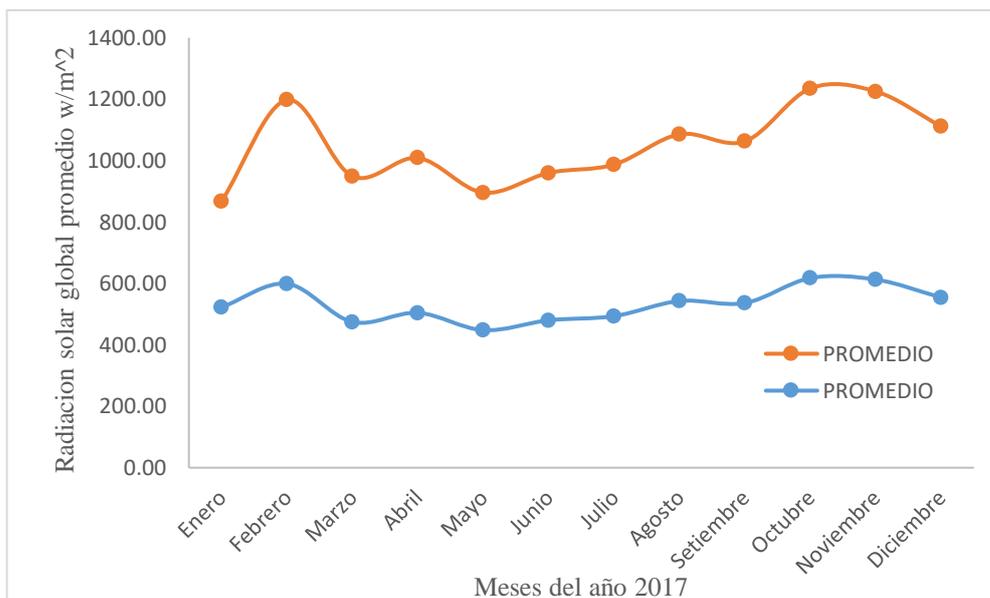
Radiación solar global promedio mensual (Senamhi-2017).

Mes	Promedio W / m^2
Enero	522,42
Febrero	598,93
Marzo	474,57
Abril	504,33
Mayo	447,83
Junio	480,04
Julio	493,57
Agosto	542,91
Setiembre	536,22
Octubre	617,53
Noviembre	612,50
Diciembre	554,21

La tabla 2 muestra los datos observados correspondientes a la radiación solar global promedio mensual, obtenidos de la estación meteorológica Senamhi en Puno, durante el año 2017.

Figura 9

Radiación solar global estimada y observad (Hargreaves-Samani-Senamhi).



La figura 9 muestra el promedio mensual de la radiación solar global estimada mediante el modelo Hargreaves-Samani y comparada con los datos promedio observados en la estación meteorológica Senamhi de Puno-2017.

Tabla 3

Radiación solar global promedio mensual estimada (Hargreaves Samani-2018).

Mes	Promedio W / m^2
Enero	534,25
Febrero	505,49
Marzo	508,28
Abril	519,03
Mayo	504,94
Junio	416,02
Julio	440,96
Agosto	507,37
Setiembre	616,22
Octubre	562,74
Noviembre	614,35
Diciembre	581,11

La tabla 3 presenta los promedios mensuales de radiación solar global estimada mediante el modelo Hargreaves-Samani para el año 2018. Los valores muestran una variación estacional característica, con niveles más bajos en junio (416,02 W/m²) y julio (440,96 W/m²), cuando la incidencia solar es menor. Por otro lado, los máximos se registran en septiembre (616,22 W/m²), noviembre (614,35 W/m²) y octubre (562,74 W/m²), reflejando las condiciones más favorables de radiación solar durante la primavera. Estos resultados subrayan la utilidad del modelo Hargreaves-Samani para identificar patrones estacionales de radiación solar, lo que resulta relevante para aplicaciones energéticas en la región.

Tabla 4

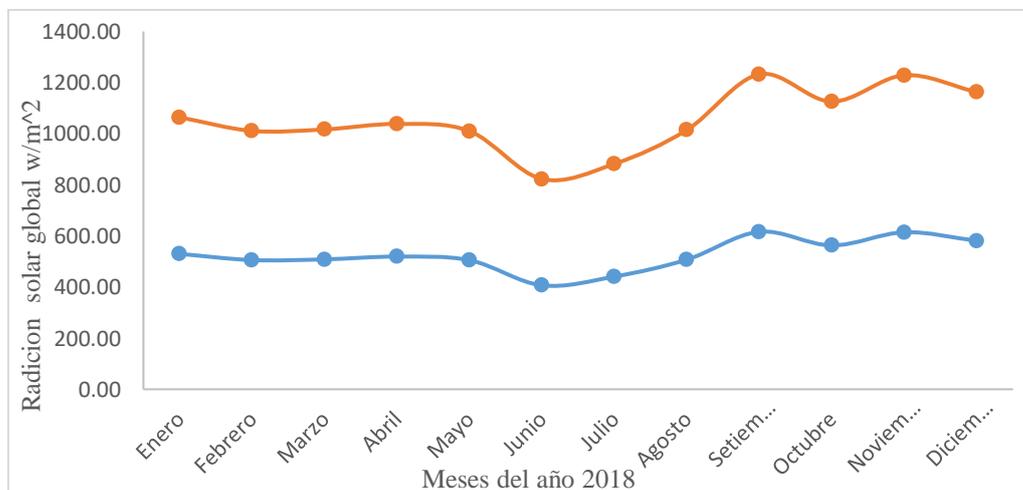
Promedio mensual de radiación solar global observada para el año 2018.

Mes	Promedio W / m^2
Enero	529,73
Febrero	505,49
Marzo	508,28
Abril	519,03
Mayo	504,94
Junio	406,67
Julio	440,96
Agosto	507,37
Setiembre	616,22
Octubre	562,74
Noviembre	614,35
Diciembre	581,11

La tabla 4 muestra los promedios mensuales de radiación solar global observada para el año 2018 según datos de la estación Senamhi Puno. Los resultados reflejan una variación, con valor más bajo registrado en junio (406,67 W/m²). En contraste, el valor más alto se observa en septiembre (616,22 W/m²), indicando condiciones de mayor radiación solar durante la primavera.

Figura 10

Radiación solar global estimada y observada (2018).



En la figura 10 se observa que, en el mes de junio, la radiación solar global alcanza su valor más bajo, mientras que en noviembre registra uno de los valores más altos. Estos resultados muestran una concordancia entre los datos experimentales de la estación Senamhi Puno y las estimaciones realizadas con el modelo Hargreaves-Samani, evidenciando la precisión del modelo en reflejar las variaciones estacionales de la radiación solar en la región.

Tabla 5

Radiación solar global Promedio mensual (Margraves Samani-2019).

Mes	Promedio W / m^2
Enero	536,89
Febrero	521,39
Marzo	534,11
Abril	503,41
Mayo	479,27
Junio	468,97
Julio	463,04
Agosto	544,41
Setiembre	567,20
Octubre	623,29
Noviembre	587,24
Diciembre	575,26

La tabla 5 presenta los promedios mensuales de radiación solar global para un año completo. Los resultados muestran un comportamiento estacional típico, con valores más bajos durante los meses de invierno, como junio (468,97 W/m²) y julio (463,04 W/m²), cuando la radiación solar es limitada debido a la inclinación del eje terrestre. Por otro lado, los valores más altos se registran en la primavera, destacándose octubre (623,29 W/m²) como el mes con mayor radiación solar global. Este comportamiento refleja la

influencia de la posición solar y las condiciones atmosféricas a lo largo del año, siendo de especial relevancia para aplicaciones solares en la región.

Tabla 6

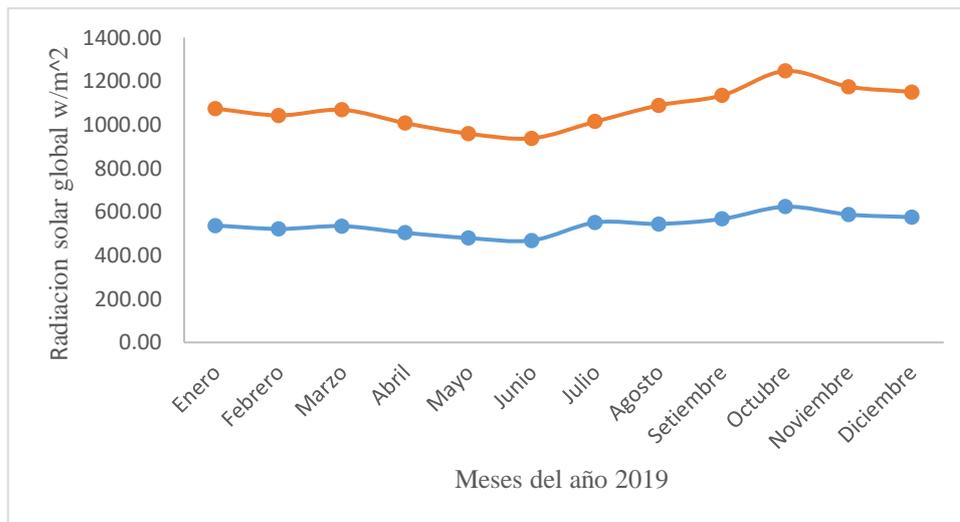
Radiación solar global observada (SENAMHI-2019).

Mes	Promedio W / m^2
Enero	536,89
Febrero	521,39
Marzo	534,11
Abril	503,41
Mayo	479,27
Junio	468,97
Julio	551,11
Agosto	544,41
Setiembre	567,20
Octubre	623,29
Noviembre	587,24
Diciembre	575,26

La radiación solar en Puno sigue un patrón estacional típico, con mayor radiación en los meses cercanos al verano (octubre-diciembre) y menor en los meses de invierno (mayo-junio). Este comportamiento es coherente con las variaciones de radiación solar en otras zonas de altitud similar en la región andina.

Figura 11

Radiación solar global mensual estimada y observada (2019).



La figura 11 muestra el promedio mensual de la radiación solar global estimada mediante el modelo Hargreaves-Samani y comparada con los datos promedio observados en la estación meteorológica Senamhi de Puno-2019 que tiene una relación se asemejan las curvas quiere decir que el modelo obtiene con precisión la radiación solar global.

Tabla 7

Radiación solar global estimada (Hargreaves Samani-2020).

Mes	Promedio W / m^2
Enero	525,46
Febrero	486,68
Marzo	474,57
Abril	504,33
Mayo	447,83
Junio	480,04
Julio	493,57
Agosto	542,91
Setiembre	526,43
Octubre	617,53
Noviembre	612,50
Diciembre	593,17

La radiación solar estima con el modelo Hargreaves Samani en el año 2020, en Puno presenta una variabilidad estacional clara, con una disminución en los meses cercanos al invierno (mayo-junio) y un aumento progresivo desde julio hasta alcanzar los valores más altos en octubre. Esta tendencia sigue los patrones típicos de la radiación solar en función de las estaciones, con un menor valor en los meses más fríos (otoño e invierno) y un mayor valor en la primavera y verano.

Tabla 8

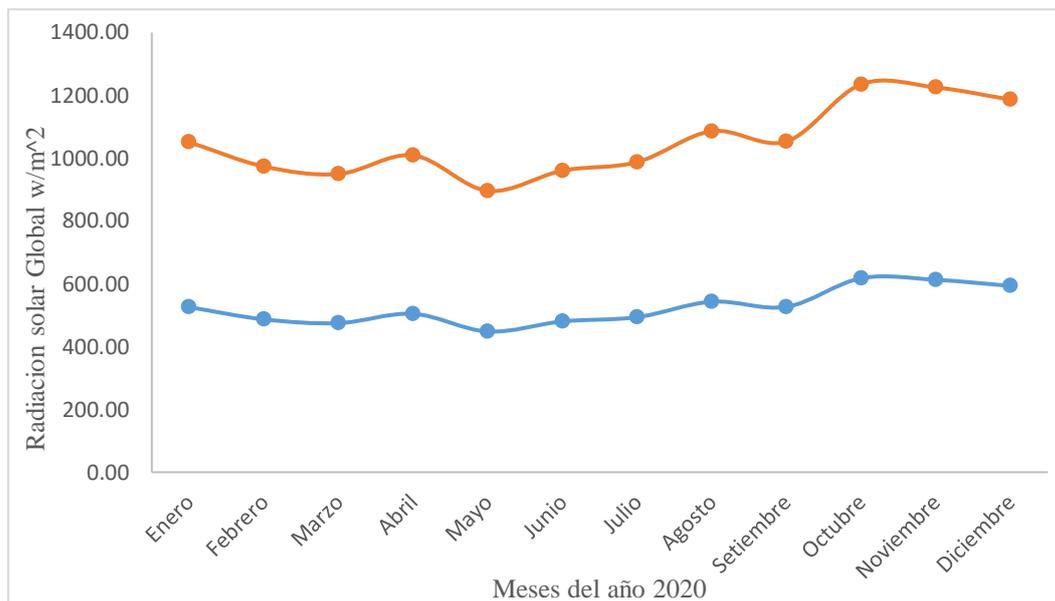
Radiación solar global observada (SENAMHI-2020).

Mes	Promedio W / m^2
Enero	525,46
Febrero	486,68
Marzo	474,57
Abril	504,33
Mayo	447,83
Junio	480,04
Julio	493,57
Agosto	542,91
Setiembre	526,43
Octubre	617,53
Noviembre	612,50
Diciembre	593,17

Los datos de radiación solar global mensual para el año 2020 muestran una clara variabilidad estacional en la estación de Puno. La radiación solar es más alta al inicio del año, con valores de 525,46 W/m² en enero y 486,68 W/m² en febrero, pero disminuye progresivamente hasta alcanzar su valor más bajo en mayo con 447,83 W/m²

Figura 12

Radiación solar global estimada y observada (2020).



La figura 12 nos da conocer la comparación de dos modelos de la radiación solar global el Hargreaves Samani y el cálculo de equipos de estación de Senamhi Puno que son similares las curvas que es de muy rentabilidad para calcular la radiación solar diaria.

4.3 ESTACIONES METEOROLÓGICAS SENAMHI

Empleando la información real de la estación de Senamhi Puno se determinó la solar diaria, mensual y anual a los años de estudio en el altiplano de Puno.

3.6.2. Valores medidos diarios

El modelo Hargreaves Samani está compuesto por valores que requieren de las temperaturas máximas, mínimas, la constante solar, radiación solar extraterrestre y la transmitancia atmosférica. También se muestra el procedimiento de la estimación de la radiación solar global en la hoja del Excel para el día 1 de enero del 2017.



4.4 FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA EXCENRICIDAD DE LA ÓRBITA TERRESTRE:

$$F_n = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{2\pi d_n}{365}\right)$$

Remplazando el día juliano $d_n = 315$ se tiene:

$$E_o = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{2 \times 3,1416 \times 315}{365}\right)$$

De lo que se obtiene:

$$E_o = 1,0319$$

Ángulo de declinación:

Para hallar el ángulo de declinación se recurre a la ecuación:

$$\delta = 0,409 \operatorname{sen}\left[\frac{2\pi d_n}{365} - 1,39\right]$$

Donde: $d_n = 15$ es el día juliano, se tiene.

$$\delta = 0,409 \operatorname{sen}\left[\frac{2 \times 3,1416 \times 15}{365} - 1,39\right]$$

$$\delta = -0,3702 \operatorname{rad}$$

Ángulo horario

El ángulo de la declinación solar se obtiene de la siguiente manera.

$$\omega = \cos^{-1}(-\operatorname{tg}(-15,816)\operatorname{tg}(-0,3702))$$

$$\omega = \cos^{-1}(-(-0,1085)(-0,3881))$$

$$\omega = 1,6129 \operatorname{rad}$$

Radiación solar global extraterrestre.

$$R_e = \frac{24}{\pi} E_o I_{cs} (\omega \text{sen}\phi \text{sen}\delta + \cos\phi \cos\delta \text{sen}\omega)$$
$$R_e = \frac{24 \times 1367 \times 1,0319}{\pi} [1,612 \text{sen}(-0,2763) \text{sen}(-0,3702) + \cos(-0,2763) \cos(-0,3702) \text{sen}(1,6129)]$$
$$R_e = 11382,51 \text{ w} / \text{m}^2$$

Radiación solar global

$$H = aH_o \sqrt{T_{\max} - T_{\min}}$$
$$H = 0,0161 * 11382,507 \sqrt{17 - 6}$$
$$H = 183,2583627 \sqrt{11}$$
$$H = 607,79 \text{ W} / \text{m}^2$$

Calculando el modelo de Hargreaves Samani en la hoja de Excel se determina el grado de confiabilidad en comparación que utiliza la estación de Senamhi.

4.5 COMPORTAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL

El comportamiento solar diario de la radiación solar global de un mes se puede ver de como varia la energía solar que llega a la superficie terrestre a lo largo del día. La radiación solar aumenta al amanecer hasta el mediodía y luego se disminuye hasta el atardecer.



Tabla 9

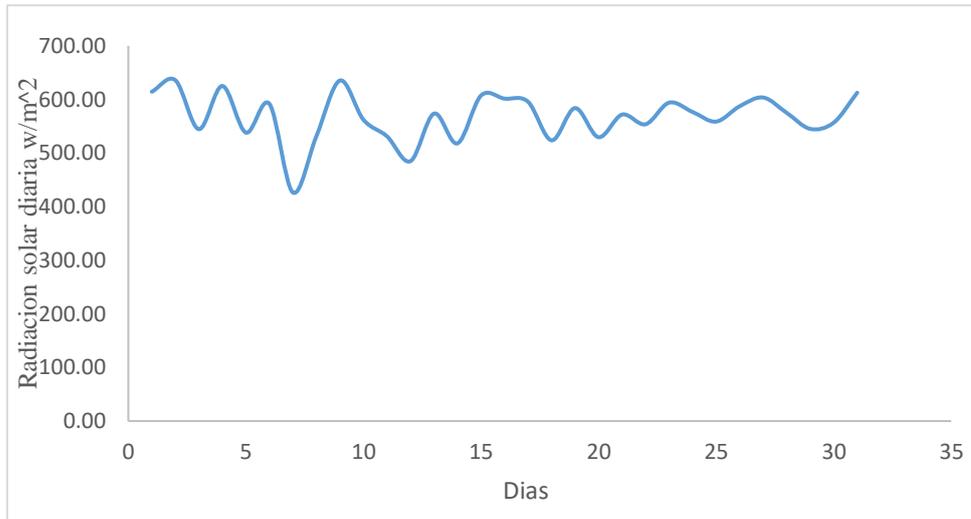
Radiación solar global diaria (Hargreaves Samani-2017).

Día	w/m^2
1	614,37
2	635,89
3	544,50
4	625,08
5	538,15
6	591,72
7	426,31
8	531,61
9	635,27
10	562,14
11	531,27
12	484,86
13	573,53
14	518,03
15	607,25
16	601,49
17	595,67
18	523,70
19	583,83
20	529,58
21	571,73
22	553,66
23	593,97
24	576,58
25	558,67
26	587,25
27	603,54
28	575,04
29	545,11
30	556,65
31	612,50

En la tabla se observa la radiación solar global de un mes del año 2017 se ve que los valores que, a partir del primer día, la radiación solar global es de (614.37 W/m².) y en los demás días es por debajo de esta radiación solar global.

Figura 13

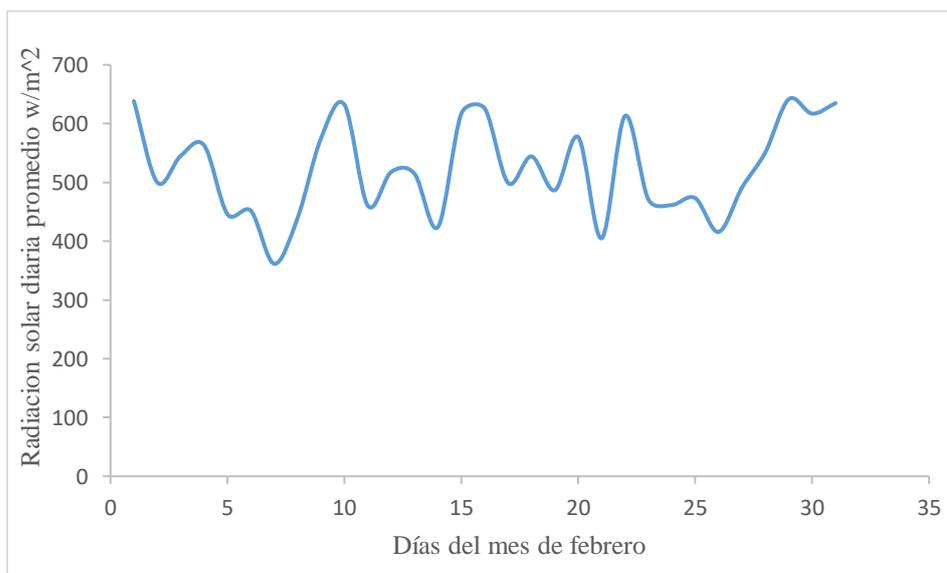
Radiación solar global diaria estimada (2017).



En la figura 13. Se muestra el comportamiento de la radiación solar global de un mes donde se muestra el comportamiento de la gráfica que es descendiente y ascendente debido a la que hay nubes en ciertos días, esto permite que la radiación solar global, su propagación no llegue con totalidad a la superficie terrestre.

Figura 14

Radiación solar global diaria estimada (Hargreaves Samani-2017).



Se muestra los datos de radiación solar global diaria estimada en el mes de febrero del año 2017 de la ciudad de Puno obteniéndose que en el mes de mayo se nota que la radiación solar es muy baja en comparación del mes de junio y julio es más alta debido al fenómeno afelio a la distancia, cerca entre sol y la tierra.

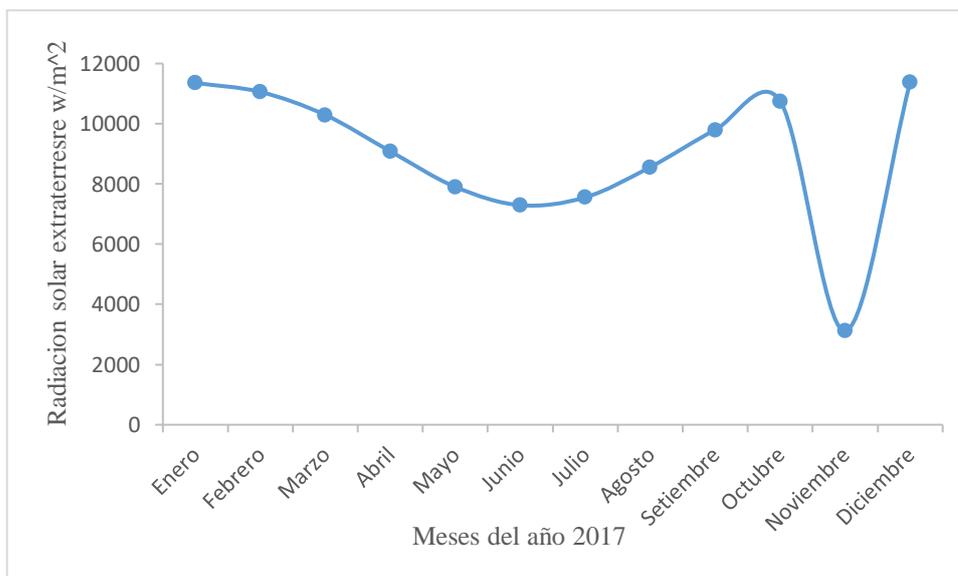
Tabla 10

Radiación solar extraterrestre 2017.

Mes	W / m^2
Enero	11356,47
Febrero	11057,59
Marzo	10292,28
Abril	9085,16
Mayo	7902,07
Junio	7294,94
Julio	7555,66
Agosto	8560,42
Setiembre	9794,71
Octubre	10750,66
Noviembre	3120,65
Diciembre	11386,74

Figura 15

Radiación solar extraterrestre promedio mensual 2017.



Se muestra los datos de radiación solar extraterrestre mensual de la ciudad de Puno obteniéndose que en el mes de diciembre se nota que la irradiación solar es muy alta en comparación con el mes de noviembre es más baja debido al fenómeno afelio, la distancia cerca entre sol y la tierra.

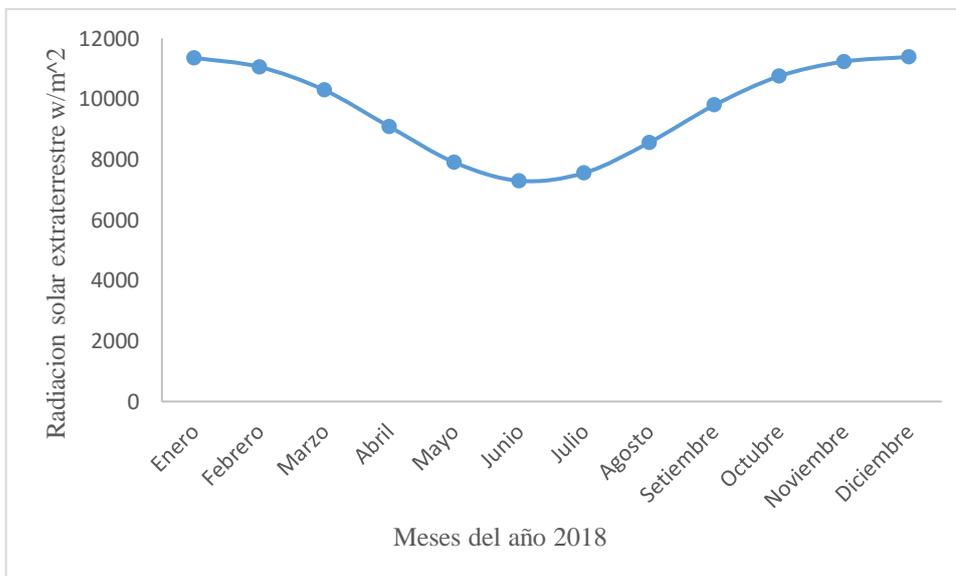
Tabla 11

Radiación solar extraterrestre promedio 2018.

Mes	W / m^2
Enero	11356.41
Febrero	11057.59
Marzo	10292.28
Abril	9085.16
Mayo	7902.07
Junio	7294.94
Julio	7555.62
Agosto	8560.42
Setiembre	9794.71
Octubre	10750.66
Noviembre	11234.33
Diciembre	11386.74

Figura 16

Radiación solar extraterrestre promedio mensual 2018.



Se muestra los datos de radiación solar extraterrestre mensual de la ciudad de Puno obteniéndose que en el mes de diciembre se nota que la irradiación solar es muy alta en comparación con el mes de julio es más baja debido al fenómeno afelio, la distancia cerca entre sol y la tierra.

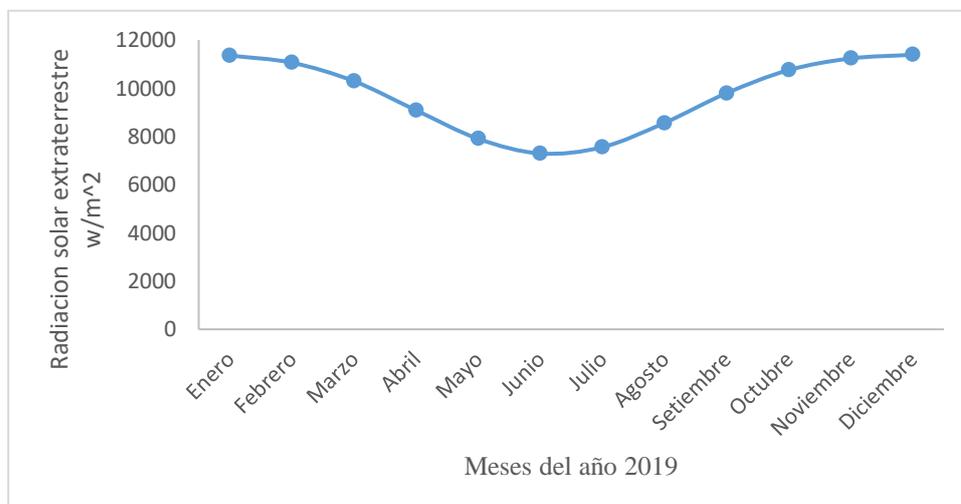
Tabla 12

Radiación solar extraterrestre promedio 2019.

Mes	W / m^2
Enero	11356.41
Febrero	11057.59
Marzo	10292.28
Abril	9085.16
Mayo	7902.07
Junio	7294.94
Julio	7555.62
Agosto	8560.42
Setiembre	9794.71
Octubre	10750.66
Noviembre	11234.33
Diciembre	11386.74

Figura 17

Radiación solar extraterrestre promedio mensual 2019.



Se muestra los datos de radiación solar extraterrestre mensual de la ciudad de Puno obteniéndose que en el mes de diciembre se nota que la irradiación solar es muy alta en comparación con el mes de junio es más baja debido al fenómeno afelio, la distancia cerca entre sol y la tierra.

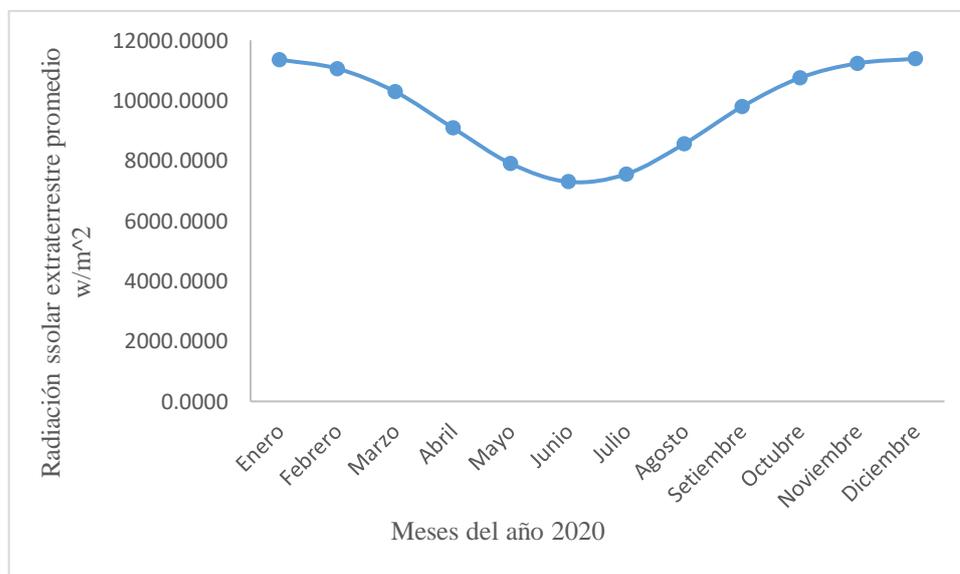
Tabla 13

Radiación solar extraterrestre promedio mensual 2020.

Mes	W / m^2
Enero	11356.41
Febrero	11057.59
Marzo	10292.28
Abril	9085.16
Mayo	7902.07
Junio	7294.94
Julio	7555.62
Agosto	8560.42
Setiembre	9794.71
Octubre	10750.66
Noviembre	11234.33
Diciembre	11386.74

Figura 18

Radiación solar extraterrestre promedio mensual 2020.





4.6 DISCUSIONES

- Según Valle (2022), el valor calculado de la radiación solar fue de 447.57 W/m^2 , lo que representa una disminución en comparación con el resultado que se obtuvo en el año 2018, en el que se registró una radiación solar de 617.53 W/m^2 . Aunque la radiación solar en 2018 fue inferior en comparación con 2017, se afirma que la radiación solar sigue siendo muy rentable. Esta conclusión podría basarse en el hecho de que, a pesar de la disminución en los valores de radiación, la tecnología y la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos han mejorado, lo que permite que la generación de energía solar siga siendo viable y rentable incluso con valores más bajos de radiación.
- En el año 2019 se obtuvo una radiación solar global mensual máximo de 6 w/m^2 se ve en el mes de octubre, se encuentra en el nivel alto Sin embargo, Condezo (2019) obtuvo una radiación solar de 5 KWh/m^2 siendo viable y rentable para usos de instalación de paneles solares.
- Los valores de radiación solar diaria de $6 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ y $4 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ de los resultados del Sulca 2019 son significativamente más bajos que los valores mensuales de $617,53 \text{ W/m}^2$ (por ejemplo, en noviembre de 2017) del segundo conjunto. Al distribuir esos valores mensuales entre los días del mes, se obtiene una radiación diaria aproximada de $20,58 \text{ W/m}^2$, mucho mayor que los valores diarios mencionados en el primer conjunto de datos. Esto indica que la radiación solar global mensual de los segundos valores es considerablemente superior a la diaria de los primeros.
- El valor de $4,000 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{día}$ parece excesivamente alto, ya que las zonas más soleadas suelen tener valores de radiación solar entre 5 a $7 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{día}$, y el promedio anual en muchas regiones está en el rango de $1,500$ a $2,500 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$.



En comparación, $617,53 \text{ W/m}^2$ (0.6175 kW/m^2) es un valor más realista para la radiación solar instantánea, que, multiplicado por las 24 horas del día, da un valor diario mucho menor. Esto sugiere que podría haber un error en la interpretación de las unidades o en el cálculo del valor de $4,000 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{día}$, por lo que sería necesario revisar el contexto y las unidades de medida utilizadas.

- Según Masco 2021 calculo el promedio anual de radiación solar de $6,23 \text{ kW/ m}^2$ en el distrito de Susapaya, es aproximado al resultado que se obtuvo en este trabajo $617,53 \text{ W/m}^2$, que refleja un alto potencial para la generación de energía solar en la región. Este valor es significativo, ya que implica una radiación solar diaria de alrededor de $6,23 \text{ kW/ m}^2$, lo cual es suficiente para considerar la instalación de sistemas fotovoltaicos eficientes, especialmente en zonas frías de la alta montaña. Comparativamente, el valor más bajo observado en el distrito de Aricota, con $5,61 \text{ kW/ m}^2$, es aproximado al resultado que se obtuvo en este trabajo $580,4 \text{ W/m}^2$, sigue siendo relativamente alto en términos de radiación solar, lo que también sugiere una viabilidad para el aprovechamiento de la energía solar, aunque con un rendimiento ligeramente inferior al de Susapaya. Este resultado también resalta la importancia de optimizar los sistemas solares para maximizar su eficiencia en función de la radiación disponible en cada zona.



V. CONCLUSIONES

Se llega a la conclusión siguiente del estudio que el modelo Hargreaves Samani permite determinar la radiación solar global diaria confiablemente en la ciudad de Puno. Ya que hoy en día la radiación solar aumento considerablemente que afectan el medio ambiente y otros factores.

- El modelo Hargreaves-Samani demostró ser una herramienta eficaz para la estimación de la radiación solar global diaria en Puno, presentando precisión en la predicción de valores anuales superiores a 600 w/m^2 . Este modelo es aplicable para el diseño de sistemas energéticos renovables eficientes en áreas con alto índice radiación diaria en la ciudad de Puno, obteniéndose un valor promedio máximo de la radiación solar global de 617.53 w/m^2 , en el mes de noviembre del año 2017, 616.22 w/m^2 mes de setiembre 2018, 623.29 w/m^2 mes de octubre 2019 y 617.53 w/m^2 mes noviembre del 2020. Estos resultados se aproximan con bastante precisión a los resultados del observados (Senamhi).
- La radiación solar extraterrestre obteniéndose un valor promedio máximo de la radiación solar extraterrestre de 11386.74 w/m^2 , en el mes de diciembre del año 2017, junto con la evaluación de la excentricidad de la órbita terrestre de 1.0319, valida el modelo y su adaptabilidad a las condiciones de Puno, destacando valores superiores a 605 W/m^2 , que son ideales para aplicaciones en colectores solares, sistemas fotovoltaicos y viviendas bioclimatizadas, también puede ayudar a comprobar el problema de la variación dentro de un año en diferentes estaciones.



VI. RECOMENDACIONES

- Hoy en día la radiación solar global es muy rentable en comparación con los años anteriores por su potencial por se recomienda tener información sobre la esfera celeste, radiación solar, el programa Excel, Microcal Origin 6.0 y data estudio, para así entender este trabajo sin dificultad.
- La radiación solar global es considerado muy rentable por la OLADE, esta información obtenida es de 604 W/m^2 y es muy importante para captar la atención de inversionistas, desarrollo de las tecnologías para obtener calor, electricidad mediante el uso de colectores solares térmicos y módulos fotovoltaicos.
- Se sugiere el uso de datos satelitales para complementar las mediciones de radiación solar, especialmente en áreas con infraestructura meteorológica limitada. Los satélites ofrecen una visión global y continua, lo que facilita una mayor precisión en la estimación de radiación en zonas de difícil acceso permite estimar la radiación solar. También utilizan sensores que miden la radiación solar reflejada y dispersada desde el espacio.



VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Agbor, M., Udo, S., Ewona, I., Nwokolo, S., Ogbulezie, J., Amadi, S., & Billy, U. (2023). Effects of Angstrom-Prescott and Hargreaves-Samani Coefficients on Climate Forcing and Solar PV Technology Selection in West Africa. *Trends in Renewable Energy*, 9(1), 78–106. <https://doi.org/10.17737/tre.2023.9.1.00150>
- Alcaraz, S. (2023). *Desarrollo de modelos de prediccion de radiacion solar mediante tecnicas de machine learning*. 382–387.
- Camayo-Lapa, B. F., Condezo-Hurtado, D. E., Ramos-Cadillo, A. Y., Massipe-Hernández, J. R., & Camayo-Viva, A. B. (2019). Estimación de la radiación solar global , mediante temperaturas extremas , aplicando el modelo Bristow – Campbell en la región Junín , Perú Estimation of global solar radiation , using extreme temperatures , applying the Bristow - Campbell model in the Ju. *Prospectiva Universitaria*, 1(1990–2409), 10. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000400643>
- Chen, J. L., He, L., Yang, H., Ma, M., Chen, Q., Wu, S. J., & Xiao, Z. lin. (2019). Empirical models for estimating monthly global solar radiation: A most comprehensive review and comparative case study in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 108, 91–111. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.03.033>
- CUADROS ADRIAZOLA, J. E. (2019). Efecto De Las Partículas Absorbentes De Luz (Pal) En La Nieve Sobre El Balance Radiativo Del Nevado Coropuna, Arequipa. *Universidad Nacional de San Martín*, 52. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/574>
- Delgado Orellana Gabriela Jacqueline, O. S. M. L. (2015). *Estimación de la radiación solar global diaria en el cantón Cuenca mediante la aplicación del modelo Bristow & Campbell*.
- Dspace, M., Laura, C., & Nelly, V. (2019). *Estudio y análisis de la actividad solar , radiación solar global y radiación UV en la Ciudad de Arequipa Estudio y análisis de la actividad solar , radiación solar global y radiación UV en la Ciudad*



de Arequipa Buscar en DSpace Listar Todo DSpace Mi cuen. 1–2.

Estimación de la irradiancia solar extraterrestre en función del número de manchas solares. (2016).

Fadare, D., Irimisose, I., Oni, A., & Falana, A. (2010). Modeling of solar energy potential in Africa using an artificial neural network. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 1(2), 144–157. <https://doi.org/10.5251/ajsir.2010.1.2.144.157>

Frauberth, B., Raúl, J., Eduardo, J., & Oswaldo, M. (2015). *Desarrollo del modelo Bristow-Campbell para estimar la radiación solar global de la Región de Junin , Perú Campbell-Bristow development Model for Estimating Global Solar radiation in the Region of Junin , Perú.*

García, M. C. E. F. (2022). “ *GENERACIÓN DE ENERGÍA CALORÍFICA MEDIANTE UN CAPTADOR SOLAR HÍBRIDO PARA SECADORES CONVECTIVOS DE FRUTAS.* ”

Huamán, L. Q., & Arbieta, M. H. (n.d.). *ESTIMACION DE LA RADIACION SOLAR GLOBAL EN LA CIUDAD ESTIMATION OF GLOBAL SOLAR RADIATION IN THE CITY OF PUNO THROUGH THE APPLICATION OF THE MODEL BRISTOW AND CAMPBELL.* November 2015.

Jeklin, A., Bustamante Farías, Ó., Saludables, P., Para, E., Menores, P. D. E., Violencia, V. D. E., Desde, I., Enfoque, E. L., En, C., Que, T., Obtener, P., Maestra, G. D. E., & Desarrollo, E. N. (2016). Aplicação de diferentes métodos de calibração do modelo de Hargreaves-Samani no Sudeste do Brasil. *Correspondencias & Análisis*, 2020(15018), 1–23.

Lan, K., Wang, L., Zhou, Y., Zhang, Z., Fang, S., & Cao, P. (2023). The applicability of sunshine-based global solar radiation models modified with meteorological factors for different climate zones of China. *Frontiers in Energy Research*, 10(January), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.1010745>

Lelia Quispe Huaman, G. S. A. (2019). Reconstrucción y análisis de la evolución temporal de la radiación solar global en la ciudad de Puno durante el periodo 1964-2008. In *Ñawparisum* (Vol. 1, Issue 4, pp. 45–54).



<https://doi.org/http://unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/67/37>

- Lusi, A. R., Orte, F., Suárez, R. A., & Wolfram, R. D. E. E. (2023). *EVALUACIÓN DE LOS MODELOS DE RADIACIÓN SOLAR GLOBAL HELIOSAT-4 Y MCCLEAR EN DOS SITIOS DE ARGENTINA EVALUATION OF THE HELIOSAT-4 AND MCCLEAR MODELS FOR SOLAR GLOBAL IRRADIATION ESTIMATE AT TWO SITES IN ARGENTINA*. 34, 76–81.
- Mayhua Choque, F. M. (2019). *Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa Facultad De Ciencias Naturales Y Formales Escuela Profesional De Física*. 1–124.
- Media, S., Superficie, A. N., & La, E. N. (2021). *APLICACIÓN DEL MODELO DE ARMSTRONG-PRESCOTT PARA LA ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN*. 11(1), 33–40.
- MENDOZA ANDÍA, J. A. (2021). *Universidad Nacional Mayor de San Marcos Análisis y determinación del potencial solar mediante modelos basados en parámetros climáticos para el distrito de San Mateo , provincia de Huarochirí , Lima – Perú Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mec.*
- Miranda, E., Bressan, M., & Felipe, L. (2020). *Predicción precisa de radiación solar difusa a partir de dos variables de entrada*.
- Nnyambeni, K. E. (2022). *Machine Translated by Google Estimación de la radiación solar global y difusa utilizando diferentes modelos basados en temperaturas para las estaciones NMU y UKZN SAURAN Machine Translated by Google Estimación de la radiación solar global y difusa utiliza*.
- Nollas, F. (2022). *COMPARACIÓN ENTRE DATOS DE RADIACIÓN SOLAR DE TRES BASES DE DATOS DE REANÁLISIS Y MEDICIONES EN SUPERFICIE EN ARGENTINA*. 6–8.
- Oliveira, S. S. de, Cavazzana, G. H., & Souza, A. de. (2019). *Estimativa da radiação solar global em função da temperatura do ar e isolinhas para o Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 6(12), 93–108. <https://doi.org/10.21438/rbgas.061207>



- País, C. D. E. L. (2021). *BOLETÍN MENSUAL VIGILANCIA DE LA RADIACIÓN UV-B EN CIUDADES DEL PAÍS. 02*, 1–16.
- Patchali, T. E., Oyewola, O. M., Olaniran, S., & Ajide, O. O. (2022). *Predicciones globales de radiación solar en las Islas Fiji basadas en modelos empíricos Tchilabalo Olanrewaju d Singh Olaniran.*
- Pinares-Gamarra, C. E. (2022). *Estudio de la Radiación Solar Ultravioleta en el Distrito de Yurisque, Provincia de Paruro, Departamento Cusco.* 1–225.
- Prieto, J. I., & García, D. (2022). Modified temperature-based global solar radiation models for estimation in regions with scarce experimental data. *Energy Conversion and Management*, 268(March), 115950. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115950>
- Quiñones, L., Barrer, M., Gosgot, W., Salas, R., & Milla, M. (2019). Estimacion de la radiacion solar diaria para la ciudad de Bagua,region Amazonas,Perù. *Lexus*, 6(None), 9.
- Rica, C., Gilmore, W., Rica, C., & Gilmore, J. W. (2010). *Medición Y Predicción De La Radiación Solar.*
- Rubio, J. H., & Arenas, E. S. (2023). *Jorge Herrera Rubio José Ramón Gelves Edwin Sequeda Arenas Universidad de Pamplona, Colombia.* 11, 90–103. <https://doi.org/10.17081/invinno.11.1.6592>
- Saud, S., Jamil, B., Upadhyay, Y., & Irshad, K. (2020). Performance improvement of empirical models for estimation of global solar radiation in India: A k-fold cross-validation approach. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 40(June). <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100768>
- SCHWEITZER, C. A. A. (2007). ELABORACIÓN DE UN MODELO DE ESTIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL MENSUAL PARA CHILE CENTRAL. *Pravoslavie.Ru.*
- Sulca, ing. C. P. L. (2019). *Estimacion de la radiacion solar global mediante temperaturas extremas, aplicando el modelo Bristow-Cambell en la region de pisco.* 34–45.

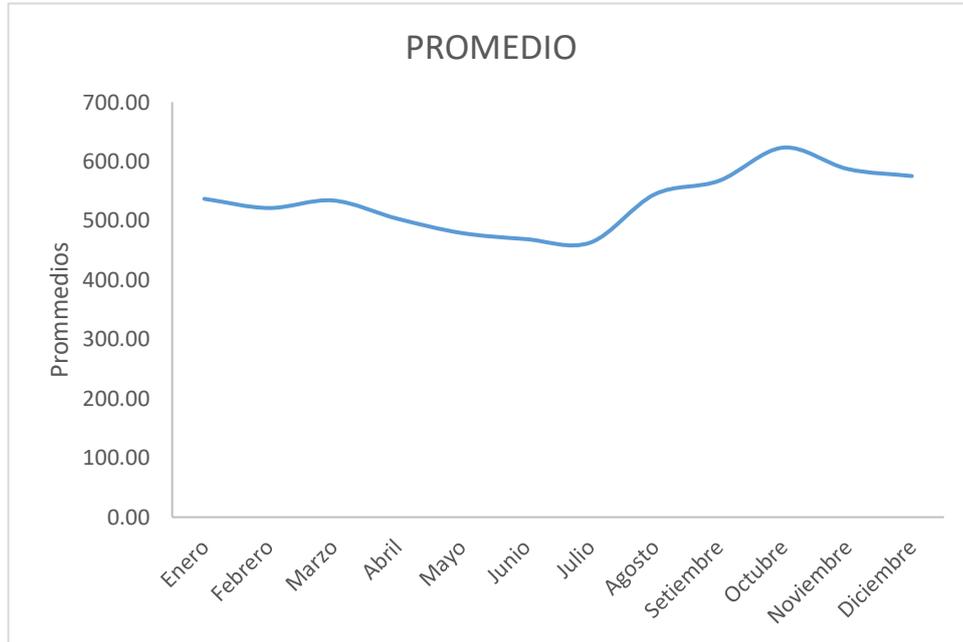


http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1589/1/T026_19810337_M.pdf

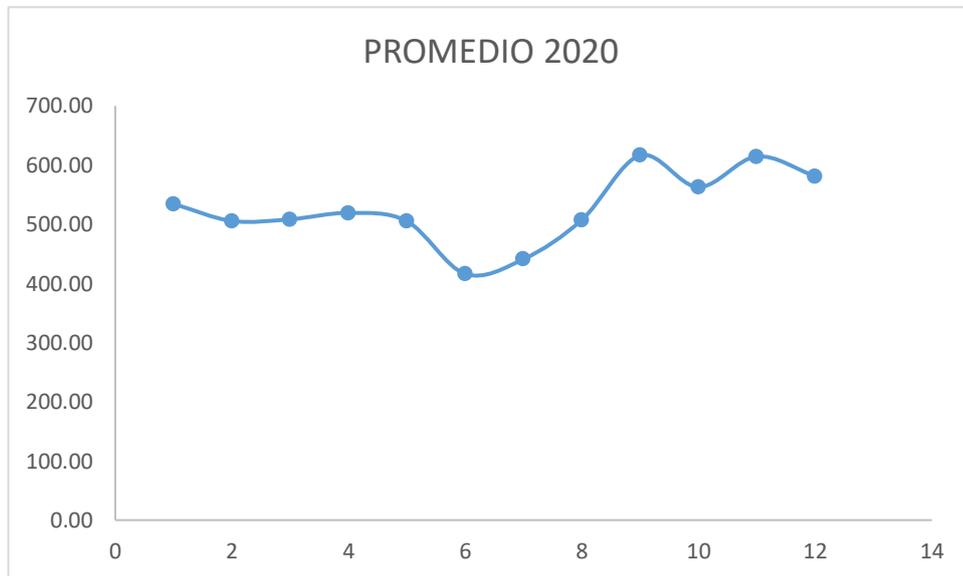
- Tejeda Martinez, A., & Autonomous University of Baja California. (2013). Modelos empíricos para la estimación de la radiación solar difusa en Xalapa, Veracruz. *ResearchGate*, May 2013. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12993.38245>
- Tumi, Q. J. E. (2016). Actitudes y prácticas ambientales de la población de la ciudad de Puno, Perú sobre gestión de residuos sólidos. *Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología*, 25(4), 19. <http://www.redalyc.org/pdf/122/12249087021.pdf>
- Valle Basualdo Maycohol Tom. (2021). *Validación del modelo amplitud térmica de Bristow y Campbell para estimación del recurso solar en desarrollo de energía limpia Huancayo-2020*. 0–1.
- William, C., Huaman, T., Genoveva, E., Mamani, M., Rumualdo, J., Ramos, G., Laime, H. F., Mamani, V. E., Cesar, J., Huanca, L., Choque, T. J., William, C., Huaman, T., Genoveva, E., Mamani, M., Rumualdo, J., Ramos, G., Laime, H. F., Mamani, V. E., ... Choque, T. J. (2023). *Analysis of the ultraviolet index in the region of Análisis del índice ultravioleta en la región de Puno , Perú*. 1–8.
- Yelvita, F. S. (2022). EVALUACIÓN TEÓRICA DE LA IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL EN EL CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. 2005–2003, 8.5.2017, 7787.
- Zarco, P. J., Ariza, F., & López, R. (1996). Métodos de obtención de la radiación solar mediante teledetección: órbita polar vs órbita geoestacionaria. *Espacio y Desarrollo*, No. 8, 33–73.
- Zavala, B. (2018). *Carrera Arte y Diseño Empresarial*.
- Zhang, L., Zhao, X., Zhu, G., He, J., Chen, J., Chen, Z., Traore, S., Liu, J., & Singh, V. P. (2023). Short-term daily reference evapotranspiration forecasting using temperature-based deep learning models in different climate zones in China. *Agricultural Water Management*, 289(August), 108498. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108498>

ANEXOS

ANEXO 1: Radiación solar global en el altiplano de Puno desde 2019.



ANEXO 2: Radiación solar global en el altiplano de Puno desde 2020.



ANEXO 3: Datos de radiación solar global estación SENAMHI Puno de año 2017.

Año	Mes	Día	radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2017	1	1	638.3	18	7.6	2017	2	1	732.8	19	5.2
2017	1	2	500.1	17.6	5.6	2017	2	2	717.1	18.4	5
2017	1	3	545.2	15.2	6.4	2017	2	3	732.3	19	5.2
2017	1	4	563.2	18.8	7.2	2017	2	4	747.6	20.6	6.4
2017	1	5	445.9	15.2	6.6	2017	2	5	646.5	18.2	6.6
2017	1	6	451.8	16.8	6.4	2017	2	6	630.7	17.2	6
2017	1	7	361.5	12.4	7	2017	2	7	638.1	18.4	7
2017	1	8	439.7	15.8	7.4	2017	2	8	560.3	16.8	7.4
2017	1	9	575.1	16	4	2017	2	9	676.1	19.4	7
2017	1	10	632.3	15.6	6.2	2017	2	10	613.8	19	8.2
2017	1	11	460.5		6.6	2017	2	11	636.6	19.6	8.2
2017	1	12	517.7	15.6	8.6	2017	2	12	551	17.2	8
2017	1	13	514.6	16	6.2	2017	2	13	573.8	16.8	7
2017	1	14	424.1	14.2	6.2	2017	2	14	666	18.4	6.2
2017	1	15	616.9	17	6	2017	2	15	634.6	17.2	5.8
2017	1	16	625.9	16.4	5.6	2017	2	16	610.9	17.6	6.8
2017	1	17	499.1	15.8	5.2	2017	2	17	564	16.4	6.8
2017	1	18	544.2	16	7.8	2017	2	18	602	17	6.4
2017	1	19	486.7	15.2	5	2017	2	19	539.7	16	7
2017	1	20	577.1	16.2		2017	2	20	508.3	14.8	6.6
2017	1	21	404.9	14.8	5	2017	2	21	561.5	15.6	6
2017	1	22	613	16	6.8	2017	2	22	522.4	13.8	5.2
2017	1	23	470.9	16.4	5.8	2017	2	23	529.4	14	5.2
2017	1	24	461.6	16.2		2017	2	24	544	15.4	6.2
2017	1	25	473.4	12.6	3.2	2017	2	25	589.3	15.6	5.2
2017	1	26	415.8	13.4	3	2017	2	26	465.9	12.8	5.6
2017	1	27	491.1	15.8	4.8	2017	2	27	472.8	13.2	5.8
2017	1	28	551.2	15.4	5.4	2017	2	28	502.6	14.8	6.6
2017	1	29	641.5	15.6	6.6						
2017	1	30	617	15.8	6.4						
2017	1	31	634.8	17.6	6.2						

ANEXO 4: Radiación solar global del de marzo a abril del año 2017.

Año	Mes	Día	radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2017	3	1	560.5	15	5.4	2017	4	1	448.8	14.8	7
2017	3	2	526	15.8	7	2017	4	2	480.2	15.2	5.2
2017	3	3	385.2	15	6.6	2017	4	3	552.7	15.6	5.4
2017	3	4	460.6	15.4	7.8	2017	4	4	580.8	15.6	4.8
2017	3	5	456.2	14.8	6.6	2017	4	5	545.7	16	5
2017	3	6	398.8	14	6.4	2017	4	6	557.2	15.4	6.4
2017	3	7	371.3	12.8	6.2	2017	4	7	541.4	15.2	4.6
2017	3	8	353.8	15.2	8.6	2017	4	8	563.6	15.8	5.4
2017	3	9	352.8	15.6	7.4	2017	4	9	534.4	15.2	5.2
2017	3	10	486.7	16	7.8	2017	4	10	559.1	16.2	5
2017	3	11	363.8	13.6	7.2	2017	4	11	344.9	13.8	6.4
2017	3	12	477.5	15.4	5.2	2017	4	12	458.3	14.2	6.4
2017	3	13	328.9	12.8	6.6	2017	4	13	477.6	14.6	6.2
2017	3	14	386.6	16.2	8.2	2017	4	14	587.1	16.2	4.2
2017	3	15	499.5	15.4	6.8	2017	4	15	568.8	15.4	4
2017	3	16	501.3	14.4	5.6	2017	4	16	482.1	16	6.2
2017	3	17	658.8	14.6	5.4	2017	4	17	401.1	12.2	5.4
2017	3	18	598.6	15.6	6.2	2017	4	18	488.4	15.8	5.8
2017	3	19	664.7	16.4	6.4	2017	4	19	580.2	16	3.6
2017	3	20	659.5	16.6	5.2	2017	4	20	580.4	15.4	1.4
2017	3	21	628.6	16.2	5.6	2017	4	21	572.7	16	2.4
2017	3	22	572.1	14.8	5.2	2017	4	22	449	14.2	3.6
2017	3	23	522.3	15.4	6.6	2017	4	23	524.1	16	3.2
2017	3	24	523.8	14.2	6	2017	4	24	496.3	17.4	5
2017	3	25	496.6	15	5.4	2017	4	25	565.6	16.6	3.4
2017	3	26	475.8	14.6	6.8	2017	4	26	542.8	16.2	2.6
2017	3	27	527.9	15.4	5.6	2017	4	27	426.4	15.8	4.6
2017	3	28	352.5	13.8	7	2017	4	28	414.4		4.8
2017	3	29	329	12.2	5.6	2017	4	29	377.4	13	5.4
2017	3	30	425	14.6	6.6	2017	4	30	428.3	13.6	4.6
2017	3	31	367	13.6	6						

ANEXO 5: Radiación solar global del de mayo a junio del año 2017.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2017	5	1	519.1	15.6	4	2017	6	1	502.7	16	0.4
2017	5	2	561.1	16.4	2	2017	6	2	508.9	15.8	1.2
2017	5	3	558.8	16	3	2017	6	3	453.1	16.2	1.4
2017	5	4	498	16.4	3.4	2017	6	4	470.4	16.8	1.6
2017	5	5	557.2	17.2	2.6	2017	6	5	389.5	15.8	1.2
2017	5	6	488.2	16.6	4.2	2017	6	6	377.9	14.8	0.8
2017	5	7	515.2	16.4	3.6	2017	6	7	402.6	17.2	4.4
2017	5	8	547.7	17.2	2.2	2017	6	8	470.7	16.6	2.4
2017	5	9	496.7	16.6	4.8	2017	6	9	480.8	15.8	0.4
2017	5	10	363	15.8	6	2017	6	10	480.2	14	0.6
2017	5	11	530	16.8	4.6	2017	6	11	465.1	16.6	-0.8
2017	5	12	536.6	16.4	3.8	2017	6	12	511.4	15.8	-1.2
2017	5	13	523.2	17.2	2.4	2017	6	13	510.9	14.6	-0.8
2017	5	14	504.3	16.4	1.8	2017	6	14	510.4	14.4	-2
2017	5	15	488.4	17	2.4	2017	6	15	509.9	15.2	-0.4
2017	5	16	405.2	14.6	2.8	2017	6	16	509.6	14.8	-1.2
2017	5	17	423.3	16.8	3.6	2017	6	17	509.2	15.4	-1.6
2017	5	18	519.5	16.4	2.6	2017	6	18	509	15.2	-0.4
2017	5	19	481.6	16.8	2.8	2017	6	19	508.8	15.6	-0.6
2017	5	20	502.2	17	2.4	2017	6	20	508.6	15.4	0.4
2017	5	21	464.6	16.4	3.2	2017	6	21	508.6	15.2	0
2017	5	22	250.6	12.8	4.4	2017	6	22	505	15.8	-0.2
2017	5	23	343.3	13.4	3.6	2017	6	23	494.2	15.6	0.4
2017	5	24	295.5	12.8	4	2017	6	24	494.3	16	0.8
2017	5	25	371.3	13.6	4.2	2017	6	25	494.5	15.6	1.2
2017	5	26	394.8	15.6	3	2017	6	26	494.7	14.6	1
2017	5	27	374.6	16.4	3.2	2017	6	27	494.9	15.6	-0.6
2017	5	28	319.2	14	3.6	2017	6	28	416.3	14.4	0.6
2017	5	29	315.6	12.6	5.2	2017	6	29	481.3	15.2	1.4
2017	5	30	266.1	10	4.4	2017	6	30	427.8	14.8	3.8
2017	5	31	467.8	15.4	1.8						

ANEXO 6: Radiación solar global del de julio a agosto del año 2017.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2017	7	1	406.9	14.6	5.8	2017	8	1	521.5	16	0.4
2017	7	2	278	15	5.2	2017	8	2	526.6	17.6	-1.2
2017	7	3	485.1	14.8	-1.2	2017	8	3	528.5	18.2	1
2017	7	4	483.1	14.6	-0.8	2017	8	4	536.8	18	1.2
2017	7	5	486.6	15.2	-1.4	2017	8	5	538.8	17.2	1.8
2017	7	6	479.1	15	-0.8	2017	8	6	547.2	17.6	1
2017	7	7	488.3	14.6	0	2017	8	7	523.8	17.2	0.8
2017	7	8	494.8	14	-2.2	2017	8	8	529	17.8	1.2
2017	7	9	431.8	14.4	-1.8	2017	8	9	486.2	16.6	1.6
2017	7	10	496.8	14.2	-1.4	2017	8	10	501	17.8	1
2017	7	11	497.9		-1.6	2017	8	11	548.2	18.6	0.2
2017	7	12	501.8	13.4	-1	2017	8	12	569.8	16.8	-0.8
2017	7	13	503	13.8	-0.6	2017	8	13	562.3	17.2	-1.4
2017	7	14	504.2	14.2	-0.4	2017	8	14	544.9	16.4	1
2017	7	15	505.5	14.4	-0.6	2017	8	15	537.3	17.4	1.2
2017	7	16	506.8	15.2	-0.4	2017	8	16	539.4	17.6	0
2017	7	17	440.3	17	-0.2	2017	8	17	363.4	16.2	5.2
2017	7	18	512.5	15.6	1.8	2017	8	18	523.9	16.6	3.2
2017	7	19	514	15.2	-0.8	2017	8	19	585.8	15.6	-3.2
2017	7	20	515.5	14.8	0	2017	8	20	578.2	16	-2
2017	7	21	505.6	16.4	1.6	2017	8	21	580.5	15.6	0.4
2017	7	22	518.7	15.8	1	2017	8	22	576	16.6	0
2017	7	23	520.3	16.4	0.6	2017	8	23	581.7	17.2	-1.4
2017	7	24	493.2	16.2	1	2017	8	24	570.5	17.2	-0.4
2017	7	25	526.6	16.2	0.8	2017	8	25	572.7	16.4	
2017	7	26	528.4	15.6	0	2017	8	26	585.2	17	1.4
2017	7	27	530.2	16	0.6	2017	8	27	587.5	17.6	1.6
2017	7	28	532.1	14.6	0.2	2017	8	28	459.5	16.6	1.8
2017	7	29	533.9	15.8	-0.2	2017	8	29	598.9	17.2	3
2017	7	30	538.8	15	-0.4	2017	8	30	556.3	16.6	2.6
2017	7	31	540.8	15.4	1	2017	8	31	568.9	15.2	2.2

ANEXO 7: Radiación solar global del de setiembre a octubre del año 2017.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2017	9	1	605.7	16.4	3.2	2017	10	1	655.5	17.8	1.2
2017	9	2	573	17.2	3.8	2017	10	2	681.5	16.8	-0.6
2017	9	3	527.3	16.8	4.6	2017	10	3	683.1	16.2	-1.4
2017	9	4	564.6	16.2	4	2017	10	4	684.5	17.4	-0.6
2017	9	5	476.8	16.6	3.6	2017	10	5	679	17.8	3.2
2017	9	6	375.6	15.4	3.2	2017	10	6	683.9	18	3.6
2017	9	7	464.3	14	2.6	2017	10	7	614.6	17.4	4.6
2017	9	8	563.3	15.4	3.6	2017	10	8	668.9	17.6	4.8
2017	9	9	607.6	16.8	1.8	2017	10	9	684.4	18.6	2.6
2017	9	10	525	16.4	2.2	2017	10	10	685.6	18.2	5.4
2017	9	11	353.6	15	3	2017	10	11	569.6	17	5.8
2017	9	12	505.8	14.8	5	2017	10	12	474.6	16.8	5
2017	9	13	428.7	15.6	4.6	2017	10	13	546.7	16.4	5.4
2017	9	14	515.9	16.6	5.2	2017	10	14	415.7	15	6
2017	9	15	326	12.2	5	2017	10	15	430.8	15.8	5.8
2017	9	16	466.4	13.4	4.8	2017	10	16	413.7	13.8	6.4
2017	9	17	411.5	13.8	6	2017	10	17	468.1	14.8	3.8
2017	9	18	559.5	15.8	3.8	2017	10	18	533.4	16.6	2.6
2017	9	19	644.8	16.8	3.6	2017	10	19	620.2	17.6	3.2
2017	9	20	653.5	17.2	4	2017	10	20	642.6	18	4.8
2017	9	21	642	17.8	4.2	2017	10	21	621.9	17.2	4.2
2017	9	22	421.8	16.6	5.4	2017	10	22	604.8	17.8	5.4
2017	9	23	460.3	16.2	6	2017	10	23	508.5	17.6	5.8
2017	9	24	390.7	15.8	5.2	2017	10	24	710.6	19	5
2017	9	25	530.8	16.2	2	2017	10	25	610.6	18.6	5.6
2017	9	26	630.8	15.6	5	2017	10	26	723	19.4	4.2
2017	9	27	547.4	16.4	4	2017	10	27	723.7	18.6	6
2017	9	28	671.7	17.2	2	2017	10	28	702.8	19.2	5.8
2017	9	29	669.9	16.8	0	2017	10	29	710.6	19.4	5
2017	9	30	678.5	16.4	0.8	2017	10	30	689.6	18.4	4.6
						2017	10	31	701	17	4.2

ANEXO 8 : Radiación solar global del de noviembre a diciembre del año 2017.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2017	11	1	534.8	17.8	4	2017	12	1	596.5	19	5.8
2017	11	2	685.8	18.2	4.6	2017	12	2	408	19.4	5
2017	11	3	552.2	19.8	5.4	2017	12	3	593.5	18.4	5.6
2017	11	4	631.3	18.8	6	2017	12	4	580.8	17.8	5.8
2017	11	5	543.3	17.8	4.8	2017	12	5	654.5	18.6	6.8
2017	11	6	635.5	19.2	5.4	2017	12	6	395.7	17.8	6.4
2017	11	7	586.8	18	5	2017	12	7	520.4	18.4	
2017	11	8	665.9	19.4	5.4	2017	12	8	606.8	18	4.8
2017	11	9	594.2	19	6.6	2017	12	9	466.3	16.6	7.2
2017	11	10	689.7	19.6	7	2017	12	10	460	18.2	3.4
2017	11	11	693.3	18	6.4	2017	12	11	655	19.4	6.4
2017	11	12	467.4	15	5.4	2017	12	12	674.3	19	7.2
2017	11	13	530	16.6	5.2	2017	12	13	668	18.8	6.2
2017	11	14	687.8	18.8	6.8	2017	12	14	441.1	18.6	6.6
2017	11	15	635.6	18.6	7.2	2017	12	15	482.7	18	8.4
2017	11	16	606.4	19.6	6.2	2017	12	16	725.7	18.4	6.4
2017	11	17	593.6	18.8	5.2	2017	12	17	697.1	18.6	7.2
2017	11	18	702.1	19.4	4.4	2017	12	18	441.3	14.8	6
2017	11	19	613.8	18	5.4	2017	12	19	617.3	16.6	7
2017	11	20	709.2	19.4	2.8	2017	12	20	665.3	18.6	7.2
2017	11	21	719.2	19.6	4.8	2017	12	21	543.8	15.4	7
2017	11	22	686.6	19.2	5.4	2017	12	22	419.1	17	7.4
2017	11	23	617.9	18.8	6.8	2017	12	23	591.9	17.6	6.4
2017	11	24	680.5	20.8	6	2017	12	24	643.1	19.2	5.8
2017	11	25	677.4	19.2	7	2017	12	25	691.2	17.2	6.6
2017	11	26	500.4	18.6	6.8	2017	12	26	428.8	18.2	5.2
2017	11	27	595.7	20	6.6	2017	12	27	563.3	16.4	7.4
2017	11	28	464.6	16	6.8	2017	12	28	473.6	17.8	6.4
2017	11	29	435.2	15.6	6.4	2017	12	29	374.4	13.2	5.8
2017	11	30	638.8	18	6.8	2017	12	30	544.1	18.2	5.2
						2017	12	31	556.9	17.6	6

ANEXO 9 : Radiación solar global del de enero a febrero del año 2018.

Año	Mes	Día	radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2018	1	1	545.2	18	6.8	2018	2	1	343.3	14.2	6
2018	1	2	503.1	17.2	6.2	2018	2	2	366.3	13.2	6.8
2018	1	3	476	18.2	5.6	2018	2	3	603.2	16.8	6.4
2018	1	4	548.2	15.2	6.6	2018	2	4	526	16.4	7
2018	1	5	635.4	17.6	6.6	2018	2	5	579	17	7.4
2018	1	6	548.1	18.2	7.2	2018	2	6	471.7	15.8	8.2
2018	1	7	533	17.8	6	2018	2	7	514.7	16.6	7.8
2018	1	8	424.6	16.8	5	2018	2	8	460.8	14.8	7.2
2018	1	9	448.6	15.2	6.6	2018	2	9	500.4	15.6	6
2018	1	10	532.9	17	5.2	2018	2	10	409.8	16	5.8
2018	1	11	514.8	15	6.8	2018	2	11	492.7	15	5.2
2018	1	12	409.2	13.8	5.6	2018	2	12	352.2	14.4	7.4
2018	1	13	469.4	15.4	4.2	2018	2	13	478.3	15	6.6
2018	1	14	598.9	15.2	4.4	2018	2	14	600.9	15.6	7.8
2018	1	15	460.1	15	5.6	2018	2	15	566.9	15.2	6
2018	1	16	499.2	14.8	6.2	2018	2	16	473.1	14.8	6.6
2018	1	17	613.7	16.8	6.4	2018	2	17	502.4	15.2	6.8
2018	1	18	529.1	15	6.6	2018	2	18	621.3	15.6	5.2
2018	1	19	532	15.6	6.4	2018	2	19	643.7	16.2	3.8
2018	1	20	504.7	15.2	5.6	2018	2	20	533.4	16.6	4.6
2018	1	21	510.5	15	3.8	2018	2	21	539.2	15.8	5.8
2018	1	22	588.8	15.4	5	2018	2	22	389.4	11	5.8
2018	1	23	567.5	15.8	4.6	2018	2	23	501.2	16.4	6
2018	1	24	555.2	15.8	5.8	2018	2	24	533.4	14.8	5.8
2018	1	25	536.9	14.8	6.6	2018	2	25	582	15.2	6.6
2018	1	26	603.1	16.2	4.6	2018	2	26	416	15.6	5
2018	1	27	687.4	15.8	4.2	2018	2	27	639.3	15	6.2
2018	1	28	584.4	15.6	4.6	2018	2	28	513.1	14.6	5
2018	1	29	354.6	15.4	6.2						
2018	1	30	565.7	16.4	8.2						
2018	1	31	541.2	16.4	6.2						

ANEXO 10 : Radiación solar global del de marzo a abril del año 2018.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2018	3	1	497.1	15.2	7.4	2018	4	1	637.2	14.8	1.4
2018	3	2	549.4	15.8	5.6	2018	4	2	610	15.8	1.2
2018	3	3	511.6	15.2	5.4	2018	4	3	547.2	15.6	2
2018	3	4	520.5	14.4	6.8	2018	4	4	621.9	16.2	1.8
2018	3	5	429.7	14	6.2	2018	4	5	589.5	17	1.6
2018	3	6	485	14.6	5.6	2018	4	6	442.6	16.2	3.8
2018	3	7	391.2	13.8	7.6	2018	4	7	506.1	15.8	4
2018	3	8	380.2	14.4	6.4	2018	4	8	531.1	16	5.6
2018	3	9	474.7	14.8	6	2018	4	9	556	16.4	6
2018	3	10	661.1	14.8	7	2018	4	10	567.2	15.6	6.2
2018	3	11	370.4	15.4	6.4	2018	4	11	599.8	15.8	4
2018	3	12	566	13.2	7.2	2018	4	12	567.9	16.4	4.4
2018	3	13	407.5	15.8	6.4	2018	4	13	594.9	14.4	6.8
2018	3	14	549.9	14.4	6.8	2018	4	14	390.6	15.6	6.2
2018	3	15	398.5	15.4	7	2018	4	15	590	16.4	3
2018	3	16	374.5	12.2	7.2	2018	4	16	582.3	15.8	3.2
2018	3	17	318.1	13	7.8	2018	4	17	556.2	15.4	3
2018	3	18	495	14.6	7.6	2018	4	18	587.9	16.6	5.2
2018	3	19	567.8	15.4	6.4	2018	4	19	538.5	16.2	5.6
2018	3	20	524.2	15.6	6.8	2018	4	20	564.8	16.4	5
2018	3	21	503.2	16.2	8	2018	4	21	456.1	17	4
2018	3	22	604.2	15.6	5.6	2018	4	22	389.6	14.4	3.8
2018	3	23	595.9	16.6	5.8	2018	4	23	393	15.4	6.6
2018	3	24	638.6	17.4	5.6	2018	4	24	493.7	14.4	7
2018	3	25	423.4	13.8	7	2018	4	25	417.5	15.8	5
2018	3	26	599.6	16.6	5.2	2018	4	26	514.9	15	2.2
2018	3	27	562.7	16.2	4.8	2018	4	27	429	15.4	4.6
2018	3	28	586	16.6	4	2018	4	28	422	14.4	6
2018	3	29	631.2	16.4	2	2018	4	29	387.4	14.2	5.2
2018	3	30	516	14.4	4	2018	4	30	486	16	4.2
2018	3	31	623.6	16.8	1.6						



ANEXO 11 : Radiación solar global del de mayo a junio del año 2018.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	
2018	5	1	486.5	15.4		5	2018	6	1	510.1	16.2	-2
2018	5	2	499.2	14.8		3.8	2018	6	2	468.7	14.8	-0.8
2018	5	3	553	16.6		4.8	2018	6	3	146.5	6.6	
2018	5	4	509.7	16		5.4	2018	6	4	211.7	14	3.2
2018	5	5	501.8	14.2		4.6	2018	6	5	371.3	11.8	1.2
2018	5	6	502.7	15.4		3	2018	6	6	454.1	14	1.4
2018	5	7	480.4	14.2		3	2018	6	7	409.8	11.6	2.4
2018	5	8	455.4	16.2		3.2	2018	6	8	387.5	12.2	1
2018	5	9	511.1	15.6		4.2	2018	6	9	311	11.8	2
2018	5	10	454.7	17		4.6	2018	6	10	296.1	13.4	2.8
2018	5	11	427.2	16.4		2.2	2018	6	11	454.3	12.6	1.6
2018	5	12	513.8	15.2		3.2	2018	6	12	446.6	14.2	-0.4
2018	5	13	472.1	16.6		1	2018	6	13	334.5	14.4	1
2018	5	14	535.4	16.6		-0.2	2018	6	14	298.3	14.8	1.8
2018	5	15	539.1	16		-0.4	2018	6	15	312.4	14.6	2
2018	5	16	534.4	16.2		0	2018	6	16	477.3	13.8	1.6
2018	5	17	532.5	16		1	2018	6	17	469.8	14.6	1
2018	5	18	527.9	15.4		-1.4	2018	6	18	483.9	15	0.8
2018	5	19	528.9	14		-0.6	2018	6	19	433.5	13.4	1.8
2018	5	20	524.4	15		1	2018	6	20	483.6	13.2	1.6
2018	5	21	519.9	15.4		0.6	2018	6	21	479.9	15.2	-0.2
2018	5	22	499	16.8		0.8	2018	6	22	157.4	12.6	1.8
2018	5	23	516.7	15.2		1.2	2018	6	23	487.1	14.2	0.4
2018	5	24	515.1	15.4		1	2018	6	24	458.5	16	-0.4
2018	5	25	513.6	16.2		1.4	2018	6	25	487.3	15.4	0
2018	5	26	493.1	15		1	2018	6	26	480.3	16	0.4
2018	5	27	502.6	15		1.6	2018	6	27	416	14.8	1.2
2018	5	28	501.3	15.8		0.6	2018	6	28	488.1	18.2	2.2
2018	5	29	502.7	14		-1.4	2018	6	29	492	16.4	0.2
2018	5	30	501.4	14.4		-1.2	2018	6	30	492.5	15.6	0.6
2018	5	31	497.5	15		-2.2						

ANEXO 12 : Radiación solar global del de julio a agosto del año 2018.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2018	7	1	464.6	15.6	1.4	2018	8	1	427.8	13.6	1.8
2018	7	2	476.2	14	0.8	2018	8	2	476.4	16.4	3
2018	7	3	454.8	13.4	-0.2	2018	8	3	283.3	14.4	3.6
2018	7	4	438.9	15.6	0.8	2018	8	4	353.9	14.4	5.2
2018	7	5	445.2	15.8	0.4	2018	8	5	510.3	16.6	-0.6
2018	7	6	468	16	1.4	2018	8	6	455.1	15.2	-2.2
2018	7	7	480	16.4	0.4	2018	8	7	466.5	14.6	1.4
2018	7	8	392	14.4	-0.8	2018	8	8	506.7	15	0
2018	7	9	481.8	15.2	0.4	2018	8	9	531.1	14.4	2
2018	7	10	468.9	16.2	0	2018	8	10	539.6	14.2	1.8
2018	7	11	464.4	14.8	1.4	2018	8	11	506.2	15.4	1.4
2018	7	12	412.3	12	3.4	2018	8	12	492	13.6	1
2018	7	13	247.9	13.6	4.8	2018	8	13	461.4	15.2	1.2
2018	7	14	386.2	13.2	1.4	2018	8	14	551.5	13.4	-0.8
2018	7	15	376	15	-0.8	2018	8	15	543.8	14.8	1
2018	7	16	489.9	15.4	3.8	2018	8	16	555.9	15.4	0.8
2018	7	17	440.3	16	1.4	2018	8	17	505.3	14.4	2.4
2018	7	18	486.9	16.2	3.4	2018	8	18	540.5	15.4	0.4
2018	7	19	437.2	14.2	3	2018	8	19	552.6	15.2	0
2018	7	20	444.2	10	2.4	2018	8	20	451.4	14.4	1.6
2018	7	21	219.7			2018	8	21	543.6	15.6	2
2018	7	22	277.8	11	-0.4	2018	8	22	559.3	16.2	0.2
2018	7	23	425.4	13.4	1	2018	8	23	575	16.6	-1.2
2018	7	24	464.3	14.6	1.2	2018	8	24	550.2	15	-2
2018	7	25	483.2	15.8	1	2018	8	25	535.4	16.4	0.2
2018	7	26	470.4	16	0.8	2018	8	26	554.5	15	2.6
2018	7	27	518.6	16.2	0.6	2018	8	27	560.1	15.4	1.4
2018	7	28	514.6	15.6	1.2	2018	8	28	421.7	15	3
2018	7	29	510.5	17	0.4	2018	8	29	557.6	14.2	4.2
2018	7	30	500.6	16.4	1.2	2018	8	30	556.3	15.2	4.6
2018	7	31	529	14.8	-0.2	2018	8	31	603.5	15.6	2.6

ANEXO 13 : Radiación solar global del de setiembre a octubre del año 2018.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2018	9	1	608.8	19.2	3	2018	10	1	676.5	18.2	2.6
2018	9	2	595.3	15.8	-1.4	2018	10	2	678	18.4	5
2018	9	3	588	15.4	1.6	2018	10	3	546.1	16.6	5.6
2018	9	4	599.8	15.2	0	2018	10	4	413.6	16.2	5.4
2018	9	5	621.3	16.6	1.4	2018	10	5	601.4	14.6	5
2018	9	6	610.7	16.2	3.6	2018	10	6	553.3	13.8	3.8
2018	9	7	619.4	17.6	2.8	2018	10	7	430.7	14.8	5
2018	9	8	582.7	15.8	3.4	2018	10	8	637.1	15	3.4
2018	9	9	620.6	16.6	2.8	2018	10	9	677.3	16.2	4
2018	9	10	613	16.2	3.2	2018	10	10	618.2	16.6	5.6
2018	9	11	575.9	15.6	5	2018	10	11	523.4	16.4	6.6
2018	9	12	643.5	16.8	1.6	2018	10	12	460.3	14.4	5.2
2018	9	13	639.1	17.2	1.2	2018	10	13	368.6	14.6	6.8
2018	9	14	628	16.2	2.4	2018	10	14	444.2	16	5.6
2018	9	15	623.5	18	4.6	2018	10	15	445.1	15.6	5.4
2018	9	16	618.9	18.8	3.4	2018	10	16	556.7	16	4.8
2018	9	17	607.6	17.8	1	2018	10	17	604.1	16.6	3.4
2018	9	18	662.8	16.4	-0.4	2018	10	18	669.5	19	5
2018	9	19	658.2	17.2	-1.8	2018	10	19	706.3	17.4	6
2018	9	20	660.2	17.6	1.4	2018	10	20	305.4	14.6	6.4
2018	9	21	611.8	17	4.4	2018	10	21	643.5	17.2	6.2
2018	9	22	633.8	16.2	3.8	2018	10	22	543.7	17.6	6.6
2018	9	23	544.6	16	4.4	2018	10	23	432.9	18.2	6.8
2018	9	24	569.9	15.6	3.6	2018	10	24	563.1	17.4	6.8
2018	9	25	605.4	17	2.4	2018	10	25	430.6	15.6	6.2
2018	9	26	637.6	16.4	3	2018	10	26	640.1	17.4	5.2
2018	9	27	615.5	15.6	4.2	2018	10	27	615.6	18.2	6
2018	9	28	518.3	16	4.4	2018	10	28	688.3	17.4	5
2018	9	29	683.6	18.6	1.6	2018	10	29	670.9	18.4	5.8
2018	9	30	688.7	18	2	2018	10	30	707.7	18.2	6.6
						2018	10	31	592.7	18	8.8

ANEXO 14 : Radiación solar global del de noviembre a diciembre del año 2018.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2018	11	1	639.4	18	7.2	2018	12	1	682.8	19	2.4
2018	11	2	518.9	17.4	6.2	2018	12	2	513.5	16.8	5.4
2018	11	3	627.5	18.8	4	2018	12	3	679.8	20.4	4
2018	11	4	608.3	18.6	5.2	2018	12	4	724.7	18.6	2.4
2018	11	5	497.5	18.4	7	2018	12	5	718.4	19	2.8
2018	11	6	632.2	17.4	5	2018	12	6	542.7	18	6.4
2018	11	7	609.7	17.8	7.6	2018	12	7	737.8	18.2	7
2018	11	8	613.5	18.8	7.2	2018	12	8	728.3	17.4	7.6
2018	11	9	646.6	19.8	7.2	2018	12	9	731.6	20	7.6
2018	11	10	699.5	20.4	7.8	2018	12	10	718.9	20.2	5.4
2018	11	11	696.6	20.8	7.6	2018	12	11	734.9	20.4	7.8
2018	11	12	536.3	20.4	8	2018	12	12	706.3	21	7.2
2018	11	13	618.6	20	7	2018	12	13	536.9	18.4	7.8
2018	11	14	622.2	18.4	8	2018	12	14	671.3	20	5.2
2018	11	15	629.1	19.8	8.6	2018	12	15	543.5	16.8	6.4
2018	11	16	511.3	19	7.6	2018	12	16	498.8	16.2	7
2018	11	17	695.3	19.6	4.6	2018	12	17	466.9	16.4	
2018	11	18	606.9	19.8	5.8	2018	12	18	559.6	16.4	5
2018	11	19	515.3	17.6	6.4	2018	12	19	562.9	16.2	6
2018	11	20	656.7	19	8.2	2018	12	20	534.2	16	5.6
2018	11	21	610.9	19.4	6.4	2018	12	21	646.2	17.2	7.2
2018	11	22	716.2	20	5	2018	12	22	553.5	16.8	5.6
2018	11	23	693.4	20.6	4.6	2018	12	23	499.1	18	5.4
2018	11	24	362.2	17.6	5.6	2018	12	24	444.8	18.4	6.6
2018	11	25	703.6	19.8	6.6	2018	12	25	476.8	18.6	7.4
2018	11	26	585.7	20.2	8	2018	12	26	374.4	15.8	7.2
2018	11	27	628.5	20	7.6	2018	12	27	502.4	16.4	5.6
2018	11	28	599.1	18.4	7.4	2018	12	28	380.8	17.4	7.2
2018	11	29	701	18.8	4.4	2018	12	29	512.1	14.8	7.4
2018	11	30	648.6	18	5	2018	12	30	524.9	16.2	7.6
						2018	12	31	505.7	18	7.4

ANEXO 15 : Radiación solar global del de febrero a febrero del año 2019.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2019	1	1	500.1	16.8	5.6	2019	2	1	593.9	16.2	5.8
2019	1	2	602.3	18.4	7	2019	2	2	436.5	14.4	7
2019	1	3	409.8	16.6	6.2	2019	2	3	402.7	13.8	7.2
2019	1	4	460.9	15.4	7.2	2019	2	4	475.9	14.6	7
2019	1	5	518.1	16.6	6.8	2019	2	5	548.9	15.2	6.8
2019	1	6	659.5	19.8	6.6	2019	2	6	638.7	16.6	6.6
2019	1	7	632.4	19.6	8	2019	2	7	528	15.4	6.8
2019	1	8	608.3	19	7.4	2019	2	8	420.8	14.4	
2019	1	9	647.4	18.4	6	2019	2	9	447	14.6	6
2019	1	10	611.2	18.6	7.6	2019	2	10	616.6	14.2	6.6
2019	1	11	547.9	17.4	7.2	2019	2	11	412.7	14	7.4
2019	1	12	475.5	17.2	6.8	2019	2	12	418.8	14.4	6
2019	1	13	493.5	17.4	5.8	2019	2	13	438.3	15	7.4
2019	1	14	532.6	16.8	6	2019	2	14	441	15.4	7.2
2019	1	15	547.6	16.8	6.8	2019	2	15	593.6	16.2	6.6
2019	1	16	565.6	17	6	2019	2	16	459.8	15	7.6
2019	1	17	502.1	16.4	7.2	2019	2	17	615.4	16.4	7.4
2019	1	18	538.2	15.6		2019	2	18	591.4	16.6	8.4
2019	1	19	574.2	15.4	7.4	2019	2	19	584	19	8
2019	1	20	489.6	17	7.8	2019	2	20	443.8	18.4	7
2019	1	21	567.9	16.6	8	2019	2	21	526	16	7.2
2019	1	22	561.7	15.8	8.4	2019	2	22	604.7	17.4	7.8
2019	1	23	486	15	8	2019	2	23	577.3	18.2	9
2019	1	24	470.7	16.6	8.4	2019	2	24	589.6	18.8	8
2019	1	25	585.2	17	7	2019	2	25	545.7	17.6	6.4
2019	1	26	603.1	17.2	8	2019	2	26	607.4	17.4	4.6
2019	1	27	599.8	17.8	6.8	2019	2	27	444.9	16.2	7.4
2019	1	28	542.1	16.4	6	2019	2	28	595.4	15.8	5.8
2019	1	29	490.5	14.8	7.2						
2019	1	30	438.8	15.2	7						
2019	1	31	381.1	12.6	6.4						

ANEXO 16 : Radiación solar global del de marzo a abril del año 2019.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2019	3	1	507.1	16	7.2	2019	4	1	432.2	16.2	8.6
2019	3	2	522.7	14.2	8	2019	4	2	494	16	6
2019	3	3	581.5	17.8	5.6	2019	4	3	406.8	15.4	6.6
2019	3	4	656.7	16.6	6	2019	4	4	572.5	18.2	5.6
2019	3	5	678.5	18.4	7.2	2019	4	5	545.7	17.2	2
2019	3	6	488.3	16	6.6	2019	4	6	617.2	14.8	4
2019	3	7	655.8		6.2	2019	4	7	584.9	16.8	5.2
2019	3	8	660.9	17.8	7.2	2019	4	8	596.1	16.4	4
2019	3	9	567	14.4	9.4	2019	4	9	569.5	17.4	8.6
2019	3	10	483.4	16.4	8.4	2019	4	10	516	17.8	6
2019	3	11	498.5	16.6	6.4	2019	4	11	428	16.4	6.6
2019	3	12	500.4	18.2	6	2019	4	12	530.5	17	7
2019	3	13	564.5	18	6.4	2019	4	13	538.9	16.6	4.8
2019	3	14	491.1	18.2	6	2019	4	14	520.8	16.2	5
2019	3	15	466.9	17	6.6	2019	4	15	447.1	16.8	5.6
2019	3	16	494.8	18	8	2019	4	16	511.1	15.2	7
2019	3	17	503	17.2	7.8	2019	4	17	411.7	14.6	6.8
2019	3	18	537.1	17.4	7	2019	4	18	498.9	17.2	4.8
2019	3	19	596.9	18	5.2	2019	4	19	551.5	16.8	6.8
2019	3	20	353.4	14.8	6.8	2019	4	20	528.4	17.4	5
2019	3	21	464.7	16.2	7.2	2019	4	21	497.6	18	6.4
2019	3	22	649.1	17.6	3.8	2019	4	22	549.6	16.8	3.8
2019	3	23	627.9	16.8	5	2019	4	23	434.1	16.2	5.4
2019	3	24	542.9	17.2	6.2	2019	4	24	414.2	15.4	6
2019	3	25	534.7	17.4	5.4	2019	4	25	494.1	16.6	5.8
2019	3	26	440.9	14.8	7.4	2019	4	26	441.1	16.2	7
2019	3	27	464.6	15.2	7	2019	4	27	543	15.8	3.2
2019	3	28	450.3	15.6	6.4	2019	4	28	512.9	15.4	4.8
2019	3	29	596.6	15.8		2019	4	29	498.2	16.2	3.6
2019	3	30	472.1	14.6	6.6	2019	4	30	415.8	16	5.8
2019	3	31	504.7	16.6	7						

ANEXO 17 : Radiación solar global del de mayo a junio del año 2019.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2019	5	1	507.2	17.2	2.8	2019	6	1	513.7	16.4	0.4
2019	5	2	552.3	18.8	4.4	2019	6	2	512.6	17.4	1
2019	5	3	558.8	18.2	0.8	2019	6	3	467.7	16.4	-0.4
2019	5	4	483.4	17	3.2	2019	6	4	506.8	14.2	1.2
2019	5	5	373.5	14.8	4.6	2019	6	5	505.9	13.8	0.6
2019	5	6	485.3	16.4	6	2019	6	6	505	14	-1.6
2019	5	7	408	15.4	5.8	2019	6	7	504.1	15.8	-1.8
2019	5	8	438.1	16.2	7.2	2019	6	8	492.4	15.6	-1.4
2019	5	9	387.5	16.4	5.6	2019	6	9	495.3	16.4	0.4
2019	5	10	537.8	19	4.8	2019	6	10	491	16.8	1
2019	5	11	518.6	18.4	3.6	2019	6	11	490.4	16.4	1.2
2019	5	12	331.6	13.8	5.4	2019	6	12	486.2	17	2
2019	5	13	367.2	13.2	3.6	2019	6	13	485.7	15.6	2.4
2019	5	14	504.3	16.2	1.2	2019	6	14	398.9	15.8	2.8
2019	5	15	479.9	15.2	1.8	2019	6	15	258.5	13	4.6
2019	5	16	500.7	16	0.8	2019	6	16	283.4	12.8	3
2019	5	17	524.1	16.2	0.6	2019	6	17	480.5	18.2	4.8
2019	5	18	519.5	16.6	0.6	2019	6	18	473.1	16.6	1.2
2019	5	19	515	17.6	0.4	2019	6	19	490.9	15.8	1.4
2019	5	20	516.1	17.4	1.6	2019	6	20	494.3	14.2	1
2019	5	21	503.3	16.6	1.8	2019	6	21	476.3	14.8	0
2019	5	22	421.7	16.8	1.2	2019	6	22	490.6	14.6	-1.2
2019	5	23	458.9	17	4.6	2019	6	23	490.7	14	-1
2019	5	24	506.9	16.2	0.6	2019	6	24	490.7	14.2	-2
2019	5	25	483.5	16.4	0.6	2019	6	25	476.6	17.2	-1.6
2019	5	26	501.3	17.4	1.2	2019	6	26	491.1	17.8	-0.6
2019	5	27	502.6	18.2	1.4	2019	6	27	484.2	16.2	-0.8
2019	5	28	490.4	16.2	1.6	2019	6	28	441.4	16.6	1
2019	5	29	500	18	1.8	2019	6	29	427.4	16.4	2
2019	5	30	496	16.4	2	2019	6	30	463.7	15.4	2.4
2019	5	31	484	16.6	-0.4						

ANEXO 18 : Radiación solar global del de julio a agosto del año 2019.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2019	7	1	461.9	14.4	1.8	2019	8	1	521.5	16.4	0.4
2019	7	2	479	17.2	1.2	2019	8	2	526.6	15.4	-0.4
2019	7	3	474.1	15	0.8	2019	8	3	522.2	16	-1
2019	7	4	436.2	16.2	-1.2	2019	8	4	508.4	15	-2.8
2019	7	5	478.3	15	-1	2019	8	5	535.7	16.2	-1.4
2019	7	6	443.1	16.4	2.4	2019	8	6	534.5	16.2	-0.6
2019	7	7	480	16.8	1.8	2019	8	7	539.7	16.6	-0.4
2019	7	8	480.9	16	1	2019	8	8	538.6	16.8	0.2
2019	7	9	481.8	15	0.4	2019	8	9	543.9	16.4	0.4
2019	7	10	485.6	15.4	-1.2	2019	8	10	539.6	14	2.4
2019	7	11	472.7	15.8	-0.6	2019	8	11	548.2	18	0.6
2019	7	12	487.8	15	-0.4	2019	8	12	527.7	17.4	1.2
2019	7	13	489	15.4	0.2	2019	8	13	507	15	3
2019	7	14	473.3	15.2	0	2019	8	14	554.7	16.6	3.2
2019	7	15	494.2	14.4	0.6	2019	8	15	560.2	17.2	2.2
2019	7	16	470.1	15	-0.2	2019	8	16	536.2	17.2	2.6
2019	7	17	395	12.4	4	2019	8	17	558.1	18	1.4
2019	7	18	367.8	11.8	2.8	2019	8	18	533.8	17.6	1.6
2019	7	19	354.7	12.6	1.8	2019	8	19	529.3	15.4	2.4
2019	7	20	384.3	13.2	2	2019	8	20	571.5	15.8	2.2
2019	7	21	494.2	14.4	1.4	2019	8	21	553.7	15.6	4.4
2019	7	22	461.3	15.8	1	2019	8	22	542.5	16.2	2.4
2019	7	23	388.1	14.6	2.2	2019	8	23	440.1	15	5.2
2019	7	24	470.1	16.6	2.4	2019	8	24	529.9	16	4.2
2019	7	25	515.1	16.4	-1.6	2019	8	25	582.9	16.2	1.2
2019	7	26	493.6	13.8	-3.4	2019	8	26	585.2	15	-1.8
2019	7	27	518.6	14.2	-3	2019	8	27	560.1	14	0.8
2019	7	28	351.1	16.8	-0.8	2019	8	28	589.8	15.2	1.4
2019	7	29	522.2	15	0.4	2019	8	29	592	17	1
2019	7	30	524.1	14.6	0	2019	8	30	573.6	16.2	1.2
2019	7	31	526	14.6	0.6	2019	8	31	589.6	17	1.6

ANEXO 19 : Radiación solar global del de setiembre a octubre del año 2019.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2019	9	1	608.8	18	1.4	2019	10	1	459.4	19.2	5.8
2019	9	2	544.4	17.8	1.6	2019	10	2	502.7	16.4	5
2019	9	3	485.9	17	5	2019	10	3	496.9	16	4
2019	9	4	449.4	13.2	6	2019	10	4	469.9	14.4	5.2
2019	9	5	428.6	13.4	4.2	2019	10	5	587.3	17.8	3.2
2019	9	6	469	17	4.6	2019	10	6	683.9	18.8	1.2
2019	9	7	425.5	15.8	3	2019	10	7	653.5	16.6	4.2
2019	9	8	514.7	17.8	4	2019	10	8	686.6	15.4	0.4
2019	9	9	617.3	17.6	1.2	2019	10	9	691.5	16.6	2.4
2019	9	10	616.3	19	2	2019	10	10	696.3	17	4
2019	9	11	445.1	17.2	6	2019	10	11	704.7	17.2	3
2019	9	12	459.9	15	6.8	2019	10	12	695.2	17	3.8
2019	9	13	458.3	13.4	5.4	2019	10	13	561	18	4.6
2019	9	14	578.6	16	5.8	2019	10	14	615.5	17.4	5
2019	9	15	623.5	17.2	4.2	2019	10	15	573.6	17.4	5.8
2019	9	16	602.3	18	6.2	2019	10	16	531.7	18.2	5.6
2019	9	17	597.6	17.4	4	2019	10	17	593.4	18.4	6.4
2019	9	18	636.2	18.4	4.6	2019	10	18	422.4	14.6	6
2019	9	19	641.5	19.4	4.8	2019	10	19	430.3	14.4	5
2019	9	20	636.7	18.2	4.2	2019	10	20	570.9	16	5.4
2019	9	21	423.8	18	6.4	2019	10	21	693.8	17.4	3
2019	9	22	509.3	17.8	8.2	2019	10	22	637.1	17.8	4.8
2019	9	23	612	18	5.4	2019	10	23	724.2	18	2.8
2019	9	24	661.1	18	4.8	2019	10	24	710.6	18.2	5
2019	9	25	652.8	18.4	5.4	2019	10	25	722.2	18.8	5.4
2019	9	26	651.2	19	3.8	2019	10	26	697.8	18.4	6.6
2019	9	27	669.9	17.8	5.4	2019	10	27	723.7	19.8	6.2
2019	9	28	671.7	19.6	5	2019	10	28	710	19.8	7
2019	9	29	673.4	19	4.4	2019	10	29	674.6	19	6.8
2019	9	30	651.1	19.2	4	2019	10	30	729.3	18.8	5.4
						2019	10	31	672.1	18.4	8

ANEXO 20 : Radiación solar global del de noviembre a diciembre del año 2019.

Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Año	Mes	Día	Radiación solar Diaria	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2019	11	1	554.4	16.4	5.4	2019	12	1	711.5	18.6	6.4
2019	11	2	712	19.4	5.2	2019	12	2	449.6	16.2	7
2019	11	3	555.4	18.6	5.8	2019	12	3	635.1	19	6
2019	11	4	598.5	18.2	5.4	2019	12	4	632	18.4	5
2019	11	5	494.2	17.4	5.2	2019	12	5	462.7	16.6	7.2
2019	11	6	468.4	17.2	5.6	2019	12	6	549.1	17.2	6
2019	11	7	609.7	17	5.8	2019	12	7	520.4	17.4	7.6
2019	11	8	570.8	18.8	6.4	2019	12	8	539.7	16.8	5.8
2019	11	9	643.4	18.4		2019	12	9	661.2	18.2	6.2
2019	11	10	401.1	18	4.8	2019	12	10	674.1	18.4	7.4
2019	11	11	519.5	13	3.2	2019	12	11	623.1	18.6	7
2019	11	12	549.4	15.4	5.4	2019	12	12	645.5	19	8
2019	11	13	654.7	18	5.8	2019	12	13	536.9	18.8	6.8
2019	11	14	527.1	17.8	5.2	2019	12	14	540.2	16.2	5.8
2019	11	15	655.3	14	7	2019	12	15	543.5	17.6	7.2
2019	11	16	695	16.2	5.4	2019	12	16	655.4	18.4	5.6
2019	11	17	639.5	16.6	6	2019	12	17	693.9	19	5.2
2019	11	18	551.2	17.6	6.6	2019	12	18	508.5	17.6	7.4
2019	11	19	620.3	14.8	7.4	2019	12	19	610.9	17.8	6.8
2019	11	20	561.5	16	7.6	2019	12	20	483	17	7.8
2019	11	21	715.9	18	6.8	2019	12	21	614.2	17.8	7.6
2019	11	22	512.7	18.4	7	2019	12	22	646.2	18.2	7.2
2019	11	23	617.9	14	5	2019	12	23	620.7	18.6	8
2019	11	24	598.4	15.6	5.6	2019	12	24	588.7	17.8	7.6
2019	11	25	523.2	16	6.2	2019	12	25	582.4	18.8	8
2019	11	26	510.2	16.2	5.8	2019	12	26	435.2	15.2	7.6
2019	11	27	661.3	19	6.6	2019	12	27	425.6	16	7
2019	11	28	553.2	18.2	6	2019	12	28	579.3	16.4	6.6
2019	11	29	635.3	19	5.4	2019	12	29	547.3	16.6	7
2019	11	30	707.7	18.4	5.2	2019	12	30	656.2	18.2	5
						2019	12	31	460.9	16.8	8.2



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Percy Vilca Ramos
identificado con DNI 71433804 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" ADECUACIÓN DEL MODELO HARGREAVES SAMANI PARA
ESTIMAR LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL EN REGIÓN
PUNO EN EL PERÍODO 2017 - 2020. "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 11 de diciembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Percy Vilca Ramos,
identificado con DNI 71433804 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS,
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ ADECUACIÓN DEL MODELO HARGREAVES SAMANT PARA ESTIMAR
LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL EN LA REGIÓN PUNO EN EL
PERÍODO 2017 - 2020. ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexas, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 11 de diciembre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella