



**Revista Especializada de Ingeniería
y Ciencias de la Tierra**

**VOL: 6 N° 1 julio - diciembre 2026
ISSN L: 2805-1874**

Registro del Campo magnético de la Tierra y Parámetros Meteorológicos Durante el Eclipse Anular de Sol del 14 de Octubre 2023, República de Panamá

Record of the Earth's Magnetic Field and Meteorological Parameters During the Annular Solar Eclipse of October 14, 2023, Republic of Panamá

Moisés Ortega González

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Panamá

moises.ortegag@up.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0008-1675-9640>

Ramiro A. Villarreal G.

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Panamá

ramiro.villarreal@up.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0001-0887-6707>

Recibido: 9/2/2026 Aceptado: 10/5/2026

DOI <https://doi.org/10.48204/reicit.v6n1.10113>

RESUMEN

Con el apoyo financiero del Laboratorio de Geofísica e Hidrogeología LGH 221, que pertenece a la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado (VIP), conjuntamente con el Laboratorio de Física de la Atmósfera 220, también perteneciente a la VIP y el Instituto de Geociencia IG, todos bajo la administración de la Universidad de Panamá, se realizó un conjunto de medidas del Campo Magnético de la Tierra y algunas perturbaciones del microclima, durante el Eclipse Anular de Sol, del día 14 de octubre del 2023. El lugar donde se realizó la toma de datos fue en la escuela Harmodio A. Madrid, ubicada en el distrito de Chame, provincia de Panamá Oeste. Las mediciones del Campo Magnético de la Tierra comenzaron a las 11:30 a.m. hasta las 4:00p.m., en intervalos

de 5 a 10 minutos. Las mediciones de los parámetros meteorológicos de Temperatura y Humedad Relativa, comenzaron a las 12:36p.m., por cuestiones de logística. La misma se daba cada 5 minutos, dando como resultado, 45 minutos de data. También se analizaron las variaciones de algunos parámetros meteorológicos obtenidos durante todo este día en la Estación de Física de la Atmósfera, instalada en el Centro Regional de Azuero, Distrito de Chitré, Provincia de Herrera. Esto, con el objetivo de hacer un contraste en los parámetros meteorológicos en estas dos regiones.

PALABRAS CLAVE: Campo Magnético de la Tierra, Eclipse Anular de Sol, Temperatura y Humedad Relativa.

ABSTRACT

With the financial support of the Laboratory of Geophysics and Hydrogeology LGH 221, which belongs to the Vice-Rector's Office for Research and Postgraduate Studies (VIP), together with the Laboratory of Atmospheric Physics 220, also belonging to the VIP, and the Institute of Geoscience IG, all under the administration of the University of Panama, a set of measurements of the Earth's Magnetic Field and some disturbances of the microclimate were carried out, during the Annular Solar Eclipse, on the 14th. October 2023. The place where data collection was carried out was at the Harmodio A. Madrid school, located in the Chame district, province of West Panama. Measurements of the Earth's Magnetic Field began at 11:30 a.m. until 4:00 p.m., in intervals of 5 to 10 minutes. The measurements of the meteorological parameters of Temperature and Relative Humidity began at 12:36 p.m., for logistical reasons. It occurred every 5 minutes, resulting in 45 minutes of data. The variations of some meteorological parameters obtained throughout this day at the Atmospheric Physics Station, installed in the Azuero Regional Center, Chitré District, Herrera Province, were also analyzed. This, with the aim of making a contrast in the meteorological parameters in these two regions.

KEYWORDS: Earth's Magnetic Field, Annular Solar Eclipse, Temperature and Relative Humidity.

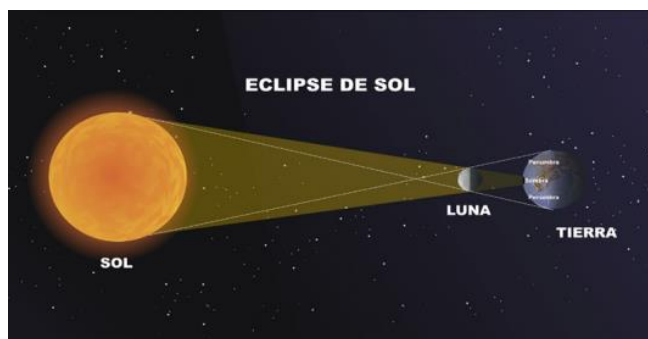
INTRODUCCIÓN

Un eclipse solar es un fenómeno astronómico de gran relevancia desde la antigüedad hasta nuestros días (Ramírez & Leyton, 2019). Gracias al avance científico ha sido posible verlos y entenderlos

aún mejor. Basta con conocimientos básicos de astronomía para comprender el porqué de la formación de dicho fenómeno astronómico (figura 1). Existen de forma general, cuatro tipos de eclipses solares (Fayz-Al-Asad *et al.*, 2020): en el primero, la Luna bloquea completamente la luz del Sol, proyectando una sombra sobre la superficie de la Tierra. A este tipo de eclipse se le denomina Eclipse solar total (Chernogor & Holub, 2025). En el segundo caso, La Luna no cubre completamente el Sol, y solo se observa una porción del disco solar a través de la zona no cubierta por nuestro satélite natural. Bajo estas condiciones, a este se le denomina Eclipse solar parcial. Para el tercer caso, se debe recordar que la órbita de La Luna es una elipse de baja excentricidad, por lo que, cuando está más lejos de la Tierra, no logra cubrir todo el disco solar, dejando visible un anillo brillante alrededor de la Luna, característica conocida como *anillo de fuego* (Casado & Serra-Ricart, 2003). Este tipo de eclipse es denominado Eclipse solar anular. El cuarto caso no es muy común y puede aparecer como total o anular, dependiendo de la ubicación del observador en la Tierra. Este es conocido como Eclipse solar híbrido.

Figura 1

Condiciones para que se forme un eclipse solar.



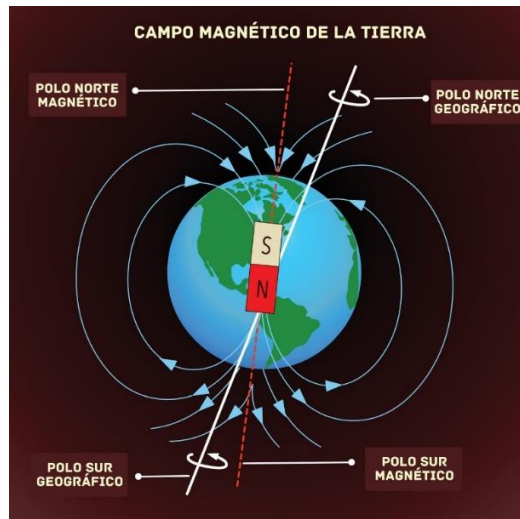
Nota: Se debe de hacer hincapié en el hecho de que existen de forma general, cuatro tipos de eclipses solares. Fuente: <https://upinforma.com/nuevo/info.php?cat=noticias&id=8521>

Por otro lado, mediante un análisis de los armónicos esféricos del campo geomagnético (Slaucitajs, 1954), medido a nivel de la superficie de la Tierra, en una primera aproximación (Sharma, 1997), éste se puede modelar como un inmenso imán localizado en el centro de la misma, cuyos puntos, donde el eje geomagnético corta la Tierra, se les denominan polos (Reynolds, 1998). Así, las coordenadas geográficas del Polo Norte Magnético son 78.5°N, 69.0°W y del Polo Sur Magnético

son 78.5°S, 111.0°E. La unión de esos dos puntos, nos da un modelo de Polos Magnéticos (Oyarzún Muñoz, 2015), mientras que, el eje de Rotación de la Tierra, nos da el Polo Norte Geográfico y Polo Sur Geográfico (figura 2).

Figura 2.

Coordenadas Geográficas de los Polos Magnéticos y Eje de Rotación del Modelo del Campo Magnético de la Tierra.



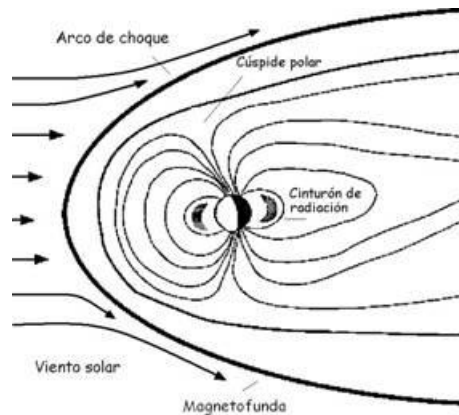
Nota: Debe tenerse presente, que el polo magnético no es fijo, ya que se desplaza constantemente debido a los movimientos del hierro fundido en el núcleo externo de la Tierra. *Fuente:* https://www.ecured.cu/Campo_magn%C3%A9tico_terrestre

La principal fuente de radiación cósmica es el Sol, esto, a causa del Viento Solar (Orozco & Muñiz, 1993), que se forma en la Corona Solar. El Viento Solar constituye el Plasma Solar, que está compuesto de hidrógeno ionizado y eléctricamente neutro (Márquez, 2004). Uno de los estudios de interés, en relación a la radiación cósmica, es la que está relacionada, a ¿cómo estos afectan al campo magnético de la Tierra periódicamente (Blanco Cano & Kajdic, 2009) y en especial, en presencia de un Eclipse Solar (Ateş *et al.*, 2011).

El Plasma Solar y un Campo Magnético, tienden a correlacionarse, uno a otro, de tal forma que, si un flujo de Plasma se encuentra con algún objeto magnético, el plasma confinará el Campo Magnético, deformándolo en una región limitada alrededor del objeto magnético. Al mismo tiempo, el objeto tenderá a excluir el Plasma, creando una cavidad, cuyo tamaño, dependerá de la intensidad del Plasma Solar y del campo magnético (figura 3).

Figura 3.

Interacción entre el Viento Solar y el Campo Magnético de la Tierra.



Nota: El campo magnético de la Tierra nos protege de los excesos de la radiación solar. *Fuente:* <https://www.geocities.ws/cytparatodos/Adic2010/torm-magnet/index.htm>

MÉTODOS Y MATERIALES

El 14 de octubre de 2023, se esperaba un fenómeno astronómico, el cual era un Eclipse Anular de Sol, que tenía como centro, la Península de Azuero. Con el apoyo financiero del Laboratorio de Geofísica e Hidrogeología LGH 221, conjuntamente, con el Laboratorio de Física de la Atmósfera 220, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado y el Instituto de Geociencia IG, todos pertenecientes a la Universidad de Panamá, se realizaron un conjunto de medidas, del Campo Magnético de la Tierra y parámetros meteorológicos. Estas medidas se realizaron durante el Eclipse Anular de Sol, en la fecha mencionada y específicamente, en el Distrito de Chame, Provincia de Panamá Oeste, en la Escuela Harmodio A. Madrid. La misma posee coordenadas geográficas: 8°34'55''N y 79°53'07''O (figura 4). Dicha Escuela se encuentra a las orillas de la carretera Panamericana.

Figura 4

Ubicación en donde se da la toma de datos del Campo Magnético de la Tierra y parámetros meteorológicos (fuente proveniente de la plataforma Google Earth).



Nota: Se eligió un lugar accesible desde la carretera para facilitar el desplazamiento del equipo. fuente proveniente de la plataforma Google Earth).

Con el fin de evitar algún tipo de interferencia que pudiera provocar la infraestructura de dicho plantel educativo durante la medición del Campo Magnético de la Tierra, el equipo fue instalado en los previos exteriores del colegio (figura 5). Ya que la presencia muy cercana de materiales ferromagnéticos y/o paramagnéticos (Kittel, 1993) puede opacar cambios muy pequeños del Campo Magnético de la Tierra (Telford *et al.*, 1987).

Figura 5

El equipo especializado para la medición del Campo Magnético de la Tierra, debió ser ubicado en los previos exteriores del Centro Educativo, con el fin de evitar interferencias a causa de la presencia de materiales ferromagnético y/o paramagnéticos que forman parte de la infraestructura de la misma.



Nota: El Magnetómetro de Campo Total SCINTREX EDA OMNI no disponía de un trípode o soporte base para mantenerse vertical, razón por la cual, fue necesario sostenerlo durante la toma de datos.

Este fenómeno astronómico ocurrió parcialmente en el Istmo de Panamá. Su observación era posible a través de una franja que recorría Estados Unidos, México, Belice, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y partes de Sudamérica (figura 6). Destacando que, en Panamá la trayectoria del mismo pasó cerca del distrito de Santiago, provincia de Veraguas y se acercó a la Ciudad de Panamá, con su punto de mayor duración frente a la costa de Natá, distrito de Natá, provincia de Coclé.

Figura 6

Trayectoria del Eclipse Anular de Sol, del 14 de octubre en Centro América (Panamá).



Nota: A este tipo característico de Eclipses se les denomina *Anillo de Fuego*. Fuente: <https://ciencia.nasa.gov/sistema-solar/eclipse-anular-de-2023/>

Para el proceso de medición del Campo Magnético de la Tierra, se utilizó el Magnetómetro de Campo Total (Campbell Sci. Inc., 2006) SCINTREX EDA OMNI (figura 7), en un área seleccionada en los límites del perímetro de dicha escuela (figura 5). Las mediciones de magnetometría comenzaron a las 11:30 a.m. y se tomaron datos en intervalos de 5 a 10 minutos hasta las 4:00 p.m. De manera que, esta toma de datos se realizó antes, durante y después del Eclipse Anular de Sol (Kim & Chang, 2018). A causa de esta metodología, se pudo determinar las correspondientes variaciones y de allí, inferir las distorsiones del Campo Magnético de la Tierra, ocasionados por el eclipse (Toledo, 2020).

Figura 7

Magnetómetro de Campo Total SCINTREX EDA OMNI.



Nota: La salida digital de este Magnetómetro de Campo Total no estaba disponible, por lo que los datos fueron anotados en papel.

Las mediciones de los parámetros meteorológicos, comenzaron a las 12:36 p.m., ya que, primero era necesario programar el Datalogger Campbell CR1000X. Su programación tomó alrededor de media hora, además de integrar los sensores que usamos de Temperatura y Humedad Relativa.

A través del Datalogger y los sensores de Temperatura y Humedad Relativa, se midieron cada minuto, dichos parámetros, los cuales, al presentar muchas variaciones, se realizó una estadística de valores medios, máximos y mínimos, grabados a cada 5 minutos, que son los mostrados en los gráficos. De esta manera, se obtuvo un resultado de 45 minutos de data, cuando se dio el eclipse. De los gráficos, tanto de Chame, como de Azuero, se puede observar que, durante el periodo del eclipse, se producen cambios en las variables meteorológicas, tanto de temperatura, como en la humedad relativa, debido a la influencia del Sol, la Luna y la Tierra, sobre la Atmósfera (IMHPA, septiembre 2023).

El aporte principal de este trabajo, fue determinar, las variaciones del Campo Magnético de la Tierra y de algunos parámetros meteorológicos, bajo la influencia de este Eclipse Anular de Sol, en el área de Chame, Provincia de Panamá Oeste y aprovechar también, las variaciones de algunos parámetros meteorológicos, obtenidos, durante todo este día, en la Estación de Física de la Atmósfera, instada en el Centro Regional de Azuero, en la Provincia de Herrera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se pudo apreciar cuantitativamente que, durante el paso de un Eclipse Anular de Sol, se ve afectado, de forma directa, el Campo Magnético de la Tierra (Ateş *et al.*, 2011) y los parámetros meteorológicos de temperatura y humedad relativa en la región monitoreada. Por otro lado, también se pudo observar una inflexión en los parámetros meteorológicos, monitoreados en la región de Azuero.

El análisis del gráfico (figura 8) muestra una distorsión del Campo Geomagnético (Ortega, 1994), la cual, puede deberse a una recombinación química, a nivel de la Ionósfera y a la variación del Viento Solar (Orozco & Muñiz, 1993), durante el Elipse Anular y durante la interposición de la Luna entre el Sol y la Tierra.

Tratamiento de los Datos Geomagnéticos en Chame

Con los datos obtenidos durante el Eclipse Anular de Sol, se confeccionó un gráfico correspondiente a la Variación del Campo Geomagnético ∂B , en unidades de γ (Gamma) y en función del tiempo en unidades de horas (Figura 8). El mismo corresponde a valores antes, durante y después del Eclipse Anular, del 14 de octubre de 2023, en el área mencionada. Por otro lado, teniendo presente que

$$1\gamma = 10^{-9}T$$

Y un Campo Geomagnético de referencia B_R (Slaucitajs, 1951), de

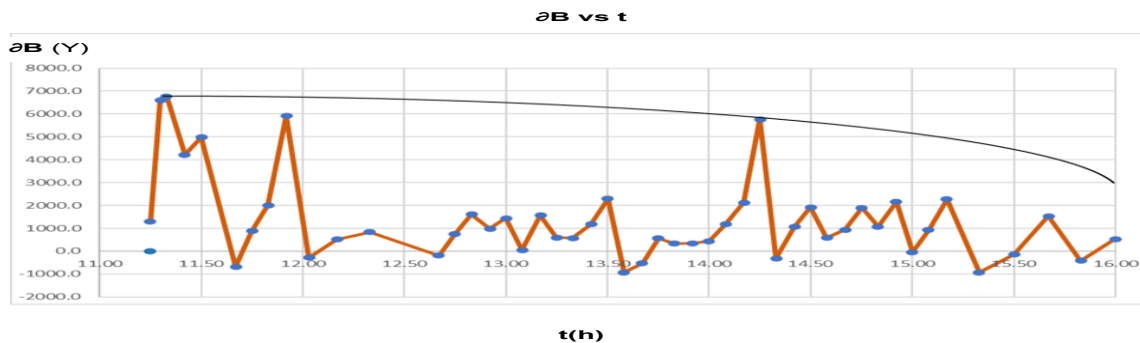
$$B_R = 34\,263,8\gamma$$

Se tiene que la variación de dicho campo es

$$\partial B = B - B_R$$

Figura 8.

Variación del Campo Magnético de la Tierra en Presencia del Eclipse Anular de Sol, del 14 de octubre de 2023, Chame.



Nota: Las fluctuaciones más críticas se dan en dos ocasiones. La primera, entre 11:00 y 12:00. Y la segunda, entre 14:00 y 14:50.

En la Figura 8, también se infirió, como sería la Variación del Campo Geomagnético (Ruhimat *et al.*, 2016) en función del tiempo, en ausencia del Eclipse Anular, lo cual corresponde a una curva suave y continua.

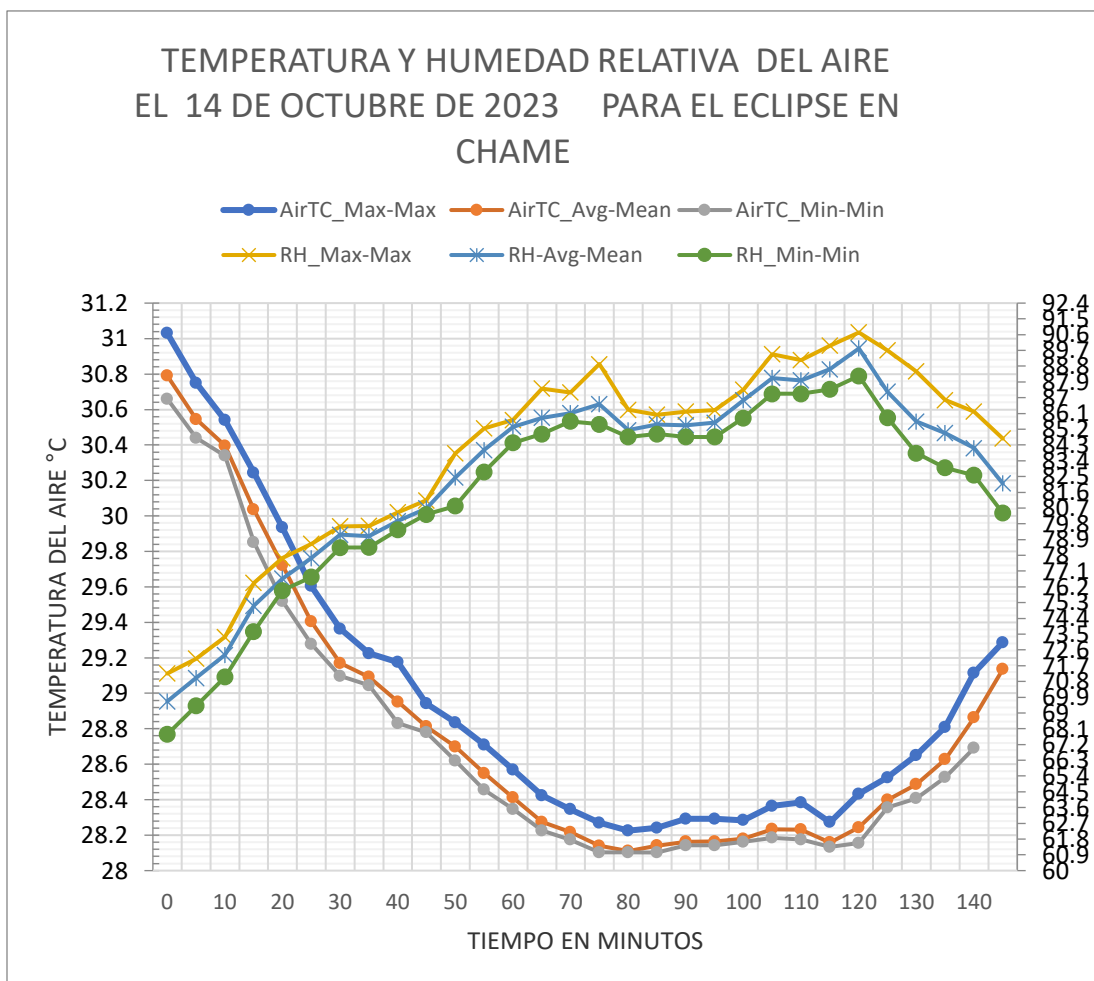
El análisis del gráfico, muestra una distorsión del Campo Geomagnético (Cariaga *et al.*, 2021), la cual, puede deberse a una recombinación química a nivel de la Ionósfera (Bravo *et al.*, 2020) y a la variación del Viento Solar, durante el Eclipse Anular, durante la interposición de la Luna, entre el Sol y la Tierra (Garcés & Bolívar, 2018).

Tratamiento de los datos correspondientes a los Parámetros Meteorológico en Chame.

Presentamos ahora los gráficos que son los resultados de las medidas realizadas en el sitio.

Figura 9.

Temperatura y Humedad Relativa del Aire durante el Eclipse Anular de Sol, del 14 de octubre de 2023, Chame.

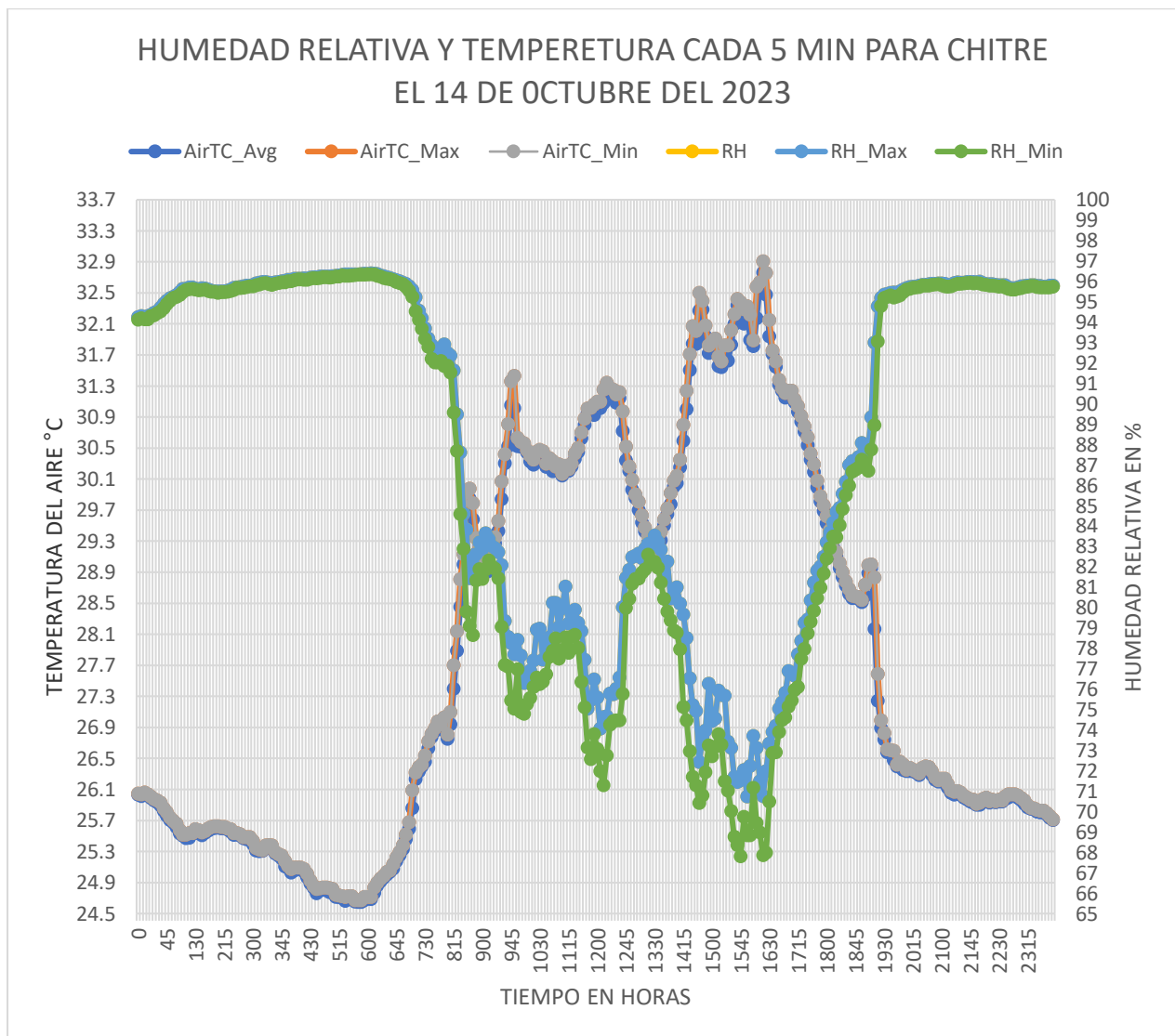


Nota: Comportamiento de los parámetros atmosféricos registrados en la Estación Meteorológica del Centro Regional de Azuero, UP.

Los siguientes gráficos corresponden a los parámetros meteorológicos medidos durante todo el día, en la Estación Meteorológica en el Centro Regional de Azuero, Distrito de Chitré, Provincia de Herrera (Moposita Molina, 2021).

Figura 10.

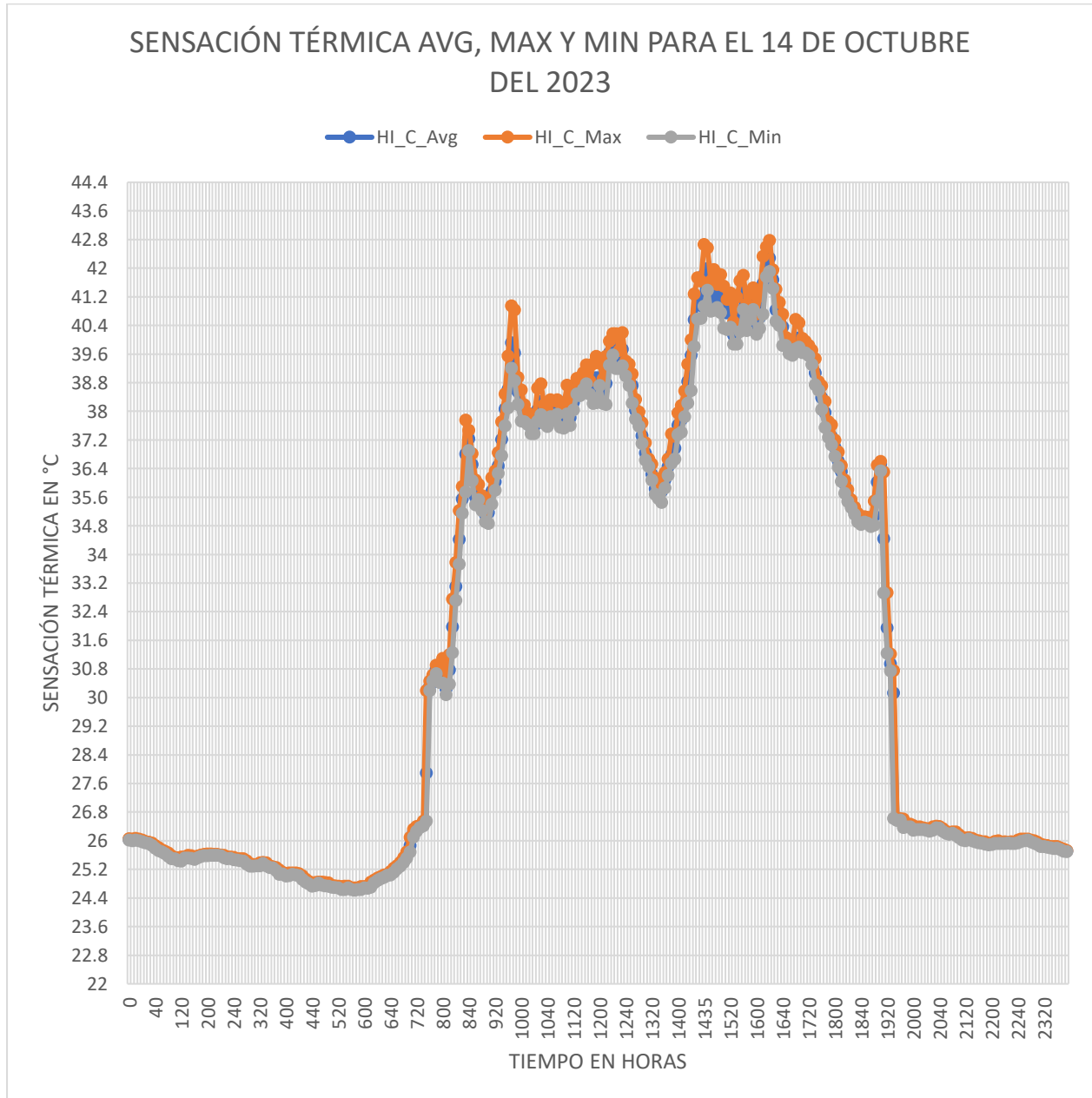
Humedad Relativa del Aire y Temperatura cada 5 min. Eclipse Anular de Sol, del 14 de octubre de 2023, Chitré.



Nota: La tabla 10 presenta el eclipse Anular de Sol, del 14 de octubre de 2023, Chitré.

Figura 11.

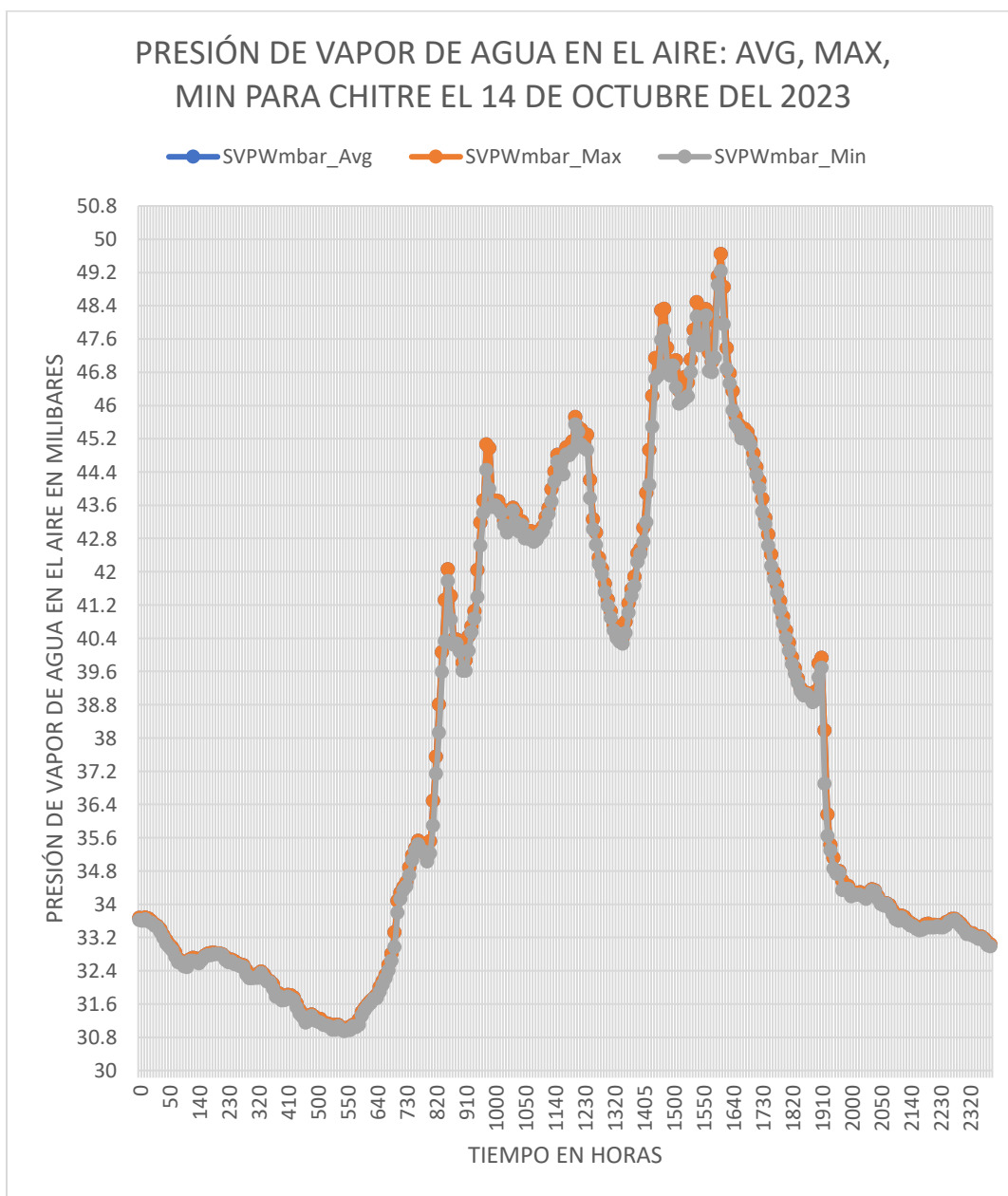
Sensación Térmica para todo el día el 14 de octubre del 2023.



Nota: La tabla 11 presenta las sensación térmica en diferentes momentos

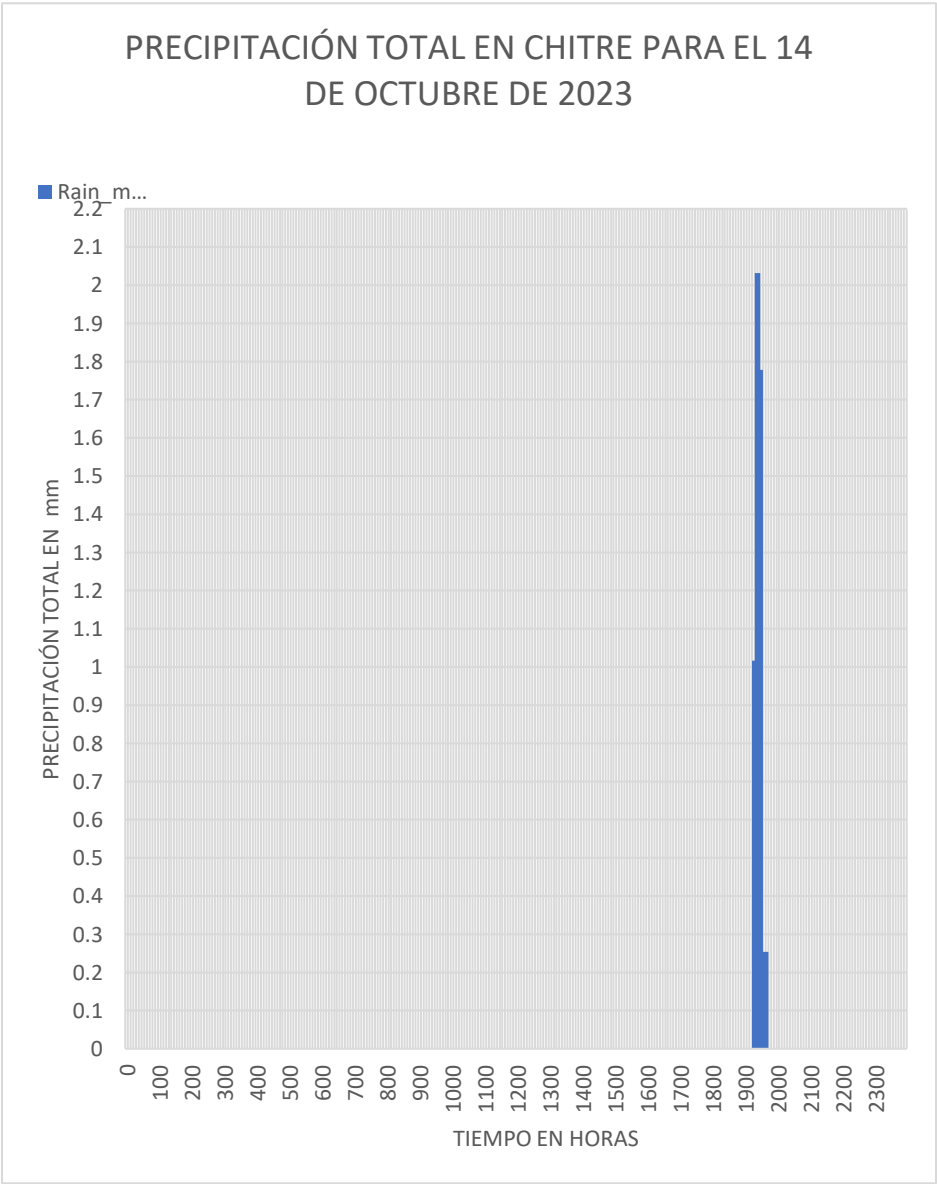
Figura 12.

Presión de Vapor de agua en el Aire para todo el día el 14 de octubre del 2023, Chitré.



Nota: La tabla 12 presenta la Presión de Vapor de agua en el Aire para todo el día el 14 de octubre del 2023, Chitré.

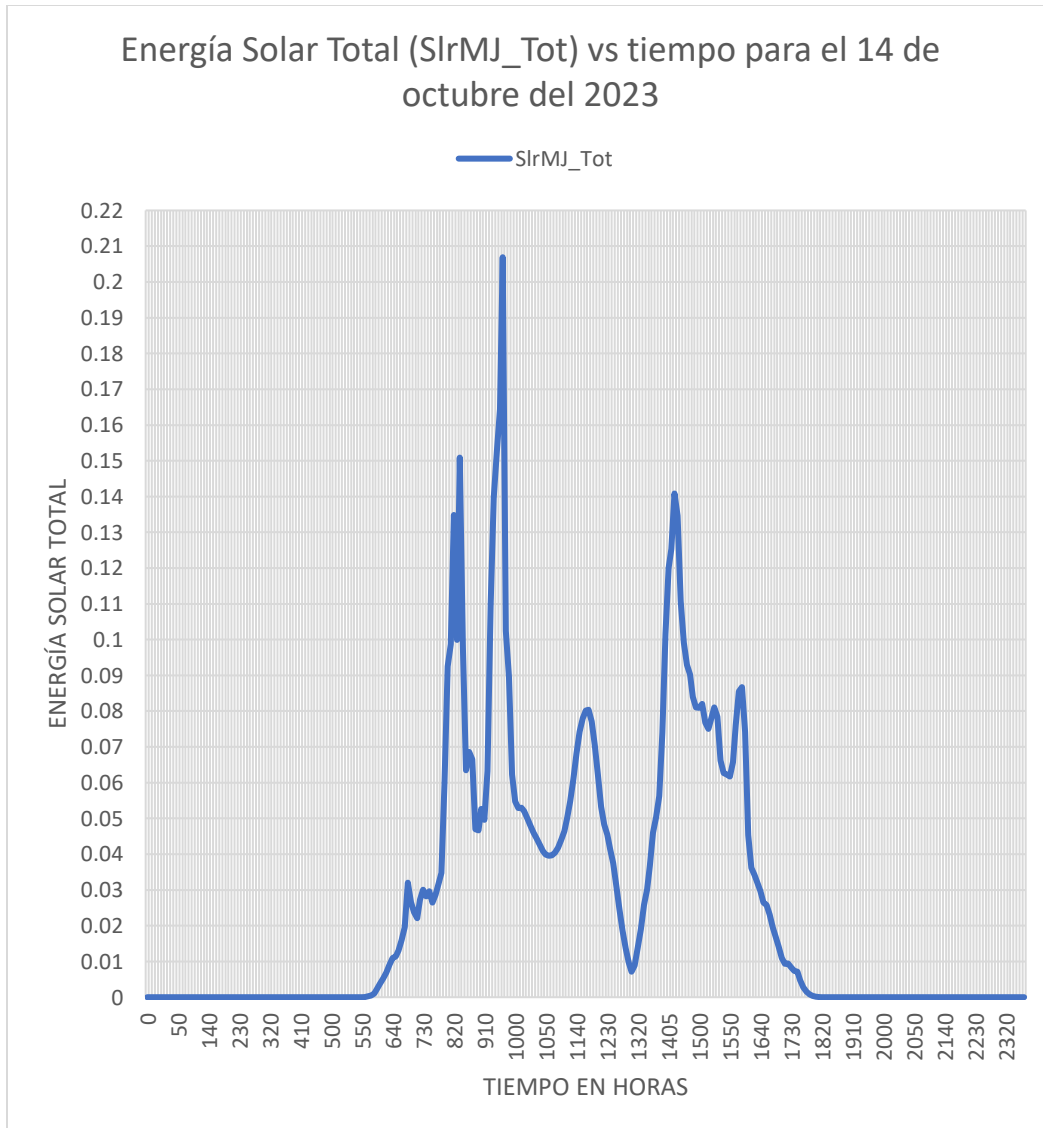
Figura 13
Precipitación de agua total para todo el día el 14 de octubre del 2023, Chitré.



Nota: La tabla 13 presenta la Precipitación de agua total para todo el día el 14 de octubre del 2023, Chitré.

Figura 14.

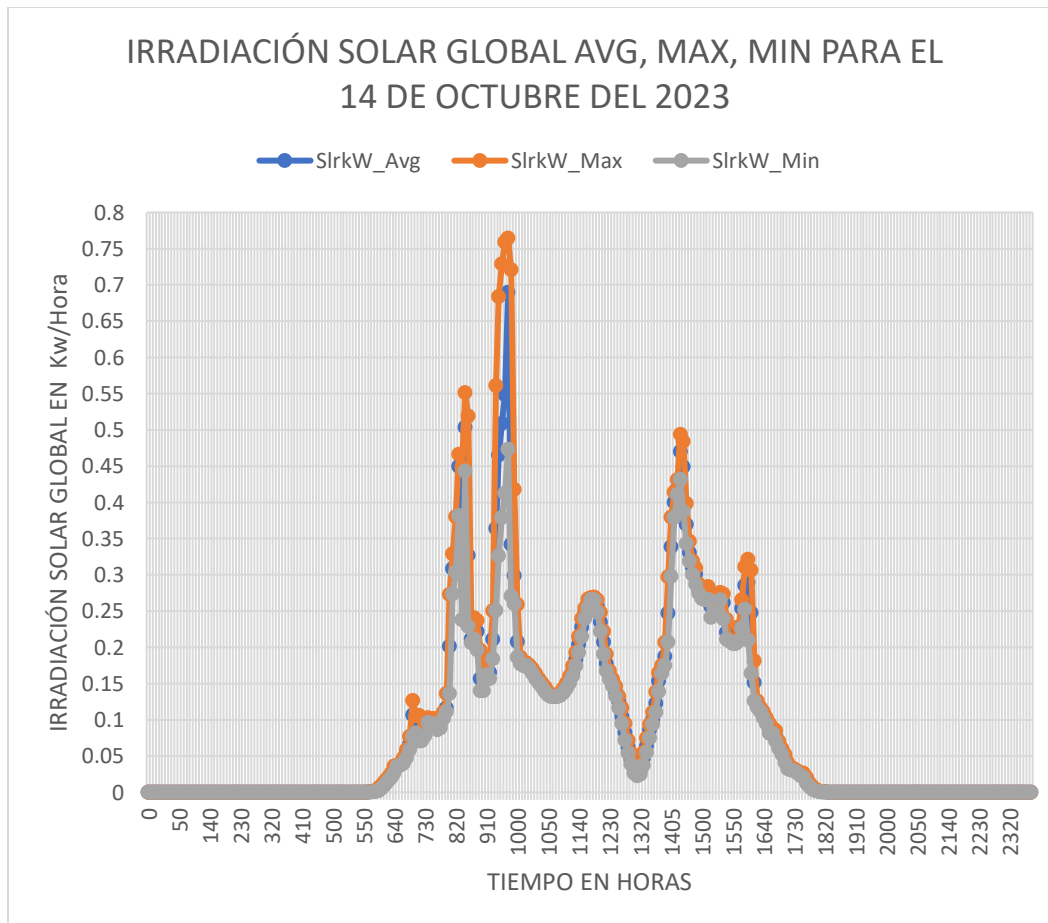
Energía Solar Global Total, Durante todo el día, del 14 de octubre del 2023. Chitré.



Nota: La tabla 14 presenta la Precipitación de agua total para todo el día el 14 de octubre del 2023, Chitré.

Figura 15.

Irradiación Solar Global para todo el día el 14 de octubre del 2023, Chitré.



Nota: La Tabla 15 presenta la Irradiación Solar Global para todo el día el 14 de octubre del 2023, Chitré.

CONCLUSIÓN

Considerando que el lapso del eclipse, fue aproximadamente, entre 11:00 am a 4:00pm, de unas 5 horas, donde ocurrieron las variaciones del Campo Geomagnético, se puede concluir, que estas variaciones, no pueden deberse a perturbaciones locales, ni regionales, en la Ionósfera y menos aún, a causa de Tormentas Magnéticas.

Del Gráfico de la Variación del Campo Geomagnético en función del tiempo, se puede observar, variaciones positivas y negativas, por lo que se puede concluir, que la interacción del Viento Solar con el Campo Geomagnético, durante el Eclipse Anular, no es constante, sino aleatoria.

También se puede observar que estas variaciones del Campo Geomagnético, en función del tiempo, varían entre 7000V a -1000V, demostrando que la variación del Viento Solar, durante el Eclipse Anular, fue aleatorio.

Durante el Eclipse Anular, a nivel regional, también se ven afectados otros parámetros físicos-meteorológicos y de medio ambiente, como lo son, la temperatura y la humedad relativa.

De los gráficos se puede observar que, durante el periodo del eclipse, se producen cambios en las variables meteorológicas, tanto de temperatura, como en la humedad relativa, debido a la variación, por la incidencia del Sol, sobre la Atmósfera y sobre la Tierra.

En la Estación meteorológica, del Centro Regional en Azuero (CRU), se pudieron medir, durante todo el día del eclipse, más parámetros meteorológicos, como lo son, la Temperatura del Aire, Humedad Relativa en el Aire, Sensación Térmica, Presión de Vapor de Agua en el Aire, Precipitación de Agua Total, Energía Solar Global Total e Irradiación Global Total. De los gráficos obtenidos de los datos meteorológicos, en esta Estación Meteorológica, se puede observar que, durante el periodo del eclipse, que, a mayor Temperatura y menor Humedad Relativa, mayor es la Sensación Térmica.

También se pudo apreciar que, a mayor Presión de Vapor de Agua y menor Temperatura, mayor fue la precipitación, como en realidad ocurrió, alrededor de las 5:00pm, tanto en el área de Chame, como en Chitré. Finalmente, se pudo observar que, a mayor Energía Solar Total, mayor es la Irradiación Solar, que ocurrió entre las 9:00am a 10:00 am.

De todo esto, se puede concluir, definitivamente, que la presencia del Eclipse Anular de Sol, antes, durante y después, influyeron en la variación de todos estos parámetros meteorológicos, debido a las interacciones entre el Sol, la Luna y la Tierra, afectando la Atmósfera de la Tierra.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ateş, A, Büyüksaraç, A, & Bektaş, Ö. (2011). *Geophysical Variations During the Total Solar Eclipse in 2006 in Turkey*. Turkish Journal of Earth Sciences. Volume 20, No. 3. pp 337-342. <https://doi.org/10.3906/yer-0906-14>
- Blanco Cano, X. & Kajdic, P. (2009). *El sol, nuestra estrella*. Revista Digital Universitaria, Volumen. 10, No. 10. ISSN: 1607-6079. <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num10/art67/int67.htm>
- Bravo, M., Martínez-Ledesma, M., Foppiano, A., Urrea, B., Ovalle, E., Villalobos, C., Souza, J., Carrasco, E., Muñoz, P. R., Tamblay, L., Vega-Jorquera, P., Marín, J., Pacheco, R., Rojo, E., Leiva, R., Stepanova, M. (2020). *First Report of an Eclipse from Chilean Ionosonde Observations: Comparison with Total Electron Content Estimations and the Modeled Maximum Electron Concentration and Its Height*. Journal of Geophysical Research: Space Physics. Volume 125, Issue 9. <https://doi.org/10.1029/2020JA027923>
- Cariaga, M.L., Juárez S.H., Farias C., (2021). *Análisis del comportamiento de las componentes del campo magnético terrestre ante la ocurrencia de eclipses*. Nota Técnica SMN 2021-112. http://repositorio.smn.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12160/1754/Nota_Tecnica_SMN-2021-112.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Casado J. C. & Serra-Ricart M. (2003). *ECLIPSES*. Semana de la Ciencia y la Tecnología 2003. Unidad Académica. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). <https://www.iac.es/system/files/documents/2019-09/eclipses.pdf>
- Chernogor, L.F. & Holub, M.Y. (2025). *Geomagnetic effect of the solar eclipse of April 8, 2024, in the North American sector*. Advances in Space Research. Volume 75, Issue 3. pp 3133-3149. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2024.11.002>
- Fayz-Al-Asad, Md & Rahman, Dr & Sarker, Mr. (2020). *A Study on Eclipse and Tide*. 10.13140/RG.2.2.36120.62727. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.36120.62727>
- Garcés, A. & Bolívar, F. (2018). *Estudio de las características físicas de los electro-jets ecuatoriales analizando las fluctuaciones del campo magnético terrestre*. (Tesis de grado en Física) 77 hojas. Quito: EPN. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19157>

- Instituto de Meteorología e Hidrogeología de Panamá (IMPHA). (2023). Boletín de pronóstico climático para los meses de septiembre, octubre y noviembre 2023. Publicación N° 21, septiembre de 2023.
https://www.imhpa.gob.pa/uploads/documentos/BOLETN_DE_PRONSTICO_CLIMTICO_SEPTIEMBRE_2023-16759214.pdf
- Instruction Manual, Campbell Sci. Inc. (2006) HMP60. Temperature and Relative Humidity Probe, Logan Uthan, pp. 11.
- Kim, J., Chang, H. (2018). *Statistical analysis of geomagnetic field variations during solar eclipses*. Advances in Space Research. Volume 61, Issue 8. pp 2040-2049.
<https://doi.org/10.1016/j.asr.2018.01.022>
- Kittel, C. (1993). Introducción a la Física del Estado Sólido. 3a Edición. Editorial REVERTÉ.
<https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-13992604-a439148219.pdf>
- Márquez D., J. E. (2004). *Relación viento solar, magnetósfera–ionósfera*. Investigación y Desarrollo en las Telecomunicaciones. Publicación de ORVISA COMUNICACIONES. Bogotá, Colombia. www.mundoelectrico.com.
<https://www.divulgameteo.es/fotos/meteoroteca/Viento-solar-magnetosfera-ionosfera.pdf>
- Moposita Molina, D. J. (2021). *Factores astronómicos que condicionan el clima y su influencia en la fenología de las plantas – revisión bibliográfica*. Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4fdb1972-f4d2-436a-9385-ab4bda4ee89/content>
- Orozco, A. L., & Muñiz Barreto, L. (1993). *Magnetic effects during the solar eclipse of July 11, 1991*. Geofísica Internacional, Volume 32, No. 1, pp. 3–13.
<https://doi.org/10.22201/igeof.00167169p.1993.32.1.1147>
- Ortega, M. (1994). *Estudio del Campo Geomagnético durante el Eclipse del 11 de julio de 1991*. XII Congreso Científico Nacional. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de Panamá.
- Oyarzún Muñoz, J. (2015). *El campo magnético terrestre, evidencias e interrogantes*. Revista REVISMAR. Ciencia y Tecnología. Volumen 6, pp 54 – 57.
<https://revistamarina.cl/revistas/2015/6/joyarzunm.pdf>
- Ramírez, V. & Leyton, P. (2019). *El eclipse solar de 1867: ciencia, política y religión en el Chile Republicano*. Revista Historia 396, Volumen 9, No. 2, pp. 263-307.
<https://historia396.cl/index.php/historia396/article/view/364>

- Reynolds, J.M. (1998). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York. John Wiley & Sons. 796p.
- Ruhimat, M., Winarko, A., Nuraeni, F., Bangkit, H., Aris, M., Suwardi, & Sulimin. (2016). *Effect of March 9, 2016 Total Solar Eclipse on geomagnetic field variation*. Journal of Physics: Conference Series. 771. 012036. 10.1088/1742-6596/771/1/012036.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/771/1/012036>
- Sharma, P.V. (1997). *Environmental and Engineering Geophysics*. London, Cambridge University Press. - 475 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139171168>
- Slaucitajs, L. (1951). *La observación del campo geomagnético*. Publicaciones del observatorio astronómico de la Universidad Nacional de la Plata, Serie especial No. 13.
https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/156311/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Slaucitajs, L. (1954). *El origen físico del campo geomagnético*. Publicaciones del observatorio astronómico de la Universidad Nacional de la Plata, Serie especial No. 19.
https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/157278/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Telford, V. M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. & Key, D.A. (1987). *Applied Geophysics*. London, Cambridge University Press. - 860p.
- Toledo, M. J. (2020). *Variación de la gravedad durante el eclipse de sol del 14 de diciembre del 2020*. (Tesis de Grado en Geofísica). Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/139154/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y