

Tesla Revista Científica, ISSN: 2796-9320

Vol. 3 Núm. 2 (2023), e317

<https://doi.org/10.55204/trc.v4i1.e317>Ciencias Exactas
Artículo de Investigación Original

Modelos de regresión funcional con respuesta funcional aplicados a las variables meteorológicas, temperatura, humedad, presión y radiación

Functional regression models with functional response applied to meteorological variables, temperature, humidity, pressure and radiation

Nancy Elizabeth Chariguamán Maurisaca^{1,2}[0000-0002-7345-0710], Manuel Antonio Meneses Freire³[0000-0001-8182-3153]¹Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). Centro de Posgrado. Calle Antisana y Av. Universitaria. Código Postal 40101. Tulcán - Carchi. Ecuador.²Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Facultad de Ciencias. Panamericana Sur km 1 ½. Código Postal 060106. Riobamba - Chimborazo. Ecuador.³Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Facultad de Ingeniería. Código Postal 060108 Riobamba - Chimborazo. Ecuador.¹nancy.chariguaman@upec.edu.ec, ²nchariguaman@esepoch.edu.ec, ³ameneses@unach.edu.ec

CITA EN APA:

Chariguamán Maurisaca, N. E., & Meneses Freire, M. A. (2024). Modelos de regresión funcional con respuesta funcional aplicados a las variables meteorológicas, temperatura, humedad, presión y radiación. *Tesla Revista Científica*, 4(1), e317. <https://doi.org/10.55204/trc.v4i1.e317>

Recibido: 2023-06-30

Revisado: 2023-07-06 al 2023-07-26

Corregido: 2023-08-08

Aceptado: 2023-08-16

Publicado: 2024-02-18

TESLA

Revista Científica
ISSN: 2796-9320

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

Resumen.

Introducción: El análisis de datos funcionales tiene muchas aplicaciones y es muy útil en diferentes campos como la economía, ciencias de la salud, medio ambiente. Proporciona, en conjunto con otros métodos estadísticos, información para predecir eventos, ya sean naturales, sociales o de salud.

Objetivo: Ajustar modelos de regresión funcional con respuesta funcional aplicados a las variables meteorológicas, Temperatura, Humedad, Presión y Radiación.

Métodos: Analizar de forma descriptiva las variables meteorológicas; ajustar los modelos de regresión funcional de la variable Radiación en dependencia de las variables temperatura, humedad y presión; evaluar el ajuste de los modelos de regresión funcional en las variables meteorológicas.

Resultados: Se obtuvieron las gráficas de cada variable funcional meteorológica, un análisis de datos atípicos funcional, el suavizado de las curvas que representan las variables meteorológicas mediante bases de Fourier. El análisis residual de los modelos lineales con respuesta funcional de la variable de radiación explicada mediante las variables, temperatura y presión dieron como resultado menor variación con la temperatura, que con la presión.

Conclusiones: Los modelos de regresión funcional con respuesta funcional de la variable radiación en dependencia de la variable presión presento mayor variación en el análisis de sus residuos con respecto al modelo de radiación en dependencia de la variable temperatura.

Palabras Clave: Atípicos, presión, radiación, temperatura.

Abstract:

Introduction: Functional data analysis has many applications and is very useful in different fields such as economics, health sciences, and the environment. It provides, in conjunction with other statistical methods, information to predict events, whether natural, social or health.

Objective: Adjust functional regression models with functional response applied to the meteorological variables, Temperature, Humidity, Pressure and Radiation.

Methods: Descriptively analyze the meteorological variables; adjust the functional regression models of the Radiation variable depending on the variables temperature, humidity and pressure; to evaluate the adjustment of the functional regression models in the meteorological variables.

Results: The graphs of each functional meteorological variable were obtained, an analysis of atypical functional data for each variable, the smoothing of the curves that represent the meteorological variables using Fourier bases. The residual analysis of the linear models with functional response of the radiation variable explained by the variables temperature and pressure resulted in less variation with temperature than with pressure.

Conclusions: The functional regression models with functional response of the radiation variable depending on the pressure variable presented greater variation in the analysis of their residues with respect to the radiation model depending on the temperature variable.

Keywords: Atypical, pressure, radiation, temperature.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de datos funcionales tiene muchas aplicaciones y es muy útil en diferentes campos como la economía, ciencias de la salud, medio ambiente. Proporciona, en conjunto con otros métodos estadísticos, información para predecir eventos, ya sean naturales, sociales o de salud.

En eventos naturales se analiza, por ejemplo, cómo se puede dar en los próximos 5 años la presencia e intensidad de lluvias en una zona determinada mediante el estudio de los comportamientos del fenómeno en años precedentes, el comportamiento poblacional en una región, país o ciudad, analizando los datos obtenidos en censos de los últimos años, o predecir la forma de propagación de una epidemia en una población o de una enfermedad como el cáncer en una persona.

El problema planteado para esta investigación fue: ¿Existen modelos de regresión funcional con respuesta funcional que se relacionen con las variables meteorológicas, Temperatura, Humedad, Presión y Radiación?

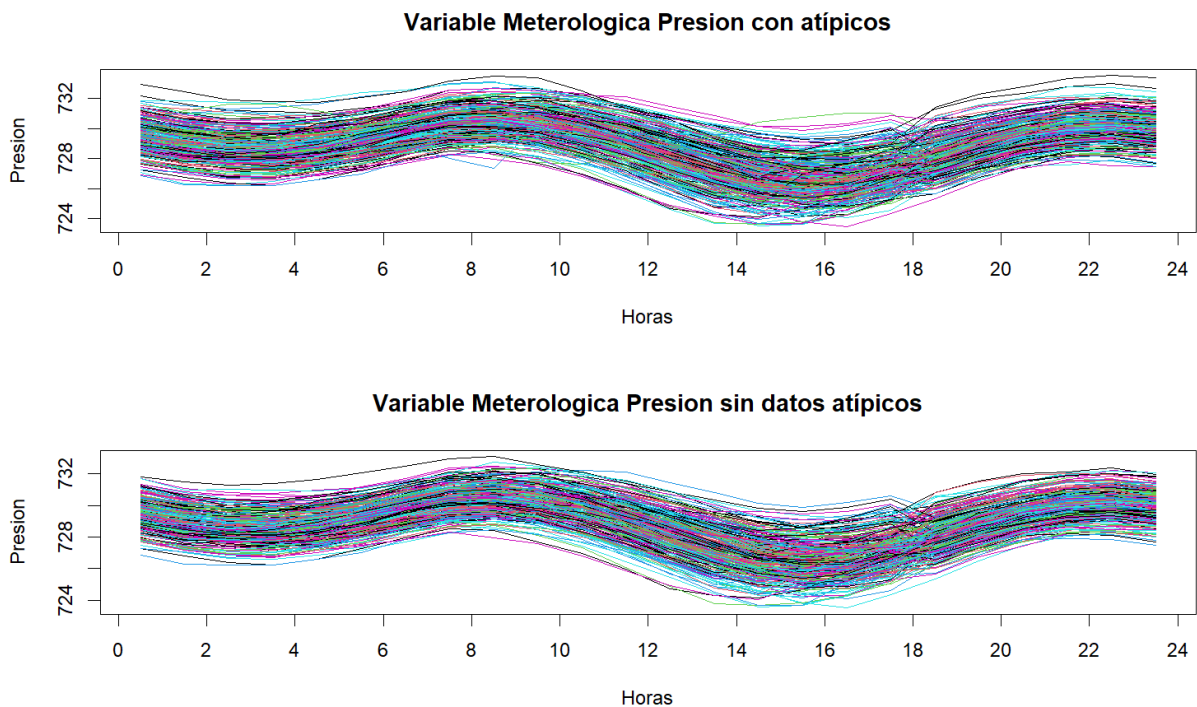
El objetivo general fue, realizar un análisis de modelos de regresión funcional con respuesta funcional en variables climatológicas de la estación (ESPOCH) y, para su desarrollo se establecieron como objetivos específicos: analizar de forma descriptiva las variables meteorológicas, Temperatura, Humedad, Presión y Radiación; ajustar los modelos de regresión funcional de la variable Radiación en dependencia de las variables temperatura, humedad y presión; evaluar el ajuste de los modelos de regresión funcional en las variables meteorológicas, Temperatura, Humedad, Presión y Radiación.

2. METODOLOGÍA O MATERIALES Y METODOS

Aplicar modelos de regresión funcional con respuesta funcional en variables climatológicas de la estación (ESPOCH) y, para su desarrollo se establecieron como objetivos específicos: analizar de forma descriptiva las variables meteorológicas, Temperatura, Humedad, Presión y Radiación; ajustar los modelos de regresión funcional de la variable Radiación en dependencia de las variables temperatura, humedad y presión; evaluar el ajuste de los modelos de regresión funcional en las variables meteorológicas, Temperatura, Humedad, Presión y Radiación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

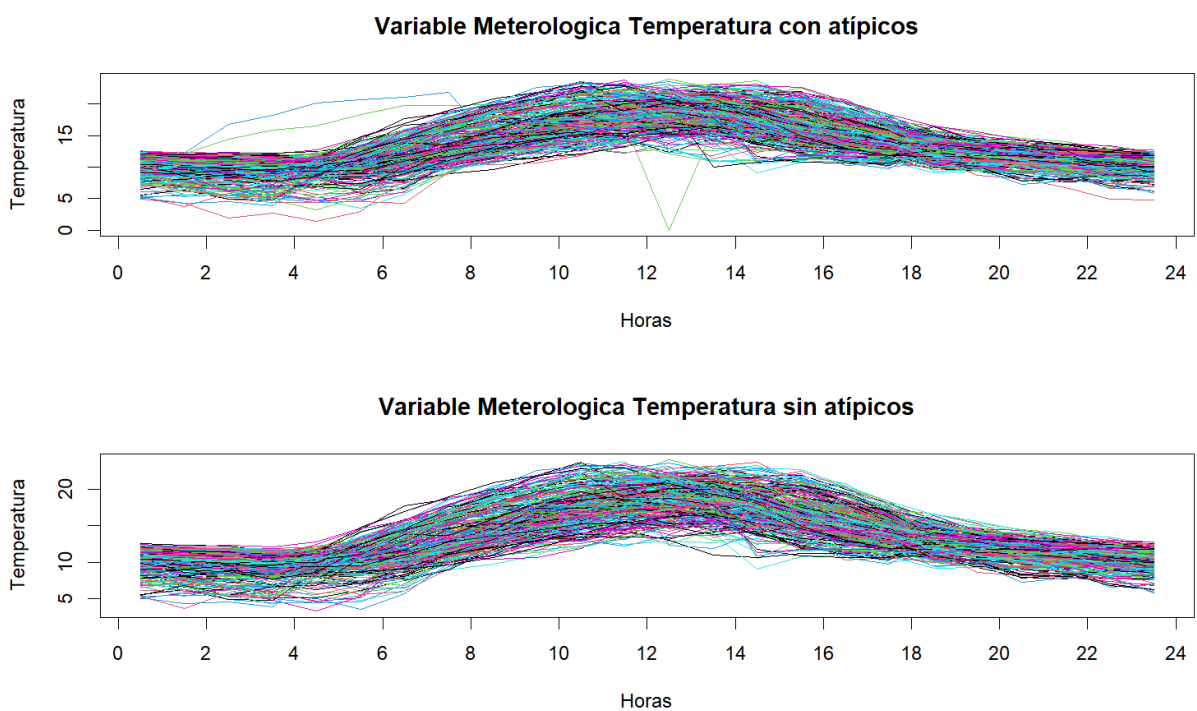
Figura 1: Gráfica de la variable meteorológica presión con y sin atípicos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 1, se observa la gráfica de la variable meteorológica presión dado un análisis con y sin datos atípicos funcional; lo que nos permite indicar que la variable presión presenta curvas funcionales atípicas que provocan una variación en nuestra investigación motivo por el cual se las elimina de nuestro estudio.

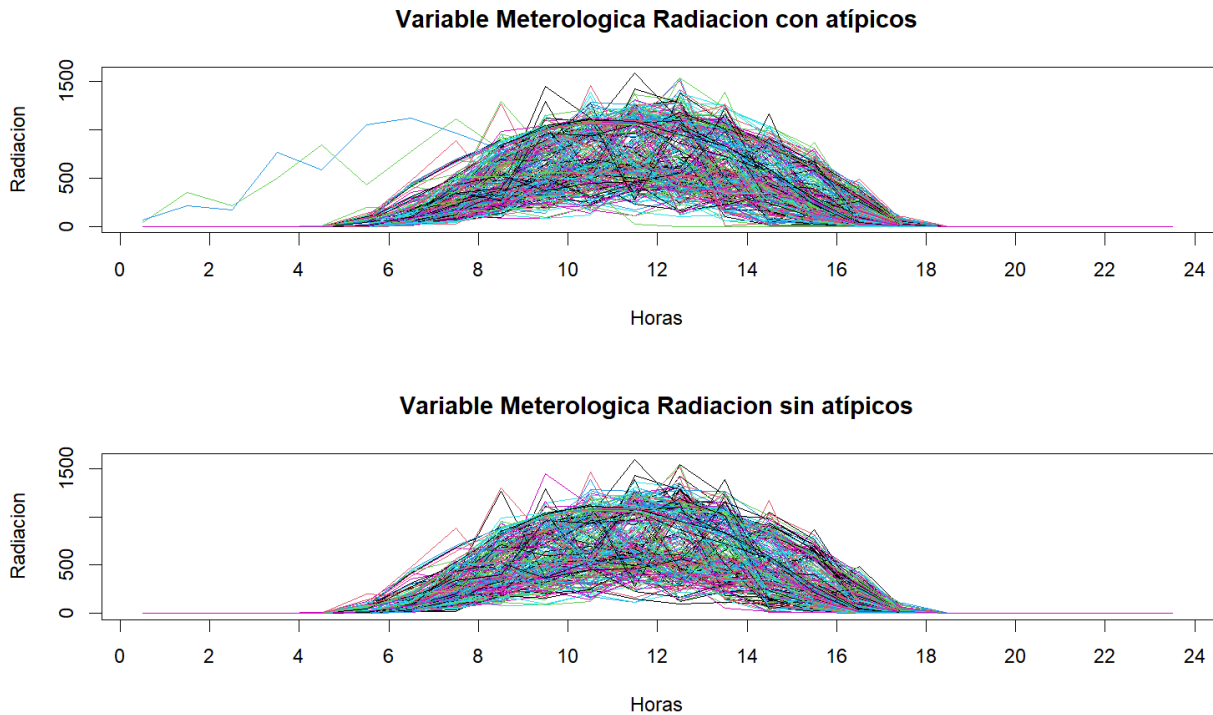
Figura 2: Gráfica de la variable meteorológica temperatura con y sin atípicos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 2, se observa la gráfica de la variable meteorológica temperatura dado un análisis con y sin datos atípicos funcional; se pudo observar que la variable temperatura presenta curvas funcionales atípicas que provocan una variación en nuestra investigación motivo por el cual se las eliminan de nuestro estudio.

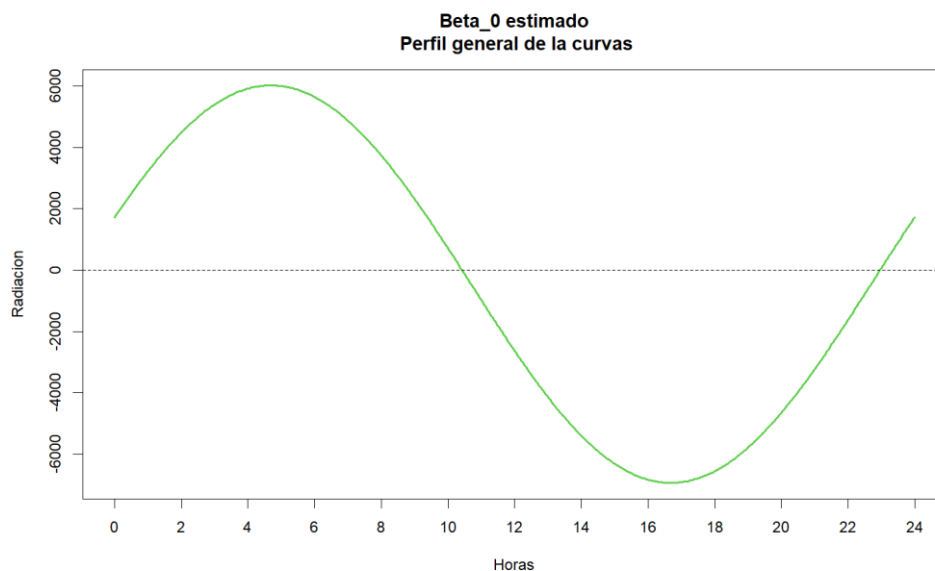
Figura 3: Gráfica de la variable meteorológica radiación con y sin atípicos



Fuente: Elaboración propia

En la figura 3, se observa la gráfica de la variable meteorológica radiación dado un análisis con y sin datos atípicos funcional; se observó que la variable radiación presenta curvas funcionales atípicas que provocan una variación en nuestra investigación motivo por el cual se las eliminan de nuestro estudio.

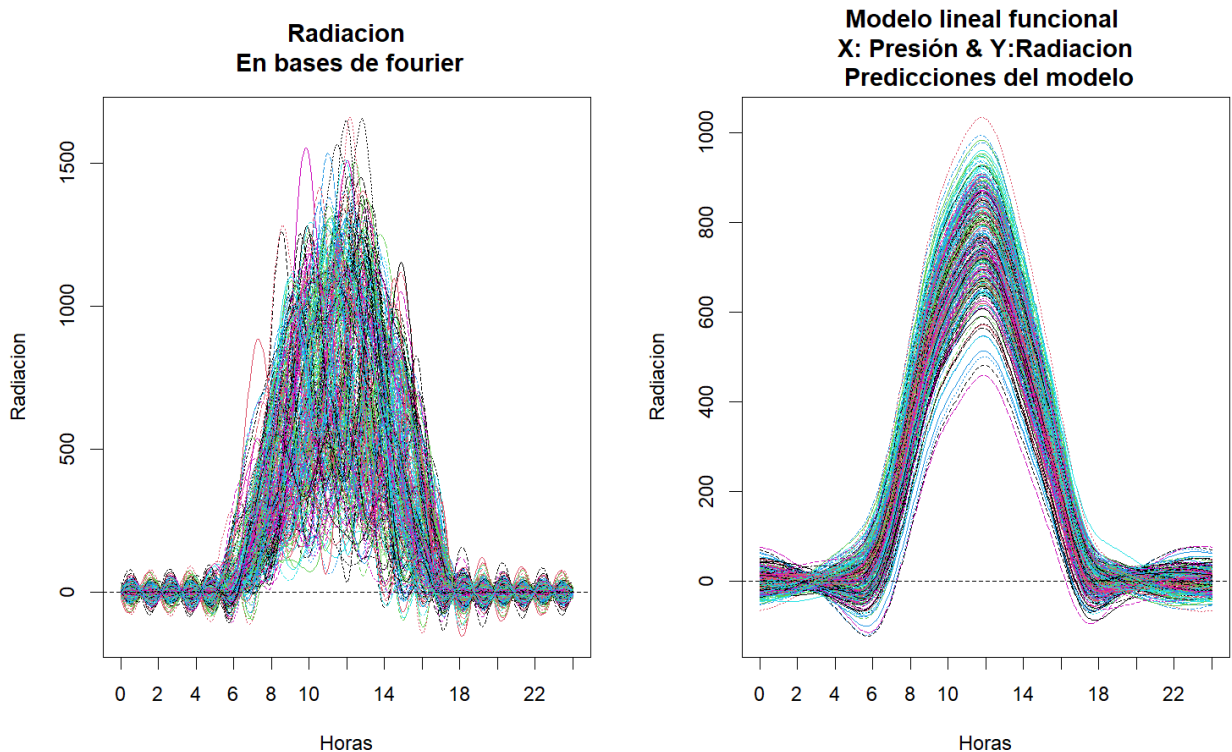
Figura 4: Parámetro β_0 estimado de la variable Radiación vs Presión.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, se observa la gráfica del cálculo del parámetro β_o entre las variables definidas Y: Radiación con X: Presión.

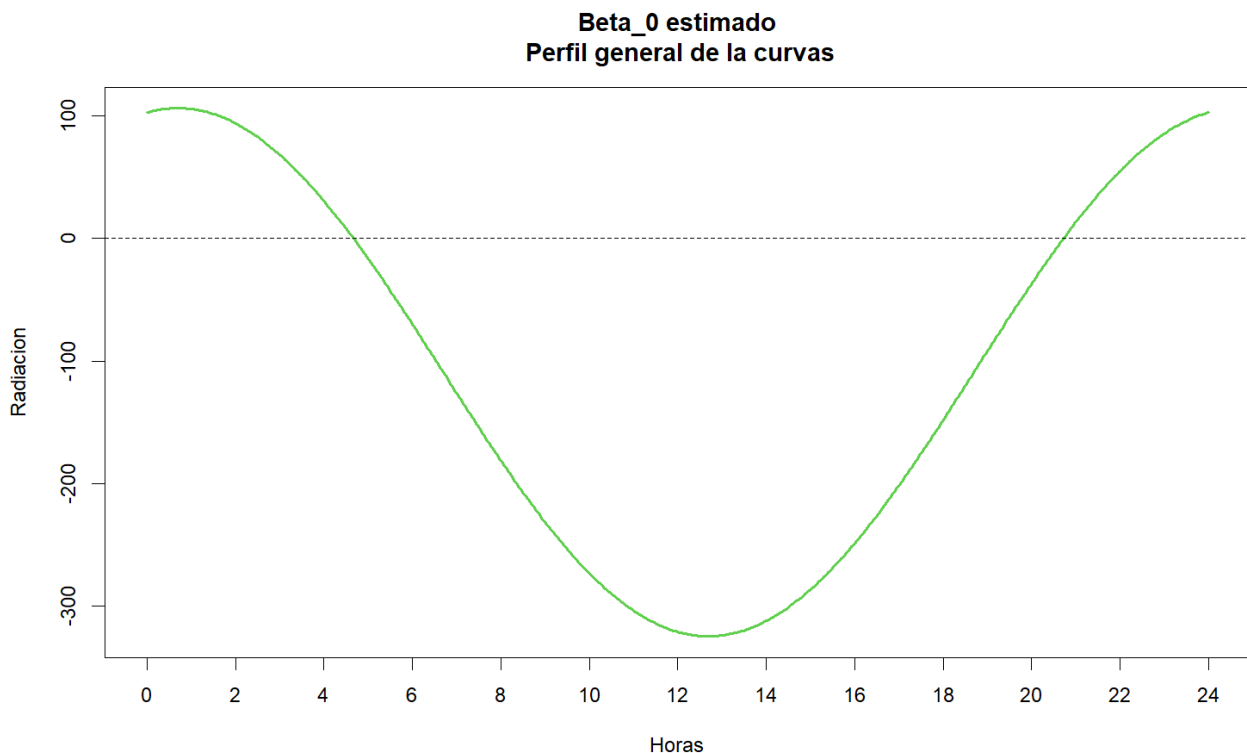
Figura 5: Modelos dada las bases de Fourier y modelo lineal funcional con respuesta funcional entre Presión y Radiación.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, se observa la gráfica de un modelo lineal funcional con respuesta funcional entre las variables definidas Y: Radiación con X: Presión.

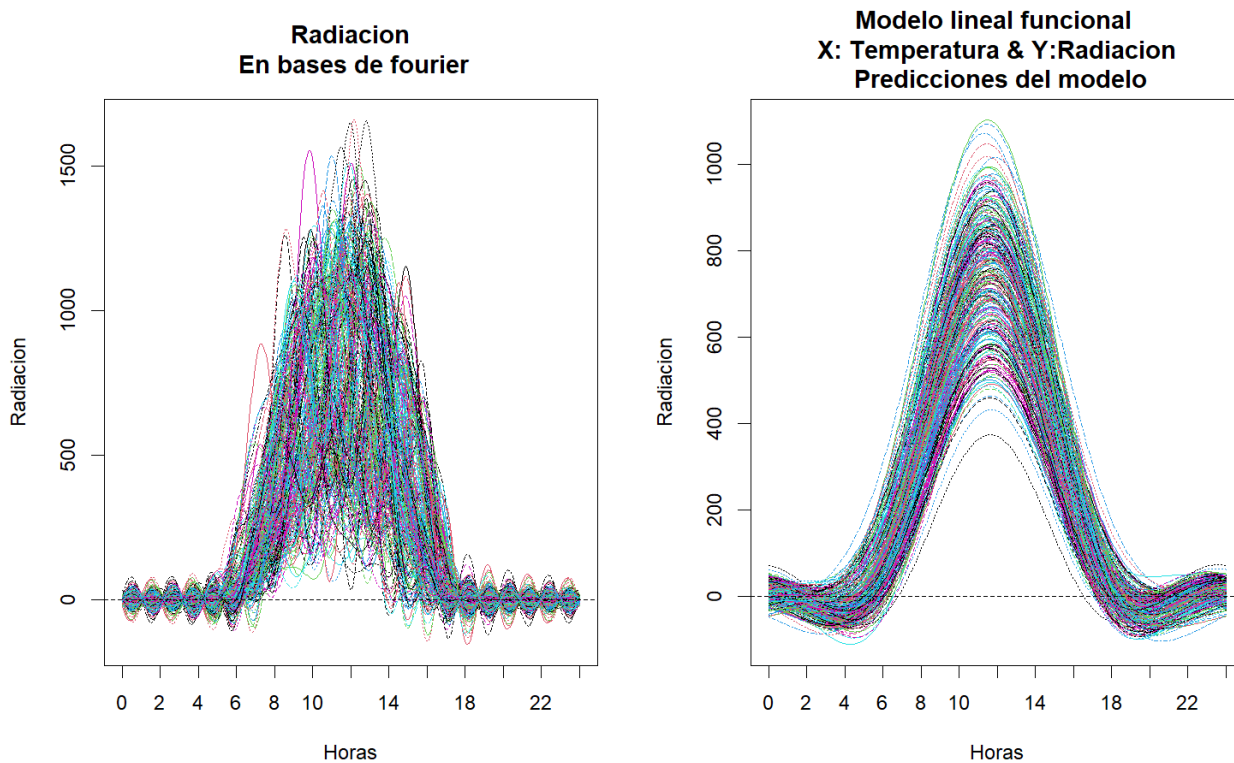
Figura 6: Parámetro β_o estimado de la variable Radiación vs Temperatura.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se observa la gráfica del cálculo del parámetro β_0 entre las variables definidas Y: Radiación con X: Temperatura.

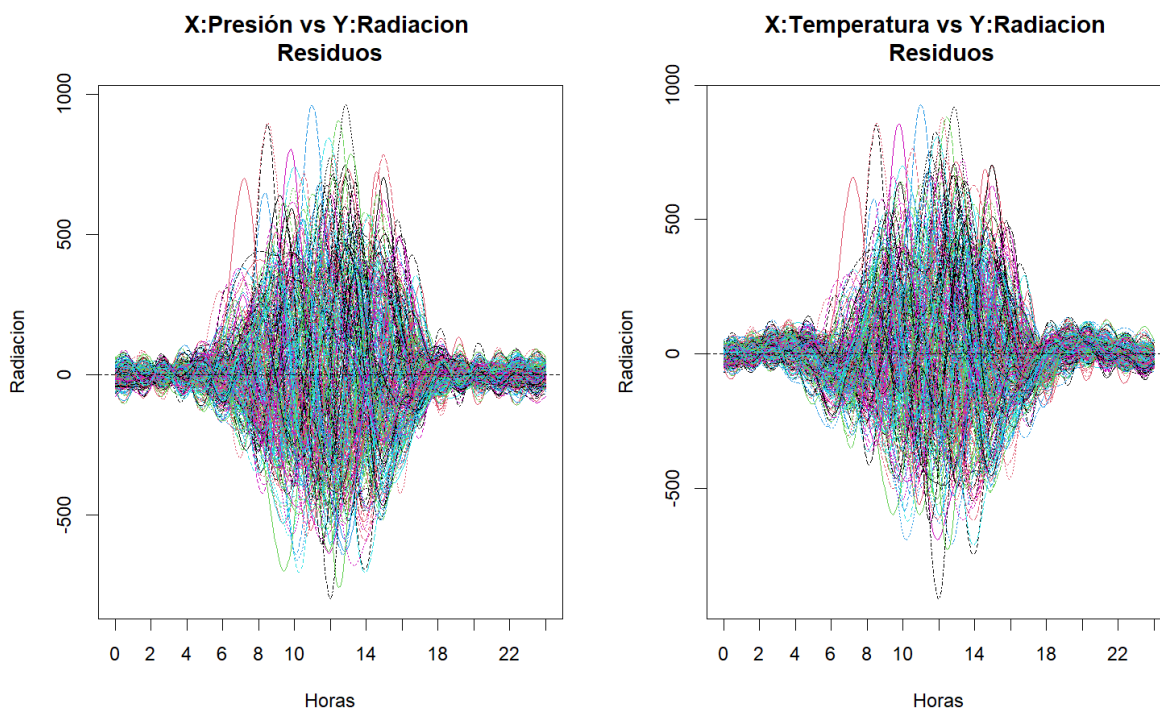
Figura 7: Modelos dada las bases de Fourier y modelo lineal funcional con respuesta funcional entre Temperatura y Radiación



Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se observa la gráfica de un modelo lineal funcional con respuesta funcional entre las variables definidas Y: Radiación con X: Temperatura.

Figura 8: Residuos para los modelos lineales funcionales con respuesta funcional



Fuente: Elaboración propia

En la figura 8, se observa la gráfica de los residuos para los modelos lineales funcionales con respuesta funcional obtenidos respectivamente lo cual nos indica que la radiación no tiene mucha dependencia lineal con la temperatura; al igual que con la presión; debido a que los residuos se encuentran muy alejados del cero en el intervalo de horas de 06:00 am a 17:00 pm respectivamente; además podemos indicar que la radiación presenta más variabilidad con la presión que con la temperatura.

4. CONCLUSIONES

Los datos tomados por los instrumentos de medición de la estación meteorológica de la ESPOCH-Riobamba, durante el año 2022 se encontraron completos, de modo que no hubo la necesidad de aplicar ninguna metodología para completarlos.

Los datos de las variables meteorológicas tomados, al ser representados gráficamente, se observa que se puede hacer el análisis utilizando bases de Fourier debido a que su aspecto lo amerita, ya que los valores obtenidos presentan un comportamiento cíclico, manteniendo valores iguales o muy cercanos entre el primer dato tomado a las 00h00 con el último dato tomado a las 23h50.

Los modelos de regresión funcional con respuesta funcional de la variable radiación en dependencia de la variable presión presento mayor variación en el análisis de sus residuos con respecto al modelo de radiación en dependencia de la variable temperatura.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Autor 1.	Autor 2
<i>Participar activamente en:</i>		
<i>Conceptualización</i>	X	X
<i>Análisis formal</i>	X	X
<i>Adquisición de fondos</i>	X	X
<i>Investigación</i>	X	X
<i>Metodología</i>	X	X
<i>Administración del proyecto</i>	X	X
<i>Recursos</i>	X	X
<i>Redacción –borrador original</i>	X	X
<i>Redacción –revisión y edición</i>	X	X
<i>La discusión de los resultados</i>	X	X
<i>Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.</i>	X	X

RECONOCIMIENTO A REVISORES:

La revista reconoce el tiempo y esfuerzo del editor Juan Carlos Santillán Lima y de revisores anónimos que dedicaron su tiempo y esfuerzo en la evaluación y mejoramiento del presente artículo.

REFERENCIAS

Brezis, H. (2011). *Functional Analysis, Sobolev Space and Partial Differential Equations*. Springer, 1 edition.

- Febrero-Bande, M., & de la Fuente, M. O. (2012). Statistical computing in functional data analysis: The R package *fda.usc*. *Journal of statistical Software*, 51, 1-28.
- Chariguamán Maurisaca, N. E. (2015). Análisis y ajustes, con modelos de regresión B-Splines utilizando el Software R, en las variables climatológicas: Temperatura, humedad, radiación y velocidad del viento, de la Estación Meteorológica Solar del Centro de Energía Alternativas, Facultad de Ciencias, Escuela de Física y Matemática [Master's Thesis]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Giraldo, R. (2016). *Estudio de firmas espectrales de palmas de aceite afectadas con la marchitez letal, usando análisis estadísticos de datos funcionales*. *Revista Palmas*, 37:131–139.
- Guerrón Varela, E. R. (2015). *Análisis de datos meteorológicos del Valle de los Chillos usando datos funcionales*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Laura Millán-Roures, Irene Epifanio, V. M. (2018). Detection of Anomalies in Water Networks by Functional Data Analysis. *Información Tecnológica*, 2018:153 – 162.
- Melo Martínez, C. E., Malagon Márquez, D. A., and Ramirez Forero, D. D. (2019). Interpoladores determinísticos espacio-temporales, series de tiempo y análisis de datos funcionales para el estudio y predicción de la precipitación en Cundinamarca y Bogotá D.C. 2017-2020. *Revista de Topografía AZIMUT*, 10(1).
- Ortiz Másmela, A. M. (2020). Modelo de datos funcionales para la caracterización de la propagación de una epidemia. Technical report, Universidad ECCI.
- Torrecilla Noguerales, J. L. et al. (2010). Análisis de datos funcionales, clasificación y selección de variables. Master's thesis.
- Escudero, A. I., Recalde, C. G., Haro, S. M., and Meneses, M. A. (2016). *Spline Cúbico para el Tratamiento Funcional de la Radiación Solar Global*. *Información Tecnológica*, 27:153 – 162.
- Yao, F., Müller, H.-G., and Wang, J.-L. (2005). Functional data analysis for sparse longitudinal data. *Journal of the American statistical association*, 100(470):577–590.
- Climatol.pdf*. (s. f.). Recuperado 29 de marzo de 2023, de <https://cran.r-project.org/web/packages/climatol/climatol.pdf>
- Farfán, F. P. (2018). *Agroclimatología del Ecuador*. Editorial Abya-Yala.
- Fda.usc.pdf*. (s. f.). Recuperado 29 de marzo de 2023, de <https://cran.r-project.org/web/packages/fda.usc/fda.usc.pdf>
- Herrera-Oliva, C. S., Campos-Gaytán, J. R., & Carrillo-González, F. M. (2017). Estimación de datos faltantes de precipitación por el método de regresión lineal: Caso de estudio Cuenca Guadalupe, Baja California, México. *Investigación y Ciencia*, 25(71), 34-44.
- Humedad. (2023). En Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Humedad&oldid=149637861>
- Lam-Vivanco, A., Espinoza-Carrion, F., Santos-Luna, J., & González, C. G.-. (2018). Incidencia de cáncer de piel en población de Machala, Ecuador. *Revista Ciencia Unemi*, 11(27), 78-86.
- Lovio, O. R. G., Daniel, A. A., Portillo, C. M. G., Castillo, C. C. G., Perill, P. A. H., Díaz, N. C., & Jiménez, E. M. (2020). Conocimientos sobre factores de riesgo de cáncer de piel y fotoprotección en 4 áreas de salud en Cuba. *Folia Dermatológica Cubana*, 13(3), Article 3. <https://revfdc.sld.cu/index.php/fdc/article/view/173>
- Portilla Farfán, F. (2018). *Agroclimatología del Ecuador*. Editorial Abya-Yala. <https://doi.org/10.7476/9789978104927>
- Presión atmosférica. (2023). En Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Presi%C3%B3n_atmosf%C3%A9rica&oldid=149384341
- Proyecto_1900.pdf*. (s. f.). Recuperado 31 de marzo de 2023, de http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/ProyectosFinMaster/Proyecto_1900.pdf
- US EPA, O. (2017, noviembre 16). Información básica sobre la radiación [Overviews and Factsheets]. <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-la-radiacion>.