

 <b>UNIVERSIDAD DE COSTA RICA</b>	 <b>Física Atmosférica, Oceánica y Planetaria</b>	<b>EFis</b> Escuela de Física	Universidad de Costa Rica Facultad de Ciencias
--	--	-------------------------------	---

## Programa de Curso

<b>Nombre del curso:</b> Métodos Estadísticos para la Meteorología	<b>Requisitos:</b> FS-4603 Climatología
<b>Sigla:</b> FS-4702	<b>Correquisitos:</b> Ninguno
<b>Horas:</b> 3 horas teórico-prácticas	<b>Ciclo:</b> VII
<b>Créditos:</b> 3	<b>Clasificación:</b> Propio

### 1. DESCRIPCIÓN

El curso de Métodos Estadísticos para la Meteorología es una asignatura obligatoria para las personas estudiantes del plan de Bachillerato en Meteorología. Este curso explora las relaciones espacio-temporales entre variables comúnmente utilizadas en estudios climáticos de diversas escalas temporales y espaciales. Además, introduce a las y los estudiantes en los conocimientos teóricos y prácticos de métodos univariados y multivariados en el dominio del tiempo y la frecuencia, con aplicaciones en meteorología.

### 2. OBJETIVOS

#### Objetivo General

Proporcionar al estudiantado una visión integral de los métodos y técnicas estadísticas de análisis de secuencias espacio-temporales que les permitan comprender mejor los fenómenos físico atmosféricos, meteorológicos y climatológicos.

#### Objetivos específicos

- Explicar el análisis de secuencias temporales meteorológicas en el dominio del tiempo y la frecuencia.

- Analizar las diferentes técnicas exploratorias para datos meteorológicos emparejados.
- Describir técnicas estadísticas para pronóstico meteorológico y su validación.
- Introducir métodos univariados y multivariados en el dominio del tiempo y la frecuencia para análisis de datos meteorológicos.

### **3. CONTENIDOS DEL CURSO**

#### **Análisis de series de tiempo meteorológicas**

- Dominio del tiempo
  - Transformaciones o reexpresiones
  - Análisis de varianza y comparación entre múltiples medias
- Dominio de la frecuencia
  - Funciones de distribución de frecuencia acumulada

#### **Técnicas exploratorias para datos meteorológicos emparejados**

- Graficación de datos
- Correlación simple, múltiple, cruzada, parcial y no paramétrica
- Autocorrelación
- Pruebas paramétricas y no paramétricas

#### **Técnicas estadísticas para pronóstico meteorológico y su validación**

- Regresión lineal, múltiple, no lineal y no paramétrica
- Selección del predictor en regresión múltiple
- Métodos de “machine-learning”, de pronóstico objetivo y por conjuntos
- Métodos de verificación de pronóstico

#### **Métodos univariados para análisis de datos meteorológicos**

- Dominio del tiempo
  - Cadenas de Markov
  - Autorregresión de primer orden
  - Modelo AR(2)
  - Modelos autorregresivos de media móvil
- Dominio de la frecuencia

- Análisis Armónico
- Análisis Espectral

### **Métodos multivariados para análisis de datos meteorológicos**

- Dominio del tiempo
  - Análisis de componentes principales
  - Análisis de correlación canónica
- Dominio de la frecuencia
  - Espectro cruzado

## **4. METODOLOGÍA**

Se adoptará una metodología de enseñanza que integra aspectos teóricos y prácticos con el objetivo de proporcionar una comprensión profunda y aplicada de los métodos estadísticos para la meteorología, donde se emplea un enfoque interactivo y participativo, promoviendo el aprendizaje activo.

Las clases se llevarán con exposiciones magistrales y métodos de enseñanza activa específicos del curso, como discusiones dirigidas, resolución de problemas, trabajo en grupo, y uso de rutinas o algoritmos computacionales. Se hará énfasis en la aplicación de conceptos teóricos a través de prácticas con rutinas o algoritmos computacionales que permitan a las personas estudiantes explorar y analizar fenómenos específicos y métodos estadísticos relevantes para el campo de la Meteorología.

Para reforzar la comprensión de los temas abordados, se integrarán herramientas tecnológicas y recursos digitales como rutinas o algoritmos computacionales para el análisis de series espacio-temporales, tanto en una como en varias variables. Este enfoque no solo busca mejorar la comprensión teórica, sino también desarrollar habilidades prácticas cruciales para la investigación y práctica profesional en Meteorología.

Además, se contempla hacer giras a centros de investigación, donde los estudiantes podrán observar y participar en el análisis e interpretación de datos climatológicos. Estas experiencias prácticas están diseñadas para complementar el aprendizaje en el aula y ofrecer una visión

integral de la aplicación de los métodos estadísticos en la meteorología, fomentando la conexión entre teoría y práctica.

Esta metodología promueve la horizontalidad y la interacción activa entre docentes y estudiantes, donde se valora la indagación y la construcción colaborativa del conocimiento, en línea con los lineamientos de ETR de la OMM.

## 5. EVALUACIÓN

Se recomienda que se empleen al menos dos de los siguientes tipos de evaluación:

- **Trabajo en Clase:** Evaluación basada en la participación y compromiso con las actividades de clase. Este enfoque promueve el aprendizaje activo y refleja la importancia de la asistencia (las clases son obligatorias) y participación en el proceso educativo.
- **Pruebas Cortas y Exámenes:** Combinación de cuestionarios cortos y exámenes escritos, diseñados para evaluar tanto la comprensión teórica como la capacidad para aplicar conceptos en la resolución de problemas específicos de la meteorología.
- **Tareas, Proyectos y Exposiciones:** Este componente combina asignaciones prácticas que incluyen la resolución de problemas analíticos, el desarrollo de modelos con software especializado, y proyectos de investigación, para aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos. Se incluyen también las presentaciones orales y elaboración de informes escritos sobre los proyectos realizados, evaluando la habilidad para comunicar resultados y análisis efectivamente.
- **Evaluación de Laboratorio:** Incluye la realización de experimentos prácticos, la presentación de informes de laboratorio, y la creación de portafolios de experimentos. Esta sección evalúa la competencia en la ejecución de procedimientos experimentales, la observación precisa y el análisis crítico de los datos.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Wilks, D. (2019). *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. 4ta. ed. Elsevier. ISBN: 9780128158234
2. Delsole, T. M. & Tippett, M. K. (2022). *Statistical Methods for Climate Scientists*, Editorial Cambridge University Press: Edición: 1. ISBN: 1108472419
3. Von Storch, H. & Zwiers, F. (2002). *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge University Press. ISBN: 0521012309
4. Duchon, C. & Hale, R. (2012). *Time Series Analysis in Meteorology and Climatology: An Introduction*. Willey-Blackwell. ISBN: 9780470971994
5. Barry, R. G. (2001). *Synoptic and Dynamic Climatology*. Routledge, NY. ISBN: 041503115X
6. Thomson, R. E. & Emery, W. J. (2014). *Data analysis methods in Physical Oceanography*, 3 ed., Elsevier Science. ISBN: 0123877822
7. Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C. & Ljung, G. M. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Wiley Series in Probability and Statistics, Wiley. ISBN: 1118675029
8. Wanhammar, L. & Saramäki, T. (2020). *Digital Filters Using MATLAB*. Springer. ISBN: 3030240622
9. Allen, R. L. & Mills, D. (2004). *Signal analysis: time, frequency, scale, and structure*. Wiley-IEEE Press. ISBN: 0471234419
10. Castanié, F. (2006). *Spectral analysis parametric and non-parametric digital methods*. Digital Signal & Image Processing Series, Wiley-ISTE. ISBN: 1905209053
11. Mertins, A. (1999). *Signal analysis: wavelets, filter banks, time-frequency transforms and applications*. Wiley. ISBN: 0471986267
12. Mallat, S. (1999). *A Wavelet Tour of Signal Processing. Wavelet Analysis & Its Applications*. Academic Press. ISBN: 012466606X
13. Hamming, R. W. (1997). *Digital filters*. Dover civil and mechanical engineering, Dover Publications. ISBN: 048665088X

Aprobado en Resolución Vicerrectoría de Docencia VD-13132-2024 y rige a partir del I ciclo 2025.