



PROGRAMA DETALLADO

ESTADÍSTICA PARA EVENTOS EXTREMOS

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DEL ESTE (CURE)

Departamento de Modelización Estadística de Datos e Inteligencia Artificial (MEDIA)

PROGRAMA DEL CURSO *ESTADÍSTICA PARA EVENTOS EXTREMOS - 2025*

El curso se desarrolla los días viernes, en el horario de 13:00 a 16:00 horas, combinando clases teóricas y laboratorios. A continuación se detalla el contenido, vinculado a las fechas efectivas de dictado.

1. **Viernes 15 de agosto** — Introducción a los datos extremos

- Relevancia y motivación del estudio de eventos extremos.
- Ejemplos reales: vientos, precipitaciones, polución.
- Dificultades estadísticas en el modelado de rarezas.

2. **Viernes 22 de agosto** — Teorema de Fisher-Tippett-Gnedenko

- Teorema FTG para variables iid.
- Distribución extremal generalizada (GEV).
- Estimación del índice de forma. Variables no equidistribuidas.

3. **Viernes 29 de agosto** — Dominios de atracción y primeras aplicaciones

- Weibull, Fréchet y Gumbel.
- Aplicación práctica: análisis de vientos extremos.

4. **Viernes 5 de septiembre** — *Laboratorio 1: FTG y GEV*

- Simulación y ajuste de modelos GEV. Estimación por máxima verosimilitud.

5. **Viernes 12 de septiembre** — Procesos dependientes y no estacionarios

- Extensiones del FTG a contextos dependientes.
- Parámetros variables y estacionalidad.

6. **Viernes 19 de septiembre** — Procesos de Poisson compuestos

- Cruces por niveles altos (HLE), leyes de los números pequeños.
- Aplicaciones a contaminación atmosférica.

7. **Viernes 26 de septiembre** — *Sin clase: Jornadas de Estadística*

8. **Viernes 3 de octubre** — Picos sobre umbral (POT)

- Distribución de Pareto generalizada.
- Clustering de excedencias. Selección de umbral.

9. Viernes 10 de octubre — *Laboratorio 2: HLE y POT*

- Implementación de modelos POT. Estimación del orden de eventos.

10. Viernes 17 de octubre — Procesos espaciales extremos (POM)

- Modelos de propagación sobre superficies.
- Aplicación a datos de deshielo polar.

11. Viernes 24 de octubre — Grandes desviaciones

- Introducción a la teoría.
- Cotas de Bahadur-Rao y aplicaciones.

12. Viernes 31 de octubre — Procesos de parámetro continuo

- Regularización. Fórmula de Rice.
- Estimación del supremo de un proceso.

13. Viernes 7 de noviembre — *Laboratorio 3: Procesos continuos y POM*

- Visualización, simulación y estimación del supremo.

14. Viernes 14 de noviembre — Estudio de casos reales

- Proyectos propuestos por participantes.
- Análisis y aplicación integral.

15. Viernes 21 de noviembre — Repaso general y cierre del curso

- Integración de contenidos y discusión final.

RESUMEN DEL CURSO

En una amplia variedad de problemas, las estadísticas basadas en medias resultan insuficientes frente a la necesidad de analizar los valores extremos —máximos o mínimos registrados en determinados lapsos de tiempo. En disciplinas como la ingeniería, las finanzas, el medio ambiente o la salud pública, datos como la ola más alta, la mayor pérdida, la temperatura extrema, el viento más intenso o el tráfico máximo constituyen información clave. En estos contextos, los métodos estadísticos diseñados específicamente para el estudio de extremos se vuelven herramientas fundamentales para una amplia gama de aplicaciones. Este curso de maestría está orientado a estudiantes con un manejo solvente de técnicas estadísticas básicas. Tiene como objetivo introducir y desarrollar herramientas estadísticas para el análisis de eventos extremos, con énfasis en aplicaciones reales en ciencias ambientales, ingeniería y procesos estocásticos. Se cubrirán tanto fundamentos teóricos como métodos computacionales, con implementación práctica en el lenguaje de programación R. A lo largo del curso se presentan los principales modelos clásicos y modernos, su justificación teórica y su aplicación a datos reales mediante análisis exploratorio, ajuste de modelos y validación. El curso combina clases teóricas con instancias prácticas, fomentando el trabajo aplicado sobre ejemplos reales de interés para los participantes.

OBJETIVOS

Introducir al estudiante a técnicas clásicas para el análisis estadístico de eventos extremos, temática de creciente relevancia en diversos campos de aplicación, así como a técnicas más novedosas y que habilitan al mejor análisis de datos reales sobre eventos extremos, presentando tanto las bases teóricas como la implementación sobre software R.

CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS

- Buena formación básica en Probabilidad y Estadística
- Familiaridad con el software R

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA, MODALIDAD Y CRÉDITOS

- Metodología de enseñanza: Teórico-Práctica
- Modalidad: Estudiantes de posgrado y educación permanente
- Total créditos: 7

FORMA DE EVALUACIÓN

Realización de trabajo individual en software R sobre datos reales: presentación de informe y defensa oral.

TEMARIO

1. Datos extremos: ejemplos, relevancia, dificultades particulares.
2. Teorema de Fisher-Tippett-Gnedenko para datos i.i.d. Distribución extremal generalizada. Estimación del índice característico. Independientes no equidistribuidos.
3. Caracterización de los dominios de atracción de Weibull, Fréchet y Gumbel. Una primera aplicación al estudio de vientos extremos. Análisis del caso de datos reales.
4. Extensiones del teorema de Fisher-Tippett-Gnedenko al contexto de procesos estocásticos discretos, débilmente dependientes y no estacionarios. Ajustes con parámetros variables.
5. Procesos de Poisson compuestos. El método de cruces de niveles altos (*high level exceedances*). Las leyes de los "small numbers". Resultados para procesos discretos débilmente dependientes y no estacionarios. Aplicación a datos de contaminación atmosférica.
6. Picos sobre umbrales (POT, por sus siglas en inglés). Distribuciones de Pareto. Agrupamiento de extremos (*clustering*). Selección de umbral óptimo.
7. Extensión a datos de propagación sobre superficies (POM, por sus siglas en inglés). Aplicación a datos de deshielo de círculos polares.
8. Introducción a las grandes desviaciones. Cotas de Bahadur-Rao. Aplicaciones.
9. Procesos de parámetro continuo. Regularización por filtrado. Introducción a los métodos basados en la fórmula de Rice para el estudio del supremo. Aplicaciones.
10. Estudio de casos propuestos por los participantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Embrechts, P.; Klüppelberg, C.; Mikosch, T. (1997). *Modelling Extremal Events for Insurance and Finance*. Springer. ISBN 978-3-642-33483-2.
2. Durañona, V. (2015). *Extreme wind climate of Uruguay*. Tesis doctoral. IMFIA, FING.
3. Bellanger, L.; Perera, G. (2003). Compound Poisson limit theorems for high-level exceedances of some non-stationary processes. *Bernoulli*, Vol. 9, No. 3, pp. 497–515.
4. Jiménez, E.; Cabañas, B.; Lefebvre, G. (Eds.) (2015). *Environment, Energy and Climate Change I: Environmental Chemistry of Pollutants and Waste*. Springer. ISBN 978-3-319-12906-8.
5. Moore, M. (Ed.) (2001). *Spatial Statistics: Methodological Aspects and Applications*. Springer. ISBN 978-1-4613-0147-9.
6. Crisci, C.; Perera, G. (2022). Asymptotic Extremal Distribution for Non-Stationary, Strongly-Dependent Data. *Advances in Pure Mathematics*, 12, 479–489.
7. Far, S.S.; Wahab, A.K.A. (2016). Evaluation of Peaks-Over-Threshold Method. *Ocean Sci. Discussions*, 47, 1–25.
8. Perera, G.; Segura, A.M. (2022). Peaks over Manifold (POM): A Novel Technique to Analyze Extreme Events over Surfaces. *Advances in Pure Mathematics*, 12, 48–62. <https://doi.org/10.4236/apm.2022.121004>

DETALLE DE HORAS

- **Horas de clase (teórico):** 22
- **Horas de clase (práctico):** 6
- **Horas de clase (laboratorio):** 0
- **Horas de consulta:** 16
- **Horas de evaluación:** 8
- **Subtotal de horas presenciales:** 52
- **Horas de estudio:** 22
- **Horas de resolución de ejercicios/prácticos:** 15
- **Horas proyecto final/monografía:** 24
- **Total de horas de dedicación del estudiante:** 113

Estadística para Eventos Extremos

DOCENTES

- **Profesor de la asignatura:** Dr. Ángel Segura, Grado 4, Departamento MEDIA.
- **Docentes de Fing:**
 - Dr. Juan Kalemkerian, Grado 3, Facultad de Ingeniería.
- **Otras Docentes:**
 - Dra. Carolina Crisci, Grado 3, Departamento MEDIA, CURE.
 - Mg. Laura Montaldo, Departamento MEDIA, CURE.

DATOS DEL CURSO

- **Fecha de inicio y finalización:** 15 de agosto de 2025 – 21 de noviembre de 2025.
- **Horario y salón:** Viernes de 13 a 16 h, sala polifuncional del CURE (sede Rocha), con transmisión por Zoom y publicación de materiales del curso (teóricos, prácticos y videos de clases).
- **Arancel:** No.
- **Arancel para estudiantes inscriptos en modalidad posgrado:** No.
- **Arancel para estudiantes inscriptos en modalidad educación permanente:** (falta completar).