UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Matemáticas

CÓDIGO DEL TFG: 270-081-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Teoría de valores extremos y cuantificación del riesgo

Descripción general (resumen y metodología):

La siguiente propuesta se orienta al estudio de situaciones de peligro asociadas a fenómenos inciertos modelados mediante variables aleatorias, integrando herramientas procedentes de la teoría de medidas de riesgo y de la teoría de valores extremos. En numerosos contextos científicos, económicos, tecnológicos o ambientales, la toma de decisiones requiere no solo describir el comportamiento habitual de un fenómeno, sino también comprender y cuantificar la ocurrencia de eventos poco frecuentes que pueden tener consecuencias significativas.

En este marco, la teoría de valores extremos proporciona un conjunto de resultados y métodos destinados al análisis de observaciones excepcionalmente altas o bajas, superaciones de umbrales críticos y colas de distribuciones de probabilidad. Estas herramientas permiten estudiar de manera rigurosa la aparición de eventos raros y caracterizar la severidad potencial de situaciones alejadas del comportamiento medio. Por su parte, la teoría de medidas de riesgo ofrece criterios matemáticos para resumir y cuantificar el nivel de exposición asociado a una variable aleatoria, mediante medidas como el Value-at-Risk, el Expected Shortfall o el Conditional Value-at-Risk.

La propuesta plantea una aproximación conjunta a ambos enfoques, con el objetivo de analizar cómo las medidas de riesgo pueden apoyarse en la teoría de valores extremos para describir de forma más adecuada fenómenos en los que las colas de la distribución desempeñan un papel esencial. Esta conexión resulta especialmente relevante cuando el interés se centra en probabilidades pequeñas, pérdidas elevadas, superaciones de niveles críticos o escenarios de impacto extremo.

Desde una perspectiva aplicada, podrán considerarse ejemplos procedentes de distintos ámbitos en los que la cuantificación del riesgo extremo resulta relevante, tales como pérdidas económicas, fallos técnicos, fenómenos climáticos, concentraciones anómalas, cargas máximas, tiempos de espera extremos o cualquier otra magnitud aleatoria cuya variabilidad pueda dar lugar a situaciones de peligro. Este enfoque permitirá ilustrar cómo los conceptos matemáticos estudiados pueden emplearse para interpretar datos, estimar niveles de riesgo y apoyar la toma de decisiones bajo incertidumbre.

Asimismo, podrá incorporarse una componente computacional basada en datos reales o simulados, con el propósito de implementar algunas de las metodologías consideradas, analizar su comportamiento e interpretar los resultados obtenidos desde una perspectiva matemática y aplicada.

En conjunto, esta propuesta pretende ofrecer una visión rigurosa y flexible del análisis del riesgo extremo, articulando la teoría de valores extremos y la teoría de medidas de riesgo en un marco común para el estudio de fenómenos aleatorios potencialmente peligrosos.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

1. Identificar y comprender los fundamentos conceptuales y matemáticos de la teoría de valores extremos, con especial atención a la modelización de colas de distribución, la caracterización de eventos raros y el análisis de superaciones de umbrales críticos.

2. Analizar de manera rigurosa la conexión entre los modelos de cola proporcionados por la teoría de valores extremos y las medidas de riesgo basadas en cuantiles, estudiando cómo dicha relación permite cuantificar la exposición asociada a fenómenos aleatorios de baja probabilidad y alto impacto.
3. Desarrollar un estudio aplicado, basado en datos reales o simulados, que permita estimar el comportamiento extremo de una variable aleatoria y evaluar medidas de riesgo como el Value-at-Risk o el Expected Shortfall, interpretando los resultados desde una perspectiva matemática y aplicada.

Bibliografía básica:

1. Coles, S. (2001). An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Springer.
2. de Haan, L., & Ferreira, A. (2006). Extreme Value Theory: An Introduction. Springer.
3. Beirlant, J., Goegebeur, Y., Segers, J., & Teugels, J. (2004). Statistics of Extremes: Theory and Applications. Wiley.
4. Resnick, S. I. (2007). Heavy-Tail Phenomena: Probabilistic and Statistical Modeling. Springer.
5. Embrechts, P., Klüppelberg, C., & Mikosch, T. (1997). Modelling Extremal Events for Insurance and Finance. Springer.
6. Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.-M., & Heath, D. (1999). Coherent measures of risk. Mathematical Finance, 9(3), 203–228.
7. Acerbi, C., & Tasche, D. (2002). Expected Shortfall: A natural coherent alternative to Value at Risk. Economic Notes, 31(2), 379–388.
8. Rockafellar, R. T., & Uryasev, S. (2000). Optimization of Conditional Value-at-Risk. The Journal of Risk, 2(3), 21–41.
9. McNeil, A. J., Frey, R., & Embrechts, P. (2015). Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools (Revised ed.). Princeton University Press.
10. Föllmer, H., & Schied, A. (2016). Stochastic Finance: An Introduction in Discrete Time (4th rev. and extended ed.). De Gruyter.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

1. Para el adecuado desarrollo de la propuesta, se recomienda que el estudiante haya cursado previamente asignaturas relacionadas con Probabilidad, Inferencia Estadística y Estadística Computacional, ya que proporcionan la base conceptual y metodológica necesaria para abordar el estudio de variables aleatorias, distribuciones de probabilidad, estimación de parámetros y análisis de datos. Estos conocimientos resultarán especialmente útiles para comprender la modelización de colas, el tratamiento de eventos raros y la estimación de medidas de riesgo basadas en cuantiles.
2. Asimismo, será conveniente que el estudiante posea familiaridad con conceptos básicos de cálculo de probabilidades, funciones de distribución, cuantiles, convergencia en distribución y estimación estadística. También se valorará positivamente una disposición favorable para profundizar en aspectos específicos de la teoría de valores extremos y de la teoría de medidas de riesgo, especialmente en lo relativo al Value-at-Risk, el Expected Shortfall y otras medidas orientadas a la cuantificación de pérdidas o impactos severos.
3. Dado que la propuesta podrá incorporar una componente aplicada, se recomienda contar con conocimientos básicos de programación estadística, preferiblemente en R o Python, con el fin de facilitar la simulación, el ajuste de modelos de cola, el cálculo de medidas de riesgo y la representación gráfica de los resultados obtenidos.
4. Asimismo, resulta conveniente que el estudiante disponga de conocimientos básicos de LaTeX para la redacción académica del trabajo, así como autonomía para buscar, seleccionar y valorar bibliografía científica relevante. Será imprescindible, además, contar con

competencia suficiente para leer y comprender textos científicos en inglés, dado que una parte significativa de la literatura especializada se encuentra publicada en dicha lengua.

5. Por último, el estudiante deberá mostrar capacidad para integrar información procedente de distintas fuentes, relacionar los fundamentos matemáticos con su interpretación aplicada y construir un discurso propio, analítico, coherente y rigurosamente fundamentado.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JOSÉ LUIS ROMERO BÉJAR

Ámbito de conocimiento/Departamento: ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Correo electrónico: jlrbejar@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: JUAN DAVID SANCHEZ MARTINEZ

Correo electrónico: yomali777@correo.ugr.es