UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Doble Grado en Física y Matemáticas

CÓDIGO DEL TFG: 295-022-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Determinación de las fuentes de emisión de partículas de aerosol atmosférico y su impacto en las propiedades de activación como núcleos glaciógenos

Descripción general (resumen y metodología):

Breve descripción del trabajo:

Los aerosoles atmosféricos desempeñan un papel fundamental en el sistema climático terrestre, afectando tanto al balance radiativo como a la formación y evolución de nubes. Sus propiedades físico-químicas dependen en gran medida de las fuentes emisoras y de los procesos atmosféricos que experimentan durante su transporte. En particular, la distribución de tamaño del aerosol constituye una de las variables más relevantes para identificar diferentes tipos de partículas y evaluar su impacto sobre procesos de activación de nubes (Rejano et al., 2023).

En los últimos años, las técnicas de aprendizaje automático (Machine Learning, ML) han demostrado un gran potencial para el análisis y clasificación de grandes volúmenes de datos atmosféricos complejos. En este contexto, este Trabajo Fin de Grado propone desarrollar metodologías basadas en ML para clasificar distintos tipos de aerosol utilizando medidas de distribución de tamaño obtenidas mediante instrumentación in situ.

Una vez identificadas las diferentes tipologías de aerosol, se analizará cómo varían sus propiedades de activación, especialmente su capacidad para actuar como núcleos de hielo (Ice Nucleating Particles, INP), en función de la fuente emisora predominante. Este estudio permitirá profundizar en la relación entre las características microfísicas del aerosol y su influencia en los procesos de formación de nubes, contribuyendo a una mejor comprensión de las interacciones aerosol-nube-clima.

Desde el punto de vista matemático, se introducirá formalmente el problema de clasificación planteado, y se presentará la formulación matemática de las técnicas de ML a utilizar.

Metodología:

Para alcanzar los objetivos propuestos, el estudiante:

- Formulará matemáticamente el problema de clasificación objeto de estudio, así como las principales técnicas de ML que permiten abordar este problema.
- Buscará la técnica más idónea para clasificar la distribución de tamaño del aerosol atmosférico.
- Aplicará la técnica de ML seleccionada y determinará las fuentes de aerosol en la atmósfera tanto de Granada como de Sierra Nevada.
- Estudiará la variabilidad en la concentración de INPs y sus propiedades de activación según el tipo de aerosol predominante.
- Propondrá posibles mejoras en la clasificación de tipos de aerosol basadas en ML.

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

Objetivos planteados:

El Objetivo general de este TFG es clasificar, utilizando medidas de la distribución de tamaño de aerosol, las principales fuentes y procesos que afectan al aerosol atmosférico y estudiar cómo cambian las propiedades de activación como INP en cada caso. Para ello, se hará uso de una base de datos que combina medidas de distribución de tamaño de aerosol y espectros de activación de núcleos de congelación (INP). Las medidas se han llevado a cabo en un entorno de alta montaña (Observatorio Mojón del Trigo en Sierra Nevada) y un entorno urbano (IISTA en Granada), utilizando

la metodología presentada en Bazo et al. (2026). Se plantean los siguientes objetivos específicos:

1) Familiarizarse con las propiedades del aerosol atmosférico, en concreto, con la distribución de tamaño y entender cómo cambia en función de su posible fuente de emisión a la atmósfera.
2) Formular matemáticamente el problema de clasificación planteado, así como las principales técnicas de ML que permiten abordar este problema.
3) Aplicar técnicas de ML para clasificar las distribuciones de tamaño según el origen del aerosol y los procesos de transformación en la atmósfera.
4) Estudiar la variación en las propiedades de activación como INP.

Bibliografía básica:

Bazo et al., Atmos. Meas. Tech., 19, 2695–2713, 2026, https://doi.org/10.5194/amt-19-2695-2026
Rejano et al., Science of the Total Environment, 858, 159657, 2023, http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159657
Murphy, K. Probabilistic machine learning: an introduction. MIT press, 2022.
Hastie, T., Tibshirani, R.,, Friedman, J. (2001). The Elements of Statistical Learning. New York, NY, USA: Springer New York Inc.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: GLORIA TITOS VELA

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: gtitos@ugr.es

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

Nombre y apellidos: PABLO MORALES ÁLVAREZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Correo electrónico: pablomorales@ugr.es

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: MIGUEL CARRILLO GARCIA

Correo electrónico: miguelcar26@correo.ugr.es