



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Estudio de las propiedades de las nubes a partir de observaciones con sensores satelitales

**Descripción general** (resumen y metodología):

Se conoce como nube a una masa de vapor de agua condensada - bien en forma de agua líquida ó de hielo - suspendida en la atmósfera. Al formarse por la condensación de vapor de agua en la atmósfera, las nubes son fundamentales para comprender el ciclo hidrológico en nuestro planeta. Las nubes están formadas por pequeñas partículas de agua conocidas como gotas de nube, las cuáles se forman a partir de partículas pre-existentes, típicamente conocidas como partículas del aerosol atmosférico. El tamaño de esas gotas puede variar en función del número de partículas de aerosol pre-existentes así como de las condiciones termodinámicas y de la cantidad de vapor de agua. Bajo ciertas condiciones, dichas gotas pueden llegar a formar núcleos de hielo. Por lo tanto, las nubes pueden presentarse en formas muy diversas lo que hace que su estudio sea complejo. Debido a que las nubes también pueden reflejan radiación, también juegan un papel fundamental sobre el balance de energía tierra-atmósfera, y por lo tanto son un factor clave para conocer y estudiar el clima sobre nuestro planeta.

Las medidas mediante sensores de teledetección pasiva a bordo de plataformas satelitales permiten obtener cobertura global de las distintas variables atmosféricas a estudiar. Entre estos sensores, destaca el espectroradiómetro Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS - <https://modis.gsfc.nasa.gov/>) a bordo de los satélites TERRA y AQUA, y que incluye un conjunto de canales en el visible e infrarrojo a partir de los cuales se pueden obtener las propiedades de las nubes. En este sentido, NASA ha llevado a cabo un desarrollo exhaustivo de algoritmos para la obtención de las propiedades de las nubes. La resolución espacial a la cuál se pueden obtener propiedades de las nubes son de 1 x 1 km<sup>2</sup> y de 5 x 5 km<sup>2</sup>, dependiendo del producto en cuestión. En particular, el fundamento físico para la obtención de las propiedades de las nubes a partir de la radiación reflejada por la mismas y recogida por el sensor se basa en el cociente entre canales absorbentes y no-absorbentes de dicha radiación, los cuales están disponibles en el sensor MODIS. Esta técnica es especialmente útil sobre superficies oscuras como los océanos, pues evita problemas añadidos de reflexiones desde superficies más brillantes. Futuros desarrollos con polarímetros tenderán a resolver estas limitaciones.

En la Península Ibérica, y particularmente en la zona sudeste donde se encuentra la ciudad de Granada, nos encontramos con distintos tipos de nubes. Por un lado las nubes tipo cirrus que son nubes altas formadas principalmente por partículas de hielo, y por otro lado nubes de tipo cúmulo de alturas intermedias que pueden llevar asociada precipitación. En una situación cambiante donde las intrusiones de masas de aire norteafricanas son cada vez más frecuentes, es importante ver como se ven afectadas la frecuencia y tipo de las nubes.

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

**Objetivos planteados:**

El principal objetivo de este trabajo es el estudio de las nubes a partir de medidas de teledetección pasiva desde el espacio. Principalmente, se estudiará la capacidad de dichas medidas para detectar el tope de la nube que permita distinguir zonas nubosas de despejadas, y también la explotación de dichas medidas para obtención de las propiedades ópticas de las nubes. Con este

fin, se realizará:

- Revisión bibliográfica sobre las propiedades y distintos tipos de nubes
- Familiarización con los distintos sensores a bordo de satélites capaces de proporcionar medidas de las propiedades de las nubes
- Conocer los algoritmos que proporcionan información sobre las propiedades de las nubes.
- Comprender las distintas resoluciones temporales de los productos de nubes.
- Detección del tope de una nube para discernir entre cielos nubosos y despejados.
- Obtención y análisis de las propiedades ópticas de las nubes: Espesor óptico, contenido de agua líquida, contenido de hielo y radio efectivo
- Estudio de las propiedades de las nubes sobre la Península Ibérica bajo distintas condiciones atmosféricas.

**Bibliografía básica:**

Platnick, S., S. A. Ackerman, M. D. King, K. Meyer, W. P. Menzel, R. E. Holz, B. A. Baum, and P. Yang, 2015: MODIS atmosphere L2 cloud product (06\_L2), NASA MODIS Adaptive Processing System, Goddard Space Flight Center

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

- Nivel avanzado de programación y manejo de datos
- Nivel B1 de inglés

**Plazas:** 1

**2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** DANIEL PÉREZ RAMÍREZ

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA APLICADA

**Correo electrónico:** dperez@ugr.es

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

**Nombre y apellidos:** FRANCISCO JESUS NAVAS GUZMÁN

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** FÍSICA APLICADA

**Correo electrónico:** fguzman@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:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**