

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión  
Académica: 18/07/2022**Meteorología Física Avanzada  
(M40/56/1/12)****Máster**

Máster Universitario en Geofísica y Meteorología

**MÓDULO**

Módulo de Meteorología

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE  
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

5

**Tipo**

Optativa

**Tipo de  
enseñanza**

Presencial

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

- Comprensión de textos en inglés científico.
- Conocimientos fundamentales de Fluidos, Termodinámica, Óptica y Electromagnetismo.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)**

- Atmósfera terrestre.
- Balance de radiación.
- Efecto invernadero.
- Saturación del aire.
- Condensación del vapor de agua.
- Estabilidad atmosférica.
- Aerosoles atmosféricos.
- Nubes.

**COMPETENCIAS****COMPETENCIAS BÁSICAS**

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Realizar experimentos de forma independiente y describir, analizar y evaluar críticamente los datos obtenidos.
- CG02 - Identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja, y a partir de ellos construir un modelo simplificado y realizar estimaciones sobre su evolución futura.
- CG03 - Idear la forma de comprobar la validez de un modelo e introducir las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones del modelo y las observaciones.
- CG06 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, de redactar planes, proyectos de trabajo o artículos científicos o de formular hipótesis razonables.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE08 - Identificar y caracterizar las propiedades de los diferentes subsistemas meteorológicos y climáticos.
- CE09 - Conocer y valorar las aportaciones de los diferentes métodos meteorológicos y climáticos al conocimiento de la Atmósfera.
- CE10 - Analizar los distintos procesos meteorológicos o climáticos y sus diferentes escalas espacio-temporales, junto con las teorías y leyes que los rigen y los modelos que tratan de explicar o predecir las observaciones.
- CE11 - Comprender los procesos medioambientales actuales y los posibles riesgos asociados con los procesos meteorológicos y aplicar los métodos y técnicas para su estudio y evaluación.
- CE12 - Conocer técnicas exploratorias de recursos energéticos como la energía solar o la eólica.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Mostrar interés por la calidad y la excelencia en la realización de diferentes tareas.
- CT03 - Tener un compromiso ético y social en la aplicación de los conocimientos adquiridos.



- CT04 - Ser capaz de trabajar en equipos interdisciplinarios para alcanzar objetivos comunes desde campos expertos diferenciados.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- El alumno sabrá/comprenderá:
  - La composición de la atmósfera y su estructura.
  - Los procesos de absorción, emisión y dispersión.
  - Las leyes del transporte radiativo.
  - La radiación solar y la radiación térmica.
  - El balance de radiación.
  - El efecto invernadero.
  - Las características del aire seco y su ecuación de estado.
  - Los diagramas termodinámicos y su uso en Meteorología.
  - El proceso de expansión adiabática para el aire.
  - Los índices de humedad.
  - Los métodos de medida de la humedad.
  - El aire húmedo y su ecuación de estado.
  - El concepto de temperatura virtual, su utilidad y cálculo.
  - Los diferentes mecanismos de saturación en la atmósfera.
  - El concepto de temperatura del punto de rocío, su utilidad y cálculo.
  - El concepto de temperatura del termómetro húmedo, su utilidad y cálculo.
  - El concepto de temperatura equivalente, su utilidad y cálculo.
  - El proceso de expansión adiabática del aire saturado.
  - El proceso de evolución pseudoadiabática.
  - Los procesos de mezcla en la atmósfera.
  - El equilibrio estático y el balance hidrostático.
  - La estabilidad e inestabilidad vertical.
  - El análisis de la estabilidad aplicando los criterios finitos de estabilidad.
  - La inestabilidad potencial.
  - La inestabilidad latente, distinguiendo entre efectiva y falsa.
  - La inestabilidad convectiva y la determinación del nivel de condensación por convección.
  - Los aerosoles atmosféricos y su clasificación según tamaño y origen.
  - La microfísica de nubes cálidas.
  - Los procesos de crecimiento de gotas.
  - Los núcleos de condensación.
  - La microfísica de nubes frías.
  - Los núcleos de hielo.
  - Los procesos de crecimiento de cristales de hielo.
  - Las nubes y nieblas, su clasificación y los mecanismos de formación.
  - Las diferentes formas de precipitación.
  - Los procesos de modificación artificial de las nubes.
  - El papel de los aerosoles y las nubes en el clima.
  - El campo eléctrico de la Tierra y los efectos eléctricos atmosféricos.
  - Los fenómenos ópticos: arco iris, halo, corona, espejismo, irisaciones.
  - La propagación del sonido en la atmósfera.
- Tras cursar esta materia los estudiantes han de ser capaces de:
  - Calcular los parámetros orbitales de la tierra y del sol.
  - Calcular los valores de insolación en la superficie de la tierra para un instante o periodo de tiempo dado.
  - Realizar cálculos de transferencia radiativa en la atmósfera terrestre.



- Representar un sondeo aerológico real en el diagrama oblicuo.
- Caracterizar el estado del aire en un nivel determinado.
- Estudiar la estabilidad vertical del aire mediante el uso del diagrama oblicuo.
- Realizar cálculos sobre la formación y el crecimiento de gotas y cristales de hielo.
- Calcular parámetros temporales y espaciales en procesos de lluvia y nieve.
- Elaborar informes de las actividades prácticas desarrolladas.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- Tema 1. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA ATMÓSFERA TERRESTRE.
  - Atmósfera: composición atmosférica. Distribución de la masa atmosférica y de los constituyentes gaseosos. Partículas cargadas. Distribución de temperatura. Observaciones meteorológicas.
- Tema 2.- RADIACIÓN ATMOSFÉRICA. BALANCE DE RADIACIÓN.
  - Procesos de absorción, emisión y dispersión. Transporte radiativo. Radiación solar. Radiación térmica. Balance de radiación. Efecto invernadero.
- Tema 3.- AIRE SECO. AIRE HÚMEDO.
  - Aire seco. Ecuación de estado. Diagramas termodinámicos. Expansión adiabática. Índices de humedad. Medida de la humedad. Aire húmedo. Ecuación de estado. Temperatura virtual.
- Tema 4.- SATURACIÓN Y CONDENSACIÓN DEL AIRE HÚMEDO.
  - Mecanismos de saturación. Temperatura del punto de rocío. Temperatura del termómetro húmedo. Temperatura equivalente. Expansión adiabática del aire saturado. Evolución pseudoadiabática. Procesos de mezcla.
- Tema 5.- EQUILIBRIO VERTICAL EN LA ATMÓSFERA. ESTABILIDAD
  - Equilibrio estático y balance hidrostático. Estabilidad e inestabilidad vertical. Análisis de la estabilidad. Criterios finitos de estabilidad. Inestabilidad potencial. Inestabilidad latente. Inestabilidad convectiva. Nivel de condensación por convección.
- Tema 6.- AEROSOLAS ATMOSFÉRICOS Y MICROFÍSICA DE NUBES
  - Aerosoles atmosféricos: clasificación según tamaño y origen. Microfísica de nubes cálidas. Procesos de crecimiento de gotas. Núcleos de condensación. Microfísica de nubes frías. Núcleos de hielo. Crecimiento de cristales de hielo.
- Tema 7.- NIEBLAS, NUBES Y PRECIPITACIÓN
  - Nubes. Nieblas. Clasificación. Mecanismos de formación. Formas de precipitación. Modificación artificial de las nubes y la precipitación. Papel de los aerosoles y las nubes en el clima.

### PRÁCTICO

- Práctica 1.- Cálculo de parámetros orbitales y de valores de insolación.
- Práctica 2.- Cálculos de transferencia radiativa en la atmósfera terrestre.
- Práctica 3.- Representación de un sondeo aerológico real en el diagrama oblicuo. Caracterización del estado del aire en un nivel determinado.
- Práctica 4.- Estudio de la estabilidad vertical del aire mediante el uso del diagrama oblicuo.
- Práctica 5.- Cálculos de formación y crecimiento de gotas y cristales de hielo.
- Práctica 6.- Cálculos de parámetros temporales y espaciales en procesos de lluvia y nieve.



## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Haltiner, G.J. and Martin, F.L., Meteorología Dinámica y Física, I. N. Meteorología, Madrid, 1990.
- Holton, J.R., An introduction to dynamical meteorology. Academic Press Inc., 4ª edición, U.S.A., 2004.
- Retallack, B.J., Compendio de Meteorología, Vol.I, Parte 2 – Meteorología Física, Organización Meteorológica Mundial, N° 364, Suiza, 1974.
- Wallace, J.M. and Hobbs, P.V., Atmospheric Science. An Introductory Survey, 2ª edición, Academic Press, Canadá, 2006.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Ahrens, C.D., Meteorology Today: an introduction to weather, climate and the environment, Ninth Edition, Brooks/Cole, Belmont, CA, USA, 2009.
- Barry, R.G. and Chorley, R.J., Atmósfera, tiempo y clima. Omega S.A., Barcelona, 1999.
- Hobbs, P.V. and Deepak, A., Clouds, their formation, optical properties and effects. Academic Press, New York, 1981.
- Houghton, J.T., The Physics of Atmospheres, 3ª edición, Cambridge University Press, 2002.
- Iribarne, J.V. and Godson, W.L., Termodinámica de la atmósfera, 1996, INM, 1996.
- Lutgens, F.K. and Tarbuck, E.J., The atmosphere, 12th Edition, Pearson, Boston, USA, 2013.
- Mason, B.J. The physics of clouds. 2ª edición. Oxford University Press, Oxford, 1971.
- McIntosh, D.H. and Thom, A.S., Meteorología básica, Alhambra, Madrid, 1983.
- Petty, G.W., A first course in Atmospheric Thermodynamics, Sundog Publishing, Madison, 2009.
- Rogers, R.R. Física de las nubes. Reverté, Barcelona, 1977.
- Salby, M., Fundamentals of Atmospheric Physics, Academic Press, San Diego, 1996.

## ENLACES RECOMENDADOS

- <http://www.ecn.ac.uk/>
- <http://www.ecmwf.int/>
- <http://sites.uea.ac.uk/cru>
- <http://ingrid.ldeo.columbia.edu/>
- <http://www.aemet.es/es/portada>
- <http://www.ametsoc.org/>
- <http://www.ipcc.ch>
- <http://www.ncdc.noaa.gov/>
- <http://www.globalchange.gov/>
- <http://www.rmets.org/>
- <https://www.meted.ucar.edu/index.php>
- <http://edgcm.columbia.edu/>

## METODOLOGÍA DOCENTE



- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Sesiones de discusión y debate
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD06 Ejercicios de simulación
- MD09 Realización de trabajos individuales

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

- Valoración de entregas de prácticas y problemas propuestos por el profesor (50%).
- Prueba escrita con preguntas teóricas y problemas, que se realizará en la fecha que fije la Comisión Académica, en la que el alumno deberá obtener una calificación mínima de 5 puntos (50%).

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- Examen final único teórico-práctico con preguntas sobre todos los temas impartidos en clase (100%).

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- Examen de contenido teórico-práctico con preguntas sobre todos los temas impartidos en clase (100%).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

- Acciones de coordinación: a principio de curso, se llevarán a cabo reuniones de coordinación según establece el Sistema de la Garantía de la Calidad.
- Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.

