

Curso

2014-2015

Guía Docente del Master Universitario en Meteorología y Geofísica



Facultad de Ciencias Físicas.
Universidad Complutense de Madrid

Tabla de contenido

1.	Información y Estructura del Plan de Estudios.....	2
1.1.	Objetivos del Máster	2
1.2.	Acceso y admisión de estudiantes.....	2
1.3.	Transferencia y Reconocimiento de créditos	3
1.4.	Estructura general	4
1.5.	Asignaturas del Plan de Estudios distribuidas por semestres	9
2.	Cuadros Horarios, Aulas y Profesorado	10
3.	Fichas de las Asignaturas	14
	Meteorología Física	15
	Dinámica Atmosférica	19
	Física del Clima	23
	Campo de Gravedad de la Tierra	27
	Campo Magnético de la Tierra	31
	Propagación de Ondas Sísmicas	35
	Micrometeorología	39
	Oceanografía Física	43
	Dinámica del Interior de la Tierra	48
	Física Planetaria	52
	Modelización Numérica	56
	Técnicas Aplicadas a la Meteorología	60
	Variabilidad Climática	63
	Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas	67
	Sismología Avanzada	71
	Geofísica Aplicada	76
	Trabajo Fin de Máster (TFM)	80
	Prácticas en Empresa (PE)	83
4.	Adaptación de los estudios del Máster en Geofísica y Meteorología al Máster en Meteorología y Geofísica.....	85
5.	Calendario Académico	87

Fecha de actualización: 15/07/2014

Web: <https://www.ucm.es/mastermeteorologiaygeofisica>

1. Información y Estructura del Plan de Estudios

1.1. Objetivos del Máster

El objetivo fundamental del máster es la especialización del alumno en el ámbito de la Meteorología y la Geofísica, formándolos en el estudio de la Tierra desde el punto de vista físico. Los cursos ofrecidos comprenden tanto temas básicos como cursos más avanzados en Meteorología y Geofísica.

Presenta tres posibilidades de especialización, basadas por un lado en las tradicionales especialidades en Física de la Atmósfera y Física de la Tierra, y por otro lado una tercera opción (general o sin especialidad), mas transversal que abarque distintas materias de Meteorología y Geofísica y por lo tanto constituyen una vía más multidisciplinar dentro del área de conocimiento de Física de la Tierra.

El carácter del máster es académico e investigador, pero además de formar futuros investigadores o profesionales que encuadren sus carreras en centros de investigación o en la Universidad, hay que subrayar que tanto las empresas como instituciones del ámbito de la Meteorología y la Geofísica podrán encontrar en estos titulados a personal especializado en dichos campos, especialmente para sus departamentos de I+D+i.

El Máster en Meteorología y Geofísica garantiza además la formación de aquellos alumnos que quieran realizar estudios de doctorado en el Campo de Meteorología o la Geofísica, como por ejemplo en el programa de doctorado en Física de la UCM.

1.2. Acceso y admisión de estudiantes

El perfil de ingreso recomendado sería el de graduado o licenciado en Física o títulos de Ingeniería, además de otras titulaciones de ámbito científico siempre que el alumno tenga una base físico-matemática adecuada. En este caso, la Comisión Coordinadora del Máster valorará si dicha titulación es adecuada para la realización del Máster en Meteorología y Geofísica dependiendo del perfil académico del alumno. En cualquier caso la Comisión Coordinadora del Máster valorará individualmente con cada alumno, la posibilidad de que cursen complementos de formación en el ámbito de la Meteorología y/o la Geofísica, caso de que no tengan conocimientos básicos en este campo. Los alumnos cursarán dichas asignaturas en las mismas condiciones que los alumnos de Grado, por lo que los contenidos, actividades formativas, sistemas de evaluación, etc. de estos complementos formativos serán los mismos que los de las correspondientes asignaturas de Grado.

Asimismo, podrán acceder los titulados universitarios conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles y que faculten, en el país expedidor del título, para el acceso a enseñanzas de postgrado. El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos distintos que el de cursar las enseñanzas de Máster.

La comisión Cordinadora del Máster llevará a cabo el proceso de admisión en el mismo y baremará a los candidatos utilizando los siguientes criterios de valoración:

- Expediente académico (25%)
- Formación adicional (exceptuando titulación de acceso) (15%).
- Curriculum vitae (25%).
- Adecuación del perfil del candidato a los objetivos del Máster (35%).

1.3. Transferencia y Reconocimiento de créditos

La Universidad Complutense de Madrid tiene publicado el Reglamento de Reconocimiento y Transferencia de créditos en Grados y Másteres en la página web <http://www.ucm.es/normativa>

El reconocimiento de créditos supone la aceptación por la UCM de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales de la UCM o de otra Universidad, o el proporcionar efectos académicos a actividades que, de acuerdo con la normativa de la UCM, dispongan de carácter formativo para el estudiante. Los créditos reconocidos computarán – en los porcentajes que dependiendo de su origen se establezcan - para la obtención de una titulación de carácter oficial.

El reconocimiento de créditos desde la titulación de origen del estudiante se realizará a la enseñanza oficial de Máster que se solicite, conforme a los siguientes criterios:

a). Podrán ser objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a asignaturas superadas entre enseñanzas oficiales de Máster, en función de la adecuación entre las competencias y conocimientos asociados a las asignaturas de origen y las previstas en el plan de estudios del título de Máster Universitario para el que se solicite el reconocimiento de créditos.

b). Se podrán reconocer créditos obtenidos en enseñanzas oficiales de Licenciatura, Ingeniería Superior o Arquitectura, enseñanzas todas ellas anteriores al R.D. 1393/2007, siempre y cuando procedan de asignaturas vinculadas al segundo ciclo de las mismas y atendiendo a la misma adecuación de competencias.

c). Se podrán reconocer créditos cursados en enseñanzas oficiales de Doctorado reguladas tanto por el R.D. 1393/2007 como por los anteriores R.D.

185/1985 R.D. 778/1998 y R.D. 56/2005, teniendo en cuenta la adecuación entre las competencias y conocimientos asociados a las asignaturas cursadas por el estudiante y los previstos en el Máster Universitario que se quiera cursar.

d). El número de créditos que sean objeto de reconocimiento a partir de experiencia profesional o laboral de análogo nivel y de enseñanzas universitarias no oficiales no podrá ser superior, en su conjunto, al 15 por ciento del total de créditos que constituyan el plan de estudios. El reconocimiento de estos créditos no incorporará calificación de los mismos por lo que no computarán a efectos de baremación del expediente.

e). El Trabajo Fin de Máster no podrá ser objeto de reconocimiento, al estar orientado a la evaluación de las competencias específicas asociadas al título de Máster correspondiente de la UCM.

El reconocimiento de créditos no podrá superar el 40% de los créditos correspondientes al título de Máster para el que se solicite el reconocimiento. En el proceso de reconocimiento quedarán reflejados, de forma explícita, el número y tipo de créditos ECTS que se le reconocen al estudiante, conforme a los contenidos y competencias que queden acreditados, y aquellas asignaturas que no deberán ser cursadas por el estudiante. En el expediente del estudiante las asignaturas figurarán como reconocidas, con la calificación correspondiente. Esta calificación será equivalente a la calificación de las asignaturas que han dado origen al reconocimiento. En caso necesario, se realizará la media ponderada cuando varias asignaturas de origen conlleven al reconocimiento de una única asignatura de destino. No serán susceptibles de reconocimiento los créditos de asignaturas previamente reconocidas o convalidadas.

La transferencia de créditos implica que en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas de Máster de la UCM, seguidas por cada estudiante, se incluirá la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la UCM u otra Universidad, cuando esos estudios no hayan conducido a la obtención de un título oficial. No se incluirán entre estos créditos los que hayan sido objeto de reconocimiento. La transferencia de créditos se realizará consignando el número de créditos y la calificación obtenida en las asignaturas superadas en otros estudios universitarios oficiales no finalizados. En ningún caso los créditos objeto de transferencia computarán a efectos de media del expediente académico.

1.4. Estructura general

El presente Plan de Estudios está estructurado en módulos (unidades organizativas que incluyen una o varias materias), materias (unidades disciplinares que incluyen una o varias asignaturas) y asignaturas. El alumno que desee cursar el Máster en Meteorología y Geofísica, de un año de duración y 60 ECTS de carga lectiva, se encontrará con un Máster estructurado en cinco módulos y seis materias temáticas. Los módulos se refieren al nivel y especialización de los estudios, mientras que las materias son unidades disciplinares que incluyen diferentes contenidos que se pueden organizar en una o varias asignaturas. La estructura general del Máster se resume en la Tabla I.

Estructura del Máster en Meteorología y Geofísica			
MÓDULOS	MATERIAS	ASIGNATURAS	
		1 ^{er} Semestre	2 ^o Semestre
MÓDULO BÁSICO	FUNDAMENTOS DE METEOROLOGÍA	- Meteorología Física - Física del Clima	- Dinámica Atmosférica
	FUNDAMENTOS DE GEOFÍSICA	- Campo de gravedad de la Tierra - Campo Magnético de la Tierra - Propagación de Ondas Sísmicas	
MÓDULO DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA	METEOROLOGÍA APLICADA	- Micrometeorología - Técnicas Aplicadas a la Meteorología	- Modelización Numérica
	CLIMA	- Oceanografía Física	- Variabilidad Climática
MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA	GEOFÍSICA AVANZADA	- Dinámica del Interior de la Tierra	- Sismología Avanzada - Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas
	APLICACIONES DE LA GEOFÍSICA	- Física Planetaria	- Geofísica Aplicada
MÓDULO PRÁCTICAS EN EMPRESA	PRÁCTICAS EN EMPRESA	- Prácticas en Empresa	- Prácticas en Empresa
MÓDULO TFM	TRABAJO FIN DE MÁSTER		- Trabajo Fin Master

Tabla I: Estructura del Máster en Meteorología y Geofísica

El Máster en ‘Meteorología y Geofísica’, que integra un perfil Académico e Investigador, ofrece la posibilidad de especializarse bien en Física de la Atmósfera o bien en Física de la Tierra, aunque existe también la posibilidad de adquirir un perfil más interdisciplinar en ambos campos a través de una especialidad General. Así mismo, facilita la integración en la empresa a través de la posibilidad de realización de la asignatura optativa de Prácticas en Empresas.

- Para conseguir la Especialidad en Física de la Atmósfera (Tabla II), el alumno habrá de cursar 36 ECTS de materias obligatorias de la Especialidad: “Fundamentos de Meteorología” del MÓDULO BÁSICO (18 ECTS) y “Meteorología Aplicada” del MÓDULO DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA (18 ECTS).

Estructura del Máster en Meteorología y Geofísica			
Especialidad en Física de la Atmósfera			
Asignaturas obligatorias			
MÓDULOS	MATERIAS	ASIGNATURAS	
		1 ^{er} Semestre	2 ^o Semestre
MÓDULO BÁSICO	FUNDAMENTOS DE METEOROLOGÍA	- Meteorología Física - Física del Clima	- Dinámica Atmosférica
MÓDULO DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA	METEOROLOGÍA APLICADA	- Micrometeorología - Técnicas Aplicadas a la Meteorología	- Modelización Numérica
MÓDULO TFM	TRABAJO FIN DE MÁSTER		- Trabajo Fin Master

Tabla II: Asignaturas obligatorias de la especialidad en Física de la Atmósfera

- Para conseguir la Especialidad en Física de la Tierra (Tabla III), el alumno habrá de cursar 36 ECTS de materias obligatorias de la Especialidad: “Fundamentos de Geofísica” del MÓDULO BÁSICO (18 ECTS) y “Geofísica Avanzada” del MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA (18 ECTS).

Estructura del Máster en Meteorología y Geofísica			
Especialidad en Física de la Tierra			
Asignaturas obligatorias			
MÓDULOS	MATERIAS	ASIGNATURAS	
		1 ^{er} Semestre	2 ^o Semestre
MÓDULO BÁSICO	FUNDAMENTOS DE GEOFÍSICA	- Campo de gravedad de la Tierra - Campo Magnético de la Tierra - Propagación de Ondas Sísmicas	
MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA	GEOFÍSICA AVANZADA	- Dinámica del Interior de la Tierra	- Sismología Avanzada - Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas
MÓDULO TFM	TRABAJO FIN DE MÁSTER		- Trabajo Fin Master

Tabla III: Asignaturas obligatorias de la especialidad en Física de la Tierra

En el caso de no cumplir ninguna de las condiciones anteriores, habiendo completado los 60 créditos del Máster, entre los que se incluyen obligatoriamente los 12 del TFM, el alumno obtendrá la especialidad denominada 'general'.

Los módulos del Máster son:

- MÓDULO BÁSICO
- MÓDULO DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA
- MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA
- PRÁCTICAS EN EMPRESA (PE)
- TRABAJO FIN DE MÁSTER (TFM)

El MÓDULO BÁSICO está integrado por los contenidos fundamentales de las Materias que constituyen el Máster; de ellas el alumno debe cursar obligatoriamente, al menos, 18 ECTS de una oferta de 36 ECTS. De esta forma, aun siendo materias de carácter básico, el alumno puede orientarse según una especialidad (Física de la Atmósfera o Física de la Tierra) o realizar el Máster con una formación en ambas disciplinas.

El MÓDULO DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA está integrado por las materias de *Meteorología Aplicada* y de *Clima*, siendo la primera materia obligatoria de la Especialidad (18 ECTS), y la segunda con contenidos optativos, para facilitar al alumno la posibilidad de complementar su formación en el marco de la Física de la Atmósfera. Se ofertan 30 ECTS.

El MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA está integrado por las materias de *Geofísica Avanzada* y *Aplicaciones de la Geofísica*, aportando contenidos avanzados sobre la Tierra sólida y sus aplicaciones. La primera es una materia obligatoria de la especialidad de Física de la Tierra (18 ECTS), quedando en la segunda contenidos optativos. Se ofertan 30 ECTS.

Las PRÁCTICAS EN EMPRESA (6 ECTS) se podrán realizar tanto en empresas privadas como en instituciones u organismos oficiales. Son de carácter optativo.

El TRABAJO FIN DE MÁSTER (12 ECTS) es obligatorio y podrá estar orientado a la investigación científica o al desarrollo técnico-profesional de los estudiantes tanto en el campo de la Meteorología, Climatología o Geofísica. Deberá tener una entidad acorde con la especialidad elegida y con el número de créditos.

Las materias temáticas que componen los módulos (Tabla I) son:

- *Fundamentos de Meteorología*
- *Fundamentos de Geofísica*
- *Meteorología Aplicada*
- *Clima*
- *Geofísica Avanzada*
- *Aplicaciones de la Geofísica*

Las dos primeras materias, *Fundamentos de Meteorología* y *Fundamentos de Geofísica* están integradas en el MÓDULO BÁSICO. El resto de materias representan una formación más específica en las dos posibles áreas de especialización. En concreto, estas materias son: *Meteorología Aplicada, Clima* (MÓDULO FÍSICA DE LA ATMÓSFERA), *Geofísica Avanzada* y *Aplicaciones de la Geofísica* (MÓDULO DE FÍSICA DE LA TIERRA).

Las materias que conforman el Máster están distribuidas en dos semestres, de tal modo que el alumno pueda organizar el curso con una carga docente equilibrada, 30 créditos ECTS en cada uno de ellos. No obstante, la oferta presentada de créditos es amplia para que el alumno pueda orientar su formación con itinerarios independientes en Física de la Atmósfera o Física de la Tierra, o alternativamente, pueda elegir una transversalidad en su *curriculum*. Las materias se organizan en asignaturas con un peso en forma de ECTS uniforme de 6 ECTS para cada una de ellas.

El primer semestre está dedicado fundamentalmente al MÓDULO BÁSICO, con materias de fundamentos de las dos disciplinas que constituyen el Máster, y que los alumnos podrán elegir. Este primer cuatrimestre incluirá también contenidos de las materias *Meteorología Aplicada, Clima, Geofísica Avanzada* y *Aplicaciones de la Geofísica*, posibilitando al alumno que lo desee completar los 30 ECTS según las especialidades ofertadas.

En el segundo semestre el alumno completa los 60 ECTS del Master con los 12 ECTS del MÓDULO DEL TFM (obligatorio), la asignatura restante de fundamentos de Meteorología y 6 créditos de la materia de *Meteorología Aplicada* en el caso de especialidad en Física de la Atmósfera o 12 créditos de *Geofísica Avanzada* para la especialidad de Física de la Tierra, además de hasta 12 créditos optativos de las materias ofertadas. Para el segundo semestre la oferta será amplia, de tal modo que permita al alumno dar continuidad a una especialización en Física de la Atmósfera o en Física de la Tierra.

En cualquier periodo a lo largo del curso académico el alumno podrá realizar con carácter optativo las PRÁCTICAS EN EMPRESA.

1.5. Asignaturas del Plan de Estudios distribuidas por semestres

Las asignaturas se estructuran por semestres de la siguiente manera:

Código	Primer Semestre	Materia	Módulo	Tipo	ECTS
606824	Meteorología Física	Fundamentos de Meteorología	Básico	OBE	6
606826	Física del Clima			OBE	6
606827	Campo de Gravedad de la Tierra	Fundamentos de Geofísica		OBE	6
606828	Campo Magnético de la Tierra			OBE	6
606829	Propagación de Ondas Sísmicas			OBE	6
606832	Micrometeorología	Meteorología Aplicada	Física de la Atmósfera	OBE	6
606831	Técnicas Aplicadas a la Meteorología			OBE	6
606833	Oceanografía Física	Clima		OP	6
606837	Dinámica del Interior de la Tierra	Geofísica Avanzada	Física de la Tierra	OBE	6
606839	Física Planetaria	Aplicaciones de la Geofísica		OP	6
606841	Prácticas en Empresa	Prácticas en Empresa	Prácticas en Empresa	OP	6

Código	Segundo Semestre	Materia	Módulo	Tipo	ECTS
606825	Dinámica Atmosférica	Fundamentos de Meteorología	Básico	OBE	6
606830	Modelización Numérica	Meteorología Aplicada	Física de la Atmósfera	OBE	6
606834	Variabilidad Climática	Clima		OP	6
606835	Sismología Avanzada	Geofísica Avanzada	Física de la Tierra	OBE	6
606836	Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas			OBE	6
606838	Geofísica Aplicada			Aplicaciones de la Geofísica	OP
606840	Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	OB	12
606841	Prácticas en Empresa	Prácticas en Empresa	Prácticas en Empresa	OP	6

OB = Asignatura obligatoria

OBE = Asignatura obligatoria de especialidad

OP = Asignatura optativa

2. Cuadros Horarios, Aulas y Profesorado

Primer semestre:

	L	M	X	J	V
9:00-10:30	Física Planetaria	Física Planetaria	Campo de Gravedad de la Tierra	Campo de Gravedad de la Tierra	
10:30-12:00	Campo Magnético de la Tierra	Campo Magnético de la Tierra	Propagación de Ondas Sísmicas	Propagación de Ondas Sísmicas	
12:00-13:30	Dinámica del Interior de la Tierra	Dinámica del Interior de la Tierra			
15:30-17:00	Oceanografía Física	Meteorología Física	Oceanografía Física	Técnicas Aplicadas a la Meteorología	
17:00-18:30	Micrometeorología	Técnicas Aplicadas a la Meteorología	Física del Clima	Meteorología Física	
18:30-20:00	Física del Clima	Micrometeorología			

Segundo semestre:

	L	M	X	J	V	
9:00-9:30		Geofísica Aplicada				
9:30-10:00			Sismología Avanzada			
10:00-10:30		Sismología Avanzada		Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas		
10:30-11:00						
11:00-11:30			Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas	Geofísica Aplicada		
11:30-12:00						
12:00-12:30		Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas				
12:30-13:00						
13:00-13:30						
13:30-14:00						
15:30-17:00		Modelizacion Numérica	Dinámica Atmosférica			
17:00-18:30		Dinámica Atmosférica	Modelizacion Numérica			
18:30-20:00		Variabilidad Climática	Variabilidad Climática			

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA ():**

Código	Asignatura	Módulo	Créditos	Horario	Aula (*)	Sem.	Profesor	Dpto.
606824	Meteorología Física	Básico	6	M 15:30 – 17:00 J 17:00 – 18:30	8A	1	Carlos Yagüe	FTAA-I
606825	Dinámica Atmosférica		6	M 17:00 – 18:30 X 15:30 – 17:00	8A	2	Pablo Zurita	FTAA-I
606826	Física del Clima		6	L 18:30 – 20:00 X 17:00 – 18:30	8A	1	Encarna Serrano	FTAA-I
606832	Micrometeorología	Física de la Atmósfera	6	L 17:00 – 18:30 M 18:30 – 20:00	8A	1	Gregorio Maqueda	FTAA-II
606830	Modelización Numérica		6	M 15:30 – 17:00 X 17:00 – 18:30	8A	2	Marisa Montoya	FTAA-II
606831	Técnicas Aplicadas a la Meteorología		6	M 17:00 – 18:30 J 15:30 – 17:00	8A	1	Natalia Calvo	FTAA-II

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS DE FÍSICA DE LA TIERRA ():**

Código	Asignatura	Módulo	Créditos	Horario	Aula (*)	Sem.	Profesor	Dpto.
606827	Campo de Gravedad de la Tierra	Básico	6	X, J: 9:00-10:30	8A	1	Diego Córdoba	FTAA-I
606828	Campo Magnético de la Tierra		6	L, M: 10:30-12:00	8A	1	Mª Luisa Osete Miguel Herraiz	FTAA-I
606829	Propagación de Ondas Sísmicas		6	X, J: 10:30-12:00	8A	1	Maurizio Mattesini Dolores Muñoz	FTAA-I
606837	Dinámica del Interior de la Tierra	Física de la Tierra	6	L, M: 12:00-13:30	8A	1	Ana Negro	FTAA-I
606835	Sismología Avanzada		6	M: 10:30-12:00 X: 9:30-11:00	8A	2	Elisa Buforn	FTAA-I
606836	Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas		6	M: 12:00-13:30 X: 11:00-12:30	8A	2	Mª Luisa Osete Fátima Martín	FTAA-I

ASIGNATURAS OPTATIVAS:

Código	Asignatura	Módulo	Créditos	Horario	Aula (*)	Sem.	Profesor	Dpto.
606833	Oceanografía Física	Física de la Atmósfera	6	L, X: 15:30 -17:00	8A	1	Belén Rodríguez	FTAA-I
606834	Variabilidad Climática		6	M,X: 18:30 -20:00	8A	2	J. Fidel González	FTAA-II
606839	Física Planetaria	Física de la Tierra	6	L, M: 09:00-10:30	8A	1	Miguel Herraiz	FTAA-I
606838	Geofísica Aplicada		6	M: 9:00-10:30 X: 12:30-14:00	8A	2	Fátima Martín	FTAA-I
606841	Prácticas en Empresa (PE)	PE	6	-	-	1ó 2	-	-

(*) Consultar en las fichas de las asignaturas el lugar y horario de las prácticas

(**) Además el Trabajo Fín de Máster será obligatorio en todos los casos

COMPLEMENTOS FORMATIVOS (*):**

La Comisión Coordinadora del Máster decidirá sobre la necesidad de cursar Complementos Formativos para aquellos alumnos con carencias en conocimientos básicos de Meteorología y/o Geofísica, teniendo en cuenta las características particulares de cada alumno, y considerando la titulación aportada, posible experiencia profesional y su expediente académico.

El número máximo de complementos de formación a cursar será de 18 ECTS. Los créditos de estos complementos no estarán incluidos en los 60 créditos del Máster. Estos complementos consistirán en asignaturas del grado en Física ofertado por la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid, estando entre las posibles recomendadas las siguientes:

Código	Asignatura	Créditos	Código en el Grado en Física
607736	Física de la Atmósfera	6	800511
607737	Física de la Tierra	6	800512
607738	Termodinámica de la Atmósfera	6	800555
607739	Meteorología Dinámica	6	800554
607740	Sismología y Estructura de la Tierra	6	800556
607741	Geomagnetismo y Gravimetría	6	800557
607742	Geofísica y Meteorología Aplicadas	6	800558

(*) Las Fichas Docentes de estas asignaturas (incluyendo horarios y profesorado) podrán consultarse en la Guía Docente del Grado en Física**

La elección concreta de las asignaturas que cursaría cada alumno deberá contar con el visto bueno de la Comisión Coordinadora del Máster, en función de los intereses científicos del alumno y la especialidad elegida.

Los alumnos cursarán dichas asignaturas en las mismas condiciones que los alumnos de Grado, por lo que los contenidos, actividades formativas, sistemas de evaluación, etc. de estos complementos formativos serán los mismos que los de las correspondientes asignaturas de Grado.

3. Fichas de las Asignaturas



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:	Meteorología Física		Código	606824	
Materia:	Fundamentos de Meteorología	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		38		7	

Profesor	T/Pro/S/ Prac*	Dpto.	e-mail
Carlos Yagüe Anguís	T/Pro/P rac	FTAA-I	carlos@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
M	15:30 – 17:00	8A	Carlos Yagüe: Dpcho. 110 (4ª planta, ala Este). Lunes 11:00-14:00 h
J	17:00 – 18:30		

Objetivos de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dominar los conocimientos de Termodinámica de la Atmósfera, especialmente relacionados con el aire saturado y la estabilidad atmosférica. ▪ Conocer los procesos físicos fundamentales que producen la nucleación en fase líquida y en fase hielo. ▪ Obtener las ecuaciones fundamentales de crecimiento de las gotitas nubosas y de los cristales de hielo por difusión de vapor de agua. ▪ Analizar los diferentes procesos de captura de gotitas de nube y de cristales de hielo que dan lugar a crecimientos hasta producir precipitación, así como las ecuaciones que los gobiernan.

- Conocer las herramientas fundamentales para el seguimiento de la precipitación a través del Radar Meteorológico.
- Conocer las observaciones y teorías principales relacionadas con la electrificación de las nubes.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a supuestos prácticos, mediante la resolución de problemas y la realización de prácticas.

Breve descripción de contenidos

Termodinámica de la Atmósfera: condensación y evaporación. Física de Nubes: teoría clásica de la nucleación; crecimiento de partículas nubosas; precipitación. Electrificación de las nubes.

Conocimientos previos recomendados

Conocimientos básicos en Física de la Atmósfera, especialmente relacionados con los conceptos de estabilidad atmosférica y de humedad y saturación del aire.

Programa de la asignatura

1. **Termodinámica de la atmósfera en la formación de nubes:** Fases del agua en la atmósfera. Saturación del vapor de agua en la atmósfera. Índices de humedad. Formación de rocío y nieblas. La estabilidad atmosférica y el desarrollo de sistemas nubosos.
2. **Aspectos generales de la formación de nubes:** Formación de partículas nubosas. Formación de precipitación. Modificación de los procesos de precipitación. Clasificación de los procesos microfísicos.
3. **Nucleación en fase líquida:** Nucleación homogénea. Nucleación heterogénea. Núcleos de condensación nubosa.
4. **Nucleación en fase hielo:** Núcleos glaciógenos. Nucleación por deposición. Nucleación por congelación homogénea. Nucleación por congelación inmersa. Nucleación por congelación de contacto. Comparación entre modos de nucleación en fase hielo. Producción secundaria de partículas de hielo.
5. **Crecimiento de gotitas por difusión:** Crecimiento de una gotita. Crecimiento de poblaciones de gotitas. Modificaciones a la teoría de crecimiento.
6. **Crecimiento de cristales de hielo por difusión, acreción y agregación:** Cristalización del hielo. Clasificación de los cristales de hielo. Ecuación de crecimiento de los cristales de hielo por difusión. Integración de la ecuación de crecimiento. Modificaciones a la ecuación de crecimiento del hielo por difusión. Crecimiento por acreción. Granizo. Crecimiento por agregación.
7. **Formación de gotas de lluvia por captura de gotitas nubosas líquidas:** Propiedades microfísicas de las nubes. Crecimiento por captura de gotitas líquidas. Velocidades de caída de las gotitas. Eficiencia de captura. Ecuación de crecimiento por captura. Teoría de crecimiento continuo (Modelo de Bowen). Teoría de crecimiento estadístico (Modelo de Telford).

8. **Formación de la precipitación: lluvia y nieve:** Distribución de Marshall-Palmer. Rotura y fraccionamiento de gotas de lluvia. Distribución de copos de nieve por tamaños. Formación y tipos de precipitación. Intensidades de precipitación.
9. **Radar meteorológico:** Introducción e historia del Radar. Fundamentos del Radar. Ecuación del Radar. Ecuación del Radar Meteorológico. Relaciones Z-R. Principales productos Radar. Tipos de Radares meteorológicos.
10. **Electrificación de las nubes:** Generación de carga en las nubes. Campo eléctrico perturbado en la célula tormentosa. Los rayos. El circuito eléctrico global.

Prácticas (4 sesiones)

1. Estudio Termodinámico de la Troposfera: Análisis de índices de humedad y estabilidad atmosférica
2. Clasificación e Identificación de Nubes. Microfísica de Nubes (Módulos de Euromet)
3. Simulación de procesos de convección, nubes y precipitación en laboratorio
4. Uso de productos del Radar Meteorológico

Lugar: Seminario de Geofísica y Meteorología (Práctica 3) y Aula de Informática (Aula 15) (Prácticas 1, 2 y 4).

Fechas y horarios:

Jueves 6 de noviembre, 11 de diciembre, 15 y 22 de enero: 17:00-18:30h

Bibliografía

Básica

- R.R. Rogers: *Física de las Nubes*. Ed. Reverté (1977)
- R.R. Rogers & M.K. Yau. *A short course in Cloud Physics*. Elsevier (3rd Ed., 1989)
- K.C. Young: *Microphysical Processes in Clouds*. Oxford Univ. Press (1993)
- Prupacher, H. & J.D. Klett. *Microphysics of Clouds and Precipitation*. Kluwer Academic Publishers (1997).

Complementaria

- R.A. Houze: *Cloud Dynamics*. Academic Press (1993)
- W.R. Cotton: *Las Tormentas*. (1999).

Recursos en internet

Campus virtual

<http://meteolab.fis.ucm.es>

Metodología
<ul style="list-style-type: none"> • Clases Teóricas: se explicarán los principales conceptos de la Física de nubes y de la precipitación, incluyendo aspectos relacionados con la Termodinámica de la Atmósfera y de la Electrificación de las nubes. • Resolución de problemas: relativos a los conceptos explicados en las clases de teoría. • Trabajos prácticos: se realizarán 4 sesiones prácticas (90 minutos cada una) para reforzar los conocimientos teóricos adquiridos. <p>Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador. Las presentaciones de las lecciones, así como la lista de problemas serán facilitadas al alumno por medio del campus virtual con antelación suficiente.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de los problemas y prácticas propuestos para este fin, en las fechas que determine el profesor.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	70%
<p>Se realizará un examen tipo test (al acabar el tema 5) y un examen final. El examen final comprenderá preguntas tipo test y preguntas cortas de razonamiento teórico-práctico. La calificación final, relativa a exámenes, N_{Final}, se obtendrá como:</p> $N_{Final} = 0.3N_{Ex_Test} + 0.7N_{Ex_Final}$ <p>donde N_{Ex_Test} es la nota obtenida en el test y N_{Ex_Final} es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.</p> <p>Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	30%
<p>A lo largo del curso y como parte de la evaluación continua, el alumno entregará de forma individual los problemas y prácticas en las fechas que le indique el profesor, que se calificarán de 0 a 10 con $N_{OtrasActiv}$.</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será:</p> $C_{Final} = 0.7N_{Final} + 0.3N_{OtrasActiv}$ <p>Donde $N_{OtrasActiv}$ es la calificación correspondiente a Otras Actividades y N_{Final} la obtenida en la realización de los exámenes.</p>		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:		Dinámica Atmosférica		Código	606825
Materia:	Fundamentos de Meteorología	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		38		7	

Profesor	T/Pro/S/Prac*	Dpto.	e-mail
Pablo Zurita Gotor	T/Pro/Prac	FTAA-I	pzurita@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
M	17:00-18:30	8A	Dcho. 103 ala este (4ª planta)
X	15:30-17:00		Martes 10:00-13:00 h

Objetivos de la asignatura
Entender los conceptos de flujo básico y perturbaciones. Identificar el origen de las perturbaciones que dominan el clima de las latitudes medias. Adquirir unas nociones básicas sobre la interacción entre las perturbaciones y el flujo básico y su importancia para el mantenimiento de la circulación general.

Breve descripción de contenidos
Movimientos atmosféricos. Frontogénesis. Teoría de perturbaciones. Ondas atmosféricas: ondas de gravedad, ondas de Rossby. Dinámica de la Atmósfera Media. Circulación General de la Atmósfera.

Conocimientos previos recomendados

Se recomiendan conocimientos previos de Mecánica de Fluidos y Termodinámica Atmosférica. Idealmente el alumno habría cursado anteriormente una asignatura básica de meteorología dinámica, aunque en las primeras sesiones del curso se revisarán los conceptos más importantes.

Para las sesiones de laboratorio se recomiendan conocimientos previos de programación en Matlab y rudimentos de estadística, aunque durante el desarrollo de dichas sesiones se dará una introducción básica a las técnicas utilizadas.

Programa de la asignatura

- 1. Fundamentos.** *Procesos físicos y ecuaciones básicas. Balance hidrostático y geostrófico. Viento térmico. Descomposición eddy-flujo básico.*
- 2. Dinámica barotrópica.** *Ecuación de la vorticidad. Ondas de Rossby. Conversiones barotrópicas y balance energético. Teorema de Rayleigh.*
- 3. Dinámica baroclina.** *Movimientos verticales y vorticidad potencial. Energía potencial disponible. Balance energético de un fluido baroclino. Teorema de Charney-Stern. Inestabilidad baroclina. Ciclos de vida y ruptura de ondas.*
- 4. Interacción onda-flujo básico.** *Circulación ageostrófica y forzamiento eddy neto. Teorema de no-aceleración. Flujos de Eliassen-Palm. Concepto de circulación Lagrangiana. Circulación Euleriana Transformada.*
- 5. Movimiento ageostrófico y frontogénesis.** *Mantenimiento del balance ageostrófico. Vectores Q y ecuación omega. Frontogénesis. Formulación cuasigeostrófica. Ecuación de Sawyer-Eliassen*
- 6. Circulación general troposférica.** *Estructura de la circulación. Célula de Hadley y chorro subtropical. Célula de Ferrel y chorro extratropical. Circulación isentrópica global.*
- 7. Circulación de la atmósfera media.** *Estructura de la circulación. Propagación vertical de ondas. Principio del control descendente. Célula de Brewer-Dobson.*

Como complemento de estos contenidos teóricos se realizarán las siguientes sesiones de laboratorio en el Aula de Informática (Aula 1) durante el horario regular de clase:

Sesión 1 (7/4): Ondas atmosféricas I

Sesión 2 (8/4): Ondas atmosféricas II

Sesión 3 (5/5): Estructura de los eddies transitorios.

Sesión 4 (27/5): Mantenimiento de la circulación general.

--

Bibliografía
<p>Básica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Holton, 2004, 'An introduction to dynamic meteorology'. Academic Press. 4th edition. • Vallis, 2006, 'Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics. Fundamentals and Large Scale Circulation'. Cambridge University Press <p>Complementaria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Martin, 2006, 'Mid-latitude Atmospheric Dynamics', John Wiley & Sons • Lindzen, 1990, 'Dynamics in Atmospheric Physics'. Cambridge University Press. • Andrews, Holton y Leovy, 1987, 'Middle Atmosphere Dynamics'. Academic Press. • Pedlosky, 1987, 'Geophysical Fluid Dynamics', Springer, 2nd edition
Recursos en internet
<p>La asignatura constará de una página dedicada en el campus virtual, en la que además de colgar el material docente empleado se enlazará a recursos externos.</p>

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la asignatura. Para ello se combinará el desarrollo matemático en pizarra con proyección de transparencias mediante ordenador. -Sesiones de resolución de problemas en donde se afianzará la comprensión de los conceptos estudiados. Adicionalmente a los problemas realizados en clase se propondrán otros que los alumnos podrán realizar en casa. -Sesiones prácticas de laboratorio donde se aplicarán los conceptos estudiados a datos atmosféricos reales.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
<p>Periódicamente y en horario de clase se realizarán ejercicios cortos de tipo test que permitan evaluar el grado de seguimiento de la asignatura por parte del alumno. Estos ejercicios contribuirán un 20% a la nota final de la asignatura.</p> <p>Además se hará un examen final que tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas, de nivel similar a los resueltos en clase. El examen final tendrá un peso del 40% en la nota final de la asignatura.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<p>La realización de las prácticas con su correspondiente informe es requisito obligatorio para la superación de la asignatura. Además, los informes de prácticas serán</p>		

evaluados numéricamente, contribuyendo con un peso del 40% a la calificación final.

Calificación final

La calificación final será:

$$N_{Final} = 0.4 N_{Exámen Final} + 0.2 N_{Tests} + 0.4 N_{Prácticas}$$



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:	Física del Clima			Código	606826
Materia:	Fundamentos de Meteorología	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		38		7	

Profesor	T/Pro/S/Prac*	Dpto.	e-mail
Encarna Serrano Mendoza	T/Pro/Prac	FTAA-I	eserrano@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
L	18:30-20:00	8A	Despacho 111 (4ª planta, ala este) Lunes 11:00-14:00 h
X	17:00-18:30		

Objetivos de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer las características de cada componente del Sistema Climático que son determinantes en el clima de la Tierra. ▪ Comprender el por qué la atmósfera (gases y nubes) tiene un papel relevante en la transferencia radiativa del sistema Sol-Tierra. ▪ Reconocer en el balance de energía del planeta, el ciclo hidrológico y la circulación general de la atmósfera la aplicación de las leyes fundamentales de conservación de la física. ▪ Conocer los factores (antropogénicos y naturales) que podrían causar un cambio climático y el efecto de cada factor en la temperatura global del planeta.

- Aplicar los conocimientos adquiridos a supuestos prácticos.

Breve descripción de contenidos

El Sistema climático y sus componentes. Transferencia radiativa en la atmósfera. Balance de energía. El ciclo hidrológico. Circulación general. Sensibilidad del clima y mecanismos de realimentación. Cambio climático.

Conocimientos previos recomendados

Es conveniente que el estudiante posea conocimientos sobre conceptos básicos de la física de la Atmósfera, particularmente de termodinámica y dinámica atmosféricas.

Programa de la asignatura

- 1. El Sistema Climático y sus componentes:** Concepto de "Sistema climático" y de "clima". Componentes del "sistema climático" y sus propiedades relativas al clima.
- 2. Transferencia radiativa en la Atmósfera:** Leyes fundamentales de radiación. Radiación solar y terrestre. Absorción radiativa selectiva de la atmósfera. Equilibrio radiativo global. Efecto invernadero. Calentamiento atmosférico por radiación (onda corta y onda larga). Efecto de las nubes en el equilibrio radiativo de la atmósfera.
- 3. Balance de energía:** Balance global de energía. Balance de energía en la cima de la atmósfera: variaciones latitudinal y estacional. Balance de energía en la superficie terrestre: almacenamiento de calor, flujo neto radiativo, flujos de calor sensible y latente. Variaciones del balance de energía en superficie.
- 4. El ciclo hidrológico:** Balance hídrico global. Balance hídrico en superficie y sus componentes. Variación latitudinal y anual del balance hídrico en superficie. Modelización del balance hídrico: modelo AEMET.
- 5. La circulación general:** Generalidades. Distribución horizontal de la circulación atmosférica. Estructura vertical de la circulación atmosférica. Variaciones interanuales de la circulación global.
- 6. Cambios climáticos:** Conceptos de "sensibilidad del clima" y "procesos de realimentación". Análisis de la sensibilidad del sistema climática a un forzamiento radiativo con diferentes procesos de realimentación.

Prácticas

(4 sesiones de 1.5 h cada una)

1. Obtención de datos y elaboración de mapas climatológicos.
2. Ozono estratosférico.

3 y 4. Sensibilidad del clima usando un modelo global 1-D de balance de energía.

Lugar: Aula de Informática (Aula 1).

Fechas y horarios: (en horario de clase)

Miércoles (17:00-18:30 h): 22 octubre/ 12 noviembre/10 diciembre/ 17 diciembre

Bibliografía

Básica

- Hartmann, D.L.: *Global Physical Climatology*. Academic Press Inc. (1994)
- Peixoto, J.P. & A.H. Oort :*Physics of Climate*. American Institute of Physics. (1992, 1995).

Complementaria

- Curry, J.A. and P.J. Webster: *Thermodynamics of Atmospheres & Oceans*. Academic Press (1999).
- Holton, J.R.: *An Introduction to Dynamic Meteorology*. Academic Press Inc. (1979, 1992, 2004).
- Salby, M.L.: ***Physics of the atmosphere and climate***. Cambridge University Press (2011)
- Wallace, J.M. & P.V. Hobbs: ***Atmospheric Science: An Introductory Survey***. Academic Press (2006, 1977)

Recursos en internet

Campus virtual de la asignatura, en la que se incluirán enlaces-e externos.

<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

<http://meteolab.fis.ucm.es>

Metodología

Se impartirán:

- Clases de teoría, en las que se explicarán los principales conceptos y fenómenos de la Física del Clima, incluyendo ejemplos y aplicaciones reales.
- Clases prácticas (4 sesiones de 90 minutos cada una), en las que los estudiantes realizarán ciertas prácticas (90 minutos cada una) como apoyo y complemento de las clases de teoría.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes realizarán ejercicios relativos a los conceptos explicados en las clases de teoría. Los estudiantes tendrán que hacer entrega de los ejercicios propuestos y de los informes de las prácticas realizadas en las fechas que determine el profesor.

Los contenidos de las clases de teoría se explicarán utilizando la pizarra, así como las presentaciones proyectadas desde el ordenador. Estas presentaciones, junto con todo el material empleado en clase, serán facilitadas al alumno mediante el Campus Virtual de la asignatura con antelación suficiente.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	70%
<p>Se realizarán exámenes tipo test (en horario de clase) y un examen final. El examen final comprenderá preguntas tipo test y preguntas cortas de razonamiento teórico-práctico. La calificación final, relativa a exámenes, N_{Final}, se obtendrá de la mejor de las opciones:</p> $N_{Final} = 0.3N_{Ex_Test} + 0.7N_{Ex_Final}$ $N_{Final} = N_{Ex_Final}$ <p>donde N_{Ex_Test} es la nota media obtenida en los tests y N_{Ex_Final} es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.</p> <p>Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	30%
<p>A lo largo del curso, como parte de la evaluación continua, el alumno entregará de forma individual los ejercicios (N_{ejerc}) y los informes de las prácticas (*) (N_{pract}) en las fechas que le indique el profesor, y que se calificarán conjuntamente de 0 a 10 como $N_{OtrasActiv}$:</p> $N_{OtrasActiv} = 0.33 N_{ejerc} + 0.67 N_{pract}$ <p>(*) La realización de las prácticas y entrega del correspondiente informe son de carácter obligatorio.</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será:</p> $C_{Final} = 0.7N_{Final} + 0.3N_{OtrasActiv}$ <p>donde $N_{OtrasActiv}$ es la calificación correspondiente a Otras Actividades y N_{Final} la obtenida en la realización de los exámenes.</p>		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:	Campo de Gravedad de la Tierra			Código	606827
Materia:	Fundamentos de Geofísica	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		38		7	

Profesor	T/Pro/S/Prac*	Dpto.	e-mail
Diego Córdoba Barba	T/Pro/S/Prac	FTAA-I	dcordoba@ucm.es

*) T: teoría, Pro: Problemas, S: seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
X, J	09:00-10:30	8A	Despacho 119 (4ª planta, ala Este): X, J, de 10:30-12:00

Objetivos de la asignatura
Conocer las ecuaciones del campo de gravedad de la Tierra, sus propiedades y medida. Aprender a calcular mapas de anomalías gravimétricas, así como su análisis e interpretación. Resolver el problema directo e inverso. Utilizar esos conocimientos para obtener la estructura y composición de la Tierra

Breve descripción de contenidos
Campo de la gravedad. Forma de la Tierra y modelos de referencia geodésica. Adquisición y procesado de datos gravimétricos. Determinación de altitudes. Funciones de respuesta isostásica y flexión de la Litosfera. Análisis de datos gravimétricos.

Algoritmos de inversión numérica. Interpretación cualitativa y cuantitativa de datos gravimétricos. Aplicaciones al estudio del interior de la Tierra.

Conocimientos previos recomendados

Es recomendable que el alumno posea conocimientos básicos de Física de la Tierra, así como teoría del potencial.

Programa de la asignatura

- 1. Introducción al campo de gravedad de la tierra.** Definición y unidades. Distribución de densidades en el interior de la Tierra. Sistemas de referencia. Ecuaciones fundamentales del campo de gravedad. El potencial de la gravedad.
- 2. Figura de la tierra y modelos de referencia.** Modelos de campo de gravedad. El elipsoide de referencia. Campo de gravedad normal. Fórmulas de la gravedad normal. Fórmula de Somigliana. El Geoide. Campo de gravedad anómalo. Ondulación del Geoide.
- 3. Adquisición de datos gravimétricos.** Sistemas de medida de la gravedad: medidas absolutas y relativas. Sensibilidad de un gravímetro. Deriva de un gravímetro. Medidas de la gravedad en soportes móviles. Investigaciones marinas y aéreas.
- 4. Determinación de altitudes.** Nivelación geométrica. Números geopotenciales y altitudes dinámicas. Altitudes ortométricas. Sistemas de posicionamiento: sistemas terrestres y sistemas satelitales.
- 5. Análisis e interpretación de datos gravimétricos.** Cálculo de anomalías de la gravedad. Correcciones. Separación de anomalías regionales y residuales. Problemas directo e inverso. Modelos teóricos. Algoritmos de inversión numérica.
- 6 Funciones de respuesta isostática y flexión de la litosfera.** La figura de la Tierra y la isostasia. Flexión de placas elásticas. Anomalías isostáticas. Ejemplos de deformaciones isostáticas.
- 7 Aplicaciones al estudio del interior de la tierra.** Cambios de gravedad de origen geodinámico. Anomalías de gravedad regional y residual. Efectos gravitacionales de origen no tectónico: efectos hidrológicos, cambios de origen humano.

PRÁCTICAS (4 sesiones):

P1.- Adquisición de datos con un gravímetro. Cálculo de la curva de deriva.

P2.- Determinación experimental del gradiente de aire libre. Cálculo de densidades.

P3.- Cálculo de anomalías Bouguer. Mapas de anomalías residual y regional.

P4.- Interpretación de un perfil gravimétrico. Obtención de un modelo de distribución de densidades.

Horario de prácticas:

6 y 13 Noviembre: 9:00 a 10:30 (práctica de campo/aula clase)

18 Diciembre: 9:00 a 10:30 (aula clase)

15 Enero: 9:00 a 10:30 (aula clase)

Bibliografía

Básica:

W. Torge. 1989, *Gravimetry*. Walter de Gruyter, Berlín,

W. A. Heiskanen y H. Moritz. 1985, *Geodesia Física*. Instituto Geográfico Nacional, Madrid.

B. Watts. 2000, *Isostasy and flexure of the Lithosphere*. Cambridge University Press,

W. Jacoby y P. L. Smilde. 2009, *Gravity Interpretation. Fundamental and application of Gravity Inversion and Geological Interpretation*. Springer-Verlag, Berlín,..

W. M. Telford, L.P. Geldart y R.E. Sheriff. 1990, *Applied Geophysics*, Second Edition. Cambridge University Press.

Complementaria:

E. Buforn, C. Pro y A. Udías. 2012, *Solved problems in Geophysics*. Cambridge University Press.

J. Wahr. 1996, *Geodesy and gravity, class notes*. Samizdat Press. Golden, Colorado. <http://landau.mines.edu/~samizdat>

W. Torge. 1991, *Geodesy*, 2nd edition. Walter de Gruyter. New York.

Recursos en internet

Campus virtual
<http://www.ign.es>

<http://bgi.omp.obs-mip.fr/overview>
<http://agrav.bkg.bund.de/agrav-meta/>

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos del campo de gravedad de la Tierra, la metodología de adquisición y procesado de datos gravimétricos y su aplicación para obtener la estructura interna de la Tierra.
- Clases de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada.
- Trabajos prácticos de laboratorio

Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador. La propuesta de problemas y prácticas serán facilitadas al alumno en las clases presenciales y por medio del campus virtual.

Evaluación

Realización de exámenes	Peso:	60%
El examen tendrá una parte de cuestiones teóricas y otra parte práctica de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase). Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
Resolución de problemas a lo largo del curso. Realización de prácticas y/o trabajos en grupo o individuales con elaboración de memorias y exposición de resultados		

Calificación final

La calificación final será:

$$N_{Final} = 0.6N_{Exámen} + 0.4N_{OtrasActiv}$$

donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:	Campo Magnético de la Tierra			Código	606828
Materia:	Fundamentos de Geofísica	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		38		7	

Profesor/a Coordinador/a:	M. Luisa Osete López			Dpto:	FTAA-I
	Despacho:	114	e-mail	mlosete@ucm.es	

Profesor	T/Pro/S/Prac*	Dpto.	e-mail
M. Luisa Osete López	T/Pro/S/Prac	FTAA-I	mlosete@ucm.es
Miguel Herraiz Sarachaga			mherraiz@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
L, M	10:30-12:00	8A	M.L. Osete: L: 15.00-18.00 Despacho 114, 4ª Planta, Ala Este (temas 1-6)
			M. Herraiz : X: 12.00-13.30 Despacho 109, 4ª Planta, Ala Este (temas 7-10)

Objetivos de la asignatura
El objetivo es que el alumno adquiera conocimientos avanzados sobre la morfología del campo magnético terrestre, las fuentes que lo originan, las variaciones temporales que experimenta y las técnicas de medida, así como los fundamentos físico-matemáticos del modelado del origen del campo principal, del análisis de datos de satélite y de la meteorología espacial.
Breve descripción de contenidos
Campo Geomagnético total. Campos constituyentes. Observación y medida. Campo interno/Campo externo. Campo magnético local y anomalías. Variación espacial y temporal del Campo Interno. Generación del Campo Interno. Modelos explicativos de la variación secular y las inversiones magnéticas. Influencia del Sol sobre la Tierra. Ionosfera. Magnetosfera. Variaciones del Campo Externo. Meteorología Espacial.

Conocimientos previos recomendados
Es conveniente que el estudiante posea conocimientos previos sobre conceptos básicos de Física de la Tierra, así como de los fundamentos de Electromagnetismo, Mecánica de fluidos y Termodinámica.

Programa de la asignatura
<ol style="list-style-type: none">1. Introducción.2. Fuentes del campo magnético terrestre. Estructura interna de la Tierra y estructura de la atmósfera. Propiedades magnéticas de la materia. Campos constituyentes.3. Tratamiento de datos geomagnéticos. Técnicas de medida. Observatorios y satélites artificiales Anomalías magnéticas.4. Modelado matemático del campo magnético terrestre. Separación de fuentes. Modelos de referencia.5. Variaciones del campo Principal. Variación secular y paleosecular. Inversiones y Excursiones.6. Modelos del origen del campo principal. Magnetohidrodinámica. Ecuación de inducción magnética. Ecuaciones de la magnetohidrodinámica. Principales números magnéticos adimensionales. Teorema del flujo congelado. Energía del campo magnético terrestre. Modelos de geodinamo.7. Física de Plasmas. Movimiento de partículas cargadas en un plasma. Cinturones de Van Allen. Ondas de Alfvén.8. Influencia del Sol sobre el Campo Magnético de la Tierra. Ionosfera. Transmisión de ondas electromagnéticas. Ionogramas.

9. Formación y características de la Magnetosfera. Onda de choque. Coordenadas L-B.

10. Variaciones periódicas y no periódicas del Campo Externo. Variación diurna. Tormentas. Meteorología espacial.

Prof. Osete: Temas 1 a 6. Prof. Herraiz: Temas 7-10.

PRÁCTICAS (4 sesiones):

P1.- Medida del campo magnético. Magnetómetros y Variómetros. Observatorios Geomagnéticos. Día 21 de Octubre (la práctica se realizará en el aula).

P2.- Modelado geomagnético. Cálculo de la variación del polo y del dipolo. Día 28 de Octubre (de 10.30-12.00, aula de informática).

P3.- Estudio de ionogramas. Análisis de tormentas magnéticas. Día 13 de Enero (de 10.30-12.00, aula de informática).

P4.- Problemas abiertos en el estudio del campo magnético terrestre. Días 19 y 20 de Enero (la práctica se realizará en el Aula)

Las prácticas P2 y P3 se realizarán en el Aula de Informática (Aula 15).

Las prácticas P1 y P2 serán impartidas por la Prof. Osete; la P3 por el Prof. Herraiz y la P4 con ambos profesores

Bibliografía

- Campbell, W.H., 1997. *Introduction to Geomagnetic Fields*. Cambridge Univ. Press.
- Jacobs, J.A. (Editor), 1991, *Geomagnetism*. Academic Press, New York.
- Merrill, R.T, M. McElhinny y P. McFadden, 1996, *The Magnetic Field of the Earth*, Academic Press, Boston.
- Parkinson, W.D., 1983, *Introduction to Geomagnetism*, Elsevier, Amsterdam.

Recursos en internet

Asignatura en Campus Virtual

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lecciones de teoría donde se explicarán las características del campo magnético terrestre y los fundamentos físico-matemáticos de su análisis. • Clases prácticas de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada. • Clase prácticas en el Aula de Informática. Se realizarán 5 sesiones prácticas (de 90 minutos cada una) para reforzar los conocimientos teóricos adquiridos. • Seminarios discusión. Realización de trabajos cortos sobre temas de actualidad relacionados con el campo magnético terrestre y/o discusión de contribuciones relevantes en el ámbito del Geomagnetismo. <p>Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra y medios audiovisuales. Los contenidos principales de las clases teóricas así como la lista de problemas serán facilitados al alumno por medio del campus virtual con antelación suficiente.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de los problemas y prácticas propuestos para este fin, en las fechas que determine el profesor.</p> <p>Se realizarán actividades conjuntas con el Observatorio del Ebro, con el Centro de Experimentación de El Arenosillo (CEDEA, INTA) y el IGN.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<p>Se obtendrán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas. • Realización de prácticas. • Realización de trabajos cortos en grupo o individuales y participación en los seminarios. 		
Calificación final		
La calificación final será:		
$N_{Final} = 0.6N_{Examen} + 0.4N_{OtrasActiv}$		
donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:		Propagación de Ondas Sísmicas		Código	606829
Materia:	Fundamentos de Geofísica	Módulo:	Básico		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		38		7	

Profesor/a Coordinador/a:	Maurizio Mattesini			Dpto:	FTAA-I
	Despacho:	104	e-mail	mmattesi@ucm.es	

Profesor	T/Pro/S/Prac*	Dpto.	e-mail
Maurizio Mattesini	T/Pro/S/Prac	FTAA-I	mmattesi@ucm.es
Dolores Muñoz Sobrino	T/Pro/S		domuso@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
X, J	10:30-12:00	8A	D. Muñoz: Despacho 112 (4ª planta, ala Este). L 10:30-12:30 (Temas 1-3) M. Mattesini: Despacho 104 (4ª planta, ala Este). L 15:00-17:00 y V:14:00-16:00 (Temas 4-7)

Breve descripción de contenidos
La Tierra como un medio elástico. Ondas internas y teoría de rayos. Energía, expansión geométrica y atenuación. Ondas superficiales. Oscilaciones libres de la

Tierra: modos normales. Problema inverso: ecuación de Herglotz-Wiechertz. Métodos, observaciones y adquisición de datos.

Conocimientos previos recomendados

Es conveniente que el estudiante posea conocimientos previos sobre conceptos básicos de Física de la Tierra, así como de: teoría de elasticidad, óptica geométrica y teoría de rayos.

Programa de la asignatura

1. **Introducción.** *La Tierra como medio elástico. Esfuerzos y deformaciones. Ecuación del movimiento: ondas y modos de vibración..*
2. **Ondas internas.** *Soluciones de la ecuación de onda. Ondas P y S. Geometría de los desplazamientos. Medios estratificados. Reflexión y refracción. Refracción crítica y supercrítica*
3. **Teoría general de rayos.** *Ecuación eikonal. Parámetro del rayo. Curvas dromocronas. Tiempos de recorrido: modelo de Tierra plana. Tierra esférica. Energía, expansión geométrica, atenuación*
4. **Ondas Rayliegh y Love.** *Generación de ondas superficiales. Ondas LR y LQ. Dispersión: velocidad de grupo y fase.*
5. **Oscilaciones libres de la Tierra.** *Vibración de un cuerpo finito. Modos normales. Modos esferoidales y toroidales. Aplicación a la Tierra*
6. **El problema inverso.** *Ecuación de Herglotz-Wiechertz. Métodos: reflexión, y refracción sísmica, tomografía. Observaciones y adquisición de datos*
7. **Aplicaciones: estructura de la Tierra.** *Modelos globales de Tierra. Discontinuidades. Composición y estructura.*

Prof. Muñoz: Temas 1 a 3. Prof. Mattesini: Temas 4 a 7.

PRACTICAS (4 sesiones).

P1.- Introducción al manejo y análisis de datos sísmológicos digitales.

P2.- Movimiento de la partícula. Cálculo del azimut y ángulo de incidencia.

P3.- Solución numérica del perfil de densidad. Implementación de la ecuación Adams-Williamson.

Horario: Jueves 20 y 27 de Noviembre: 10:30-12:00 (Aula 1 de Informática/aula clase)

Jueves 11 y 18 de Diciembre: 10:30-12:00 (Aula 1 de Informática/aula clase)

Las fechas quedan supeditadas a la disponibilidad del Al y a la posible ocurrencia de algún sismo que por sus características sea importante para el desarrollo de la asignatura.

Bibliografía

Básica:

E. Buforn, C. Pro y A. Udías. 2012, *Solved problems in Geophysics*. Cambridge University Press.

T. Lay y T. Wallace. 1995, *Modern Global Seismology*. Academic Press

S. Stein y M. Wysession. 2003, *An introduction to seismology and Earth structure*. Blackwell.

A. Udías. 2000, *Principles of Seismology*. Cambridge University Press.

Complementaria:

K. Aki y P. G. Richards. *Quantitative Seismology*. 2002, W. H. Freeman, 2ª edición, San Francisco.

J. Pujol. 2003, *Elastic wave propagation and generation in Seismology*. Cambridge University Press, Cambridge.

R. E. Sheriff and L. P. Geldart. 1995, *Exploration Seismology*. Cambridge University Press. New York. USA, 2ª edición.

Recursos en internet

Campus virtual

<http://www.ign.es>

<http://www.orfeus-eu.org>

<http://www.iris.washington.edu>

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de propagación de ondas sísmicas. Ecuación eikonal en un medio elástico, teoría de rayos para obtener la trayectoria y tiempos de llegada y su aplicación para obtener la estructura interna de la Tierra.
- Clases de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada.
- Trabajos prácticos de laboratorio

Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador. La propuesta de problemas y prácticas serán facilitadas al alumno por medio del campus virtual.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
El examen tendrá una parte de cuestiones teóricas y otra parte práctica de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase). Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
Resolución de problemas a lo largo del curso. Realización de prácticas y/o trabajos en grupo o individuales con elaboración de memorias y exposición de resultados		
Calificación final		
La calificación final será:		
$N_{Final} = 0.6N_{Examen} + 0.4N_{OtrasActiv}$		
donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		
Recursos en internet		
Asignatura en Campus Virtual		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:		Micrometeorología		Código	606832
Materia:	Meteorología Aplicada	Módulo:	Física de la Atmósfera		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		28		17	

Profesor	T/Pro/S/Prac*	Dpto.	e-mail
Gregorio Maqueda Burgos	T/Pro Prac	FTAA-II	gmaqueda@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
L	17:00-18:30	8A	L 12:00-14:00 ; X 16:00-1700
M	18:30-20:00		Dcho: 219 - 4ª planta (Módulo central)

Objetivos de la asignatura

Identificar los principales procesos térmicos y dinámicos que ocurren a microescala en la atmósfera, particularmente en la Capa Límite Atmosférica (CLA). Crear un marco conceptual y matemático para analizar la CLA, la turbulencia atmosférica y la difusión de contaminantes. Reconocer como aplicaciones de los procesos en la CLA los problemas de contaminación atmosférica.

Breve descripción de contenidos

Capa Límite Atmosférica. Perfiles verticales de velocidad y temperatura en la baja atmósfera. Turbulencia Atmosférica. Teoría de Semejanza. Aplicaciones: difusión y contaminación atmosféricas. Recurso eólico.

Conocimientos previos recomendados

Conocimiento de las ecuaciones básicas que rigen el movimiento en la atmósfera.
Termodinámica Atmosférica: leyes fundamentales. Concepto de estabilidad.
Estadística descriptiva, conocimientos básicos.
Conocimientos básicos de dinámica de fluidos.

Programa de la asignatura

1. **Introducción:** Escalas atmosféricas. Procesos a Microescala. Capa Límite Atmosférica. Subcapas de la CLA. Importancia y aplicaciones de la Micrometeorología.
2. **Estabilidad de estratificación.** Flujos y estimación de energía en la CLA. Temperatura potencial en la CLA: criterios de estabilidad local. Concepto de estabilidad no local Influencia del viento en la estabilidad: Número de Richardson. Capa de mezcla.
3. **Flujo Laminar.** Subcapa laminar. Número de Reynolds en la Capa Límite. Capa de Ekman. Limitaciones de la teoría de Ekman en la CLA.
4. **Turbulencia.** Intensidad de turbulencia. Tensor de Reynolds: Tensión turbulenta. Ecuaciones de movimiento promedio en flujo turbulento. Perfiles de velocidad en la CLA. Teoría de Gradiente. Hipótesis de longitud de mezcla. Perfil logarítmico. Perfil Potencial.
5. **Teoría de semejanza.** Aplicación del análisis dimensional en la CLA. Aplicación a estabilidad neutral. Longitud de Monin-Obukhov. Flujos turbulentos bajo condiciones no neutrales. Formas empíricas de las funciones de semejanza. Perfiles de viento y temperatura.
6. **Recurso Eólico.** Potencia eólica del viento. Relación entre los perfiles de viento y el aprovechamiento eólico. Influencia orográfica. Importancia de la climatología en el recurso eólico.
7. **Contaminantes atmosféricos.** Concepto de contaminación. Criterios para la clasificación de contaminantes. Principales contaminantes: fuentes, sumideros y efectos. Calidad del aire: normativa y objetivos.
8. **Factores meteorológicos de la contaminación atmosférica.** Mecanismos de dispersión. Categorías de estabilidad. Inversión térmica: ciclo diario. Penachos y factores locales. Dispersión a escala regional y superiores.
9. **La ecuación de advección-difusión.** Principio de superposición. Difusión molecular y turbulenta. Teorías del gradiente aplicadas a la difusión de contaminantes. Teorías K constante y variable.

10. **Modelos de dispersión atmosférica.** Tipos de modelos. Componentes de un modelo, usos y limitaciones. Modelos eulerianos y lagrangianos. El penacho gaussiano. Validación de los modelos de dispersión.

Programa de Prácticas.

Se realizará un programa de prácticas con simulaciones en ordenador de diferentes aplicaciones de la asignatura. Dichas sesiones se realizarán en el horario de clase utilizando alternativamente el aula de informática y el aula tradicional. Las prácticas programadas ocuparán varias sesiones dependiendo de su desarrollo y extensión. Cada práctica finalizará con la elaboración de un informe.

Relación de prácticas propuestas:

1. Caracterización de la CLA. Estabilidad local y no local. Número de Richardson.
2. Perfiles de viento. Condiciones Neutrales y No Neutrales.
3. Determinación de escalas espacio-temporales.
4. Inventario de emisiones
5. Modelización del Penacho Gaussiano.

Horario de clase: 10 sesiones en el mismo horario de clase (Aula de clase/Informática). Las sesiones en Aula de Informática (Aula 1) serán en las fechas:

21/10/2013; 28/10; 18/11; 25/11; 16/12; 20/01/2014, (martes 18:30 -20:00 h).

El resto de sesiones serán en la misma aula de clase.

Bibliografía

Básica

- Arya, S. P. 'Introduction to micrometeorology'. Academic Press.2001
- Seinfeld J.H. 'Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution'. J Wiley 1998.
- Arya, S. P. 'Air Pollution Meteorology and Dispersion'. Oxford Univ. Pres. 1999.

Complementaria

- Stull, R. B. 'An Introduction to Boundary Layer Meteorology'. Kluwer Acad. Pub. 1988.
- Sorbjan. Z. 'Structure of the Atmospheric Boundary Layer'. Prentice Hall. 1989.
- Jacobson, M.Z. 'Atmospheric pollution'. Cambridge University Press. 2002.
- Panofsky H. and Dutton J. 'Atmospheric Turbulence' Models and Methods for Engineering Applications'. J. Wiley and Sons, 1984.

Recursos en internet

Campus virtual, enlaces de interés para la asignatura.

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la micrometeorología, incluyendo ejemplos y aplicaciones reales operativas. ▪ Clases de problemas y ejercicios con aplicaciones con datos reales o simulados, que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen adecuadamente. ▪ Sesiones prácticas en el aula de informática (laboratorio). <p>Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador.</p> <p>Las presentaciones de las lecciones, así como la lista de problemas podrán ser facilitadas al alumno por medio del campus virtual.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de problemas y trabajos propuestos para este fin en las fechas que determine el profesor. Entregarán las correspondientes memorias de las prácticas de laboratorio.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60 %
<p>Se realizará un examen final al término del curso. Comprenderá preguntas de razonamiento teórico-práctico y problemas. La calificación final, relativa al examen N_{Exam}, se valorará sobre 10 puntos.</p> <p>Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40 %
<p>A lo largo del curso y como parte de la evaluación continua, el alumno entregará de forma individual los problemas y tareas de tipo práctico que le indique el profesor en las fechas que éste determine (20%)</p> <p>El trabajo práctico en las sesiones presenciales programadas que incluye las memorias exigidas, es parte de la evaluación continua (20%). Su realización será requisito obligatorio para la calificación del resto de actividades.</p> <p>La valoración de otras actividades, N_{OA}, será sobre 10 puntos.</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será el resultado de la media ponderada de cada uno de los métodos de evaluación según su peso indicado anteriormente:</p> $C_{Final} = 0.60 \cdot N_{Exam} + 0.40 \cdot N_{OA}$ <p>donde N_{Exam} es la calificación obtenida en la realización del examen y N_{OA} es la correspondiente a Otras Actividades.</p>		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:		Oceanografía Física		Código	606833
Materia:	Clima	Módulo:	Física de la Atmósfera		
Carácter:	Optativa	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		28		17	

Profesor	T/Pro/S/ Prac*	Dpto.	e-mail
M ^a Belén Rodríguez de Fonseca	T/Pro/S /Prac	FTAA-I	brfonsec@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
L X	15:30-17:00	8A	M, J: 11:30-13:00. Despacho 107 (4 ^a planta, ala Este)

Objetivos de la asignatura
Adquirir los conocimientos fundamentales de la oceanografía física así como de las interacciones aire-océano: propiedades del agua del mar, forzamiento atmosférico, las ecuaciones fundamentales, movimiento geostrófico, vorticidad, e interacción océano-atmósfera como elemento esencial de la predicción estacional a decadal actual.

Breve descripción de contenidos
Propiedades del agua de mar. Ecuaciones de movimiento. Flujo geostrófico. Vorticidad. Ondas. Interacción atmósfera-océano. Circulación termohalina.

Conocimientos previos recomendados

Se recomienda tener conocimientos básicos de las ecuaciones fundamentales que rigen el comportamiento de un fluido, de las ecuaciones básicas que rigen el movimiento en la atmósfera, y conceptos de termodinámica de la atmósfera como estabilidad atmosférica.

Se aconseja algunos conocimientos de computación científica: saber realizar cálculos y programas básicos con Matlab u octave.

Programa de la asignatura

1. Introducción histórica. Evolución de los estudios de oceanografía. Evolución de las observaciones en el océano.

2. Propiedades del Agua del Mar Datos hidrográficos. Temperatura, salinidad, densidad y presión. Perfiles de salinidad y temperatura. Diagramas Temperatura-salinidad. Masas de Agua. Estabilidad

3. La influencia Atmosférica. Descripción de la circulación general de la atmósfera. Cinturones de viento y presión. Capa límite planetaria. Medida del viento. El stress del viento. Transferencia de calor y de momento, cálculo de flujos.

4. Ecuaciones Fundamentales: Fuerzas en el océano. Corrientes y Ondas. Sistemas de coordenadas en el océano. Derivada Total. Ecuaciones de Navier Stokes.

5. Balance de Calor en el Océano. Términos de la ecuación de balance de calor. Transporte de calor en el océano. Flujo de flotabilidad. Conservación de la masa y de la Sal. Medida de flujos en el océano.

6. Turbulencia en el océano. Viscosidad. El papel de los términos no lineales. Stress de Reynolds y su divergencia. Ecuaciones de momento turbulentas. Viscosidad Eddy. Mezcla en el océano. Estabilidad estática, dinámica y doble difusión.

7. Corrientes Oceánicas dirigidas por el viento. Movimiento inercial. La capa de Ekman, espiral de Ekman, transporte de masa de Ekman. Aplicaciones de la Teoría de Ekman: afloramiento costero, bombeo de Ekman. Circulación de Langmuir.

8. Corrientes Geostroficadas. Aproximación Geostrofica. Medidas de altimetría. Cálculo de Corrientes Geostroficadas con datos de altimetría. Cálculo de corrientes con datos hidrográficos.

9. Vorticidad en el Océano: Definición de Vorticidad. Conservación de la vorticidad, influencia de la vorticidad. Corrientes Frontera. Vorticidad y Bombeo de Ekman.

10. Ondas en el océano. Teoría lineal de ondas superficiales. Ondas no lineales. Spectro de una onda. Ondas barotrópicas en el océano. Modelo de aguas someras. Ondas de Gravedad. Ondas Ecuatoriales. Ondas de Kelvin y de Rossby.

11. Modelos oceánicos. Modelo de Sverdrup, modelo de Stommel y Modelo de Munk. Modelos numéricos. Modelos costeros, modelos globales, modelos acoplados.

12. La circulación Profunda. Teoría de la circulación profunda. Importancia de la circulación profunda. Observaciones de la circulación profunda.

13. Interacciones aire-océano. Fenómenos de interacción intraestacional, interanual y decadal. Interacciones en el trópico y en el extratropical.

Programa de Prácticas.

Práctica 1: Estructura Vertical del Océano. Perfiles y Masas de Agua.

Práctica 2: Ecuaciones Fundamentales.

Práctica 3: Ondas Oceánicas.

Práctica 4: Interacciones Aire-océano.

- Primer Semestre, Aula 15, 15:00 a 17:00, 20 y 27 de octubre, 24 y 26 de noviembre, 15 y 17 de diciembre, 12 y 14 de enero.

Bibliografía

Básica

Steward, R, 2008: Introduction to Physical Oceanography.
http://oceanworld.tamu.edu/home/course_book.htm

Pond, S.A.; G. L. Pickard, 1983: Introduction to dynamical Oceanography. Gulf Professional Publishing.

Knauss, J.A., 1997: Introduction to Physical Oceanography. Prentice Hall PTR, 1997 - Science - 309 pages

Complementaria

Artículos históricos a comentar:

Sverdrup, H., 1947: wind driven currents in a baroclinic ocean; with applications to the equatorial currents of the eastern Pacific. Proceedings of the National Academic of Science, 33, 318-325.

Stommel, H. 1948: The westward intensification of wind-driven ocean currents.

Transactions, American Geophysical Union, 25, 2.

Munk, W., 1950: On the wind driven ocean circulation . Journal of Meteorology, 7,2, 79-93.

Engineering Applications. J. Wiley and Sons, 1984.

Recursos en internet

- Campus virtual
- Presentaciones online:
 1. Presentaciones del profesor Emery
<http://ccar.colorado.edu/asen5215/>
http://www.meted.ucar.edu/oceans/ocean_models/navmenu.htm
 - Libro de oceanografía del CSIC (España)
<http://www.cmima.csic.es/mirror/mattom/regoc/pdfversion.html>
 - Universidad de Yale, presentaciones
<http://earth.geology.yale.edu/~avf5/teaching/ResourcesGG535/>
 1. Glosario de Términos de Oceanografía de Stommel
<http://stommel.tamu.edu/~baum/paleo/paleogloss/paleogloss.html>
 2. Listado de bases de datos online en oceanografía
<http://dss.ucar.edu/catalogs/oceanlists/ocean.html>
<http://publ.ac.uk/link/o/oceanographicdata.htm>

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Clases teóricas en las que se explicarán los principales conceptos de la oceanografía física empleando principalmente presentaciones proyectadas desde el ordenador así como la pizarra. Se hará uso también de experimentos de cátedra relacionados con la oceanografía tomados de <http://meteolab.fis.ucm.es>
- Seminarios: A lo largo del curso se impartirán seminarios por parte de profesionales de la oceanografía como Puertos del Estado, Instituto Español de Oceanografía y el CSIC.
- Sesiones prácticas de laboratorio en el aula de informática que incluirán análisis de datos oceanográficos, ejemplificación e interpretación de los conceptos aprendidos en clase. La evaluación de las prácticas incluirá
 1. Entrega de memoria escrita.
 2. Exposición oral de las prácticas y discusión.
 - Elaboración de trabajos escritos breves basados en publicaciones científicas.

Se facilitará a los alumnos el material de las presentaciones de las clases teóricas con antelación suficiente por medio del campus virtual.

Se habilitará un foro en el campus virtual para poder resolver dudas online.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50 %
Se realizará un examen final al término del curso que comprenderá preguntas de razonamiento teórico-práctico. La calificación final, relativa al examen se valora sobre 10 puntos.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50 %
<p>A lo largo del curso y como parte de la evaluación continua, el alumno entregará de forma individual las tareas de tipo práctico que indique el profesor en las fechas que éste determine, que incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realización de prácticas de laboratorio y entrega de memoria escrita* (30%) - Presentación por escrito de trabajos (10%) - Presentación oral de trabajos (10%) <p>* El trabajo de laboratorio incluye las memorias exigidas y su realización será requisito obligatorio para la calificación del resto de actividades</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será el resultado de la media ponderada de cada uno de los métodos de evaluación según su peso indicado anteriormente:</p> $CFinal = 0.50 \cdot Exam + 0.50 \cdot OA$ <p>donde <i>Exam</i> es la calificación obtenida en el examen y <i>OA</i> la correspondiente a Otras Actividades.</p>		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:		Dinámica del Interior de la Tierra		Código	606837
Materia:	Geofísica Avanzada	Módulo:	Física de la Tierra		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		28		17	

Profesor	T/Pro/S/Prac*	Dpto.	e-mail
Ana Negredo Moreno	T/Pro/S/Prac	FTAA-I	anegredo@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
L, M	12:00-13:30	8A	Despacho 105 (4ª planta, ala Este): Lunes de 11:00 a 12:00 h Miércoles de 10:00 a 12:00 h

Objetivos de la asignatura
<p>El objetivo de esta asignatura es que los alumnos adquieran un profundo conocimiento, tanto teórico como aplicado, de los procesos físicos que determinan la dinámica terrestre. Para ello se integrará conocimientos de las diferentes disciplinas de la Física de la Tierra para estudiar los procesos de generación y transporte de calor en el interior de la Tierra, los fundamentos del magmatismo y vulcanismo, y la relación entre esfuerzos y deformaciones en diferentes escalas temporales y espaciales.</p>

Breve descripción de contenidos

Dinámica y composición del núcleo, manto y litosfera. Generación y transporte de calor en el interior de la Tierra. Estado térmico de la litosfera continental y oceánica. Fundamentos de magmatismo y vulcanismo. Esfuerzos y deformaciones en la litosfera. Procesos de compresión y extensión litosférica.

Conocimientos previos recomendados

Es conveniente tener conocimientos de Física de la Tierra.

Programa de la asignatura

- 1. Estratificación física y composicional de la tierra.** Variaciones radiales de la velocidad, densidad, gravedad y presión. Caracterización física y composicional de las capas de la Tierra. Modelos mineralógicos del manto y del núcleo.
- 2. Dinámica y cinemática de placas.** Introducción histórica. Fuerzas motoras de la tectónica de placas. Márgenes continentales. Velocidad absoluta y relativa de las placas.
- 3. Estado térmico de la litosfera.** Ecuación de la conducción. Geotermas de equilibrio en la litosfera continental. Estado térmico de la litosfera oceánica: modelo de espacio semi-infinito vs. modelo de placa. Topografía del suelo oceánico.
- 4. Procesos térmicos en el manto y en el núcleo.** Equilibrio adiabático gravitacional. Patrones de convección. Modelos del núcleo. Fusión parcial: fundamentos de magmatismo y vulcanismo.
- 5. Aplicaciones geodinámicas de la mecánica de fluidos.** Ecuaciones de conservación de la masa y del momento para fluidos viscosos. Aplicaciones geodinámicas: viscosidad del manto y rebote post-glacial. Convección térmica y número de Rayleigh.
- 6. Reología de la litosfera.** Medios elásticos, medios viscosos, viscoelasticidad y plasticidad. Modelos mecánicos de la litosfera: placa elástica, viscoelástica y elasto-plástica. Modelos de estratificación de la litosfera continental.
- 7. Flexión litosférica.** Ecuación de la flexión. Espesor elástico equivalente. Estudio de casos particulares. Flexión de litosfera continental y litosfera oceánica. Esfuerzos horizontales. Flexión bajo cadenas de Islas. Flexión litosférica en una fosa.
- 8. Procesos geodinámicos.** Extensión y compresión litosférica: formación de cuencas sedimentarias y orógenos. Procesos de subducción.

PRÁCTICAS (10 sesiones)

- P1.- Estudio y representación del estado térmico de la litosfera oceánica, flujo geotérmico y profundidad de fondo oceánico.
- P2.- Estudio y representación del estado térmico de la litosfera continental
- P3.- Cinemática de placas: cálculo de velocidades absolutas y relativas
- P4.- Estudio y representación de la estratificación reológica de la litosfera continental.
- P5.- Cálculo del espesor elástico equivalente
- P6.- Cálculo y representación de la deflexión de placas oceánicas.
- P7.- Extensión litosférica: cálculo del factor de extensión de una cuenca sedimentaria

Horario:

Martes de 12:00 a 13:30

Las prácticas comenzarán dos semanas después del comienzo del curso, y tendrán lugar en el laboratorio de alumnos (216) del Departamento de FTAAI.

Bibliografía

Básica:

Lowrie, W., 2007, *Fundamentals of Geophysics*. Cambridge University Press.

Turcotte and Schubert, 2002, *Geodynamics*. Cambridge University Press.

Ranalli, G., 1995, *Rheology of the Earth*. Chapman and Hall eds.

Fowler, C.M.R., 2005, *The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics*, Cambridge University Press.

Complementaria:

Allen and Allen, 2004, *Basin analysis: principles and applications*, Willey Pub. Group.

Watts, 2009, *Crust and lithosphere dynamics: Treatise on Geophysics*, Elsevier

Bercovici, 2009, *Mantle dynamics: Treatise on Geophysics*, Elsevier

Recursos en internet

Campus virtual

'Lecture notes' de los cursos abiertos del MIT:

Geodynamics: <http://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/12-520-geodynamics-fall-2006/>

Essentials of geophysics: <http://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/12-201-essentials-of-geophysics-fall-2004/>

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la dinámica del interior terrestre. ▪ Clases de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada. Prácticas de laboratorio a realizar en aulas de informática. ▪ Exposición de trabajos realizados por los alumnos sobre artículos relacionados con los contenidos. <p>Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra y presentaciones de ordenador.</p> <p>Los alumnos dispondrán con antelación de los enunciados de los problemas y prácticas a través del campus virtual.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
Se realizará un examen final que constará de una parte de cuestiones teóricas y otra parte de problemas.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<ul style="list-style-type: none"> • El alumno entregará un informe individual de cada una de las prácticas realizadas. • Además entregará problemas resueltos o informes de actividades propuestas que se realizarán generalmente de manera individual. • Presentación y discusión de artículos investigación recientes publicados en revistas científicas de calidad. 		
Calificación final		
La calificación final será:		
$N_{Final}=0.5N_{Examen}+0.5N_{OtrasActiv}$		
donde N_{Examen} y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:	Física Planetaria		Código	606839	
Materia:	Aplicaciones de la Geofísica	Módulo:	Física de la Tierra		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		35		10	

Grupo	Profesor	T/Prob/S/Prac*	Dpto.	e-mail
A	Miguel Herraiz Sarachaga	T/Prob/S/Prac	FTAA-1	mherraiz@ucm.es

*: T: Teoría, Prob: Problemas,, S:Seminarios, Prac :Prácticas

Grupo	Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
	Día	Horas	Aula	
A	L, M	09:00-10.30	8A	Despacho 109 (4ª Planta, ala Este) X,J: 9.30-12.30

Objetivos de la asignatura

La asignatura pretende que el alumno alcance dos objetivos principales:

1. Familiarizarse con las técnicas de exploración planetaria.
2. Conocer las características más importantes de los cuerpos planetarios y el papel de la Física en su deducción.

Breve descripción de contenidos

Introducción. Dinámica planetaria. Origen y transmisión de la energía en el Sistema Solar. Atmosferas, campos magnéticos y ionosferas planetarias. Superficie y estructura interna de los cuerpos celestes. Meteoritos, planetas menores, cometas y anillos planetarios.

Conocimientos previos necesarios

Se recomienda que el alumno tenga conocimientos de Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo y métodos de cálculo al nivel que se transmiten en el Grado de Física.

Programa de la asignatura

1. **Introducción.** Origen y Componentes del Sistema Solar. Propiedades de los planetas obtenidas por observación.
2. **Dinámica planetaria.** Los problemas de 2 y 3 cuerpos. Órbitas y perturbaciones. Puntos de Lagrange. Mareas y fuerzas disipativas.
3. **El sol.** Estructura y Actividad. Transporte de energía. Viento Solar. Medio interplanetario. Ondas en plasmas. Meteorología Espacial.
4. **Atmosferas y superficies planetarias.** Técnicas de estudio. Morfología y Composición de las atmosferas planetarias. Fenómenos sobre la superficie.
5. **Estructura interna de los planetas.** Leyes físicas básicas. Composición. Planetas terrestres y planetas gigantes.
6. **Campos magnéticos.** Ionosferas y Magnetosferas planetarias.
7. **Meteoritos.** Clasificación y origen. Composición y características físicas. Fenómenos de caída e impacto.
8. **Cometas.** Tipología. Características. Origen.
9. **Anillos planetarios.** Características. Origen.

Prácticas

P1.- El sistema solar. Caracterización de los cuerpos que lo componen
P2.- Análisis del sol y su actividad. Viento solar. Tormentas solares y tormentas geomagnéticas.
P3.- Estudio de ionosferas. Técnicas. Comparación de las ionosferas terrestre y marciana.
P4.- Análisis de superficies planetarias. Observación de los rasgos característicos. Distinción de cráteres y volcanes.
P5.- Sistemas de observación de la Tierra y seguimiento de misiones espaciales.
Las Prácticas 2 y 3 se realizarán en el aula de informática (Aula 15) los días 18 de noviembre de 2014 y 13 de enero de 2015, respectivamente.

La práctica 5 tendrá lugar en un centro de investigación del espacio, fuera del horario académico.

Bibliografía

Básica

D. Morrison, T. Owen. *The Planetary System*. 3rd edition, Addison Wesley, San Francisco, CA, USA, 2003.

Y. Kamide and A. Chian (eds). *Handbook of the Solar-Terrestrial Environment*, Springer-Verlag Berlin, 2007.

M.G. Kivelson and C.T. Russell. *Introduction to Space Physics*. Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

I. de Pater, J.J. Lissauer. *Planetary Sciences*, Cambridge University Press, 2006.

Complementaria

S.K. Atreya, J.B. Pollack and M.S. Matthews (eds). *Origin and evolution of Planetary and Satellite Atmospheres*, University of Arizona Press, Tucson, 1989.

W.K. Hartmann. *Moons and Planets*, Wadsworth Publishing Company, Belemon, California, 1993.

G.W. Pröls. *Physics of the Earth's Space Environment*, Springer Verlag, Berlin, 2003.

R. Wissman, L.C. McFadden and T.V. Johnson (eds). *Encyclopedia of the Solar System*, Academic Press, Inc. New York, 1999.

Recursos en internet

Asignatura en Campus Virtual

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la Física Planetaria.
- Clases prácticas de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada.
- Clases prácticas en el Aula de Informática. Se realizarán 2 sesiones (de 90 minutos cada una) para reforzar los conocimientos teóricos adquiridos.
- Actividades prácticas que pueden incluir visitas al Planetario de Madrid, al Centro de la Agencia Espacial Europea, ESAC, en Villafranca del Castillo (Madrid) y/o a las instalaciones del INTA en Ajalvir (Madrid). Estas visitas se planificarán en el marco de la colaboración existente entre investigadores del Departamento y estas Instituciones.
- Conferencias sobre temas de Física Planetaria impartidas en el Ciclo de Seminarios de Geofísica y Meteorología y en foros especializados.

Las lecciones de teoría se impartirán utilizando la pizarra y presentaciones proyectadas desde el ordenador. Los contenidos principales de las clases teóricas, así como la lista de problemas, serán facilitados al alumno por medio del campus virtual con antelación suficiente.

Los alumnos tendrán la oportunidad de realizar, con carácter voluntario, trabajos

cortos y extensos. Los primeros, de 2-3 páginas, analizarán aspectos concretos de física planetaria y serán expuestos por los alumnos en el Aula. Los extensos (de 15 páginas) permitirán profundizar en un tema acordado con el profesor. De manera similar podrán realizar presentaciones breves de artículos científicos seleccionados por el Profesor.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de los problemas y prácticas propuestos para este fin, en las fechas que determine el Profesor.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
Se puntuarán las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas. • Realización de prácticas y/o realización de trabajos en grupo o individuales con elaboración de memorias y exposición de resultados. • Presentaciones orales. • Participación en los Seminarios. 		
Calificación final		
La calificación final será $N_{Final}=0.6N_{Exámen}+ N_{OtrasActiv}$, donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:		Modelización Numérica		Código	606830
Materia:	Meteorología Aplicada	Módulo:	Física de la Atmósfera		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		28		17	

Profesor	T/Pro/S/ Prac*	Dpto.	e-mail
Maria Luisa Montoya Redondo	T/Pro/S /Prac	FTAA-II	mmontoya@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
M	15:30-17:00	8A	Despacho 6, planta baja, módulo Oeste. Miércoles 14:00-17:00
X	17:00-18:30		

Objetivos de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Familiarizarse con las aproximaciones que se llevan a cabo en los modelos numéricos meteorológicos y climáticos y aprender a implementar éstos. • Comprender la utilidad, incertidumbres y limitaciones de los modelos meteorológicos y climáticos. • Entrenarse en el diseño y la realización de experimentos por medio de simulaciones meteorológicas y climáticas.

Breve descripción de contenidos

Discretización de las ecuaciones fundamentales. Parametrizaciones de los procesos físicos de sub-malla. Modelos meteorológicos. Modelos acoplados océano-atmósfera. Modelos climáticos. Evaluación de los modelos. Predictibilidad.

Conocimientos previos recomendados

Conocimientos básicos de física del clima, dinámica de fluidos, computación, estadística y de inglés.

Programa de la asignatura

- **Introducción.** *Introducción histórica. Aspectos fundamentales de la modelización numérica de la atmósfera y el clima.*
- **Discretización numérica de las ecuaciones fundamentales.** *Ecuaciones fundamentales. Sistemas de coordenadas. Clasificación de las ecuaciones diferenciales parciales. Problemas de valores iniciales y de condiciones de contorno, Métodos de diferencias finitas. Volúmenes finitos.*
- **Modelización de las componentes del sistema climático.** *Modelos de atmósfera y océano: discretización, dinámica, física y parametrizaciones. Modelización del hielo marino, hielo terrestre, vegetación terrestre, biogeoquímica oceánica, química atmosférica.*
- **Modelos climáticos/del sistema terrestre.** *Modelos acoplados atmósfera-océano. Modelos del sistema terrestre. Jerarquía de modelos. Modelos de complejidad intermedia. Modelos conceptuales.*
- **Integración de los modelos.** *Acoplamiento de los modelos. Integración. Inicialización.*
- **Aplicaciones.** *Predictibilidad. Predicción numérica del tiempo. Experimentos de sensibilidad. Simulaciones paleoclimáticas Simulaciones del clima futuro.*
- **Evaluación de los modelos.** *Intercomparación de los modelos. Comparación con registros atmosféricos y oceánicos. Variabilidad climática. Extremos. Sensibilidad climática.*

Prácticas de Laboratorio.

Se realizarán sesiones prácticas de diferentes aplicaciones de la asignatura en el horario de clase utilizando el aula de informática de la facultad, para lo cual previamente se introducirán las herramientas computacionales necesarias para realizar las prácticas (linux, fortran, R).

Relación de prácticas:

- Impacto del uso de diferentes esquemas en diferencias finitas.
- Implementación e integración de modelos conceptuales.

- Simulaciones de control y experimentos de sensibilidad.
- Proyecciones climáticas.

Horario de Prácticas (Aula de Informática 15): todos los miércoles del semestre excepto el 8 de abril y el 13 de mayo (X 17:00- 18:30h).

Bibliografía

Goosse H., P.Y. Barriat, W. Lefebvre, M.F. Loutre and V. Zunz. *Introduction to climate dynamics and climate modeling, 2008*:
<http://www.elic.ucl.ac.be/textbook>.

Haltiner, G.J., R.T. Williams, 1980, *Numerical Prediction and Dynamic Meteorology*. Wiley, 477 pp

Kalnay, E., 2003, *Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability, 2003* Cambridge University Press, ISBN: 052179179, 2003.

McGuffie K., A. Henderson-Sellers, 2005, *A Climate Modelling Primer*, 3rd ed., John Wiley, 296 pp.

Randall, D. *An Introduction to Atmospheric Modelling*:
<http://kiwi.atmos.colostate.edu/group/dave/at604.html>

Spiegelman, M. *Myths and methods in Modeling*.
<http://www.ldeo.columbia.edu/~mspieg/mmm/>

Stocker, T., 2011, *Introduction to Climate Modelling*, Advances in Geophysical and Environmental Mechanics and Mathematics, K. Hutter (ed.), Springer Verlag. DOI 10.1007/978-3-642-00773-6_1, 179 pp.

Stocker, T.F., et al., 2013: Technical Summary. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Trenberth, K. E. (Editor), *Climate System Modeling*, 1992, Cambridge University Press, 788 pp.

Washington W.M., C.L. Parkinson, 2005, *An Introduction to Three-Dimensional Climate Modeling*, University Science Books, 354 pp.

Recursos en internet
<p>Campus virtual</p> <p><i>Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change</i> http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/</p>

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases teóricas en las que se explicarán los principales conceptos de la simulación numérica del clima utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador. • Sesiones prácticas de laboratorio en el aula de informática que incluirán ejercicios prácticos de simulación numérica con ordenadores y que se evaluarán a través de memorias. • Elaboración de trabajos escritos breves basados en publicaciones científicas. • Clases prácticas de exposición de trabajos y discusión. <p>Se facilitará a los alumnos el material de las presentaciones de las clases teóricas con antelación suficiente por medio del campus virtual.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
<p>Se realizará un examen final al término del curso que comprenderá preguntas de razonamiento teórico-práctico. La calificación final, relativa al examen (N_{Exam}), se valora sobre 10 puntos.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<p>A lo largo del curso y como parte de la evaluación continua, el alumno entregará de forma individual las tareas de tipo práctico que indique el profesor en las fechas que éste determine, que incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realización de prácticas de laboratorio* (20%) • Presentación por escrito de trabajos (10%) • Presentación oral de trabajos (10%) <p>* El trabajo de laboratorio incluye las memorias exigidas y su realización será requisito obligatorio para la calificación del resto de actividades.</p>		
Calificación final		
<p>La calificación final será el resultado de la media ponderada de cada uno de los métodos de evaluación según su peso indicado anteriormente:</p> $C_{Final} = 0.60 \cdot N_{Exam} + 0.40 \cdot N_{OA}$ <p>donde N_{Exam} es la calificación obtenida en el examen y N_{OA} la correspondiente a Otras Actividades.</p>		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:		Técnicas Aplicadas a la Meteorología		Código	606831
Materia:	Meteorología Aplicada	Módulo:	Física de la Atmósfera		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Atmósfera	Curso:	1º	Semestre:	1º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		28		17	

Profesor	T/Pro/S/ Prac*	Dpto.	e-mail
Natalia Calvo Fernández	T/Pro/S /Prac	FTAA-II	nataliac@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
M	17:00-18:30	8A	Despacho 11 (planta baja, ala Oeste): Lunes de 10:00 a 13:00
J	15:30-17:00		

Breve descripción de contenidos
Análisis de datos atmosféricos y climatológicos. Estadística básica. Análisis de extremos. Análisis espacio-temporal de series.

Conocimientos previos recomendados.
Se recomienda que el alumno tenga conocimientos previos de estadística básica, de meteorología aplicada y/o climatología y programación básica.

Programa de la asignatura

- **Técnicas de observación en la atmósfera.** Sistemas de observación y bases de datos meteorológicas/climáticas.
- **Estadística básica:** Estadística descriptiva; distribuciones de probabilidad continuas y discretas.
- Inferencia y Contraste de Hipótesis. Análisis de composites.
- **Covarianza y correlación.** Análisis de regresión. Tendencias.
- **Análisis univariante de series temporales:** homogeneidad temporal; análisis espectral. Filtros.
- **Análisis de datos extremos:** ocurrencia de eventos extremos; períodos de retorno.
- **Análisis espaciotemporal:** teleconexiones; análisis de componentes principales (modo t , modo s).

Se realizarán 7 prácticas como aplicación de los temas del curso:

Las prácticas se realizarán en el Aula de Informática (Aula 1) los martes en horario de clase (17:00-18:30)

Bibliografía

Bibliografía básica:

- Wilks D.S. 2006: *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Academic Press 627pp.

Bibliografía complementaria

- von Storch, H., and F. Zwiers, 1999: *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge University Press, 494 pp.
- Gorgas, Cardiel, Zamorano, 2012: *Estadística Básica para Estudiantes de Ciencias*. 206pp.

Enlaces a páginas de interés

Recursos en internet

Campus virtual, página web de la asignatura.

Enlaces web a páginas de interés de disponibilidad de datos y de aplicaciones de técnicas estadísticas a análisis de datos meteorológicos y climáticos (e.g. NOAA National Climatic Data Center, Centro Europeo de Predicción a Medio y Largo Plazo, etc.)

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la asignatura. Se utilizarán casos reales para la ilustración de ejemplos de aplicaciones.

Sesiones prácticas como aplicaciones con datos reales o simulados, que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen. –Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador.

Las presentaciones de las lecciones, serán facilitadas al alumno por medio del campus virtual.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de las prácticas y trabajos propuestos para este fin en las fechas que determine el profesor. Entregarán las correspondientes memorias de las prácticas.

Evaluación

Realización de exámenes

Peso:

50%

Examen teórico.

Otras actividades de evaluación

Peso:

50 %

Evaluación de las prácticas, problemas y presentaciones realizados por los alumnos.

Calificación final

La calificación final, C_{Final} , será la suma del examen final (50%) y de las prácticas (50%) de la asignatura.

$$C_{Final} = 0.5 N_{exam} + 0.5 N_{OA}$$

Donde N_{exam} es la calificación en el examen teórico y N_{OA} es la de otras actividades.



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:		Variabilidad Climática		Código	606834
Materia:	Clima	Módulo:	Física de la Atmósfera		
Carácter:	Optativa	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		28		17	

Profesor	T/Pro/S/ Prac*	Dpto.	e-mail
J. Fidel González Rouco	T/Pro/S /Prac	FTAA-II	fidelgr@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
M X	18:30-20:00	8A	Despacho 4, planta baja, módulo Oeste. L y X de 12:00-13.30.

Objetivos de la asignatura
<p>Familiarizar al alumno con las diferentes escalas de variabilidad climática, desde la intraestacional a la milenaria. Conocer los principales fenómenos de variabilidad interna tropical y extratropical, incluyendo los principales modos de variabilidad de la circulación atmosférica y oceánica y su aplicación a la predicción estacional. Estudiar los principales factores de forzamiento externo del sistema climático y las respuestas a éstos del sistema climático. Proporcionar una perspectiva del cambio climático natural y antropogénico a partir del registro instrumental, paleoclimático y de los modelos climáticos. Aproximar al alumno a los conceptos y herramientas de detección y atribución de cambio climático, así como a sus incertidumbres y limitaciones.</p>

Breve descripción de contenidos

Escalas temporales de la variabilidad climática. Caracterización de la Variabilidad Climática. Variabilidad interna y forzada. Forzamientos externos (naturales y antrópicos). Reconstrucción y simulación de la variabilidad. Predicción estacional y decadal. Simulaciones de cambio climático.

Conocimientos previos recomendados

Se recomienda haber cursado la asignatura de Física del Clima.
Se recomienda haber adquirido conocimientos de Estadística y Análisis de Datos, Computación Básica y Dinámica Atmosférica.

Programa de la asignatura

1. Mecanismos de variabilidad climática I. El período instrumental. Variabilidad observada a escalas global, hemisférica y regional. Modos de variabilidad climática. Mecanismos físicos de conexión tropical-extratropical, Troposfera-Estratosfera.

2. Mecanismos de variabilidad climática II. Escalas de variabilidad climática. Reconstrucción paleoclimática. Mecanismos de variabilidad climática en escalas multiseccular y milenaria. Estados glaciales e interglaciales. Cambio climático abrupto. Variabilidad en escalas geológicas.

3. Causas de variabilidad climática. Forzamiento externo y procesos de realimentación. Forzamiento natural: solar, volcánico, orbital. Forzamiento antrópico: cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero, aerosoles, usos y cobertura de suelo, ozono. Ciclos biogeoquímicos.

4. Variabilidad interna y respuesta al forzamiento externo. Aplicaciones de la modelización numérica al estudio de la variabilidad y el cambio climático: simulaciones de control, experimentos de sensibilidad, simulaciones históricas, predicción estacional y decadal, proyecciones de cambio climático. Simulaciones paleoclimáticas con modelos de diferente complejidad. Estados de equilibrio. Sensibilidad climática y respuesta transitoria del sistema.

5. Detección y atribución (D+A). Discriminación entre variabilidad interna y variabilidad forzada. D+A de valores medios. D+A extremos. D+A en el último milenio.

Programa de Prácticas.

Las prácticas se llevarán a cabo los últimos 10 días de clase.

-‘Análisis de variabilidad interna en experimentos de control’.

-‘Análisis de la respuesta forzada en simulaciones de cambio climático futuro’

Horario de prácticas (Aula de Informática): 10 sesiones en el mismo horario de clase los miércoles de 18:30-20:00 a partir del 15 abril.

Bibliografía

Básica

D. L. Hartmann, 1994: Global Physical Climatology, Academic Press, 411 pp.

Climate Change 2007: The physical Science Basis. Contribution of working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Solomon et al. Eds). Cambridge University Press, 996 pp.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA,.

Complementaria

L. R. Kump, J.F. Kasting, R.G. Crane, 2009: The Earth System (3rd Edition), Prentice Hall, 432 pp.

- W. F. Rudimann, 2007: Earth's Climate: Past and Future (2nd Edition). W. H. Freeman Ed, 388 pp.

J. P. Peixoto, A. H. Oort, 1992: Physics of Climate, American Institute of Physics, New York, 520 pp.

K. Alverson, R. Bradley, T. Pederson, 2003: Paleoclimate, Global Change and the Future. Springer

J. R. Holton, 1992: An introduction to dynamic meteorology (3er Edition). 511 pp. Academic Press

Recursos en internet

Campus virtual, enlaces de interés para la asignatura

Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades:

- Clases teóricas utilizando presentaciones powerpoint, que se completarán con la pizarra.
- Sesiones prácticas de laboratorio en el aula de informática que se evaluarán a través de memorias.

- Elaboración de trabajos escritos breves basados en publicaciones científicas y/o exposición oral de dichos trabajos.

Se facilitará a los alumnos el material de las presentaciones de las clases por medio del campus virtual.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50 %
Se hará un examen final al término del curso que comprenderá preguntas de tipo teórico-práctico. La calificación final relativa exámenes, <i>NExam</i> , se evaluará sobre 10 puntos.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50 %
El alumno entregará las tareas de tipo práctico que indique el profesor en las fechas que éste determine, y cuya nota, <i>NOA</i> , se evaluará sobre 10 puntos. Estas actividades incluirán:		
<ul style="list-style-type: none"> - Realización de prácticas de laboratorio - Presentación de trabajos escritos y/o orales 		
La realización de estas actividades será requisito obligatorio para la calificación global		
Calificación final		
La calificación final será el resultado de la media ponderada de cada uno de los métodos de evaluación según su peso indicado anteriormente:		
$CFinal = 0.50 \cdot Exam + 0.50 \cdot OA$		
donde <i>Exam</i> es la calificación obtenida en el examen y <i>OA</i> la correspondiente a Otras Actividades.		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:		Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas		Código	606836
Materia:	Geofísica Avanzada	Módulo:	Física de la Tierra		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		28		17	

Profesor/a Coordinador/a:	M. Luisa Osete López			Dpto:	FTAA-I
	Despacho:	114	e-mail	mlosete@ucm.es	

Profesor	T/Pro/S/Prac*	Dpto.	e-mail
Fátima Martín Hernández	T/Pro/S/Prac	FTAA-I	fatima@ucm.es
María Luisa Osete López	T/Pro/S/Prac		mlosete@fis.ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
M	12:00-13:30	8A	FMH: Desp. 214 (4ª planta, módulo central), L:10.00-13:00 h. Temas 1, 2, 4, 7
X	11:00-12:30		MLO: Desp. 102 (4ª planta, ala Este), L: 15:00-18:00 h. Temas 3, 5, 6, 7

Objetivos de la asignatura

Adquirir conocimientos teóricos y prácticos de paleomagnetismo y magnetismo de rocas. Abordar los principios básicos que rigen los estudios de paleomagnetismo y sus aplicaciones en la geofísica, la geodinámica, la geocronología, la arqueología y el medioambiente.

Breve descripción de contenidos

Propiedades magnéticas de la materia. Mecanismos de adquisición y remanencia. Principales minerales ferromagnéticos de las rocas. Principios de magnetismo de rocas. Variación paleosecular, excursiones e inversiones del campo magnético terrestre. Paleomagnetismo y tectónicas. Arqueomagnetismo. Magnetismo ambiental. Biomagnetismo. Propiedades magnéticas de materiales extraterrestres.

Conocimientos previos recomendados

Se recomienda que el alumno tenga conocimientos básicos de la Física de la Tierra y del campo magnético terrestre.

Programa de la asignatura

1. **Introducción.** *Propiedades magnéticas de los minerales naturales.*
2. **Magnetización remanente natural.** *Magnetización Termoremanente. Magnetización detrítica deposicional y post-deposicional. Magnetización remanente química. Imanaciones viscosas y otros tipos de imanación remanente.*
3. **Métodos de análisis.** *Determinación de paleodirecciones y paleopolos.*
4. **Magnetismo de rocas.** *Experimentos. Ciclos de histéresis, curvas termomagnéticas, impartición de remanencias en el laboratorio, anisotropía magnética.*
5. **Paleointensidad del campo paleomagnético.** *Métodos de medida. Fundamento teórico. Características de la paleointensidad.*
6. **Instrumentación en paleomagnetismo.** *Adquisición de datos. Test de campo y de laboratorio.*
7. **Aplicaciones del paleomagnetismo.** *Estudio de las variaciones del campo geomagnético en el pasado, deformación y tectónica de placas, magnetoestratigrafía arqueomagnetismo, magnetismo ambiental, dataciones arqueomagnéticas, anisotropía magnética.*

Prof. Fátima Marín Hernández (FMH): Temas: 1, 2, 4, 7. Prof. María Luisa Osete López (MLO): Temas: 3, 5, 6, 7

PRÁCTICAS (10 sesiones)

Las prácticas se realizarán en el Aula de Informática del Departamento de FTAAl (Lab. 216) desde el martes 5 de mayo hasta el miércoles 3 de junio.

P1.- Representación de los datos de desimanación. Diagramas de Zijderveld. Cálculo de direcciones paleomagnéticas. Direcciones medias. Calculo de polos paleomagnéticos. Deriva polar aparente.

P2. Técnicas de magnetismo de rocas. Identificación de fases magnéticas.

P3.- Paleomagnetismo y tectónica. Curvas de Deriva Polar Aparente de las

<p>distintas placas. Polos y ángulos de Euler. Rotaciones de placas y microplacas.</p> <p>P.4. Determinación de rotaciones de bloques en regiones deformadas. Estudio del caso de las cordilleras Béticas</p> <p>P5: Reconstrucciones paleogeográficas. Curvas de Deriva Polar Aparente de las distintas placas. Polos y ángulos de Euler. Aplicación a la rotación de Iberia.</p> <p>P6. Fábricas magnéticas y anisotropía magnética. Direcciones preferentes de orientación. Paleocorrientes en flujos de lavas.</p> <p>P7.- Magnetismo ambiental. Propiedades magnéticas, contaminación atmosférica y efecto antropogénico. Sedimentos de la Bahía de Portman.</p> <p>P8.- Arqueomagnetismo. Variación secular determinada a partir de datos arqueomagnéticos. Datación arqueomagnética. Aplicación al estudio de yacimientos de Europa y Norte de África</p> <p>P9.- Paleointensidad. Determinación de la intensidad del campo geomagnético en el pasado. Estudio de yacimientos arqueológicos.</p> <p>P10.- Presentación y discusión de los resultados obtenidos en las prácticas.</p> <p>P1,2 y 3: FMH+MLO; P5,6,y 7: FMH; P4,8,9: MLO</p>
--

Bibliografía
<p>Butler, R.F. <i>Paleomagnetism</i>. 1992, Blackwell Scientific Publications.</p> <p>Dunlop, D.J. and Özdemir, O. 1997, <i>Rock Magnetism</i>. Cambridge University Press.</p> <p>Evans, M.E. and F. Heller. 2003, <i>Environmental Magnetism</i>. Academic Press. Elsevier Science.</p> <p>Tauxe, L. 2010. <i>Essentials of Paleomagnetism</i>, University of California Press.</p>
Recursos en internet
<p>Asignatura en Campus Virtual.</p> <p>http://www.geo.arizona.edu/Paleomag/book/ (PALEOMAGNETISM: Magnetic Domains to Geologic Terranes; by Robert F. Butler)</p> <p>http://magician.ucsd.edu/Essentials_2/ (Essentials of Paleomagnetism: Second Web Edition; by Lisa Tauxe & Subir K. Banerjee, Robert F. Butler and Rob van der Voo)</p> <p>http://www.geodynamics.no/Web/Content/Software/ (links to : GMAP 2005 , www.gplates.org; The IAGA Global Paleomagnetic Database)</p>
Metodología
<p>Clases de teoría que incorporan discusión y resolución de problemas.</p> <p>Trabajo prácticos que consisten en la evaluación, tratamiento e interpretación de datos paleomagnéticos reales relacionados con aplicaciones que van de la datación</p>

arqueomagnética al estudio de la deformación local o a la tectónica, pasando por el estudio de la variación paleosecular y las inversiones del campo magnético terrestre.

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de problemas y participación en clase • Realización de prácticas y realización de trabajos de grupo o individuales con elaboración de memorias y exposición de resultados • Presentaciones orales por parte de los alumnos de artículos de investigación recientes publicados en revistas científicas de calidad 		
Calificación final		
La calificación final será:		
$N_{Final} = (0.5)N_{Exámen} + (0.5)N_{OtrasActiv}$		
donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:	Sismología Avanzada			Código	606835
Materia:	Geofísica Avanzada	Módulo:	Física de la Tierra		
Carácter:	Obligatoria Especialidad Física de la Tierra	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		28		17	

Profesor	T/Pro/S/ Prac*	Dpto.	e-mail
Elisa Buforn Peiró	T/Pro/S /Prac	FTAA-I	ebufornp@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
M	10:30-12:00	8A	Dpcho. 116 4ª planta (ala Este). Lunes 15:30-18:30 h
X	09:30-11:00		

Objetivos de la asignatura
<p>Conocer el proceso de generación y ocurrencia de terremotos, y los principales métodos para calcular los parámetros focales de los terremotos y de su proceso de ruptura. Iniciar al alumno en el análisis y procesamiento de datos sísmicos, fomentando la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos y que pueden serle de gran utilidad para su posterior inserción en el mundo laboral.</p>

Breve descripción de contenidos

El sismógrafo. Procesamiento y análisis de sismogramas. Parámetros focales de los terremotos Terremotos y fallas. Sismotectónica y riesgo sísmico. Terremotos y tsunamis, sistemas de alerta temprana.

Conocimientos previos recomendados

Es conveniente tener conocimientos correspondientes al módulo de Fundamentos de Geofísica del Máster y en especial en Propagación de ondas sísmicas

Programa de la asignatura

1. **Introducción.** *Generación y ocurrencia de terremotos. Observaciones de los terremotos. Historia y evolución de la sismología*
2. **Instrumentación sísmica.** *Ecuación del sismómetro. Sismógrafos analógicos y digitales. Respuesta instrumental. Sismogramas y acelerogramas*
3. **Procesamiento y análisis de sismogramas.** *Formatos digitales. Deconvolución instrumental. Lectura de fases sísmicas. Espectros de amplitud y fase. Ruido sísmico.*
4. **Parámetros focales de los terremotos.** *Localización espacio-temporal. Intensidad y magnitud. Ley de Gutenberg y Richter. Momento sísmico escalar, energía y caída de esfuerzos.*
5. **Terremotos y fallas.** *Geometría de la fractura. Modelos cinemáticos. Fuente puntual y fractura de cizalla. Tensor momento sísmico. Fuente extensa. Modelos dinámicos.*
6. **Sismotectónica y riesgo sísmico.** *Sismicidad. Distribución espacio-temporal de terremotos. Premonitores y réplicas. Tectónica de placas: terremotos interplaca e intraplaca. Peligrosidad y vulnerabilidad.*
7. **Predicción y prevención sísmica.** *Ciclo sísmico. Terremotos y generación de tsunamis. Predicción o prevención sísmica. Sistemas de alerta temprana de terremotos y tsunamis.*

PRÁCTICAS (10 sesiones).

P1.- Introducción al software rdseed y SAC, GMT. Comandos básicos. Aceleración, velocidad y desplazamiento. Dataless

P2.- Estudio de sismogramas digitales. Lectura e identificación de fases. Comparación con valores teóricos. Filtrado.

P3.- Espectros de amplitud y fase. Deconvolución instrumental. Obtención del movimiento del suelo. Ruido

P4.- Identificación de fases. Cálculo hipocentral. Método gráfico y numérico. Estimación de la magnitud mb y Ms.

P5.- Cálculo de la orientación de la fuente sísmica. Método de polaridades de la onda P. Mapa GMT. Interpretación sismotectónica.

P6.- Determinación de las dimensiones de la fuente. Análisis espectral. Cálculo M_0 , L y caída de esfuerzos.

P7.- Cálculo del parámetro b para una zona. Comparación con valores globales. Discusión.

Horario: X:09:30 a 11:00

Lugar: Aula informática (Aula 1) (se requiere Linux para uso de los programas rdseed, SAC y GMT). Las prácticas comenzarán una semana después del comienzo del curso y acabarán 1-2 semanas antes. Están previstas 10 sesiones.

En caso de ocurrencia de sismos significativos a lo largo del curso se podría modificar este calendario.

Bibliografía

Básica:

E. Buforn, C. Pro y A. Udías. 2012, *Solved problems in Geophysics*. Cambridge University Press.

T. Lay y T. Wallace. 1995, *Modern Global Seismology*. Academic Press.

A. Udías. 2000, *Principles of Seismology*. Cambridge University Press.

A. Udías, R. Madariaga and E. Buforn (2014). *Source Mechanisms of Earthquakes: Theory and Practice*. Cambridge University Press.

Complementaria:

K. Aki y P. G. Richards. 2002, *Quantitative Seismology*. W. H. Freeman, 2ª edición, San Francisco.

F.A. Dahlen y J. Tromp. 1998, *Theoretical Global Seismology*. Princeton University Press.

G. Payo. *Introducción al análisis de sismogramas*. Instituto Geográfico Nacional, Madrid, 1986.

Recursos en internet
<p><i>Campus virtual</i></p> <p>http://www.ign.es</p> <p>http://www.orfeus-eu.org</p> <p>http://www.iris.washington.edu</p>

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de Sismología, aplicando y profundizando en los conocimientos adquiridos en Propagación de ondas sísmicas, incluyendo ejemplos y aplicaciones reales y operativas. ▪ Clases de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada. ▪ Prácticas de laboratorio, básicamente, procesamiento y análisis de sismogramas y determinación de parámetros focales de los terremotos. Esta parte tiene gran importancia para la aplicación de los conocimientos adquiridos. Algunas de estas prácticas corresponderán a trabajos on-line por parte del alumno <p>Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador. Las lecciones serán complementadas con casos reales de ocurrencia de terremotos a lo largo del curso, discutiendo las características de los mismos.</p> <p>La propuesta de problemas y prácticas serán facilitadas al alumno por medio del campus virtual.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	60%
<p>El examen tendrá una parte de cuestiones teóricas y otra parte práctica de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase). Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.</p>		
Otras actividades de evaluación	Peso:	40%
<p>A lo largo del curso y como parte de la evaluación continua, el alumno entregará de forma individual los problemas y prácticas que le indique el profesor en las fechas que éste determine. También se realizarán tests de control a lo largo del curso (unos 3) sobre cuestiones teóricas y prácticas. El alumno podrá realizar presentaciones orales sobre temas que se propondrán a lo largo del curso. La asistencia y participación en las clases también se tendrá en cuenta en la evaluación. Por últimos los alumnos realizarán de forma individual una exposición oral de un trabajo de investigación publicado en los últimos 5 años en una selección de revistas del SCI</p>		

Calificación final

La calificación final será:

$$N_{Final}=0.6N_{Exámen}+0.4N_{OtrasActiv}$$

donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:	Geofísica Aplicada			Código	606838
Materia:	Aplicaciones de la Geofísica	Módulo:	Física de la Tierra		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales			
		Teoría, problemas, seminarios		Prácticas	
		20		25	

Profesor	T/Pro/S/ Prac*	Dpto.	e-mail
Fátima Martín Hernández	T/Pro/S /Prac	FTAA-I	fatima@ucm.es

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
M, X	09:00-10:30 12:30-14:00	8A	Desp. 214 (4ª planta, módulo central): L: 10:00-13:00

Objetivos de la asignatura

Aplicar métodos geofísicos orientados a la búsqueda de recursos naturales y de otras estructuras superficiales en ámbitos como ingeniería civil, arqueología, estudios geotécnicos, prospección o determinación de zonas contaminadas. También serán capaces de desarrollar y planear experimentos específicos así como presentación de modelos directos e inversos de diferentes variables geofísicas, velocidad de propagación de ondas sísmicas, resistividad, anomalías magnéticas, etc.

Breve descripción de contenidos

Métodos de Exploración Geofísica. Métodos electromagnéticos: tomografía eléctrica; calicateo electromagnético; sondeos magnetotélurico; geo-radar. Métodos gravimétrico y magnético. Métodos sísmicos: método de reflexión y de refracción.

Conocimientos previos necesarios

Los conocimientos previos de alumnos admitidos dentro del master son suficientes para el seguimiento del curso.

Programa de la asignatura

Programa teoría (20 horas):

1. **Introducción.** *Revisión histórica. Visión general de las áreas de aplicación de métodos geofísicos, prospección del petróleo, arqueología, ingeniería civil, etc.*
2. **Propiedades físicas de materiales terrestres.** *Velocidad sísmica, densidad, porosidad, imanación inducida y remanente, resistividad del terreno.*
3. **Modelos directos y modelos inversos.** *Introducción a técnicas de inversión. Inversa generalizada. Descomposición en valores singulares. Mínimos cuadrados con factor de amortiguamiento.*
4. **Métodos gravimétricos.** *Anomalía gravimétrica y corrección gravimétrica. Anomalías de cuerpos sencillos. Interpretación de mapas de anomalías.*
5. **Métodos magnéticos.** *Muestreo y correcciones. Gradiómetros. Procesado, reducción al polo.*
6. **Métodos electromagnéticos.** *Calicatas. Perfiles de resistividad eléctrica. Principales configuraciones de electrodos. Tomografía eléctrica. Métodos magnetotéluricos.*
7. **Georadar.** *Información a partir de las diferencias respuestas a frecuencias. Procesado básico, transformación tiempo-profundidad, migración.*
8. **Métodos sísmicos.** *Reflexión y refracción sísmica. Tomografía sísmica. Métodos de sísmica pasiva.*

Programa de prácticas (25 horas):

P1: Técnicas de inversión, inversión de datos geofísicos y elaboración de modelos 2D.

P2: Medidas gravimetría, gravímetro. Medida con un gravímetro y cálculo de anomalías gravimétricas a partir de bases de datos y datos experimentales. Interpretación de resultados (10, 11 y 18 Marzo. Salida al campo y Laboratorio de Alumnos 216: LA)

P3: Medidas magnéticas, magnetómetro de protones. Medida y cálculo de anomalías magnéticas y modelado; reducción al polo (1, 7 y 8 Abril. Salida al campo y LA).

P4. Medidas electromagnéticas de resistividad. Cálculo y procesado de modelos de resistividad del subsuelo (21, 22 y 28 de Abril. Salida al campo y LA).

P5: Aplicaciones geotécnicas y arqueológicas del georadar. Espectros de frecuencia y radar multifrecuencia (5, 6 y 12 de Mayo. Salida al campo y LA),

P6: Sismología aplicada, sísmica de refracción (19, 20 y 27 de Mayo. Salida al campo y LA).

Las prácticas se realizarán en el horario de clase de los días indicados. Algunas de las prácticas son de campo y no se realizarán íntegramente en el LA 216, Dep. Geofísica, pudiendo haber alguna variación en el cronograma dependiendo de las condiciones meteorológicas.

Bibliografía

Básica

Telford, W.M., L.P. Geldart and R. E. Sheriff, 1990, *Applied Geophysics*, Society of Cambridge University Press.

Milsom, J. J., and Eriksen. A. *Field Geophysics (Geological Field Guide)*, 2011, Willey and Sons, 304 pag.

Lowrie, W., 2007, *Fundamentals of Geophysics*, Cambridge University Press

Udías A. y J. Mezcuca, 1996, *Fundamentos de Geofísica*, Ed. Alianza

Complementaria

Burger, H.R., Sheehan, A.F. y Graig. H., 2006, *Introduction to applied Geophysics: Exploring the Shallow Subsurface*, WW Norton & Co, 622 pag.

John M. Reynolds, 2011, *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, Wiley-Blackwell, 712 pag.

Recursos en internet
Campus virtual, enlaces de interés para la asignatura.

Metodología
<p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lecciones de teoría, tres bloques introductorios a la asignatura como base para continuar con la asignatura, inminentemente práctica. Lecciones de teoría en cada bloque temático. ▪ Clases de problemas que se irán intercalando con las lecciones teóricas de manera que se complementen de manera adecuada. ▪ Trabajos prácticos de laboratorio en el aula de informática y trabajo práctico de adquisición de datos. Estas dos últimas actividades descritas serán impartidas en el horario de clase de la asignatura. <p>Las lecciones teóricas se impartirán utilizando la pizarra, así como presentaciones proyectadas desde el ordenador. Con un programa de 15 semanas y 20h teóricas y 25 h prácticas, se calcula una clase teórica por bloque temático (excepto temas 2 y 3 que necesitan 2) y tres clases prácticas por bloque temático.</p> <p>La propuesta de problemas y prácticas serán facilitadas al alumno por medio del campus virtual y la aplicación directa de instrumentos de medida.</p>

Evaluación		
Realización de exámenes	Peso:	50%
El examen tendrá una parte de cuestiones teóricas y otra parte práctica de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase). Para la realización de los exámenes el alumno no podrá consultar ningún tipo de material.		
Otras actividades de evaluación	Peso:	50%
<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas a lo largo del curso • Realización de prácticas y/o trabajos en grupo o individuales con elaboración de memorias y exposición de resultados • Presentaciones orales por parte de los alumnos de artículos de investigación recientes publicados en revistas científicas de calidad 		
Calificación final		
La calificación final será:		
$N_{Final} = 0.5 N_{Exámen} + 0.5 N_{OtrasActiv}$		



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:		Trabajo Fin de Máster (TFM)			Código	606840
Materia:	TFM	Módulo:	TFM			
Carácter:	Obligatorio	Curso:	1º	Semestre:	2º	
Créd. ECTS:	12	Horas presenciales con el tutor				
		Elaboración del TFM y Tutorías			Seminarios y visitas a Centros	
		26			7	

Profesor	T/Pro/S/Prac*	Dpto.	e-mail
<ul style="list-style-type: none"> - Todos los Doctores del ámbito de la Meteorología y la Geofísica (Área de Conocimiento de Física de la Tierra) de los Departamentos de FTAAI y FTAAII - Posibles co-tutores externos 	-	FTAA-I y II	

*) T: Teoría, Pro: Problemas, S: Seminarios, Prac: Prácticas.

Objetivos y desarrollo de TFM
<ul style="list-style-type: none"> - Según el Real Decreto 1393/2007 las enseñanzas del Máster concluirán con la elaboración y defensa pública del Trabajo Fin de Máster (TFM). El TFM es un elemento formativo esencial que, con una carga de 12 ECTS, exige al alumno una gran dedicación y permite a los estudiantes acreditar la adquisición de los conocimientos y competencias asociados al título, mediante el desarrollo de un trabajo de investigación dirigido por uno o varios profesores de la UCM con grado de Doctor. Asimismo, el TFM podrá ser codirigido con profesores externos a la UCM y profesionales de empresas u organismos públicos relacionados con la Meteorología y la Geofísica. - Al finalizar el TFM el alumno habrá adquirido capacidad para iniciar y desarrollar proyectos de investigación, para integrar herramientas teóricas,

<p>experimentales y de simulación, para trabajar de manera autónoma, gestionando de manera eficaz los recursos disponibles, así como para evaluar críticamente los resultados de su propio trabajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se fomentará la participación de empresas y centros públicos y privados de investigación en la dirección de TFM. De este modo, la oferta de trabajos de investigación que hagan los departamentos universitarios implicados en el Master se verá enriquecida por la participación de centros externos a la UCM y una parte significativa de los alumnos podrán incluir en su curriculum una experiencia de gran valor. En el caso de participar personal externo a la UCM deberá acreditar una experiencia probada en la temática de TFM. - La Comisión Coordinadora del Máster en Meteorología y Geofísica asignará a cada estudiante matriculado un tutor de TFM. El tema del TFM corresponderá a alguna de las líneas de investigación que se desarrollen en los departamentos responsables del Máster o afines. La asignación definitiva de TFM se publicará en la página web del Máster. El Tribunal calificador o Comisión del TFM estará integrado, al menos, por 3 profesores del Máster. - Para una completa información actualizada sobre aspectos formales de la Memoria, Temas ofertados, Asignación de los TFM, Tribunales, Normativa aplicable, etc consultar el siguiente enlace en la página web del Máster: https://www.ucm.es/mastermeteorologiaygeofisica/trabajos-fin-de-master-tfm
--

Breve descripción de contenidos
<p>Esta materia pretende el desarrollo por parte del alumno de un trabajo original en el ámbito de una de las asignaturas del programa del Máster en Meteorología y Geofísica. Los TFM podrán tener un perfil investigador, realizándose en el ámbito de la Universidad o centros de investigación con los que se tiene estrecho contacto o bien un perfil profesional realizándose en colaboración con empresas o instituciones con algunas de las cuales se tienen firmados convenios específicos.</p>

Metodología
<p>Supervisión por parte del profesor de los Trabajos Fin de Máster, que se elaborarán de modo individual y con gran autonomía por parte del alumno. Se le proporcionará un tema concreto, así como la bibliografía y orientaciones necesarias para su realización</p>

Evaluación		
Realización de Trabajos y Memorias escritas	Peso:	70%
<p>Este porcentaje se repartirá entre un 30% para la 'Estructura y calidad de la Memoria' y un 40% para el 'Desarrollo del Trabajo'. El alumno elaborará una memoria escrita de su TFM que entregará al Tribunal evaluador en los plazos y con las características que se le indiquen y que se evaluará de 0 a 10 ($N_{Memoria}$).</p>		
Realización y defensa de presentaciones orales	Peso:	30%

El alumno expondrá de acuerdo al procedimiento establecido y previamente anunciado, su TFM, y será evaluada su exposición de 0 a 10 ($N_{Defensa}$).

Calificación final

La calificación final será $N_{Final}=0.7N_{Memoria}+0.3N_{Defensa}$ (en una escala 0-10), donde $N_{Memoria}$ y $N_{Defensa}$ proceden de los dos apartados anteriores.



Master Universitario en Meteorología y Geofísica

Ficha de la asignatura:	Prácticas en Empresa (PE)			Código	606841
Materia:	PE	Módulo:	PE		
Carácter:	Optativo	Curso:	1º	Semestre:	1º o 2º
Créd. ECTS:	6	Horas presenciales con el tutor			
		Actividades en la empresa		Elaboración y exposición pública	
		13		2	

Profesores	T/P/S/L*	Dpto.	e-mail
<ul style="list-style-type: none"> - Todos los Doctores del ámbito de la Meteorología y la Geofísica (Área de Conocimiento de Física de la Tierra) de los Departamentos de FTAAI y FTAAII - Tutor en la Empresa 	-	FTAAI y II	

Objetivos y desarrollo de las PE

- La realización de Prácticas en Empresa permitirá evaluar el carácter práctico de los conocimientos que se van adquiriendo en el Máster, particularizados para la actividad profesional desarrollada en la empresa en que se realicen dichas prácticas. Además permitirá al alumno profundizar, analizar y desarrollar temas específicos a partir de las materias impartidas en el Máster. Finalmente el alumno desarrollará la capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Master a situaciones concretas y nuevas, siendo capaz de redactar una Memoria y hacer una defensa oral de ésta.
- Para una completa información actualizada sobre aspectos formales de la Memoria a presentar, Empresas/Instituciones donde poder realizar las Prácticas, Asignación de las Prácticas, Tribunales, Normativa aplicable, etc

consultar el siguiente enlace en la página web del Máster:

<https://www.ucm.es/mastermeteorologiaygeofisica/practicas-externas-optativas>

Breve descripción de contenidos

Las Prácticas en empresa se podrán realizar sobre temas de interés para el estudiante dentro del ámbito profesional de la Meteorología y/o Geofísica. En estas prácticas el alumno tendrá la oportunidad de realizar una aplicación concreta de los conocimientos teórico/prácticos a aquellas situaciones de interés para las empresas u organismos que desarrollan actividad profesional en el ámbito de la Meteorología y la Geofísica. El tutor deberá aprobar el tema del trabajo y asesorar al estudiante en su realización.

Metodología

Supervisión del profesor de las tareas realizadas en las Prácticas en Empresa integrando los conocimientos teóricos de las asignaturas con la vertiente práctica desarrollada en la Empresa u Organismo donde realiza las prácticas.

Evaluación

Memorias escritas, informe del tutor en empresa y presentación y defensa oral

Peso:

100%

El alumno elaborará una memoria escrita donde recoja los aspectos básicos de las actividades desarrolladas en la empresa, entregando dicha memoria al Tribunal de PE en los plazos y con las características que se le indiquen.

La evaluación se llevará a cabo a partir de la memoria realizada al efecto, el informe que haya hecho su tutor en la empresa así como la presentación y defensa oral de la misma.

La evaluación final será valorada en un rango de 0 a 10 puntos.

4. Adaptación de los estudios del Máster en Geofísica y Meteorología al Máster en Meteorología y Geofísica

Con el fin de adaptar los estudios del Máster en Geofísica y Meteorología a la nueva titulación de Máster en Meteorología y Geofísica se establecerán los siguientes procedimientos:

1. Aquellos estudiantes del Máster en Geofísica y Meteorología que hayan superado 90 ECTS (incluyendo los 30 ECTS obligatorios) en asignaturas del plan de estudios vigente en el curso 2012-13 en la UCM, podrán obtener el título de Máster en Meteorología y Geofísica tras realizar el Trabajo Fin de Máster.

2. Aquellos estudiantes que, sin cumplir las condiciones del punto anterior, quieran adaptar sus estudios parciales del Máster en Geofísica y Meteorología al Máster en Meteorología y Geofísica verán reconocidos los créditos superados en el Máster en Geofísica y Meteorología por los de Materias del Máster en Meteorología y Geofísica de acuerdo con la Tabla de equivalencias que se incluye a continuación. Para la aplicación de estas adaptaciones se seguirá el siguiente reglamento:

a) Para aquellas Materias del Máster en Meteorología y Geofísica en las que se especifican dos o más posibles asignaturas del Máster en Geofísica y Meteorología, cualquiera de estas últimas puede ser utilizada para la adaptación a la Materia en el Máster en Meteorología y Geofísica.

b) Para poder obtener el título de Máster en Meteorología y Geofísica, el estudiante deberá poder adaptar (o cursar y superar en el nuevo Plan) los 48 ECTS de Materias del Máster en Meteorología y Geofísica. Para poder obtener la Especialidad en Física de la Atmósfera o en Física de la Tierra, el estudiante deberá poder adaptar (o cursar y superar en el nuevo Plan) los 36 ECTS obligatorios correspondientes a cada una de las Especialidades.

c) En cualquier caso, en la adaptación del Máster en Geofísica y Meteorología, los estudiantes habrán de cursar el Trabajo Fin de Máster previamente a la obtención del título de Máster en Meteorología y Geofísica.

d) Una Comisión designada al efecto resolverá los posibles conflictos que puedan surgir en la aplicación de la Tabla de equivalencias.

Tabla de equivalencias

Máster en Meteorología y Geofísica	Máster en Geofísica y Meteorología
Asignaturas	Asignatura
Meteorología Física	Termodinámica de la Atmósfera o Física de Nubes
Dinámica Atmosférica	Dinámica Atmosférica o Ampliación de Dinámica Atmosférica
Física del Clima	Física del Clima
Campo de gravedad de la Tierra	Gravimetría
Campo Magnético de la Tierra	Geomagnetismo Campo Externo o Campos constituyentes del Magnetismo Terrestre
Propagación de Ondas Sísmicas	Ondas Sísmicas o Sismología
Modelización Numérica	Predicción Numérica
Técnicas Aplicadas a la Meteorología	Sin equivalencia
Micrometeorología	Física Atmosférica o Micrometeorología y Contaminación Atmosférica
Oceanografía Física	Oceanografía Física
Variabilidad Climática	Variabilidad Climática en el Atlántico Norte
Dinámica del interior de la Tierra	Geofísica Interna o Estructura y Dinámica Litosférica
Sismología avanzada	Sismicidad y Riesgo Sísmico o Física del Foco Sísmico y Sismotectónica
Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas	Paleomagnetismo y Magnetismo de Rocas
Geofísica Aplicada	Prospección Geofísica Sísmica y Gravimétrica o Prospección Geofísica Electromagnética
Física Planetaria	Sin equivalencia
Prácticas en Empresa	Sin equivalencia

5. Calendario Académico

Periodos de clases y exámenes	
Clases Primer Semestre:	del 29 de septiembre al 19 de diciembre de 2014 y del 8 de enero al 23 de enero de 2015
Exámenes Primer Semestre (febrero):	del 26 de enero al 17 de febrero de 2015
Clases Segundo Semestre:	del 18 de febrero al 26 de marzo de 2015 y del 7 de abril al 5 de junio de 2015
Exámenes Segundo Semestre (junio):	del 8 al 30 de junio de 2015
Exámenes Septiembre	del 1 al 17 de septiembre de 2015

Festividades y días no lectivos	
26? de septiembre	Apertura del curso
1 de noviembre	Día de Todos los Santos
10 de noviembre	Madrid, festividad de La Almudena
14 de noviembre	San Alberto Magno
6 de diciembre	Día de la Constitución Española
8 de diciembre	Festividad Inmaculada Concepción
30 de enero	Santo Tomás de Aquino
Del 22 de diciembre al 7 de enero	Vacaciones de Navidad
Del 27 de marzo al 6 de abril	Vacaciones de Semana Santa
Del 15 de julio al 31 de agosto	Vacaciones de Verano



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Calendario Académico del Curso 2014/2015

*Pendiente de comunicar por Rectorado
fecha de Apertura del curso*

2014

Septiembre-Octubre							
L	M	X	J	V	S	D	
				26	27	28	
29	30	1	2	3	4	5	
6	7	8	9	10	11	12	
13	14	15	16	17	18	19	
20	21	22	23	24	25	26	
27	28	29	30	31			

Noviembre							
L	M	X	J	V	S	D	
					1	2	
3	4	5	6	7	8	9	
10	11	12	13	14	15	16	
17	18	19	20	21	22	23	
24	25	26	27	28	29	30	

Diciembre							
L	M	X	J	V	S	D	
1	2	3	4	5	6	7	
8	9	10	11	12	13	14	
15	16	17	18	19	20	21	
22	23	24	25	26	27	28	
29	30	31					

2015

Enero							
L	M	X	J	V	S	D	
			1	2	3	4	
5	6	7	8	9	10	11	
12	13	14	15	16	17	18	
19	20	21	22	23	24	25	
26	27	28	29	30	31		

Febrero							
L	M	X	J	V	S	D	
						1	
2	3	4	5	6	7	8	
9	10	11	12	13	14	15	
16	17	18	19	20	21	22	
23	24	25	26	27	28		

Marzo							
L	M	X	J	V	S	D	
						1	
2	3	4	5	6	7	8	
9	10	11	12	13	14	15	
16	17	18	18	20	21	22	
23	24	25	26	27	28	29	
30	31						

Abril							
L	M	X	J	V	S	D	
			1	2	3	4	
6	7	8	9	10	11	12	
13	14	15	16	17	18	19	
20	21	22	23	24	25	26	
27	28	29	30				

Mayo							
L	M	X	J	V	S	D	
					1	2	3
4	5	6	7	8	9	10	
11	12	13	14	15	16	17	
18	19	20	21	22	23	24	
25	26	27	28	29	30	31	

Junio							
L	M	X	J	V	S	D	
1	2	3	4	5	6	7	
8	9	10	11	12	13	14	
15	16	17	18	19	20	21	
22	23	24	25	26	27	28	
29	30						

Julio							
L	M	X	J	V	S	D	
			1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12	
13	14	15	16	17	18	19	
20	21	22	23	24	25	26	
27	28	29	30	31			

Agosto							
L	M	X	J	V	S	D	
					1	2	
3	4	5	6	7	8	9	
10	11	12	13	14	15	16	
17	18	19	20	21	22	23	
24	25	26	27	28	29	30	
31							

Septiembre							
L	M	X	J	V	S	D	
			1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20	
21	22	23	24	25	26	27	
28	29	30					

¿ 26 ? Apertura del curso 30 Santo Tomás de Aquino 14 San Alberto Magno

 Periodos de exámenes style="background-color: #cccccc; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; margin-right: 5px;"> Periodos no lectivos style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; display: inline-block; width: 15px; height: 15px; margin-right: 5px;"> Fin plazo entrega actas

 Exámenes parciales de 1º Grado en Física

 Tribunales Trabajos Fin de Grado en Física