GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (∞)

# Climatología y Cambio Climático

Curso 2020-2021
(Fecha última actualización: 15/07/2020)
(Fecha de aprobación en Comisión Académica del Máster: 15/07/2020)

| SEMESTRE | CRÉDITOS | CARÁCTER | TIPO DE ENSEÑANZA | IDIOMA DE IMPARTICIÓN |
|---|---|---|---|---|
| 2º | 5 | Optativa | Presencial / Semipresencial / Virtual | Español |

| | |
|---|---|
| MÓDULO | III |
| MATERIA | Meteorología |
| CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO | Escuela Internacional de Posgrado |
| MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE | **Máster Universitario en Geofísica y Meteorología (GEOMET)** |
| CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA | Facultad de Ciencias |
| PROFESORES[1] | |
| **Yolanda Castro Díez** | |
| DIRECCIÓN | Dpto. Física Aplicada, 1ª planta Edificio Física. Facultad de Ciencias. Despacho nº 30.<br>Teléfono 958244023.<br>Correo electrónico: ycastro@ugr.es |
| TUTORÍAS | http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado |
| **María Jesús Esteban Parra** | |
| DIRECCIÓN | Dpto. Física Aplicada, 1ª planta Edificio Física. Facultad de Ciencias. Despacho nº 29.<br>Teléfono 958240021.<br>Correo electrónico: esteban@ugr.es |
| TUTORÍAS | http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado |
| **Sonia Raquel Gámiz Fortis** | |
| DIRECCIÓN | Dpto. Física Aplicada, 1ª planta Edificio Física. Facultad de Ciencias. Despacho nº 12.<br>Teléfono 958240026.<br>Correo electrónico: srgamiz@ugr.es |
| TUTORÍAS | http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado |

[1] Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/!)

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Realizar experimentos de forma independiente y describir, analizar y evaluar críticamente los datos obtenidos.
CG2 - Identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja, y a partir de ellos construir un modelo simplificado y realizar estimaciones sobre su evolución futura.
CG3 - Idear la forma de comprobar la validez de un modelo e introducir las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones del modelo y las observaciones.
CG6 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo o artículos científicos o formular hipótesis razonables.
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE8 - Identificar y caracterizar las propiedades de los diferentes subsistemas meteorológicos y climáticos.
CE9 - Conocer y valorar las aportaciones de los diferentes métodos meteorológicos y climáticos al conocimiento de la Atmósfera.
CE10 - Analizar los distintos procesos meteorológicos o climáticos y sus diferentes escalas espacio-temporales, junto con las teorías y leyes que los rigen y los modelos que tratan de explicar o predecir las observaciones.
CE14 - Aplicar los métodos estadísticos apropiados para el análisis de los datos meteorológicos.

## OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

Tras cursar esta materia los estudiantes han de conocer:

- El concepto de clima y los objetivos de la climatología.
- Los componentes del sistema climático, sus mecanismos de acoplamiento, las escalas espacio-temporales y los tiempos de respuesta característicos de cada componente.
- El concepto de retroalimentación y ejemplos.
- La interacción atmósfera-océano y la circulación oceánica.
- El concepto de teleconexión. Teleconexiones: ENSO, NAO y PNA.
- El concepto de balance y ciclo, las escalas temporales, los balances regionales y globales biogeoquímicos.
- El ciclo hidrológico, el ciclo del carbono y el ciclo del nitrógeno.
- Los conceptos de variabilidad y cambio climático.
- Los mecanismos de cambio climático: factores externos e internos.
- El cambio climático antropogénico: evidencias, proyecciones de modelos e impactos.

Tras cursar esta materia los estudiantes han de ser capaces de:

- Caracterizar los intercambios de energía y momento entre la atmósfera y el océano.
- Calcular índices climáticos y clasificaciones climáticas.
- Caracterizar los principales modelos climáticos.
- Evaluar pronósticos.
- Analizar series de datos climáticos.
- Utilizar el modelo de balance de energía para evaluar:
- Su sensibilidad ante cambios en sus diferentes parámetros.
- Cambios climáticos.
- Utilizar datos de modelos climáticos para analizar diferentes escenarios climáticos.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

- Clima.
- Sistema climático.
- Interacción atmósfera-océano.
- Ciclos biogeoquímicos.
- Climas de la tierra.
- Variabilidad climática.
- Cambio climático.
- Modelos climáticos.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. Clima.
- Tema 2. Sistema climático.
- Tema 3. Interacción atmósfera-océano.
- Tema 4. Ciclos biogeoquímicos.
- Tema 5. Climas de la tierra.
- Tema 6. Variabilidad climática.
- Tema 7. Cambio climático.
- Tema 8. Modelos climáticos.

### TEMARIO PRÁCTICO:

- Introducción a Ferret.
- Evaluación de modelos de circulación general.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:


- Aguado, E. y Burt J.E., 1999. Understanding weather and climate. Prentice Hall, New Jersey.
- Ahrens, C.D., 2009. Meteorology Today: an introduction to weather, climate and the environment, Ninth Edition, Brooks/Cole, Belmont, CA, USA
- Barry, R.G. and Chorley, R.J., 1999. Atmósfera, tiempo y clima. Omega S.A., Barcelona.
- Borroughs W.J. et al.1998. Observar el tiempo. Planeta, Barcelona.
- Fernández García, F., 1996. Manual de Climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación. Síntesis, Madrid.
- Guía resumida del clima en España 1961-1990, 1995. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- Henderson-Sellers, A. and McGuffie, K., 1990. Introducción a los Modelos Climáticos. Omega.
- Houghton, J., 2002. The Physics of Atmospheres. Third edition. Cambridge University Press, Cambridge.
- 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. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
- Ledesma Jimeno, M., 2011. Principios de Meteorología y Climatología. Paraninfo. Madrid.
- Lutgens, F.K. y Tarbuck, E.J., 1998. The atmosphere, Prentice Hall, New Jersey.
- Martín Vide, J., 1991. Mapas del tiempo: fundamentos, interpretación e imágenes de satélite. Oikos-Tau, Barcelona.
- McIlven, R., 1986. Fundamentals of Weather and Climate. Chapman and Hall, London.
- McIntosh, D.H. y Thom, A.S., 1983. Meteorología básica. Alhambra, Madrid.
- Peixoto, J.P. and Oort, A.H., 1992. Physics of climate. American Institute of Physics, New York.
- Retallack, B.J., 1974. Compendio de Meteorología. Meteorología Física. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra.
- Rohli, R.V. y Vega, A.J., 2011. Climatology. Jones & Bartlett Learning. Estados Unidos.
- Vázquez Abeledo, M., 1998. La historia del Sol y el cambio climático. McGraw Hill, Madrid.
- Wallace, J.M. y Hobbs R.W., 2006. Atmospheric Science An Introductory Survey, Second edition. Elsevier, Canada.


### BIBLIOGRAFÍA PARA LAS PRÁCTICAS:


- CASTRO-DÍEZ, Y., POZO-VÁZQUEZ, D., RODRIGO, F.S., and ESTEBAN-PARRA, M.J. “NAO and winter temperature variability in southern Europe”, Geophys. Res. Lett., 29(8), 2002.
- GÁMIZ-FORTIS, S.R., POZO-VÁZQUEZ, D., ESTEBAN-PARRA, M. J., and CASTRO-DÍEZ, Y. “Spectral characteristics and predictability of the NAO assessed through Singular Spectral Analysis”, J. Geophys. Res., 107(D23), 4685, 2002.
- GÁMIZ-FORTIS, S.R., POZO-VÁZQUEZ, D., TRIGO, R.M., and CASTRO-DÍEZ, Y. “Quantifying the predictability of winter river flow in Iberia. Part II: seasonal predictability”, J. Climate, 21, 2484-2502, 2008.
- GÁMIZ-FORTIS, S.R., ESTEBAN-PARRA, M.J., POZO-VÁZQUEZ, D., and CASTRO-DÍEZ, Y. “Variability of the monthly European temperature and its association with the Atlantic sea-surface temperature from interannual to multidecadal scales”, Int. J. Climatol., 31, 2115–2140, 2011.
- IPCC-AR4, “Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”. Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.), Geneva, Switzerland, 104, 2007.
- MARES, C., and MIHAILESCU, M. “Testing of NAO and ENSO in the precipitation field in Europe”. In Climatic change: Implications for the hydrological cycle and for water management. Springer, 2002.
- POZO-VÁZQUEZ, D., ESTEBAN-PARRA, M.J., RODRIGO, F.S., and CASTRO-DÍEZ, Y. “The Association between ENSO and Winter Atmospheric Circulation and Temperature in the North Atlantic Region”, J. Climate, 14, 3408–3420, 2001.
- SHAMAN, J., and TZIPERMAN, E. “An Atmospheric Teleconnection Linking ENSO and Southwestern European Precipitation”, J. Climate, 24, 124–139, 2011. ROWAN, T.S., and HODSON, D. “Climate Atlantic Ocean Forcing of North American and European Summer”, Science 309, 115, 2005.

- TRIGO, R.M., POZO-VÁZQUEZ, D., OSBORN, T.J., CASTRO-DÍEZ, Y., GÁMIZ-FORTIS, S., and ESTEBAN-PARRA, M.J. "North Atlantic Oscillation influence on precipitation, river flow and water resources in the Iberian Peninsula", Int. J. of Climatology, 24, 925-944, 2004.
- VICENTE-SERRANO, S.M., BEGUERÍA, S., and LÓPEZ-MORENO, J.I. "A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index". J. Climate, 23, 1696–1718, 2010.


**ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)**

www.ugr.es/~ccc
http://badc.nerc.ac.uk/home/
http://www.ecmwf.int/
http://www.cru.uea.uk
http://www.aemet.es/es/portada

**METODOLOGÍA DOCENTE**

- Los recursos que se emplearán son:
  - Lección magistral/expositiva: presentación por parte del profesor de aspectos clave de los contenidos de la asignatura.
  - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos.
  - Ejercicios de simulación.
  - Realización de trabajos individuales.

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

CONVOCATORIA ORDINARIA

- Prueba escrita sobre los contenidos teóricos impartidos, que se realizará en la fecha que fije la Comisión Académica, en la que el alumno deberá obtener una calificación mínima de 5 puntos (10%).
- Valoración final de informes de prácticas (30%).
- Presentaciones orales (20%).
- Memorias (40%).

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

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

**DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA *NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA***

Cuando el alumno opte por evaluación final única, ésta se realizará mediante una prueba que cubrirá tanto los aspectos teóricos como prácticos del temario de la asignatura:

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

## ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

**ATENCIÓN TUTORIAL**

| HORARIO<br>(Según lo establecido en el POD) | HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL<br>(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial) |
|---|---|

| | |
|---|---|
| http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado | Salvo excepciones, las tutorías se atenderán por videoconferencia (Google Meet). Las tutorías individuales tendrán lugar previa petición del estudiante al correo electrónico del profesor. El profesor podrá proponer tutorías grupales, obligatorias u optativas, si lo estima oportuno como herramienta de retorno formativo en caso de que hubiera que impartir clases virtuales en modo asíncrono. |

**MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE**

- Se intentará conseguir el mayor grado de presencialidad posible, pero la proporción final entre clases virtuales y presenciales dependerá del centro y de las circunstancias sanitarias. En las clases virtuales se concentrará la enseñanza de índole teórica y en las presenciales se primará la impartición de las clases prácticas, que requieren el uso de los ordenadores de la Facultad, donde está instalado el software necesario.
- Las clases virtuales se impartirán utilizando la plataforma Google Meet o la que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar,…) podrían imponer un escenario asíncrono, en cuyo caso se grabarían las clases presenciales, que serían compartidas por Google Drive y se complementarían con actuaciones de seguimiento y retorno formativo específicas para ese fin (tutorías, tareas, entregas,…).
- Como medida adicional, se prestará especial atención a facilitar material docente a los estudiantes a través de la plataforma Prado, Consigna UGR y/o Google Drive.
- Las plataformas mencionadas (Prado, Google Meet, Consigna UGR, Google Drive a través de cuenta @go.ugr, correo institucional,…) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.

**MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)**

**Convocatoria Ordinaria**

- Prueba escrita sobre los contenidos teóricos impartidos, que se realizará en la fecha que fije la Comisión Académica, en la que el alumno deberá obtener una calificación mínima de 5 puntos (30%).
- Valoración final de informes de prácticas (20%).
- Presentaciones orales (20%).
- Memorias (30%).

La prueba tendrá lugar, si la situación lo permite, de forma presencial. Si no fuese posible, se realizará como conjunto de entregas secuenciadas a través de Google Meet y la plataforma Prado, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

**Convocatoria Extraordinaria**

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

La prueba tendrá lugar, si la situación lo permite, de forma presencial. Si no fuese posible, se realizará como conjunto de entregas secuenciadas a través de Google Meet y la plataforma Prado, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

**Evaluación Única Final**

Cuando el alumno opte por evaluación final única, ésta se realizará mediante una prueba que cubrirá tanto los

aspectos teóricos como prácticos del temario de la asignatura:

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

La prueba tendrá lugar, si la situación lo permite, de forma presencial. Si no fuese posible, se realizará como conjunto de entregas secuenciadas a través de Google Meet y la plataforma Prado, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

## ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

### ATENCIÓN TUTORIAL

| HORARIO<br>(Según lo establecido en el POD) | HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL<br>(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial) |
|---|---|
| http://fisicaaplicada.ugr.es/pages/profesorado | Salvo excepciones, las tutorías se atenderán las por videoconferencia (Google Meet). Las tutorías individuales tendrán lugar previa petición del estudiante al correo electrónico del profesor. El profesor podrá proponer tutorías grupales, obligatorias u optativas, si lo estima oportuno como herramienta de retorno formativo en caso de que hubiera que impartir clases virtuales en modo asíncrono. |

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Todas las clases serán virtuales.
- Las clases virtuales se impartirán utilizando la plataforma Google Meet o las que dicte la UGR en su momento. Se primará la impartición síncrona, aunque las circunstancias sanitarias (enfermedad del profesor o familiar, conciliación familiar,…) podrían imponer un escenario asíncrono, en cuyo caso se grabarían las clases presenciales, que serían compartidas por Google Drive y se complementarían con actuaciones de seguimiento y retorno formativo específicas para ese fin (tutorías, tareas, entregas,…)
- Como medida adicional, se prestará especial atención a facilitar material docente a los estudiantes a través de la plataforma Prado, Consigna UGR y/o Google Drive. En particular, se aportará a los alumnos los datos necesarios para para poder realizar las prácticas desde su propio ordenador.
- Las plataformas mencionadas (Prado, Google Meet, Consigna UGR, Google Drive a través de cuenta @go.ugr, correo institucional,…) son las actualmente autorizadas por la UGR. Podrían verse modificadas si las instrucciones de la UGR al respecto cambiasen durante el curso.

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

#### Convocatoria Ordinaria

La distribución de pruebas y tareas evaluables será la misma que en escenario A:

- Prueba escrita sobre los contenidos teóricos impartidos, que se realizará en la fecha que fije la Comisión Académica, en la que el alumno deberá obtener una calificación mínima de 5 puntos (30%).
- Valoración final de informes de prácticas (20%).
- Presentaciones orales (20%).
- Memorias (30%).

- Las presentaciones se realizarán a través de la plataforma Google Meet.
- La entrega de informes de prácticas y memorias se realizará a través de la plataforma Prado.

- La prueba se llevará a cabo mediante entregas secuenciadas de respuestas que se realizarán a través de la plataforma Prado Examen y Google Meet, siempre siguiendo las instrucciones que dictase la UGR en su momento.

**Convocatoria Extraordinaria**

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

La prueba se realizará como conjunto de entregas secuenciadas a través de Google Meet y la plataforma Prado, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

**Evaluación Única Final**

Cuando el alumno opte por evaluación final única, ésta se realizará mediante una prueba que cubrirá tanto los aspectos teóricos como prácticos del temario de la asignatura:

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

La prueba se realizará como conjunto de entregas secuenciadas a través de Google Meet y la plataforma Prado, siempre siguiendo las instrucciones que dicte la UGR al respecto.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

El equipo docente del Departamento de Física Aplicada que propone esta guía ha realizado durante el periodo 20013-2015, un proyecto de innovación docente relacionado con la asignatura Climatología y Cambio Climático. Todo el material desarrollado se encuentra a disposición de los alumnos en la página web: http://www.ugr.es/~ccc.

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.