



**Datos Descriptivos**

<b>ASIGNATURA:</b>	ANÁLISIS COMPLEJO
<b>MATERIA:</b>	ANÁLISIS REAL Y COMPLEJO
<b>CRÉDITOS EUROPEOS:</b>	6
<b>CARÁCTER:</b>	OBLIGATORIO UPM
<b>TITULACIÓN:</b>	GRADO EN MATEMÁTICAS E INFORMÁTICA
<b>CURSO/SEMESTRE</b>	3º CURSO/5º SEMESTRE
<b>ESPECIALIDAD:</b>	

<b>CURSO ACADÉMICO</b>	<b>2012-2013</b>		
<b>PERIODO IMPARTICION</b>	<b>Septiembre- Enero</b>	<b>Febrero - Junio</b>	
	X		
<b>IDIOMA IMPARTICIÓN</b>	<b>Sólo castellano</b>	<b>Sólo inglés</b>	<b>Ambos</b>
	X		

<b>DEPARTAMENTO:</b>	MATEMÁTICA APLICADA (FACULTAD DE INFORMÁTICA)	
<b>PROFESORADO</b>		
<b>NOMBRE Y APELLIDO (C = Coordinador)</b>	<b>DESPACHO</b>	<b>Correo electrónico</b>
ELENA E. CSTIÑEIRA HOLGADO ( C )	1307	ecastinerira@fi.upm.es
MIGUEL REYES CASTRO	1305	mreyes@fi.upm.es
NIEVES CASTRO GONZÁLEZ	1319	nieves@fi.upm.es

<b>CONOCIMIENTOS PREVIOS REQUERIDOS PARA PODER SEGUIR CON NORMALIDAD LA ASIGNATURA</b>	
<b>ASIGNATURAS SUPERADAS</b>	CÁLCULO I
	CÁLCULO II
	CÁLCULO III
<b>OTROS RESULTADOS DE APRENDIZAJE NECESARIOS</b>	

## Objetivos de Aprendizaje

<b>COMPETENCIAS Y NIVEL ASIGNADAS A LA ASIGNATURA</b>		
<b>Código</b>	<b>COMPETENCIA</b>	<b>NIVEL</b>
CG01	Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.	3
CG02	Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en las áreas de la matemática y la informática.	3
CG03	Saber trabajar en situaciones carentes de información y bajo presión, teniendo nuevas ideas, siendo creativo.	3
CG04	Capacidad de gestión de la información.	3
CG05	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.	3
CG06	Capacidad para trabajar dentro de un equipo, organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos, relacionándose, y criticando y haciendo autocrítica.	3
CG08	Capacidad de comunicarse de forma efectiva con los compañeros, usuarios (potenciales) y el público en general acerca de cuestiones reales y problemas relacionados con la especialización elegida.	3
CG10	Capacidad para usar las tecnologías de la información y la comunicación.	3
CE01	Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Conocer demostraciones de teoremas clásicos. Comprender las definiciones de objetos matemáticos y ser capaz de plantear nuevas definiciones. Poder enunciar resultados y construir demostraciones, detectar errores en ellas o encontrar contraejemplos.	A
CE02	Ser capaz de extraer de un objeto matemático aquellas propiedades fundamentales que lo caracterizan, distinguiéndolas de aquellas otras ocasionales compartidas con otros objetos matemáticos.	A
CE03	Ser capaz de plantear modelos matemáticos para problemas reales, utilizando para resolverlos las herramientas necesarias, interpretando la solución en los mismos términos en que estaba planteado el problema.	A
CE04	Comprender y ser capaz de encontrar soluciones a problemas matemáticos en diferentes áreas, utilizando para resolverlos las herramientas analíticas, numéricas o estadísticas disponibles.	A
CE05	Utilizar herramientas informáticas (de cálculo simbólico, de análisis estadístico, de cálculo numérico, de visualización,...) para resolver problemas planteados en términos matemáticos, bien de forma experimental, bien de forma rigurosa.	A
CE06	Diseñar algoritmos y desarrollar programas para resolver problemas en matemáticas.	A
CE08	Formalización y especificación de problemas reales cuya solución requiere el uso de la informática.	A
CE09	Capacidad de elegir y usar los métodos analíticos y de modelización relevantes, y de describir una solución de forma abstracta.	A

CE16	Conocer y saber utilizar los conceptos y los resultados fundamentales del Cálculo Diferencial e Integral para funciones reales y los fundamentos de la teoría de funciones de una variable compleja.	A
CE43	Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.	A

Código	RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA
RA1. -	Conocer el plano complejo y las funciones complejas elementales. Saber calcular derivadas, las condiciones de Cauchy-Riemann, y las funciones armónicas. Conocer la integración compleja: integrales sobre caminos, teorema de Cauchy y fórmula integral de Cauchy.
RA2. -	Conocer el concepto de función holomorfa, desarrollar en serie de potencias y de Laurent, y conocer los teoremas del módulo máximo y de Liouville. Estudiar las singularidades aisladas y su clasificación mediante las series de Laurent, el teorema de los residuos. Aplicar lo anterior al cálculo de valores principales de integrales reales.
RA3. -	Estudiar las transformaciones conformes y las transformadas integrales (Laplace y Fourier).
RA4. -	Desarrollar en serie de funciones ortogonales, incidiendo especialmente en la serie "clásica" trigonométrica de Fourier, de la que se estudiará su convergencia.
RA5. -	Modelizar matemáticamente problemas reales y conocer las técnicas para resolverlos.
RA6. -	Utilizar diversas técnicas para la resolución de problemas con ayuda de software matemático.

## Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS (TEMARIO)		
TEMA / CAPITULO	APARTADO	Indicadores Relacionados
1.- El plano complejo, su estructura algebraica y su topología	1.1.- El cuerpo de los números complejos. Módulo y conjugado de un número complejo.	I_01
	1.2.- Forma polar y forma exponencial de un número complejo (fórmula de Euler). Potencias y raíces.	I_01
	1.3.- Clasificación topológica de los puntos del plano complejo, conjuntos abiertos, cerrados y acotados. El plano ampliado y entornos del infinito.	I_01
2.- La función compleja y su derivada: funciones holomorfas	2.1.- Función compleja y funciones multiformes. Límites y continuidad.	I_02
	2.2.- Derivada de una función compleja, ecuaciones de Cauchy-Riemann y condiciones suficientes de diferenciabilidad.	I_03
	2.3.- Funciones holomorfas y funciones armónicas.	I_04
3.- Funciones complejas elementales	3.1.- Función exponencial, funciones trigonométricas y funciones hiperbólicas.	I_05
	3.2.- Función logaritmo y sus ramas.	I_05
	3.3.- Funciones potenciales y funciones exponenciales.	I_05
	3.4.- Funciones trigonométricas e hiperbólicas inversas.	I_05
4.- Integración en el campo complejo: Teoría de Cauchy	4.1.- Funciones complejas de variable real, derivación e integración.	I_06
	4.2.- Integrales de contorno: Teorema fundamental del Cálculo y caracterización de la independencia del contorno.	I_07 I_08
	4.3.- El teorema integral de Cauchy.	I_09
	4.4.- Fórmula integral de Cauchy y consecuencias: teoremas de Morera, de Liouville y fundamental del Álgebra, principio del módulo máximo.	I_09
	4.5.- Aplicación a las funciones armónicas.	I_09
5.- Series infinitas de variable compleja	5.1.- Sucesiones y series de números complejos.	I_10
	5.2.- Sucesiones y series de funciones complejas, convergencia puntual y uniforme, criterio M de Weierstrass.	I_10
	5.3.- Series de potencias y series de Taylor: Fórmula de Cauchy-Hadamard, teorema de Taylor, funciones analíticas.	I_11 I_12
	5.4.- Series de Laurent: Teorema de Laurent.	I_11   I_13
6.- Singularidades y teoría de los residuos	6.1.- Ceros y singularidades. Clasificación de las singularidades en términos de límites. Teorema de Picard.	I_14
	6.2.- Residuos de una función. Teorema de Cauchy de los residuos.	I_15
	6.3.- Aplicaciones de la teoría de residuos.	I_16

7.-Transformaciones conformes	7.1.- Algunas propiedades y aspectos geométricos de las funciones analíticas y de las transformaciones conformes.	I_17
	7.2.- Transformaciones lineales, inversión, transformaciones de Möbius, aspectos geométricos	I_18
	7.3.- Algunas aplicaciones de las transformaciones conformes.	I_19
8.- Series de Fourier y transformadas integrales	8.1.- Series de Fourier.	I_20
	8.2.- Transformadas de Fourier y Laplace.	I_21 I_22

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

<b>CLASES DE TEORIA</b>	Método expositivo
<b>CLASES PROBLEMAS</b>	Resolución de ejercicios y problemas. Aprendizaje basado en problemas
<b>PRACTICAS</b>	Aprendizaje basado en problemas con ayuda de software matemático
<b>TRABAJOS AUTONOMOS</b>	Estudio de conceptos y resolución de ejercicios y problemas
<b>TRABAJOS EN GRUPO</b>	Resolución de ejercicios y problemas; prácticas de laboratorio
<b>TUTORÍAS</b>	Atención personalizada a los alumnos

<b>RECURSOS DIDÁCTICOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>Ablowitz, M.J., Fokas, A.S.</b> <i>Complex variables: Introduction and applications</i> , Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
	<b>Brown, J.W., Churchill, R.V.</b> <i>Variable compleja y aplicaciones</i> , McGrawHill, Madrid, 2010.
	<b>Conway, J.B.</b> <i>Functions of one complex variable</i> , Springer-Verlag, New York, 1978.
	<b>Henrici, P.</b> <i>Applied and computational complex analysis, Vols. I,II,III</i> , Wiley Classics Library, New York, 1993.
	<b>LePage, W.R.</b> <i>Complex variables and the Laplace transform for engineers</i> , Dover, New York, 1980.
	<b>Markushevich, A.I.</b> <i>Theory of functions of a complex variable</i> , American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, 2005.
	<b>Monterde, I., Montesinos, V.</b> <i>Teoría y problemas resueltos de variable compleja</i> , Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2005.
	<b>Needham, T.</b> <i>Visual complex analysis</i> , Oxford University Press, Oxford, 2000.
	<b>Saff, E.B., Snider, A.D.</b> <i>Fundamental of complex analysis with applications to Engineering and Science</i> , Pearson Education International, New Jersey, 2003.
	<b>Wunsch, A.D.</b> <i>Variable compleja con aplicaciones</i> , Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1997.
	<b>RECURSOS WEB</b>
<a href="https://web3.fi.upm.es/AulaVirtual/">https://web3.fi.upm.es/AulaVirtual/</a>	
<a href="http://usf.usfca.edu/vca//index.html">http://usf.usfca.edu/vca//index.html</a>	
<a href="http://www.mai.liu.se/~halun/complex/">http://www.mai.liu.se/~halun/complex/</a>	
<a href="http://archives.math.utk.edu/software/msdos/complex.variables/.html">http://archives.math.utk.edu/software/msdos/complex.variables/.html</a>	
<a href="http://math.fullerton.edu/mathews/complex.html">http://math.fullerton.edu/mathews/complex.html</a>	
<a href="http://www.dma.fi.upm.es/java/sistemasdinamicos/Newton/">http://www.dma.fi.upm.es/java/sistemasdinamicos/Newton/</a>	
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Aula
	Sala informática con software matemático

## Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades Aula	Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades Evaluación	Otros
Semanas 1-8	<p>1ª PARTE ASIGNATURA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Conceptos, propiedades y métodos de resolución</li> <li>❖ Problemas</li> <li>❖ 38 horas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Prácticas</li> <li>❖ 2 horas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Estudio de conceptos, propiedades y métodos de resolución de la primera parte de la asignatura</li> <li>❖ Resolución y entrega de ejercicios</li> <li>❖ 39 horas en total</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Actividades de laboratorio</li> <li>❖ Problemas propuestos</li> <li>❖ Realización de un examen de respuesta larga correspondiente a la primera parte de la asignatura</li> <li>➤ Semana 8</li> <li>➤ 2 horas</li> </ul>	
Semanas 9-16	<p>2ª PARTE DE LA ASIGNATURA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Conceptos, propiedades y métodos de resolución</li> <li>❖ Problemas</li> <li>❖ 36 horas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Prácticas</li> <li>❖ 4 horas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Estudio de conceptos, propiedades y métodos de resolución de la segunda parte de la asignatura</li> <li>❖ Resolución y entrega de ejercicios</li> <li>❖ 39 horas en total</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Actividades de laboratorio</li> <li>❖ Problemas propuestos</li> <li>❖ Realización de un examen de respuesta larga correspondiente a la segunda parte de la asignatura</li> <li>➤ Semana 16</li> <li>➤ 2 horas</li> </ul>	



## Sistema de evaluación de la asignatura

EVALUACION		
Ref	INDICADOR DE LOGRO	Relacionado con RA:
I_01	Conocer las distintas representaciones de los números complejos y sus operaciones elementales y las nociones topológicas básicas del plano complejo y del plano ampliado.	RA1
I_02	Conocer y manejar el concepto de límite de sucesiones y de funciones complejas, y sus propiedades, así como el concepto de continuidad de una función compleja.	RA1
I_03	Conocer el concepto de derivada de una función compleja, saber utilizar las ecuaciones de Cauchy-Riemann y condiciones suficientes de diferenciabilidad para determinar la diferenciabilidad de funciones complejas.	RA1
I_04	Conocer y manejar los conceptos de funciones holomorfas y funciones armónicas, saber construir funciones holomorfas a partir de funciones armónicas; aplicaciones.	RA1 RA2 RA5
I_05	Conocer y manejar las funciones complejas elementales: exponencial, trigonométricas, hiperbólicas complejas y sus inversas.	RA1
I_06	Saber derivar e integrar funciones complejas de variable real.	RA1
I_07	Saber calcular integrales de funciones complejas sobre caminos en el plano complejo.	RA1
I_08	Conocer el teorema fundamental del Cálculo y las caracterizaciones de la independencia de la integral del camino, así como su aplicación al cálculo de integrales.	RA1
I_09	Conocer el teorema integral de Cauchy y las principales consecuencias que de él se derivan, así como aplicaciones.	RA1 RA2 RA5 RA6
I_10	Comprender y manejar los conceptos de convergencia de sucesiones y de series de números complejos y de funciones complejas, así como los distintos tipos de convergencia de las series, y saber aplicar criterios de convergencia.	RA2
I_11	Saber hallar dominios de convergencia y sumar, tanto series de potencias como series de Laurent.	RA2
I_12	Conocer el teorema de Taylor, comprendiendo la relación que establece entre funciones holomorfas y analíticas, y saber desarrollar funciones complejas en series de Taylor.	RA2
I_13	Conocer el teorema de Laurent y saber desarrollar funciones complejas en serie de Laurent.	RA2
I_14	Saber clasificar ceros y singularidades, mediante la serie de Laurent y en términos de límites, de funciones complejas.	RA2
I_15	Saber hallar los residuos de una función en sus singularidades, conocer el teorema de Cauchy de los residuos y saber aplicarlo para el cálculo de integrales de funciones complejas	RA2
I_16	Conocer algunas de las aplicaciones de la teoría de residuos (integración de funciones reales, etc.)	RA2 RA5
I_17	Conocer la propiedad conforme así como los aspectos geométricos y de invariancia de las funciones analíticas y de las transformaciones conformes.	RA3 RA5
I_18	Conocer los aspectos geométricos de las transformaciones de Möbius y saber aplicar la razón doble para construir estas transformaciones.	RA3

I_19	Conocer algunas aplicaciones de las transformaciones conformes.	RA3 RA5 RA6
I_20	Saber desarrollar funciones en series de Fourier (real y compleja) y conocer la condiciones de convergencia de dicha serie.	RA4 RA6
I_21	Conocer la representación de funciones mediante la integral de Fourier, condiciones de convergencia y fórmula de inversión de Fourier; la representación integral como transformada de Fourier y propiedades.	RA3
I_22	Conocer la transformada de Laplace, sus propiedades y aplicaciones	RA3 RA5

La tabla anterior puede ser sustituida por la tabla de rúbricas.

<b>EVALUACION SUMATIVA</b>			
<b>BREVE DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES EVALUABLES</b>	<b>MOMENTO</b>	<b>LUGAR</b>	<b>PESO EN LA CALIFICACIÓN</b>
Entrega de ejercicios propuestos y realización de ejercicios en laboratorio	Semanas 1 a 16	Aula/sala ordenadores	20%
Prueba de evaluación de la primera parte del temario de la asignatura	Semana 8	Aula	40%
Prueba de evaluación de la segunda parte del temario de la asignatura	Semana 16	Aula	40%

<b>CRITERIOS DE CALIFICACIÓN</b>
<p>CONVOCATORIA ORDINARIA DE ENERO: Los criterios de evaluación para esta convocatoria se rigen atendiendo a las siguientes modalidades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>EVALUACIÓN CONTINUA:</b> La calificación del alumno correspondiente a esta modalidad se realizará sumando las notas obtenidas en las actividades evaluables del cuadro anterior con el peso allí especificado. El alumno que obtenga en dicha calificación una nota superior o igual a 5 sobre 10 habrá superado la asignatura con la nota obtenida. En caso contrario, su calificación será de suspenso.</li> <li>➤ <b>EVALUACIÓN MEDIANTE SÓLO PRUEBA FINAL:</b> El alumno podrá optar a esta modalidad, previa solicitud por escrito al coordinador de la asignatura en el plazo de un mes a contar desde el inicio de la actividad docente. Consistirá en una única prueba que abarcará todo el temario. El alumno que obtenga en dicha calificación una nota superior o igual a 5 sobre 10 habrá superado la asignatura con la nota obtenida. En caso contrario, su calificación será de suspenso.</li> </ul> <p>CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA DE JULIO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La calificación del alumno en esta convocatoria será la obtenida en un examen correspondiente a todo el temario de la asignatura que se realizará en el día fijado por Jefatura de Estudios. El alumno que obtenga en dicha calificación una nota superior o igual a 5 sobre 10 habrá superado la asignatura con la nota obtenida. En caso contrario, su calificación será de suspenso.</li> </ul>