

## PLAN DOCENTE DE ASIGNATURA

### CÓDIGO NOMBRE

Asignatura	207039	GEODESIA ESPACIAL
Titulación	0207	LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS
Departamento	C101	MATEMATICAS
Curso	-	
Duración (A: Anual, 1Q/2Q)	1Q	
Créditos ECTS	6	

Créditos Teóricos	4	Créditos Prácticos	2	Tipo	Optativa
-------------------	---	--------------------	---	------	----------

Profesores	Manuel Berrocoso Domínguez
SITUACIÓN	<p><u>Prerrequisitos:</u></p> <p>Esta asignatura requiere el conocimiento de conceptos básicos de Geodesia Clásica. Dado el carácter optativo de esta asignatura y la oferta periódica de las asignaturas optativas de la Licenciatura de Matemáticas esta dificultad se solucionará mediante la explicación de los conceptos y métodos básicos mediante el Aula Virtual.</p> <p><u>Contexto dentro de la titulación:</u></p> <p>Esta asignatura trata sobre los aspectos básicos de la Geodesia Espacial, las diferentes tecnologías y los métodos que se aplican. En una primera parte se explican con profundidad los</p>

Código Seguro de verificación: xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>  
 Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	05/07/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	1/9



xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==

conceptos de la Geodesia Tridimensional y su importancia en el desarrollo de la Geodesia actual. Se afronta la teoría analítica del movimiento del satélite artificial y las técnicas de observación y reducción de observaciones de satélites. La segunda parte se centra en la descripción de las técnicas espaciales más importantes: satélites balísticos, satélites Transit, satélites láser, satélites gravitatorios, satélites altimétricos y sistema VLBI. En la última parte de la asignatura se explica con detalle el Sistema de Posicionamiento Espacial GPS. Se comienza por la descripción de los segmentos que componen el sistema; se continúa con el estudio de los observables y las combinaciones de éstos, para finalizar con las aplicaciones geodésicas y de navegación del sistema.

En el estudio de todos estos aspectos se hará especial hincapié en la correcta utilización del lenguaje matemático y en la conceptualización; pero sobre todo esta asignatura tiene un enorme potencial dentro del campo de las Matemáticas para el planteamiento y la resolución de problemas geodésicos aplicando el proceso de formulación de modelos matemáticos a situaciones geodésicas espaciales, como por ejemplo, la Teoría del Movimiento de un Satélite Artificial o el establecimiento de Sistemas Geodésicos Espaciales o la aplicación de las observaciones de los satélites artificiales en Geodinámica.

Recomendaciones:

Código Seguro de verificación: xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>  
 Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	05/07/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	2/9



xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==

	<p>Para cursar esta asignatura se recomienda que el alumno haya cursado el primer ciclo de la Licenciatura de Matemáticas sobre todo que posea buenos conocimientos en Ecuaciones Diferenciales, en Análisis Vectorial, en Cálculo Numérico y en Geometría Diferencial.</p>
COMPETENCIAS	<p><u>Competencias Transversales/Genéricas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>2. Capacidad de organización y planificación.</li> <li>3. Conocimiento de una lengua extranjera.</li> <li>4. Conocimientos de informática, relativos al ámbito de estudio.</li> <li>5. Resolución de problemas.</li> <li>6. Trabajo en equipo.</li> <li>7. Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar.</li> <li>8. Adaptación a nuevas situaciones.</li> <li>9. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>10. Motivación por la calidad.</li> <li>11. Sensibilidad hacia temas medioambientales.</li> </ol> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</p> <p><u>Cognitivas(Saber):</u></p> </div>

Código Seguro de verificación: xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	05/07/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==	PÁGINA 3/9
			
xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==			

Esta asignatura relaciona contenidos matemáticos y técnicas de resolución de problemas al estudio de fenómenos procedentes del mundo físico donde se aplican las Matemáticas de forma esencial; permitiendo desarrollar la capacidad de identificar matemáticamente problemas, de estructurar la información disponible, de seleccionar un modelo adecuado y validar la solución obtenida.

Procedimentales/Instrumentales(Saber hacer):

1. Creación de modelos matemáticos para situaciones reales.
2. Resolución de modelos utilizando técnicas analíticas, numéricas o estadísticas.
3. Visualización e interpretación de soluciones.
4. Aplicación de los conocimientos a la práctica.
5. Transferencia de la experiencia matemática a un contexto no matemático.
6. Análisis de datos utilizando herramientas estadísticas.
7. Diseño de experimentos y estrategias.
8. Utilización de herramientas de cálculo.
9. Participación en la organización y dirección de proyectos.

Actitudinales:

1. Conocimiento de los procesos de aprendizaje de la Geodesia.
2. Ejemplificación de la aplicación de la Geodesia a otras disciplinas y problemas reales.
3. Capacidad para mostrar la vertiente lúdica de la Geodesia
4. Expresión rigurosa y clara.

Código Seguro de verificación: xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>  
 Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	05/07/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	4/9



xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==

	<p>5. Razonamiento lógico e identificación de errores en los procedimientos.</p> <p>6. Generación de curiosidad e interés por la Geodesia y sus aplicaciones.</p> <p>7. Capacidad de relacionar la Geodesia con otras disciplinas.</p> <p>8. Capacidad de abstracción.</p> <p>9. Pensamiento cuantitativo.</p>
Objetivos	<p>- Proporcionar al alumno los conocimientos básicos de la teoría de los satélites artificiales y sus aplicaciones geodésicas.</p> <p>- Adquirir y comprender los conocimientos básicos sobre las técnicas y métodos de la Geodesia Espacial desde el lanzamiento de los primeros satélites artificiales hasta los satélites altimétricos; pasando por los satélites balísticos, los satélites Transit, los satélites GPS y otras técnicas geodésicas espaciales como es la interferometría de muy larga base (VLBI).</p> <p>- Conocer con profundidad los fundamentos y los modelos matemáticos básicos del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y sus aplicaciones a la navegación y a la Geodesia.</p> <p>- Introducir al alumno en el sistema europeo de posicionamiento Galileo.</p>
Programa	<p>1. Fundamentos</p> <p>Sistemas de referencia espaciales. Sistemas de referencia temporales. Propagación de la señal. Triangulaciones espaciales desde satélites geodésicos. Observables y conceptos básicos.</p> <p>2. Teoría analítica del movimiento de un satélite artificial</p>

Código Seguro de verificación: xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	05/07/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	5/9



xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==

	<p>El problema de los dos cuerpos. Movimiento perturbado del satélite. Determinaciones orbitales. Técnicas de observación y reducción de observaciones. Órbitas de satélites y constelaciones.</p> <p>3. Técnicas geodésicas espaciales</p> <p>Métodos ópticos para la determinación de direcciones. Técnicas Doppler. El sistema láser (SLR). El sistema LLR. Los satélites altimétricos. Satélites gravimétricos. Interferometría de muy larga base (VLBI). Interferometría por radares de apertura sintética (InSAR).</p> <p>4. El sistema GPS</p> <p>Fundamentos: segmentos del sistema, estructura de la señal, órbitas y receptores. Observables GPS. Estimación de parámetros. Tratamiento de los datos. Estrategias de ajuste. Softwares para el tratamiento de los datos. Errores y correcciones. GPS diferencial y redes de seguimiento permanentes.</p> <p>5. El sistema GLONASS y el sistema Galileo.</p> <p>6. Aplicaciones genéricas de la Geodesia Espacial</p> <p>Posicionamiento y redes geodésicas. Campo gravitatorio y modelos de Tierra. Navegación y Geodesia marina. Geodinámica.</p>
Actividades	<p>- Se realizó una visita al Real Instituto y Observatorio de la Armada donde se mostrará el funcionamiento de la estación de seguimiento de satélites láser que allí se ubica.</p> <p>- Se realizará un trabajo de campo que consistirá en la observación de una red</p>

Código Seguro de verificación: xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	05/07/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	6/9
			
xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==			

	geodésica con receptores GPS en base a la estación GPS permanente que se ubica en la Facultad de Ciencias de esta universidad.						
Metodología	Las clases presenciales se completarán con las posibilidades que ofrece la docencia bajo plataforma virtual. En base a esta herramienta se propondrán actividades, se realizarán tutorías, foros temáticos y puestas en común. Se potenciará la utilización de páginas de internet relacionadas con la Geodesia Espacial y sus aplicaciones.						
TÉCNICAS DOCENTES	<p><b>TÉCNICAS DOCENTES</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Sesiones académicas teóricas: Sí</td> <td>Exposición y debate: No</td> <td>Tutorías especializadas: No</td> </tr> <tr> <td>Sesiones académicas Prácticas: Sí</td> <td>Visitas y excursiones: Sí</td> <td>Controles de lecturas obligatorias: No</td> </tr> </table> <p>Otros (especificar): Prácticas de levantamiento de redes geodésicas mediante el seguimiento de satélites artificiales</p>	Sesiones académicas teóricas: Sí	Exposición y debate: No	Tutorías especializadas: No	Sesiones académicas Prácticas: Sí	Visitas y excursiones: Sí	Controles de lecturas obligatorias: No
Sesiones académicas teóricas: Sí	Exposición y debate: No	Tutorías especializadas: No					
Sesiones académicas Prácticas: Sí	Visitas y excursiones: Sí	Controles de lecturas obligatorias: No					
Criterios y sistemas de evaluación	Criterios de evaluación: Se valorará el grado de comprensión y asimilación de los conocimientos impartidos a partir del dominio de los conceptos, de la rigurosidad en el planteamiento de las cuestiones planteadas, de la precisión en la exposición de los resultados obtenidos, de la coherencia en las argumentaciones y de la adecuación formal de los trabajos y actividades presentadas.						

Código Seguro de verificación: xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	05/07/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	7/9



xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==

	<p>Técnicas de evaluación: Se plantearán ejercicios individuales sobre aspectos de los satélites artificiales y sus aplicaciones.</p> <p>Se plantearan test de autoevaluación con el objeto de que el alumno critique y haga un seguimiento de la asimilación de los conocimientos impartidos.</p> <p>Finalmente se realizará un examen final donde el alumno tratará de demostrar los conocimientos adquiridos, el adiestramiento logrado en el proceso de modelización matemática de la teoría de satélites geodésicos, y la facilidad conseguida para conceptualizar situaciones geodésicas espaciales.</p>
Recursos bibliográficos	<p>G. Seeber. Satellite Geodesy. Ed. de Gruyter, Berlin, 2003.</p> <p>M. Berrocoso, M. E. Ramírez, A. Pérez-Peña, J. M. Enríquez de Salamanca, A. Fernández-Ros, C. Torrecillas. El Sistema de Posicionamiento Global. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz, 2004.</p> <p>P. Vanicek, E. Krakiwski. Geodesy. The concepts. 2ª Edición, Elsevier, 1992.</p> <p>W. A. Heiskannen y H. Moritz. Geodesia Física. IGN, Madrid, 1985.</p> <p>J. R. Smith. Introduction to Geodesy. John Wiley &amp; Sons, 1997.</p> <p>W. Torge. Geodesy. W. Gruyter, Berlin, 1980.</p> <p>P. J. G. Teunissen, A. Kleusberg. GPS for Geodesy. 2ª Edición, Springer, 1998.</p> <p>A. Leick. GPS Satellite Surveying. 2ª Edición, John Wiley &amp; Sons, 1995.</p>

Código Seguro de verificación: xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	05/07/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	8/9
			
xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==			

R. Cid, S. Ferrer. Geodesia:  
Geométrica, Física y pos Satélites.  
Ministerio de  
Fomento, Madrid, 1997.

Código Seguro de verificación: xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>  
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	05/07/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	9/9



xmfUVxtUjqgrgaZzUfDNfQ==