

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Cartografía mediante sistemas radar

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Cartografía mediante sistemas radar
<b>Titulación</b>	12AC - Master Universitario en Ingeniería Geodesica y Cartografía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía
<b>Semestre/s de impartición</b>	Segundo semestre
<b>Módulos</b>	Modulo 3 especialidad a
<b>Materias</b>	Fotometría y teledetección
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	123000626
<b>Nombre en inglés</b>	Cartography by radar systems

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	4	<b>Curso</b>	1
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Geodesica y Cartografía no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Geodesica y Cartografía no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Teledetección avanzada

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

polarización de ondas

electromagnetismo

estadística



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

## UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía

### PROCESO DE COORDINACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

ANX-PR/CL/001-01: GUÍA DE APRENDIZAJE



Código PR/CL/001

## Competencias

---

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.

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

CE1 - Capacidad de diseño, elaboración, dirección y gestión de proyectos geomáticos científico-técnicos

CE11 - Capacidad de análisis, planificación, coordinación y dirección de proyectos de producción de información espectral, integrable, eficientemente, en sistemas estándares de gestión de información territorial

CE13 - Gestionar, divulgar y estructurar la información geográfica al más alto nivel, analizando las colecciones de datos, sus niveles de medida y su disposición por el territorio

CE15 - Capacidad de usar las tecnologías de análisis espacial y temporal de la información geográfica en distintos ámbitos (ambiental, geológico, hidrológico)

CE2 - Dominio, capacidad de razonamiento y aplicación práctica de conocimientos avanzados en temas de Geodesia y Geofísica, Fotogrametría y Teledetección y Topografía y Cartografía

CE21 - Contribuir desde la perspectiva geomática a los proyectos de ingeniería medioambiental

## Resultados de Aprendizaje

---

RA145 - Conocer las propiedades básicas de las cubiertas terrestres y la forma en que su naturaleza y estado intervienen en los datos obtenidos desde satélite.

RA144 - Conocer los principales modelos y procesos que intervienen en la extracción de información.

RA142 - Conocer los principios físicos que intervienen en los procesos de Teledetección y la forma en que condicionan la disponibilidad de los correspondientes datos.

RA307 - RA492 - Identificar los respectivos sensores y las características de sus datos.

RA308 - RA494 - Conocer el ámbito de aplicación de las materias de Fotogrametría y Teledetección.

RA143 - Conocer las principales metodologías de corrección de los datos para su procesamiento.

RA302 - RA488 - Conocer y diferenciar entre sistema activo y pasivo. Conocer el principio de formación de la imagen.

RA304 - RA489 - Conocer las técnicas de procesado de imágenes.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Molina Sanchez, Iñigo ( <b>Coordinador/a</b> )	311/044	inigo.molina@upm.es	L - 15:30 - 17:30 M - 16:00 - 19:00 X - 11:00 - 12:00

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

Formación teórica y aplicada, a nivel avanzado, en el conocimiento de los modelos de datos y procesos fundamentales aplicables en imágenes adquiridas por sistemas radar de Observación de La Tierra.

Conocimiento de los principios físicos que intervienen en los procesos de microondas y la forma en que condicionan la disponibilidad de los correspondientes datos.

Conocimiento de las propiedades básicas de las cubiertas terrestres y la forma en que su naturaleza y estado intervienen en los datos obtenidos desde sistemas radar de Observación de La Tierra.

Conocimiento de las principales metodologías de calibración radiométrica y corrección geométrica de los datos para su procesamiento. Conocimiento de los principales modelos y procesos que intervienen en la extracción de información.

Conocimiento de los procesos de Polarimetría SAR.

Conocimiento de los procesos de interferometría SAR, e interferometría diferencial para análisis de subsidencias.

Conocimiento de los modelos y metodologías para la extracción de variables físicas y biofísicas.

Conocimiento de formas, eficientes y estandarizadas, de transmitir los resultados a sistemas de análisis integrados de información geográfica.

## Temario

---

1. Introducción. La Ecuación Radar
  - 1.1. Principio de los sistemas RAR y SLAR
  - 1.2. Resoluciones en rango y acimut
  - 1.3. La Ecuación Radar
2. Principios de la Formación de la Imagen SAR. Tipos y propiedades
  - 2.1. Principio del Radar de Apertura Sintética (SAR). Convenciones en Observación Radar (biestática, monostática)
  - 2.2. Formación de la imagen SAR
  - 2.3. Formatos y tipos de imagen SAR (raw, SLC, MLC)
3. Polarimetría SAR
  - 3.1. Leyes de Maxwell y Ecuación de Onda
  - 3.2. Polarización. Elipse de Polarización. Tipos de Polarización
  - 3.3. Matrices de Difusión. Matrices de Sinclair, Mueller y Kennaugh. El vector de Difusión, Bases de Pauli y Borgeaud. Matrices de Covarianza y Coherencia
  - 3.4. Teoremas de Descomposición. La de Descomposición de Cloude y Pottier
  - 3.5. Clasificación de datos SAR Polarimétricos
4. Interferometría SAR
  - 4.1. Introducción a la Interferometría SAR. Tipos
  - 4.2. El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

## UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía

### PROCESO DE COORDINACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

ANX-PR/CL/001-01: GUÍA DE APRENDIZAJE



Código PR/CL/001

## Cronograma

**Horas totales:** 54 horas

**Horas presenciales:** 54 horas (50%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1				
Semana 2	<p><b>1.3. La Ecuación Radar.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>2.1. Principio del Radar de Apertura Sintética (SAR). Convenciones en Observación Radar (biestática, monoestática)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 3	<p><b>2.2. Formación de la imagen SAR</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>2.2. Formación de la imagen SAR</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 4	<p><b>2.2. Formación de la imagen SAR</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 5	<p><b>2.3. Formatos y tipos de imágenes SAR (raw, SLC, MLK)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>2.3. Formatos y tipos de imágenes SAR (raw, SLC, MLK)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p><b>Realización de una prueba de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves al finalizar las unidades didácticas 1 y 2</b> Duración: 02:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 6	<p><b>3.1. Leyes de Maxwell y Ecuación de Onda</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>3.2. Polarización. Elipse de Polarización. Tipos de Polarización</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			



Semana 7	<p><b>3.3. Matrices de Difusión. Matrices de Sinclair, Mueller y Kennaugh. El vector de Difusión, Bases de Pauli y Borgeaud. Matrices de Covarianza y Coherencia</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>3.3. Matrices de Difusión. Matrices de Sinclair, Mueller y Kennaugh. El vector de Difusión, Bases de Pauli y Borgeaud. Matrices de Covarianza y Coherencia</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 8	<p><b>3.4. Teoremas de Descomposición. La de Descomposición de Cloude y Pottier</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>3.5. Clasificación de datos SAR Polarimétricos</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 9	<p><b>3.5. Clasificación de datos SAR Polarimétricos</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
Semana 10	<p><b>4.1. Introducción a la interferometría SAR</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Realización de una prueba de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves, y un examen de ejercicios escritos, al finalizar la unidad didáctica 3</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 11	<p><b>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
Semana 12	<p><b>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p><b>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			

Semana 14	<p><b>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 15	<p><b>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
Semana 16	<p><b>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Realización un examen de ejercicios escritos, al finalizar la unidad didáctica 4</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 17				<p><b>Realización de una prueba global de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves, al finalizar todo el temario</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Realización de una prueba de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves al finalizar las unidades didácticas 1 y 2	02:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	33%	5 / 10	CB10, CB7, CE2, CE11, CE13, CE1, CE21
10	Realización de una prueba de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves, y un examen de ejercicios escritos, al finalizar la unidad didáctica 3	02:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	33%	5 / 10	CE1, CE21, CB10, CB7, CE2, CE11, CE13
16	Realización un examen de ejercicios escritos, al finalizar la unidad didáctica 4	02:00	Evaluación continua	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	34%	5 / 10	CB10, CB7, CE2, CE15, CE11, CE13, CE1, CE21
17	Realización de una prueba global de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves, al finalizar todo el temario	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	CE1, CE21, CB10, CB7, CE2, CE15, CE11, CE13

## Criterios de Evaluación

Todas las actividades evaluables especificadas en la tabla del apartado anterior (evaluación sumativa) son de carácter obligatorio. La nota de la asignatura se calcula según los pesos fijados en dicha tabla. Se considera superada la asignatura con una nota mayor o igual a 5 sobre 10.

Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el momento de la correspondiente prueba. Se realizarán pruebas objetivas y entregas de ejercicio. Las fechas y turnos concretos para la realización de los ejercicios con software específico se publicarán en el Aula Virtual o en la página web del grupo, en caso de existir.

La calificación del trabajo en grupo se realizará después de la exposición del mismo en base a la segunda entrega realizada y a la exposición del mismo. La primera entrega del trabajo podrá ser motivo de discusión/análisis durante las tutorías en grupo programadas.

En la convocatoria extraordinaria de Julio se realizará un único examen de toda la asignatura.

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Correira A. H., da Costa Freitas C., Frery, A. C., Sant'Anna S. J. S. (1998). A User Friendly Statistical System for Polarimetric SAR Image Classification. Revista de Teledetección, Vol. 6, Nº 10, pg. 79-93	Bibliografía	
Elachi, C. (1987). Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing. John Wiley & Sons. Nueva York. 413 p	Bibliografía	
Hecht E., Zajac A. (1988). Optica Addison-Wesley Iberoamericana España, S. A., pgs. 586	Bibliografía	
Manual of Remote Sensing, Third Edition, Vol. Nº 2. Henderson F. M. y Lewis A. J. (ed.).	Bibliografía	
Sabins, F.F. (1999). Remote Sensing, Principles and Interpretation. W. H. Freeman and Company, 494 p.	Bibliografía	
Ulaby F. T. (1998). SAR Biophysical Retrievals: Lessons Learned and Challenges to Overcome. Retrieval of Bio? and Geo?Physical Parameters from SAR Data for Land Applications Workshop. ESA-ESTEC, pgs. 8.	Bibliografía	
Van Zyl J.J. (1997). Overview of SAR Polarimetry and Interferometry. SPIEE proceedings. Vol. Nº 3120, pg. 16-27.	Bibliografía	
Earth Observation, Spaceborne Radar Imagery. European Space Agency (ESA). <a href="http://earth1.esrin.esa.it/applications/data_util/SARDOCS/spaceborne/Radar_Courses">http://earth1.esrin.esa.it/applications/data_util/SARDOCS/spaceborne/Radar_Courses</a>	Recursos web	
<a href="http://rsc.umn.edu/rsc/ISPRS/RSWebResources.htm">http://rsc.umn.edu/rsc/ISPRS/RSWebResources.htm</a>	Recursos web	
<a href="http://unfccc.int/methods_science/redd/methodologies/remote_sensing/items/4540.php">http://unfccc.int/methods_science/redd/methodologies/remote_sensing/items/4540.php</a>	Recursos web	
S1-SMAP, POLSARPRO, GMSTAR	Otros	SOFTWARE
IMÁGENES ERS	Otros	PAR INTERFEROMÉTRICO SAR BANDA C FOMATO SLC
IMAGEN ALOS-PALSAR QUADPOL	Otros	IMAGEN SAR BANDA L DE POLARIZACIÓN COMPLETA EN FORMATO SLC
IMAGEN RADARSAT2 QUADPOL	Otros	IMAGEN SAR BANDA C DE POLARIZACIÓN COMPLETA EN FORMATO SLC