



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



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

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

123000627 - Compensacion de Redes Geodesicas y Control de Deformaciones

### PLAN DE ESTUDIOS

12AC - Master Universitario en Ingeniería Geodesica y Cartografía

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

|  |    |
|--|----|
| 1. Datos descriptivos.....                       | 1  |
| 2. Profesorado.....                              | 1  |
| 3. Conocimientos previos recomendados.....       | 2  |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2  |
| 5. Descripción de la asignatura y temario.....   | 3  |
| 6. Cronograma.....                               | 5  |
| 7. Actividades y criterios de evaluación.....    | 8  |
| 8. Recursos didácticos.....                      | 10 |
| 9. Otra información.....                         | 11 |

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre de la asignatura</b>             | 123000627 - Compensacion de Redes Geodesicas y Control de Deformaciones |
| <b>No de créditos</b>                      | 4 ECTS  |
| <b>Carácter</b>                            | Optativa  |
| <b>Curso</b>                               | Primer curso  |
| <b>Semestre</b>                            | Primer semestre   |
| <b>Período de impartición</b>              | Septiembre-Enero  |
| <b>Idioma de impartición</b>               | Castellano  |
| <b>Titulación</b>                          | 12AC - Master Universitario en Ingeniería Geodesica y Cartografía       |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | 12 - E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía                      |
| <b>Curso académico</b>                     | 2020-21   |

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                                  | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b> | <b>Horario de tutorías</b><br>*        |
|--|-----------------|---------------------------|--|
| Juan Francisco Prieto Morin<br>(Coordinador/a) | 437             | juanf.prieto@upm.es       | X - 10:30 - 14:30<br>J - 12:30 - 14:30 |
| Jesus Velasco Gomez                            | 437             | jesus.velasco@upm.es      | X - 10:30 - 14:30<br>J - 12:30 - 14:30 |

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

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Técnicas De Control En Ingeniería Civil

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

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

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE10 - Destreza para el establecimiento de redes geodésicas locales o regionales en la determinación de deformaciones de la corteza terrestre y de grandes estructuras de ingeniería civil aplicando estos conocimientos a la prevención de desastres naturales y al estudio de los cambios globales del planeta

CE12 - Capacidad para analizar los diferentes escenarios que presenta el control de un proyecto de ingeniería civil, el diseño de distintas soluciones y discusión de resultados

CE19 - Evaluación precisa de los parámetros de calidad y exactitud en la información geográfica

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

CG2 - Ser capaz de entender e interpretar los resultados a un nivel avanzado

CT14 - Conocimiento de la metodología de investigación y de difusión de resultados

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA359 - Aprender y aplicar las técnicas para la realización de estudios de control de deformaciones a partir de datos geodésicos

RA156 - Aplicar diferentes métodos de detección de errores en el ajuste de redes geodésicas

RA158 - Aprender los diferentes conceptos sobre precisiones de redes geodésicas y el control de deformaciones

RA157 - Interpretar el análisis de deformaciones entre épocas

RA358 - Aprender y aplicar las técnicas de adquisición, tratamiento y análisis de los datos geodésicos para el control de deformaciones

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Este curso presenta los conceptos, principios y técnicas utilizados para el tratamiento de datos de grandes redes geodésicas así como la monitorización de deformaciones usados tanto en geociencias en general como en ingeniería civil en particular. Los temas incluyen:

- Principios y conceptos de cálculo de redes geodésicas y análisis de deformaciones mediante técnicas geodésicas.
- Metodología de estudio de proyectos.
- Control de ajustes y simulaciones de la redes geodésicas.
- Compensación y ponderación de redes geodésicas con utilización conjunta de datos de observaciones ópticas, láser terrestre, estación total, nivelación y GNSS.

Se estudiarán caso de redes geodésicas de ámbito nacional así como de redes destinadas a la monitorización de obras subterráneas y prospecciones, monitorización de subsidencias del terreno provocadas por causas antrópicas y naturales, monitorización y deformación de presas, y técnicas de levantamiento de alta precisión.

Los objetivos de esta asignatura son: permitir que los estudiantes comprendan las necesidades y los principios básicos del cálculo de redes geodésicas y el análisis de deformaciones; enseñar y ofrecer oportunidades para que los alumnos practiquen métodos comúnmente utilizados para el ajuste de redes geodésicas y el control de

deformaciones; y mejorar la capacidad y las habilidades de los estudiantes para analizar los métodos de ajuste de redes geodésicas y análisis de los datos de estos ajustes. La asignatura también tiene como objetivo desarrollar la capacidad y habilidades de pensamiento crítico y creativo de los estudiantes y las actitudes y comportamientos cooperativos de trabajar con otros a través de discusiones y trabajo en grupo.

Al final de esta asignatura los alumnos podrán: seleccionar e implementar métodos apropiados para el procesado de gran volumen de datos geodésicos y monitorizar las deformaciones de varios objetos, como el terreno, las laderas y taludes, y las estructuras; procesar los datos de redes geodésicas y de de deformación y llevar a cabo las tareas necesarias, detección de errores, pruebas estadísticas y ponderación de observaciones; modelar y analizar las deformaciones basadas en observaciones geodésicas; realizar levantamientos geodésicos de control.

Al final de esta asignatura, el alumno estará familiarizado con los problemas y los métodos de la compensación de redes y será competente en el diseño de métodos de cálculo de grandes redes incluyendo observaciones procedentes de distintos instrumentos geodésicos, el análisis y la detección de errores, y estará familiarizado con los aspectos de análisis del control de deformaciones, incluidos datos con constreñimiento y el ajuste libre.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1: Conceptos generales sobre la compensación de redes geodésicas y control de deformaciones
2. Tema 2: Medidas de precisiones de redes geodésicas
3. Tema 3: Detección de errores
4. Tema 4: Diseño de redes de deformación
5. Tema 5: Análisis de dos épocas
6. Tema 6: Análisis multi-época

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad presencial en aula   | Actividad presencial en laboratorio   | Tele-enseñanza  | Actividades de evaluación   |
|-----|--|---|---|---|
| 1   | <b>Tema 1</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |   | <b>Tema 1</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |   |
| 2   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 2</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 2</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 2</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |
| 3   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 2</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 2</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 2</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |
| 4   | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 3</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 3</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Prueba 1</b><br>PI: Técnica del tipo Presentación Individual<br>Evaluación continua<br>Presencial<br>Duración: 01:00 |
| 5   | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 3</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 3</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |
| 6   | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 3</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 3</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 7  | <b>Tema 4</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 4</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 4</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 4</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |
| 8  | <b>Tema 4</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 4</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 4</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 4</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Prueba 2</b><br>PI: Técnica del tipo Presentación Individual<br>Evaluación continua<br>Presencial<br>Duración: 01:00 |
| 9  | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 5</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 5</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |
| 10 | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 5</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 5</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |
| 11 | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 5</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 5</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |
| 12 | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 5</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 5</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |
| 13 | <b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 6</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 6</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Prueba 3</b><br>PI: Técnica del tipo Presentación Individual<br>Evaluación continua<br>Presencial<br>Duración: 01:00 |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 14 | <b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 6</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 6</b><br>Duración: 00:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |
| 15 | <b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 6</b><br>Duración: 00:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |   |
| 16 | <b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 6</b><br>Duración: 01:30<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Prueba 4</b><br>PI: Técnica del tipo Presentación Individual<br>Evaluación continua<br>Presencial<br>Duración: 01:00 |
| 17 |  |   |   | <b>Final</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación sólo prueba final<br>Presencial<br>Duración: 04:00    |

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

| Sem. | Descripción | Modalidad                                    | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|-------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 4    | Prueba 1    | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial | 01:00    | 25%             | 5 / 10      | CE2<br>CE10            |
| 8    | Prueba 2    | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial | 01:00    | 25%             | 5 / 10      | CE12<br>CT14           |
| 13   | Prueba 3    | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial | 01:00    | 25%             | 5 / 10      | CE10                   |
| 16   | Prueba 4    | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial | 01:00    | 25%             | 5 / 10      | CE19<br>CG2            |

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

| Sem | Descripción | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                     |
|-----|-------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 17  | Final       | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 04:00    | 100%            | 5 / 10      | CE2<br>CE12<br>CE19<br>CG2<br>CE10<br>CT14 |

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción  | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                     |
|--------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| Prueba final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00    | 100%            | 5 / 10      | CE2<br>CE12<br>CE19<br>CG2<br>CE10<br>CT14 |

## 7.2. Criterios de evaluación

- Entrega de ejercicios prácticos
- Prueba de control sobre conocimientos teórico-prácticos
- La calificación final se obtendrá a partir de las diferentes calificaciones obtenidas en los ejercicios entregados a lo largo del semestre así como de las calificaciones de las pruebas de control realizadas
- Es obligatorio la entrega y aprobación de los proyectos prácticos para la superación del curso
- Se realizará durante el semestre un proceso de evaluación continua
- Tanto el cronograma de la asignatura como las fechas de presentación de ejercicios podrán variar en función del desarrollo del curso

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre  | Tipo         | Observaciones  |
|---|--------------|--|
| Baarda, W. (1968) A testing procedure for use in geodetic networks. Nether. Geod. Commi. Delft.   | Bibliografía |  |
| Cooper, M.A.R. (1987) Control Surveys in Civil Engineering. Nichols Publishing Company. New York  | Bibliografía |  |
| Caspary, W. F. (1987). ). Concepts of Network and Deformation Analysis. School of Surveying and Spatial Information Systems. Sydney.                                      | Bibliografía |  |
| Harvey, B.R. (2006). Practical Least Squares and Statistics for Surveyors. School of Surveying and Spatial Information Systems. Sydney                                    | Bibliografía |  |
| Pope, A.J. (1976). The statistics of residuals and the detection of outliers. U.S. Dept. Of Commerce. NOAA. Rockville   | Bibliografía |  |
| Strang, G.; Borre, K. (1997). Linear Algebra, Geodesy, and GPS. Wellesley-Cambridge Press. Wellesley  | Bibliografía |  |
| <a href="https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=3721">https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=3721</a>                   | Recursos web | Plataforma educativa de apoyo a la docencia (MOODLE) |
| Aula con ordenador para el profesor, vídeo y pantalla de proyección. Laboratorio de Informática con conexión a Internet y ordenadores individuales para los alumnos. Sala | Equipamiento |  |

|   |              |  |
|---|--------------|--|
| de trabajo para los alumnos, tanto de forma individual como en grupo. |              |  |
| Torge, W; Müller, J. (2012) Geodesy. Walter de Gruyter. Berlin        | Bibliografía |  |

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>ODS</b>                      | Esta asignatura se relaciona con los ODS 3, 6, 9, 11 y 13   |
| <b>CLASES DE TEORÍA</b>         | Clases teóricas utilizando la pizarra, presentaciones informáticas y recursos de internet.  |
| <b>CLASE DE PROBLEMAS</b>       | Clases prácticas de resolución de cuestiones teórico-prácticas y problemas en el aula.  |
| <b>PRÁCTICAS DE LABORATORIO</b> | Realización de experiencias de laboratorio o de simulaciones informáticas.  |
| <b>TRABAJO AUTÓNOMO</b>         | Elaboración de informes de trabajo personal por parte del alumno, controlado por el profesor, para el seguimiento y valoración de su aprendizaje  |
| <b>TRABAJO EN GRUPO</b>         | Planteamiento de algún trabajo básico para su realización en equipo.  |
| <b>TUTORÍAS</b>                 | Tutorías personalizadas para resolver dudas concretas sobre los conceptos de los temas o su desarrollo sobre la base de ejercicios prácticos.   |
| <b>OTROS</b>                    | Empleo de diferentes TIC: ? Plataformas educativas de apoyo a la docencia (Moodle u otras) en la que estará implementada la asignatura. A través de ellas se gestionaran recursos docentes, cuestionarios de autoevaluación, información, foros, tutorías virtuales, entrega de trabajos, etc.? Herramientas informáticas (hoja de cálculo, librería matemática, otras?) necesarias |

para la realización, tanto de ejercicios y problemas, como de trabajos individuales o en grupo.