



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000448 - Estructuras de tierra**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

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

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1 Datos de la asignatura

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Nombre de la Asignatura</b>     | 43000448 - Estructuras de tierra  |
| <b>Nº de Créditos</b>              | 4.5 ECTS  |
| <b>Carácter</b>                    | Optativa  |
| <b>Curso</b>                       | Primer curso  |
| <b>Semestre</b>                    | Segundo semestre  |
| <b>Período de impartición</b>      | Febrero-Junio   |
| <b>Idioma de impartición</b>       | Castellano  |
| <b>Titulación</b>                  | 04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales |
| <b>Centro en el que se imparte</b> | Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos              |
| <b>Curso Académico</b>             | 2017-18   |

## 2. Profesorado

---

### 2.1 Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                                | <b>Despacho</b>   | <b>Correo electrónico</b> | <b>Horario de tutorías*</b>            |
|--|-------------------|---------------------------|--|
| Ruben Angel Galindo Aires<br>(Coordinador/a) | Lab.<br>Geotecnia | rubenangel.galindo@upm.es | L - 09:00 - 12:00<br>M - 09:00 - 12:00 |
| Claudio Olalla Marañón                       | Planta<br>Primera | claudio.olalla@upm.es     | L - 08:00 - 11:00<br>M - 08:00 - 11:00 |
| Ignacio Gonzalez Tejada                      | Lab.<br>Geotecnia | ignacio.gtejada@upm.es    | L - 09:00 - 12:00<br>M - 09:00 - 12:00 |

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

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

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 para la resolución de problemas de proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica de infraestructuras que involucren el comportamiento no lineal de estructuras y se planteen en contextos globalizados

CE14 - Capacidad para el ejercicio profesional de alta especialización o para la investigación predoctoral mediante la utilización de recursos de modelización predictiva en Análisis y diseño en ingeniería geotécnica.

CE2 - Capacidad para la resolución de problemas de proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica de infraestructuras que requieran el uso de cimentaciones especiales y se planteen en contextos globalizados.

CG3 - Capacidad de diseñar, analizar e interpretar experimentos relevantes en Ingeniería Estructural, Geotécnica y de Materiales Estructurales.

CT1 - Capacidad de preparar y presentar comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente.

## 3.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA12 - Realiza individualmente un proyecto o una preinvestigación originales de Ingeniería estructural, geotécnica o de materiales estructurales

RA14 - Interioriza los principios y técnicas de organización y dirección de equipos Presenta y defiende un proyecto o una preinvestigación de Ingeniería estructural, geotécnica o de materiales estructurales ante un tribunal universitario.

RA15 - Aplica normativa europea e internacional de ingeniería estructural, geotécnica y de materiales estructurales en proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica Interioriza los principios de deontología profesional de ingeniería civil

RA6 - Aplica normativa europea e internacional de ingeniería estructural, geotécnica y de materiales estructurales en proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica

RA7 - Diseña, analiza e interpreta experimentos relevantes en ingeniería estructural, geotécnica y de materiales estructurales

RA8 - Utiliza con eficacia recursos de modelización predictiva en una o más de las materias del módulo

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1 Descripción de la asignatura

La asignatura de Estructuras de Tierra pretende dar los procedimientos de diseño, construcción y control de Presas de Materiales Suelos y Terraplenes de Obras lineales principalmente, aunque también se estudian las Presas de estériles mineros y Rellenos portuarios. Se pone especial atención a los aspectos conceptuales para el adecuado proyecto y diseño; también se explican los procedimientos de cálculo más habituales para poder proyectar íntegramente una Estructura de Tierra.



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PR/CL/001  
PROCESO DE COORDINACIÓN DE  
LAS ENSEÑANZAS

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



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y  
Puertos

## 4.2 Temario de la asignatura

### 1. Introducción

- 1.1. Tipologías básicas
- 1.2. Alcance de los estudios realizar.
- 1.3. Bibliografía básica
- 1.4. Fuentes de información.

### 2. Cálculos de estabilidad

- 2.1. Bases teóricas
- 2.2. Procedimientos de cálculo
- 2.3. Valoración de parámetros
- 2.4. Identificación de las solicitaciones
- 2.5. Herramientas informáticas

### 3. Rellenos viarios. El PG3 y la UIC

- 3.1. Tipologías básicas
- 3.2. Alcance de los estudios realizar.
- 3.3. Exigencias a cumplir.

### 4. Construcción: compactación y control

- 4.1. Procedimientos básico de ejecución
- 4.2. Equipos de compactación

- 4.3. Ensayos de control
- 4.4. Los terraplenes experimentales
- 5. El cimiento y los tratamientos de mejora
  - 5.1. Excavación y sustitución
  - 5.2. La precarga
  - 5.3. Las columnas de grava
  - 5.4. Las mechas drenantes
  - 5.5. Otras posibilidades
- 6. Tipología de presas de materiales sueltos.
  - 6.1. Conceptos generales de diseño.
  - 6.2. Exigencias a cumplir
  - 6.3. Ejemplos españoles.
- 7. Materiales susceptibles de ser usados
  - 7.1. Campaña de investigación geotécnica; campo y laboratorio
  - 7.2. Ensayos específicos
  - 7.3. Criterios de uso
  - 7.4. Materiales no aprovechables
- 8. Efectos del agua
  - 8.1. Presiones intersticiales durante el proceso constructivo
  - 8.2. Presiones intersticiales a embalse lleno
  - 8.3. Presiones intersticiales durante el desembalse rápido
  - 8.4. Presiones intersticiales en el cimiento
  - 8.5. El fenómeno del colapso
- 9. Estabilidad interna
  - 9.1. Erosión interna
  - 9.2. Arrastres
  - 9.3. Levantamiento
  - 9.4. Sufusión
- 10. Tratamiento del cimiento de presas



- 10.1. Problemas a hacer frente
- 10.2. Pantalla de impermeabilización
- 10.3. Mezclas y tipos de inyección
- 10.4. Pantallas continuas
- 10.5. Procedimientos de control
- 11. Patología de presas
  - 11.1. Conceptos de accidentes e incidentes
  - 11.2. Ejemplos españoles
  - 11.3. Ejemplos internacionales
- 12. Comportamiento sísmico
  - 12.1. Experiencias tenidas
  - 12.2. Ensayos de laboratorio específicos
  - 12.3. Criterios antisísmicos de diseño
- 13. Comportamiento sísmico: métodos de cálculo
  - 13.1. Métodos de cálculo sencillos
  - 13.2. Métodos de cálculo complejos
- 14. Balsas hidráulicas y balsas mineras
  - 14.1. Concepto de balsa hidráulica y minera
  - 14.2. Materiales y criterios de diseño
  - 14.3. Tipología del dique de cierre
  - 14.4. Análisis de la estabilidad
- 15. Rellenos portuarios
  - 15.1. Características generales
  - 15.2. Tipos de rellenos
  - 15.3. Metodología para el estudio de asientos de un relleno portuario
  - 15.4. Tratamientos según el tipo de material del relleno
  - 15.5. Conceptos de explanada y coronación

## 5. Cronograma

### 5.1 Cronograma de la asignatura\*

| Semana | Actividad Presencial en Aula  | Actividad Presencial en Laboratorio  | Otra Actividad Presencial  | Actividades de Evaluación |
|--------|---|--|--|---------------------------|
| 1      | <b>Tema 1</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |  | <b>Estudio tema 1</b><br>Duración: 02:00<br>OT: Otras actividades formativas         |                           |
| 2      | <b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |  | <b>Estudio tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>OT: Otras actividades formativas         |                           |
| 3      | <b>Tema 3</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  | <b>Estudio tema 3</b><br>Duración: 05:00<br>OT: Otras actividades formativas         |                           |
| 4      | <b>Tema 4</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Tema 4</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  | <b>Estudio tema 4</b><br>Duración: 03:00<br>OT: Otras actividades formativas         |                           |
| 5      | <b>Tema 5</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  | <b>Estudio tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>OT: Otras actividades formativas         |                           |
| 6      | <b>Tema 6</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Tema 6</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  | <b>Estudio tema 6</b><br>Duración: 03:00<br>OT: Otras actividades formativas         |                           |
| 7      | <b>Tema 7</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Tema 7</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  | <b>Repaso tema 2, 3, 4, 5</b><br>Duración: 03:00<br>OT: Otras actividades formativas |                           |
| 8      | <b>Tema 8</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Tema 8</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  | <b>Estudio temas 7 y 8</b><br>Duración: 05:00<br>OT: Otras actividades formativas    |                           |
| 9      | <b>Tema 9</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Tema 9</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  | <b>Preparación y estudio</b><br>Duración: 14:30<br>OT: Otras actividades formativas  |                           |
| 10     | <b>Tema 10</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 10</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Tema 10</b><br>Duración: 03:00<br>OT: Otras actividades formativas                |                           |
| 11     | <b>Tema 11</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 11</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Tema 11</b><br>Duración: 03:00<br>OT: Otras actividades formativas                |                           |
| 12     | <b>Tema 12</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 12</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Tema 12</b><br>Duración: 03:00<br>OT: Otras actividades formativas                |                           |
| 13     | <b>Tema 13</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 13</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Estudio tema 13</b><br>Duración: 03:00<br>OT: Otras actividades formativas        |                           |
| 14     | <b>Tema 14</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 14</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Estudio tema 14</b><br>Duración: 03:00<br>OT: Otras actividades formativas        |                           |

|    |   |  |  |  |
|----|---|--|--|--|
| 15 | <b>Tema 15</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Tema 15</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | <b>Estudio personal y preparación del examen de curso</b><br>Duración: 16:00<br>OT: Otras actividades formativas | <b>Examen parcial</b><br>EX: Técnica del tipo Examen<br>EscritoEvaluación continua<br>Duración: 02:00            |
| 16 |   |  |  | <b>Examen ordinario</b><br>EX: Técnica del tipo Examen<br>EscritoEvaluación sólo prueba final<br>Duración: 02:00 |
| 17 |   |  |  |  |

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1 Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1 Evaluación continua

| Sem. | Descripción    | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                          |
|------|----------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 15   | Examen parcial | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00    | 65%             | 3 / 10      | CB7<br>CB10<br>CG3<br>CT1<br>CE1<br>CE2<br>CE14 |

#### 6.1.2 Evaluación sólo prueba final

| Sem. | Descripción      | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                          |
|------|------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 16   | Examen ordinario | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00    | 100%            | 5 / 10      | CB7<br>CB10<br>CG3<br>CT1<br>CE1<br>CE2<br>CE14 |

#### 6.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción           | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                          |
|-----------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| Examen extraordinario | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00    | 100%            | 5 / 10      | CB7<br>CB10<br>CG3<br>CT1<br>CE1<br>CE2<br>CE14 |

## 6.2 Criterios de Evaluación

El seguimiento por evaluación continua de la asignatura consistirá en la asistencia a clase (que deberá ser regular y continua) y se valorará en un 10%, la realización de los ejercicios y trabajos de curso que pesará un 25% y el examen de la asignatura al que le corresponde un 65% de la nota.

En el caso de que el alumno no decida ir por evaluación continua la nota será la obtenida en los exámenes finales, siendo necesario obtener una nota igual o superior a 5 sobre 10.

## 7. Recursos didácticos

---

### 7.1 Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre     | Tipo         | Observaciones   |
|------------|--------------|---|
| Básica     | Bibliografía | Orden Circular (PG3)<br />Instrucción Española para el Proyecto, Construcción y Explotación de Presas<br />Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses (BOE 30.03.1996)<br />Guías Técnicas de Seguridad de presas Nº 1, 2, 3, 6 y 7<br />ROM 05.05 |
| WEB        | Recursos web | <a href="http://www.icold-cigb.org">www.icold-cigb.org</a> <br /> <a href="http://www.spancold.es">www.spancold.es</a>  |
| Específico | Otros        | Biblioteca del Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno. Laboratorio   |