



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
ÁREA DE INGENIERÍA DEL TERRENO

***GUÍA DOCENTE  
DE LA ASIGNATURA:***

# **MECÁNICA DEL SUELO Y LAS CIMENTACIONES**

Arquitectura  
4º CURSO

CURSO ACADÉMICO 2009-2010



## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

<b>ASIGNATURA:</b>	Mecánica del Suelo y las Cimentaciones		
<b>TITULACIÓN:</b>	Arquitecto		
<b>DEPARTAMENTO:</b>	Ingeniería Civil		
<b>ÁREA DE CONOCIMIENTO:</b>	Ingeniería del Terreno		
<b>CARGA DOCENTE:</b>	4,5 créditos	Teoría:	3,0 créditos
		Práctica:	1,5 créditos
<b>CURSO:</b>	4º		
<b>CUATRIMESTRE:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Primer cuatrimestre <input type="checkbox"/> Segundo cuatrimestre <input type="checkbox"/> Anual		
<b>TIPO:</b>	<input type="checkbox"/> Troncal <input checked="" type="checkbox"/> Obligatoria <input type="checkbox"/> Optativa <input type="checkbox"/> Libre configuración		
<b>PRERREQUISITOS:</b>	Los contemplados por la Universidad de Granada en el apartado de acceso y admisión para los estudios de Arquitectura. En concreto, creemos importante haber superado las materias del bloque Propedéutico.		
<b>PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:</b>	Francisco Lamas Fernández		
<b>PROFESOR/ES COLABORADOR/ES:</b>			
<b>PRESENTACIÓN:</b>	<p>Esta asignatura surge como herramienta para solucionar los problemas derivados de las cimentaciones en cuanto a los Tipos de suelos y rocas, el informe geotécnico, el agua en los suelos, teoría de la consolidación, comportamiento tenso deformacional, adecuación del terreno: excavaciones, tipos de cimentaciones, proyecto de cimentación: flujo de diseño, el cálculo geotécnico, las cimentaciones superficiales, las estructuras de contención, cimentaciones profundas, cimentaciones especiales, pantallas, condiciones geotécnicas de los suelos de Andalucía: la ciudad de Granada.</p>		
<b>OBJETIVOS:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conocimientos de mecánica del suelo, concepción, desarrollo y cálculo de cimentaciones.</li><li>• Cimentaciones profundas.</li><li>• Conocimiento adecuado y aplicado a la arquitectura y al urbanismo de los sistemas de cimentaciones y proyecto de cimentación.</li><li>• Toma de decisiones donde quede afectado el terreno para lograr la estabilidad, seguridad y durabilidad de las estructuras de edificación y en el urbanismo.</li><li>• Concepción y desarrollo de proyectos de excavaciones en arquitectura y urbanismo.</li><li>• Conocimiento de la realidad geotécnica de los suelos en Andalucía y en concreto Granada.</li></ul>		



## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

### SISTEMA DE EVALUACIÓN:

- Evaluación continua, del trabajo personal de alumno en casa.
- Valoración y seguimiento de talleres en tutorías conjuntas con otras Áreas.
- Examen práctico.
- Trabajo de laboratorio.
- Proyecto de cimentación (Taller).

### PROGRAMA RESUMIDO:

Tipos de suelos y rocas, el informe geotécnico, el agua en los suelos, teoría de la consolidación, comportamiento tenso deformacional, adecuación del terreno: excavaciones, tipos de cimentaciones, proyecto de cimentación: flujo de diseño, el cálculo geotécnico, las cimentaciones superficiales, las estructuras de contención, cimentaciones profundas, cimentaciones especiales, pantallas, condiciones geotécnicas de los suelos de Andalucía: la ciudad de Granada.

### PROGRAMA DETALLADO: ( contenidos y distribución en créditos de la carga lectiva)

Como una constante a lo largo del aprendizaje de Mecánica del Suelo y Cimentaciones nos apoyamos en el concepto y dinámica del Laboratorio, tanto en el gabinete como en el campo además de desarrollo de proyectos de cimentación completos como elementos metodológicos básicos para el desarrollo de la actividad docente, junto con los desarrollos teóricos y de seminarios de problemas. Se identifican los episodios trascendentales de la metodología que pretendemos en los siguientes ítems.

- Lecciones temáticas teóricas. 28 horas; 2 horas semanales durante 14 semanas. 2,8 Créditos.
- Exposición y planteamiento de ejercicios prácticos de problemas. 10,5 horas; 1 hora semanal durante 11 semanas. 1,05 Créditos.
- Planteamiento y resolución de ensayos de laboratorio en gabinete e "in Situ". 4,5 horas; 1,5 horas semanales durante 3 semanas. 0,45 Créditos.
- Exposición y tratamiento individualizado de proyectos de cimentación (Taller). 2 horas; tutoría y 2 horas en una semana. 0,2 Créditos.

El conjunto habrá de ser impulsor de la lectura y consulta de bibliografía, desde el punto de vista de la problemática que el suelo introduce en la cimentación aconsejando, debido a sus características, la mejora del suelo o no, y justificando la cimentación adoptada. Habilidad derivada del conocimiento; toma de decisiones.

En esta dinámica, es imprescindible la implicación del alumno en todas las actividades de la asignatura, con una asistencia ineludible a lo largo del curso, obligatoria en todas las sesiones de laboratorio, ya que la filosofía del mismo se apoya en el estímulo mutuo y continuo acicate que supone asistir y participar al continuo debate del desarrollo de los trabajos de todos sus componentes, así como a la labor del tutor que dirige, orienta, complementa y valora el contenido de los mismos.

### PROGRAMA:

#### I.- INTRODUCCIÓN

##### 1.- INTRODUCCIÓN

- 1.1.- Introducción al problema geotécnico. Fases

#### II.- LOS SUELOS

##### 2.- EL ORIGEN Y FORMACIÓN DE LOS SUELOS

- 2.1.- La corteza terrestre.
- 2.2.- Tipos de rocas.
- 2.3.- Tipos de suelos.
- 2.4.- Erosión. Ciclo erosivo. Tipos de erosiones.
  - 2.4.1.- Erosión.
  - 2.4.2.- El ciclo erosivo.
  - 2.4.3.- Tipos de erosiones
- 2.5.- Transporte.
- 2.6.- El agua en el suelo.

##### 3.- PROPIEDADES ELEMENTALES DE LOS SUELOS

- 3.1.- El agua en el suelo: el agua de constitución, intersticial y de absorción.
- 3.2.- El suelo como complejo sólido-líquido-gas.
- 3.3.- El índice de poros y la porosidad.



## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

- 3.4.- El coeficiente de saturación y la humedad.
- 3.5.- Peso específico y densidad.
- 3.6.- Peso específico de un suelo.
- 3.7.- El índice de densidad.
- 3.8.- El suelo y el agua (Introducción y nomenclatura).
- 3.9.- Presión total, efectiva y neutra. Correspondencia entre los campos de presiones y de densidades.
- 3.10.- Acciones hidrodinámicas en los suelos. Introducción.

### **4.- LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

- 4.1.- Tipos de ensayos de laboratorio.
- 4.2.- Los ensayos de identificación y clasificación.
  - 4.2.1.- Granulometría. El análisis granulométrico.
    - 4.2.1.1.- Curvas granulométricas. Características.
    - 4.2.1.2.- La forma de las partículas.
    - 4.2.1.3.- Clasificación de los suelos por su tamaño.
    - 4.2.1.4.- Correcciones al  $\phi=36$  de la arena típica media.
  - 4.2.2.- Propiedades físico - químicas de las arcillas.
    - 4.2.2.1- Mineralogía de las arcillas.
    - 4.2.2.2.- La consistencia. Los límites de Atterberg y el gráfico de Casagrande.
- 4.3.- Los ensayos de resistencia.
  - 4.3.1.- Ángulo de rozamiento interno y cohesión.
  - 4.3.2.- El ensayo de corte directo.
  - 4.3.3.- Criterio de rotura plástica de Mohr-Coulomb.
- 4.4.- Los ensayos de cambio de volumen.
- 4.5.- Otros ensayos de laboratorio.

### **5.- LOS ENSAYOS DE CAMPO**

- 5.1.- Introducción
- 5.2.- Los penetrometros estáticos y dinámicos. Correlaciones.
- 5.3.- El ensayo de placa de carga.

## **III.- LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES**

### **6.- LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES. GENERALIDADES**

- 6.1.- Definición.
- 6.2.- Tipos de cimentaciones.
- 6.3.- Tipos de cimentaciones superficiales.
- 6.4.- Condiciones que debe cumplir el proyecto de una cimentación. Procedimiento de diseño.
- 6.5.- La seguridad en las cimentaciones.
  - 6.5.1.- El coeficiente de seguridad.
  - 6.5.2.- Concepto de carga admisible.
  - 6.5.3.- La estabilidad a corto y larga plazo.
- 6.6.- El aislamiento frente a influencias externas.
  - 6.6.1.- Profundidad.
  - 6.6.2.- Estructuras colindantes.
  - 6.6.3.- Posición del nivel freático.
  - 6.6.4.- Defectos subterráneos.

### **7.- EL CÁLCULO GEOTÉCNICO.**

- 7.1.- La presión de hundimiento.
  - 7.1.1.- Definición.
  - 7.1.2.- Tipos de rotura.
- 7.2.- Determinación de la presión de hundimiento.
  - 7.2.1.- Métodos.
  - 7.2.2.- El método empírico.
  - 7.2.3.- Correlaciones con ensayos.
  - 7.2.4.- El método teórico. Expresión general de la carga de hundimiento: la ecuación de Terzaghy-Prandtl.
    - 7.2.4.1.- Los factores que modifican la formula general: Coeficiente de forma, inclinación y excentricidad de la carga.
    - 7.2.4.2.- La influencia del nivel freático.
    - 7.2.4.3.- Cimentaciones en la proximidad de taludes.
  - 7.3.- Aplicaciones a los suelos reales. Arcillas y arenas.
- 7.4.- Las tensiones y los asientos en el terreno.
  - 7.4.1.- El semiespacio elástico. Los parámetros del suelo.
    - 7.4.2.- Tensiones y asientos:
      - Cargas flexibles.
      - Capa elástica sobre base rígida.



## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

- Cargas rígidas.
- 7.4.3.- Carga de superficie cualquiera (Método de Newmark).
- 7.5.- Los asientos.
  - 7.5.1.- Definición.
  - 7.5.2.- Tipos de asientos.
- 7.6.- Métodos de cálculo:
  - 7.6.1.- Mediante el cálculo de tensiones.
    - 7.6.1.1.- Métodos elásticos.
    - 7.6.1.2.- Método de Schmertmann.
    - 7.6.1.3.- Método de Webb.
  - 7.6.2.- Método edométrico.
- 7.7.- Los asientos en las cimentaciones reales:
  - 7.7.1.- Método de Terzaghi-Peck.
  - 7.7.2.- Método de la placa de carga.
- 7.8.- La interacción entre cimentaciones.
- 7.9.- Criterios tradicionales sobre asientos.
  - 7.9.1.- Los asientos admisibles.
  - 7.9.2.- Criterios utilizados.
- 8.- EL CÁLCULO ESTRUCTURAL**
- 8.1.- Acciones sobre las cimentaciones.
- 8.2.- Dimensionamiento en planta del cimiento.
- 8.3.- La zapata aislada.
  - 8.3.1.- Carga vertical centrada.
  - 8.3.2.- Carga vertical y momento en una dirección.
  - 8.3.3.- Carga vertical y momento en las dos direcciones.
- 8.4.- Zapatas combinadas.
- 8.5.- Zapatas de medianera.
- 8.6.- Zapata de esquina.
- 8.7.- Zunchos de atado entre zapatas.
  - 8.7.1.- Introducción.
  - 8.7.2.- Atado de la Cimentación.
- 8.8.- Vigas de cimentación. Introducción.
  - 8.8.1.- Vigas de cimentación apoyadas sobre suelo elástico.
    - 8.8.1.1.- Solución general para la viga de cimentación de longitud infinita.
    - 8.8.1.2.- Solución de algunos casos particulares.
      - 8.8.1.2.1.- Viga de longitud infinita sometida a una carga puntual.
      - 8.8.1.2.2.- Viga de longitud infinita sometida a un momento.
      - 8.8.1.2.3.- Viga de longitud finita sometida a cargas cualesquiera.
        - 8.8.1.2.3.1.- Método General.
        - 8.8.1.2.3.2.- Método de Timoshenko-Hetyenyi.
        - 8.8.1.2.3.3.- Método de Bleich.
    - 8.8.1.3.- Estimación del coeficiente de balasto.
      - 8.8.1.3.1.- Coeficiente de balasto en placa de carga de 30x30.
      - 8.8.1.3.2.- Coeficiente de balasto para cimentaciones reales.
      - 8.8.1.3.3.- Condiciones de rigidez y problemas de interacción terreno-cimiento-estructura.
  - 8.8.2.- Casuística en función de la rigidez relativa del terreno-cimiento-estructura.
    - 8.8.2.1.- Vigas de cimentaciones rígidas con estructura rígida.
    - 8.8.2.2.- Vigas de cimentación flexibles con estructura flexible y Vigas de cimentación rígidas con estructura flexible.
    - 8.8.2.3.- Vigas de cimentación flexibles con estructura rígida
- 8.9.- Emparrillados de cimentación.
  - 8.9.1.- Definición y método de cálculo.
  - 8.9.2.- Emparrillados completamente rígidos con estructura rígida.
  - 8.9.3.- Emparrillados completamente flexibles o completamente rígidos con estructura flexible.
  - 8.9.4.- Emparrillados completamente flexibles con estructura rígida.
  - 8.9.5.- Emparrillados con vigas rígidas y flexibles.
- 8.10.- Losas de cimentación. Introducción.
  - 8.10.1.- Losas rígidas.
  - 8.10.2.- Losas de rigidez intermedia.
  - 8.10.3.- losas flexibles.
- IV.- LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN**
- 9.- EMPUJE DE TIERRAS**
- 9.1.- Introducción.



## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

- 9.2.- Los estados límites Últimos activo y pasivo.
- 9.3.- El estado de Rankine.
- 9.4.- La teoría de Coulomb.
- 9.5.- Distribución de los empujes. Coeficientes de empuje.
- 9.6.- La influencia de la cohesión, de la sobrecarga, de la heterogeneidad de los terrenos, del nivel freático.
- 9.7.- Generalización de la aproximación de Coulomb.

### **10.- ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN. MUROS**

- 10.1.- Necesidad.
- 10.2.- Tipos de estructuras de contención: rígidas y flexibles.
- 10.3.- Proyecto de muros de contención. Datos, fuerzas actuantes y comprobaciones a efectuar.
- 10.4.- Proyecto de muros de sótano. Acciones, comprobaciones de estabilidad, cálculo geotécnico de la estructura de hormigón.
- 10.5.- El drenaje del trasdós.

### **V.- CIMENTACIONES PROFUNDAS**

#### **11.- CIMENTACIONES POR PILOTAJE**

- 11.1.- Introducción. Condiciones de utilización.
- 11.2.- Tipos de pilotes.
- 11.3.- Cimentaciones por pilotaje.
- 11.4.- Carga de hundimiento del pilote aislado.
  - 11.4.1.- Pilotes en terrenos granulares.
  - 11.4.2.- Pilotes en terrenos arcillosos
  - 11.4.3.- Pilotes con la punta en roca.
  - 11.4.4.- Formulas de Hinca
- 11.5.- Grupos de pilotes.
  - 11.5.1.- Carga de hundimiento
    - 11.5.1.1.- Grupos de pilotes en arena
    - 11.5.1.2.- Grupos de pilotes en arcilla
  - 11.5.2.- Los asientos en pilotes y grupos de pilotes
    - 11.5.2.1.- Asientos de pilotes y grupos de pilotes en arenas
    - 11.5.2.2.- Asientos de pilotes y grupos de pilotes en arcillas
  - 11.5.3.- Distribución de cargas en grupos de pilotes
- 11.6.- Pilotes sometidos a solicitaciones especiales.
  - 11.6.1.- Rozamiento negativo.
  - 11.6.2.- Cargas laterales.
  - 11.6.3.- Empujes laterales transmitidos por el terreno.
- 11.7.- Cimentaciones por pilotaje. Diseño estructural
  - 11.7.1.- Pilotes
  - 11.7.2.- Encepados
  - 11.7.3.- Zunchos entre encepados.

#### **12.- PANTALLAS CONTINUAS**

- 12.1.- Introducción. Idea del proceso constructivo.
- 12.2.- El proyecto de pantallas continuas. Comprobaciones a realizar.
  - 12.2.1.- La estabilidad frente a los empujes.
    - 12.2.1.1.- Métodos de cálculo.
    - 12.2.1.2.- Los métodos clásicos.
      - Pantalla en voladizo.
      - Pantalla con un apoyo.
      - Pantalla con varios apoyos.
  - 12.2.2.- La estabilidad de los elementos de Arriostramiento.
    - 12.2.2.1.- Los anclajes y sus partes.
    - 12.2.2.2.- Tipos de anclajes.
    - 12.2.2.3.- Capacidad resistente de un anclaje.
  - 12.2.3.- Estabilidad global del conjunto pantalla-anclaje.

### **VI.- EL ESTUDIO GEOTÉCNICO Y EL PROYECTO DE CIMENTACIÓN**

#### **13.- EL ESTUDIO INFORMATIVO: INTRODUCCIÓN AL PROYECTO DE CIMENTACIÓN**

- 13.1.- La topografía. Los factores climáticos y el nivel freático.
- 13.2.- La experiencia de la zona y los factores antrópicos.
- 13.3.- La columna estratigráfica y los perfiles geotécnicos.
- 13.4.- La definición de la relación de la obra de edificación con el terreno.

#### **14.- DEFINICIÓN DEL PROYECTO DE CIMENTACIÓN**

- 14.1.- Nivel y tipo de cimentación
- 14.2.- El cálculo geotécnico



## PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

14.3.- Planos generales y de detalle  
14.4.- Mediciones y estimación del coste

### **VII.- RIESGOS NATURALES Y TRATAMIENTO DE TALUDES**

### **VIII.- CONDICIONES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS DE ANDALUCÍA: LA CIUDAD DE GRANADA**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:**

RODRÍGUEZ ORTIZ, J. M. & SERRA GESTA, J. & OTEO MAZO, C. **CURSO APLICADO DE CIMENTACIONES**. Servicio de Publicaciones del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

JIMÉNEZ SALAS, J. A. & JUSTO ALPAÑES, J. L. (1975). **GEOTECNIA Y CIMENTOS I, II, III**. Ed. Rueda. Madrid.

GRAUX, D. (1970). **FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA DE SUELOS, PROYECTO DE MUROS Y CIMENTACIONES**. Ed. Técnicos Asociados S.A. Barcelona.

CALAVERA RUIZ, J. **CALCULO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN**. Ed. Instituto Técnico de Materiales y Construcciones. Madrid.

CALAVERA RUIZ, J. **MUROS DE CONTENCIÓN Y MUROS DE SÓTANO**. Ed. Instituto Técnico de Materiales y Construcciones. Madrid.

**NTE. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y CIMENTACIONES**. Dirección General para la Vivienda y Arquitectura. Secretaría General Técnica. Servicio de Publicaciones.

**NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE: PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN (NCSE-94)**.

CRESPO VILLALAZ. **PROBLEMAS RESUELTOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES**. Ed. Limusa.

HERNÁNDEZ DEL POZO J. C.; LAMAS F.; HERNÁNDEZ GARVAYO J.C.; RUBIO F.; **PROBLEMAS RESUELTOS DE CIMENTACIONES PROFUNDAS**. I. S. B. N. 84 – 688 – 973 – 8 – 4.

HERNÁNDEZ DEL POZO J. C.; LAMAS F.; HERNÁNDEZ GARVAYO J.C.; OCETE RUIZ I.; **MICROPILOTES INYECTADOS**. I. S. B. N. 84 – 688 – 973 – 9 – 6.

HERNÁNDEZ DEL POZO J. C.; LAMAS F.; HERNÁNDEZ GARVAYO J.C.; GUERRERO BARRANCA M.; **PANTALLAS Y SISTEMAS DE ARRIOSTRAMIENTO**. I. S. B. N. 84 –69 –8973 – 1.

CHACÓN MONTERO J.; IRIGARAY FERNÁNDEZ C.; LAMAS FERNÁNDEZ F.; EL HAMDOUNI JENOUI R. **MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS. Prácticas y Ensayos**. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada. I. S. B. N. 84 – 931445 – 4 – 1.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

ATTEWELL, P.B. y FARMER, I.W. (1975). *Principles of Engineering Geology*. London. Chapman & Hall. Halsted Press Book. John Wiley. New York.

CAPPER, P.L; CASSIE, W.F.y GEDDES, J.D. (1971). *Problems in Engineering Soils*. Ed. E& F.N. Spon.

DAS B.M. (1990). *Principles of Geotechnical Engineering*. PWS-Kent. 665pp.

DELGADO VARGAS, M. (1999). *Ingeniería de cimentaciones: Fundamentos e introducción al análisis geotécnico*. 28ª Edición". Editorial Alfaomega. México, 54 pp.

DUNN, I.S.; ANDERSON, L.R. y KIEFER, F.W. (1980). *Fundamentals of Geotechnical Analysis*. John Wiley & Sons, 414pp.

GONZÁLEZ DE VALLEJO, L. (Coordinador) (2002): *Ingeniería Geológica*. Prentice Hall.

IGLESIAS, C. (1997). *Mecánica del suelo*. Editorial Síntesis S.A., Madrid.

JUÁREZ BADILLO, E. & RICO RODRÍGUEZ, A. (1976). *Mecánica de suelos, Tomo I: Fundamentos de mecánica de suelos*". Ed. Limusa México, 642pp.

#### **OTROS RECURSOS:** *(páginas Web que ofrezcan información sobre la asignatura)*

La del Departamento de Ingeniería Civil.