

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO

Aprobado por el Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería en su sesión ordinaria del 15 de octubre de 2008

**COMPORTAMIENTO DE SUELOS**

**1601**

**7°**

**9**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA**

**GEOTECNIA**

**INGENIERIA CIVIL**

División

Departamento

Carrera(s) en que se imparte

**Asignatura:**

Obligatoria

Optativa

**Horas:**

Teóricas

Prácticas

**Total (horas):**

Semana

16 Semanas

**Modalidad:** Curso

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

Que el alumno conozca la naturaleza trifásica, polimineral, dispersa, porosa y particulada de los suelos, así como las correspondientes consecuencias en su comportamiento físico. Estudie las propiedades índices de los suelos que definen su clasificación atendiendo a su granulometría y/o plasticidad, y proporcionan conocimiento cualitativo de su comportamiento mecánico. Aprenda las técnicas para identificar los suelos en el campo. Estudie las propiedades de conductividad hidráulica de los suelos, conociendo las técnicas de laboratorio y campo para determinar la permeabilidad, y se familiarizará con las soluciones gráficas y computacionales para cuantificar gastos y fuerzas de filtración en bordos, presas y excavaciones. Estudie las soluciones elásticas para cuantificar los cambios en el estado de esfuerzo en masas térreas, así como los módulos de deformación pertinentes para calcular asentamientos o expansiones (descarga) a corto plazo, y los de compresibilidad para determinar estos movimientos a largo plazo. Conocerá conceptos de mecánica de suelos del estado crítico, y aplicará métodos numéricos para la solución de expresiones analíticas que aparecen en este campo del conocimiento.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Introducción	1.5
2.	Relaciones entre fases y clasificación de suelos	13.5
3.	Propiedades hidráulicas y flujo de agua en suelos	18.0
4.	Modificación del estado de esfuerzo en la masa de suelo, inducida por cargas y descargas	12.0
5.	Análisis de asentamientos y expansiones en suelos	27.0
	Prácticas de laboratorio (Sin créditos)	0.0
	<b>Total</b>	<b>72.0</b>



## 1 Introducción.

**Objetivo:** Que el alumno adquiriera una visión general de la importancia del estudio de las propiedades de los suelos dentro de la ingeniería civil, y de los medios y enfoques de la ingeniería geotécnica, comentando casos reales importantes.

## 2 Relaciones entre fases y clasificación de suelos.

**Objetivo:** Que el alumno conozca la naturaleza física de los suelos y su comportamiento mecánico cualitativo, con base en sus propiedades índices. Asigne nombre y símbolo correcto a los suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) con la ayuda de pruebas de laboratorio.

### Contenido:

- 2.1 Características físicas y físicoquímicas de los suelos.
- 2.2 Relaciones volumétricas y de masa entre fases.
- 2.3 Estructura de los suelos.
- 2.4 Análisis granulométrico.
- 2.5 Estados de compacidad y consistencia.
- 2.6 Identificación de campo y clasificación de suelos según el SUCS.

## 3 Propiedades hidráulicas y flujo establecido de agua en suelos.

**Objetivo:** Dada la naturaleza porosa de los suelos, que el alumno estudie el fenómeno de capilaridad y conozca los medios en el laboratorio y el campo para cuantificar su conductividad hidráulica o permeabilidad. Conocerá la teoría general de flujo establecido en un dominio de flujo, a fin de cuantificar los gastos y las fuerzas de filtración en estructuras térreas, mediante soluciones gráficas y numéricas de redes de flujo. Comprenderá el principio de los esfuerzos efectivos.

### Contenido:

- 3.1 Flujo de agua en suelos. Ecuaciones de continuidad, Darcy y Bernoulli
- 3.2 Fenómeno de capilaridad y proceso de contracción de suelos.
- 3.3 Métodos de laboratorio y campo para determinar la conductividad hidráulica.
- 3.4 Teoría del flujo establecido bidimensional. Soluciones gráficas y numéricas de redes de flujo.
- 3.5 Modelación del dominio de flujo y sección transformada.
- 3.6 Esfuerzos efectivos en la masa del suelo en condiciones hidrostática e hidrodinámica.

## 4 Modificación del estado de esfuerzo en la masa de suelo, inducida por cargas y descargas.

**Objetivo:** Reconociendo la condición inicial geostática de esfuerzos en un depósito de suelos, que el alumno analice y cuantifique la modificación de ese estado de esfuerzos para diferentes tipos y condiciones de carga o descarga, tales como cimentaciones o excavaciones; para ello estudiará las soluciones elásticas respectivas, y utilizará integración analítica y numérica, aplicando programas para PC con soluciones para distribuciones de carga en áreas poligonales.



### Contenido:

- 4.1 Condición geostática de esfuerzos en un depósito de suelos.
- 4.2 Solución básica de Boussinesq para el cálculo de los incrementos de esfuerzo vertical y horizontal en un semiespacio elástico, debida a una carga puntual aplicada en la superficie.
- 4.3 Integración de la ecuación de Boussinesq para el cálculo de los incrementos de esfuerzo normal vertical, debidos a cargas superficiales uniformemente repartidas en un área circular, y generalización mediante la carta de Newmark; soluciones para otras áreas cargadas.
- 4.4 Uso de programas de cómputo para el cálculo del incremento de esfuerzo vertical debido a una carga uniformemente repartida en superficies poligonales.
- 4.5 Solución de Mindlin para carga puntual en el interior de un medio elástico.

## 5 Análisis de asentamientos y expansiones en suelos.

**Objetivo:** Que el alumno estime la magnitud de las expansiones y asentamientos inmediatos de los suelos, involucrando los módulos de deformación pertinentes, mediante soluciones elásticas. Asimismo, estudie el fenómeno hidrodinámico de consolidación primaria y el fenómeno viscoso de consolidación secundaria en suelos finos saturados, mismos que determinan sus propiedades de compresibilidad; ello a fin de cuantificar la magnitud y evolución de los hundimientos o expansiones diferidos. Se presentarán conceptos de mecánica de suelos del estado crítico para ligar aspectos de consolidación y resistencia cortante.

### Contenido:

- 5.1 Discusión acerca de los módulos de deformación y relación de Poisson.
- 5.2 Integración de la ecuación de Boussinesq para el cálculo de deformaciones en un semiespacio elástico, debidas a cargas o descargas superficiales uniformemente repartidas en un área circular.
- 5.3 Magnitud y distribución diferencial de expansiones o asentamientos inmediatos en diferentes áreas.
- 5.4 Teorías de la consolidación primaria y de la consolidación secundaria en suelos finos saturados.
- 5.5 Conceptos de mecánica de suelos del estado crítico. Modelo *Cam-clay*.
- 5.6 Cálculo de asentamientos diferidos en obras civiles.

### Bibliografía básica:

1. McCarthy, D. F.  
*Essentials of Soil Mechanics and Foundations. Basic Geotechnics*  
Tomo I, 5a. edición, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, E.U.A, 1998, 362 pp.
2. Terzaghi, K. y Peck, R. B.  
*Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica*  
2a. Edición, Ed. El Ateneo S. A., Argentina, 1976, 722 pp.
3. Wood, D. M.  
*Soil Behaviour and Critical State Soil Mechanics*  
Cambridge University Press, U. K., 1990, 462 pp.
4. Budhu, M.  
*Soil Mechanics and Foundations*  
John Wiley & Sons, 2nd. Edition, 664 pp



5. Lambe, T. W. y Whitman, R. V.  
*Mecánica de Suelos*  
Grupo Noriega Editores, Limusa, México, 2002, 582 pp.
6. Marsal, R. J. y Reséndiz, D.  
*Presas de Tierra y Enrocamiento* (Capítulo 5)  
Editorial Limusa, México
7. Juárez-B., E. y Rico-R., A.  
*Mecánica de Suelos. Fundamentos de la Mecánica de Suelos*  
Tomo I, 2a. Edición, Grupo Noriega Editores, Limusa, México, 1992, 642 pp

### **Bibliografía complementaria:**

- A. Mitchell, J. K.  
*Fundamentals of Soil Behavior*  
Wiley, New York, USA, 1981, 733 pp.
- B. Juárez-B., E. y Rico-R., A.  
*Mecánica de Suelos. Flujo de Agua en Suelos.*  
Tomo III, Grupo Noriega Editores, Limusa, México, 2003, 414 pp.
- C. Damy, J.  
“Integración de las ecuaciones de Boussinesq, Westergaard y Fröhlich, sobre superficies poligonales de cualquier forma, cargadas con fuerzas verticales uniformemente repartidas”  
Revista Ingeniería, Vol. XV, No. 1, UNAM, 1975.
- D. Braja, M. D.  
*Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*  
Ed. Thomson Learning, México, 2001, 594 pp.
- E. Whitlow, R.  
*Fundamentos de Mecánica de Suelos*  
3a. reimpresión, Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V., México, 2000, 589 pp
- F. Jiménez-S., J. A.  
*Geotecnia y Cimientos I*  
Ed. Rueda, España, 1975, 466 pp.

Existe un mercado amplio de paquetes de cómputo sobre los temas tratados en esta materia. Varios de ellos ofrecen versiones demostrativas gratis muy didácticas, a las que se tiene acceso a través de INTERNET. Será deseable que el profesor fomente y oriente a los alumnos para que consulten esos sitios, a fin de que conozcan sus capacidades, alcances y limitaciones; se incluye enseguida una lista de algunos de esos sitios.

<http://www.geoslope.com>

<http://www.ggsd.com/>

[www.scientificsoftwaregroup.com](http://www.scientificsoftwaregroup.com)

<http://www.plaxis.nl>

<http://www.geosystemsoftware.com/>

<http://programas.cype.es/>

<http://www.uwe.ac.uk/geocal/resource/water/index.htm>

[http://www.civil.usyd.edu.au/cgr/cgr\\_software/](http://www.civil.usyd.edu.au/cgr/cgr_software/)

<http://www.ce.ncsu.edu/usucger/seepage.html>

**Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input type="checkbox"/>

Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Prácticas de campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Otras:	<input type="checkbox"/>

**Forma de evaluar:**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>
Exámenes finales	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajos y tareas fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>

Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Asistencias a prácticas	<input checked="" type="checkbox"/>
Reporte de prácticas de campo y laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Otras	<input type="checkbox"/>

**Perfil profesional de quienes pueden impartir la asignatura.**

- Formación Académica:** Ingeniero Civil.  
Otras profesiones afines con maestría o doctorado en mecánica de suelos.
- Experiencia Profesional:** Práctica profesional en el área de mecánica de suelos y/o docencia e investigación vinculadas a la mecánica de suelos.
- Especialidad:** Área de mecánica de suelos.
- Conocimientos específicos:** Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica.
- Aptitudes y Actitudes:** Que el profesor mantenga actualizados sus conocimientos del área, además de que sostenga una formación constante desde el punto de vista docente. Tener una actitud de apertura y escucha que facilite el aprendizaje de los alumnos.