

## Programa de INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE SUELOS

### 1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Introducción a la Mecánica de Suelos

### 2. CRÉDITOS

11 créditos

### 3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

El objetivo general de la asignatura es presentar los conceptos básicos de la mecánica de suelos, útiles en la resolución de ciertos problemas de la ingeniería civil, junto con las aplicaciones más comunes utilizadas en la ingeniería geotécnica. Al finalizar el curso, se espera que el estudiante comprenda los conceptos fundamentales del comportamiento de los suelos y pueda aplicarlos a la resolución de problemas sencillos de ingeniería geotécnica práctica.

### 4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso se desarrollará durante un semestre lectivo a razón de 6 (seis) horas semanales, totalizando así noventa (90) horas. Esas noventa horas estarán distribuidas de la siguiente manera: sesenta y ocho (68) horas de clases teóricas y dieciocho (18) horas de clases prácticas de ejercicios, además de cuatro (4) horas presenciales que se destinarán a la utilización de un programa o software de apoyo (software con versión estudiantil de distribución gratuita)

Los estudiantes deberán realizar dos trabajos en pequeños grupos utilizando el software de apoyo, debiendo entregar dos informes respectivos en fechas propuestas en el calendario del curso.

### 5. TEMARIO

Incluye una descripción general de los grandes temas del curso y de los subtemas incluidos en cada uno de ellos.

#### INTRODUCCIÓN

Clase introductoria. Presentación del curso. Cronograma. Forma de Evaluación. Conceptos de la Mecánica de Suelos y su relación con la Ingeniería Civil. Ejemplos de casos.

Repaso. Relaciones de peso y volumen. Ensayos de caracterización. Granulometría y límites

de Atterberg. Clasificación de Suelos.

Práctico de Repaso

Carga Horaria: 6 T + 2 P

ESTADOS DE TENSIONES EN LA MASA DEL SUELO

Concepto de tensión en un medio de partículas. Distribución de tensiones verticales debidas al peso propio. Concepto de tensión total, neutra y efectiva. Ecuación fundamental de Terzaghi. Distribución de tensiones horizontales en estado de reposo. Coeficiente  $K_0$ . Introducción a los estados de esfuerzos y deformaciones planas. Tensiones en un plano cualquiera. Tensiones principales y de falla. Orientación de los planos principales y de falla. Solución gráfica de Mohr.

Introducción al problema de la distribución de tensiones debidas a sobrecargas. Disipación de las cargas según un plano vertical. Incidencia de las cargas aplicadas en la distribución de tensiones en el terreno: efecto de las cargas concentradas (modelos de Boussinesq y Westergaard) y de las cargas distribuidas (aproximaciones y soluciones basadas en la teoría de la elasticidad; presentación de ecuaciones y ábacos). Discusión del campo de aplicación de los diferentes métodos.

Práctico

Carga Horaria: 6T + 2P

PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS

Flujo unidimensional. Ley de Darcy y coeficiente de permeabilidad. Gradiente hidráulico. Velocidad de descarga y de filtración. Métodos para determinación del coeficiente de permeabilidad: correlaciones empíricas, ensayos de laboratorio de carga constante y carga variable. Suelos finamente estratificados, permeabilidad equivalente. Aplicaciones.

Capilaridad. Tensión capilar en suelos. Altura de ascensión capilar. Succión.

Flujo Bidimensional. Métodos analíticos, modelos analógicos y numéricos. Ecuación de Laplace. Familias de curvas equipotenciales y líneas de flujo. Redes de flujo. Construcción de redes de flujo. Propiedades de la red. Factor de forma. Cálculo de caudales, gradientes y presiones. Gradiente hidráulico crítico. Sifonamiento o tubificación.

Aplicaciones prácticas. Ejemplos. Flujo bajo un tablestacado. Flujo a través de una presa de tierra y bajo una de hormigón. Introducción a soluciones computacionales.

Práctico

Carga Horaria: 6T + 2P

DEFORMACIONES DEBIDAS A CARGAS VERTICALES

Asentamientos inmediatos. Formulaciones basadas en la teoría de la elasticidad.

Asentamientos diferidos. Consolidación de suelos. Ensayo edométrico. Etapas del proceso de consolidación: primaria y secundaria. Historia de tensiones: arcillas normalmente consolidadas, arcillas preconsolidadas. Concepto de OCR. Tensión de preconsolidación. Curva de compresibilidad. Coeficientes de compresibilidad y entumecimiento. Corrección de Shmertman. Cálculo de asentamientos finales. Ejemplos.

Consolidación en función del tiempo. Teoría de la consolidación unidimensional de Terzaghi. Modelo reológico. Ecuación diferencial de la consolidación. Grado de consolidación. Cálculo de asentamientos en función del tiempo. Determinación del coeficiente de consolidación. Ejemplos. Aplicación a casos reales.

Concepto de la expansión en suelos. Suelos potencialmente expansivos. Métodos indirectos para estimación del potencial expansivo. Medidas directas de la expansión: ensayos de expansión libre y de presión de expansión. Casos prácticos.

Práctico

Carga Horaria: 6T + 2P

RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS

Teorías de falla. Envolvente de falla Mohr-Coulomb. Conceptos de cohesión y fricción interna. Suelos cohesivos y suelos friccionantes. Comportamiento característico tensión – deformación de los diferentes tipos de suelos.

Determinación de parámetros de resistencia al corte en laboratorio: ensayos drenados y no drenados.

Ensayo de corte directo. Ensayos de compresión triaxial. Tipos. Campos de aplicación.

Trayectoria de tensiones. Diagramas p-q.

Práctico

Carga Horaria: 8T + 2P

ENSAYOS DE CAMPO

Introducción a los ensayos de campo. Ensayos de resistencia: SPT y CPT, ensayo Vane Test (veleta), ensayo de placa de carga. Penetrómetro y Dilatómetro. Ensayos de permeabilidad. Piezómetros.

Planillas de campo. Interpretación de resultados. Aplicación a casos reales.

Carga Horaria: 4T

COMPACTACIÓN

Conceptos generales y métodos. Teoría de la compactación. Factores que inciden.

Efecto de la compactación en las propiedades del suelo.

Compactación en laboratorio. Ensayos Proctor (Estándar y Modificado), otros.

Compactación de suelos granulares.

Equipos utilizados para compactación en obra. Control de obra y especificaciones.

Práctico

Carga Horaria: 4T + 2P

PAVIMENTOS, ENSAYOS GEOTÉCNICOS PARA DISEÑO Y CONTROL DE OBRA

Tipos de pavimentos: rígidos, flexibles y articulados.

Funciones de las distintas capas de un pavimento. Factores que afectan el diseño de un pavimento.

Pruebas especiales en la tecnología de pavimentos.

Ensayo CBR, Pruebas triaxiales, Pruebas de placa. Deflectómetros: Benkelman, Falling Weigth Deflectometer FWD.

Práctico

Carga Horaria: 4T + 2P

ESTABILIDAD DE TALUDES

Taludes naturales y artificiales. Causas y tipologías de falla. Análisis de estabilidad, definición del factor de seguridad. Parámetros intervinientes. Estados críticos. Casos de suelos granulares.

Suelos con cohesión: suelos puramente cohesivos, suelos cohesivos y granulares. Metodologías de cálculo.

Coefficientes de estabilidad: Análisis de Taylor.

Incidencia del agua. Proyecto y verificación de taludes. Acciones correctivas. Ejemplos de aplicación. Introducción a software de apoyo.

Carga Horaria: 4T + 2P

EMPUJE DE SUELOS

Conceptos generales. Estados de equilibrio límite. Empujes activo y pasivo. Análisis de Rankine (suelos cohesivos y granulares). Análisis de Coulomb (suelos cohesivos y granulares). Métodos semiempíricos.

Obras de contención de tierras. Muros de contención. Verificación de la estabilidad general, efectos de vuelco y deslizamiento. Factor de seguridad. Ejemplos de aplicación.

Práctico

Carga Horaria: 4T + 2P

FUNDACIONES

a) Sistemas de fundaciones

Historia. Definición. Condiciones generales. Tipos de cimentaciones: superficiales y profundas. Clasificación. Casos reales, discusión general de los distintos tipos de fundación y sus características.

b) Fundaciones superficiales

Tipos de fundaciones superficiales. Mecanismos de rotura: generalizada, localizada, punzonado. Solución de Terzaghi y ecuaciones fundamentales. Ajustes a la teoría. Correcciones de forma, profundidad, inclinación y excentricidad de cargas. Factor de seguridad, carga última, carga admisible, carga de servicio.

Cálculo de asentamientos para suelos cohesivos y granulares. Ensayo de placa. Asentamientos admisibles.

Asentamientos instantáneos y diferidos. Estimación de asentamientos

c) Fundaciones profundas

Tipos de fundaciones profundas. Pilotes de gran desplazamiento, pequeño desplazamiento, sin desplazamiento. Transferencia de carga. Análisis estático de carga última. Resistencia de punta y resistencia de fuste. Teoría de la capacidad de carga. Enfoque teórico, enfoque práctico. Ensayo de carga de pilotes.

Métodos empíricos en función del SPT: Aoki & Veloso, Método del LCCF-IET.

Efecto del grupo de pilotes. Eficiencia.

Práctico

Carga Horaria: 8T + 4P

MEJORAMIENTO DE SUELOS

Conceptos de mejoramiento de suelos. Compactación dinámica. Precarga. Drenes verticales.

Vibroflotación. Inyecciones, "jet-grouting", estabilización de suelos con cemento y cal.  
Estabilización de Taludes . Ejemplos de casos reales.

Carga Horaria: 4T

23  
Oscar  
W

## 6. BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía propuesta está disponible en Biblioteca o como acceso libre en los links incluidos en el siguiente detalle.

### 6.1 Básica

T.W. Lambe, (2000) Mecánica de Suelos, Editorial Limusa ISBN 968-18-1894-6  
<https://www.fing.edu.uy/owncloud/index.php/s/wCWR4zn4clSJUpr>

Sowers G. & Sowers B.. (1972). Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Editorial Limusa. ISBN 968-18-0506-2. Última edición publicada.  
<https://www.freelibros.org/ingenieria/introduccion-a-la-mecanica-de-suelos-y-cimentaciones-george-b-sowers-y-george-f-sowers.html>

<https://www.fing.edu.uy/owncloud/index.php/s/NzUheJximja5Sm8>

Braja Das. (2012). Fundamentos de Ingeniería de cimentaciones. 7a edición. Editorial Cengage Learning. ISBN: 987-607-481-823-9  
<https://civilwor.files.wordpress.com/2016/09/ing-cimentaciones-braja-das-7ma-ed.pdf>

R. B. Peck, W.E. Hanson, T.H. Thornbum, (1982) Ingeniería de Cimentaciones, Editorial Limusa, ISBN 968-18-1414-2.  
<https://www.fing.edu.uy/owncloud/index.php/s/cwBRPmEJFERICYM>

J. Bowles, (1981), Manual de laboratorio de suelos en la ingeniería civil. Editorial Mc Graw Hill, ISBN 968-451-046-2.

### 6.2 Complementaria

E. Juárez Badillo y A. Rico Rodríguez, (1974) Mecánica de Suelos T1, T2 y T3, Editorial Limusa ISBN 968-18-0069-9, 968-18-0128-8, 968-18-0471-6

## 7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

**7.1 Conocimientos Previos Exigidos:** Los conocimientos indispensables para seguir la unidad curricular son los derivados de las unidades curriculares asociadas a los cursos de Teoría de la Elasticidad y Geología de Ingeniería.

**7.2 Conocimientos Previos Recomendados:** Pueden mencionarse como conocimientos previos recomendados, conceptos de escurrimiento del agua en el terreno, ley de Darcy y ecuación de Bernouilli. Estos conceptos son introducidos en el curso por lo que no se plantean como conocimientos previos exigidos.

No incluye la información de previaturas. Las unidades curriculares previas serán definidas por cada carrera que tome la unidad curricular y serán incluidas en el anexo B.

## ANEXO A

### Para todas las Carreras

Esta primera parte del anexo incluye aspectos complementarios que son generales de la unidad curricular.

#### A1) INSTITUTO

Instituto de Estructuras y Transportes

#### A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

A continuación se detalla el número de clases asociado a cada tema, así como el total de horas teóricas y prácticas (indicado entre paréntesis)

- INTRODUCCIÓN: 4 clases (6 T + 2 P)
- ESTADOS DE TENSIONES EN LA MASA DEL SUELO: 4 clases (6T + 2P)
- PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LOS SUELOS: 4 clases (6T + 2P)
- DEFORMACIONES DEBIDAS A CARGAS VERTICALES: 4 clases (6T + 2P)
- RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS: 5 clases (8T + 2P)
- ENSAYOS DE CAMPO: 2 clases (4T)
- COMPACTACIÓN: 3 clases (4T + 2P)
- PAVIMENTOS, ENSAYOS GEOTÉCNICOS PARA DISEÑO Y CONTROL DE OBRA: 3 clases (4T + 2P)
- ESTABILIDAD DE TALUDES: 3 clases (4T + 2P)
- EMPUJE DE SUELOS: 3 clases (4T + 2P)
- FUNDACIONES: 6 clases (8T + 4P)
- MEJORAMIENTO DE SUELOS: 2 clases (4T)
- Las dos clases restantes se utilizarán para recuperación o repaso.

#### A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

El curso se desarrolla durante un semestre lectivo, a razón de 6 (seis) horas semanales, otalizando así noventa (90) horas presenciales. Esas noventa horas estarán distribuidas de la siguiente manera: sesenta y ocho (68) horas de clases teóricas y dieciocho (18) horas de clases prácticas de ejercicios, además de cuatro (4) horas que se destinarán a la explicación básica del software de apoyo (versión estudiantil de libre acceso) y la propuesta de dos ejercicios a presentar en grupo, en sintonía con los prácticos de ejercicios y como parte de la evaluación del curso.

El procedimiento de evaluación para la aprobación del curso se realizará mediante la realización de pruebas parciales, siendo la primera de cuarenta (40) y la segunda de sesenta (60) puntos.

Para la ganancia del curso, se requiere un puntaje mínimo de 25 puntos, los que implican a su vez mínimos en los respectivos parciales de diez (10) y quince (15) puntos. Para lograr la exoneración parcial (exonerar la prueba escrita del examen) se requerirá alcanzar un mínimo de sesenta (60) puntos entre ambos parciales, con mínimos respectivos de veinte (20) puntos y treinta (30) puntos. Los informes de los trabajos de aplicación del software reportarán un máximo de cinco (5) puntos cada uno y se sumarán a la puntuación del primer y segundo parcial respectivamente

sumándose al puntaje de los parciales para alcanzar los mínimos exigidos para la aprobación del curso y eventualmente para la exoneración parcial. Los puntos excedentarios a los valores máximos no serán contabilizados.

#### **A4) CALIDAD DE LIBRE**

Los estudiantes podrán acceder a la Calidad de Libre de acuerdo con la reglamentación vigente.

#### **A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

No corresponde

(97)  
Oceano

**ANEXO B para la carrera de Ingeniería Civil**

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

Geotécnica.

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

Curso a Curso: Elasticidad, Geología de Ingeniería

Examen a Examen: Elasticidad, Geología de Ingeniería

**APROB. RES. CONSEJO DE FAC. ING.**

**RECIBO 6/11/18**

**Exp. 061900-000274-04**