

GEOMECÁNICA



PRESENTACIÓN

Geomecánica para el Curso de Mecánica de Suelos I del programa de Ingeniería Civil, que se dicta en la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, con una intensidad de 5 horas/semana (4h teóricas, 1h-laboratorio) durante 16 semanas.

Contiene, además de un compendio teórico y bibliográfico para cada módulo, y de cuadros o tablas con información geotécnica sobre propiedades y características de los materiales térreos de utilidad para los trabajos de laboratorios, análisis de resultados y toma de decisiones, y ejercicios resueltos y propuestos de soporte para el aprendizaje y para la Evaluación del curso.

El contenido ofrecido, no entra a los temarios de las asignaturas de Suelos II, de Geotecnia vial y de Pavimentos, así trate someramente algunos fundamentos fundamentales para dichas materias, dado que ellas tienen este curso como soporte. Igualmente, esta asignatura se soporta en el curso de Geología, cuyo enlace se ofrece en cada capítulo, al lado de otras fuentes de complemento que pueden ser consultadas del mismo modo.

Desde la óptica de la geotecnia en el contexto del trópico andino, donde nuestros jóvenes suelos geodiversos y fundamentalmente residuales heredan las discontinuidades de macizos rocosos afectados por vulcanismo y tectonismose, se incorporan dos desafíos; primero, la precariedad del desarrollo de la Mecánica de los suelos para nuestro medio ecosistémico, como ciencia aplicada que surge en otro escenario predecible con estructuras relictas de unos suelos transportados más homogéneos, como lo son los de las latitudes altas donde nace esta ciencia aplicada; y segundo, el de la mayor incertidumbre de las obras subterráneas como túneles y cimentaciones de grandes terraplenes, respecto a las estructuras fundamentalmete tecnológicas.

Sabemos que mientras la incertidumbre de las estructuras metálicas y de concreto puede alcanzar valores del 4% al 6%, en los macizos rocosos poco disturbados, la incertidumbre de las estructuras subterráneas es del orden del 30%. No obstante en nuestro medio tropical andino donde además de la alteración tectónica suelen aparecer suelos especiales susceptibles de alteración acelerada, la cuantía podría llegar al 50%. De ahí la importancia del método observacional implementado en la geotécnica por Terzaghi (1945) y que formaliza con Peck (1948), dada su utilidad para el desarrollo de esta clase de obras en la ingeniería del terreno.

Finalmente, queremos recordar que este texto de Geomecánica, se fundamenta en el libro "Mecánica de los suelos" (2002) utilizado en nuestros cursos de la Universidad Nacional de Colombia. See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/>

Atentamente, GDE y CEE.

Contenido sumario

Capítulos Descripción

Index: Presentación. Contenido sumario y fuentes básicas de consulta.

- 1 Origen, formación y constitución del Suelo. Físico química de las arcillas.
- 2 Relaciones de volumen y peso para Suelos.
- 3 Estructura del suelo y granulometría.
- 4 Plasticidad de los Suelos.
- 5 Clasificación e identificación de los Suelos.
- 6 Capilaridad. Propiedades hidráulicas de los suelos.
- 7 Redes de flujo.
- 8 Consolidación de suelos.
- 9 Esfuerzos en el suelo.
- 10 Teoría del círculo de Mohr.
- 11 Ensayos de corte y triaxial en suelos.
- 12 Compactación de suelos.
- 13 Auscultación de suelos.

Tablas Valores típicos y Características de los materiales térreos.

Bibliografía.

.

BIBLIOGRAFÍA Básica:

Advanced Experimental Unsaturated Soil Mechanics. Alessandro Tarantino, E. Romero, Y.J. Cui – 2005.

Advanced Geotechnical Engineering. Prof. Andrew Whittle (2003). MIT Course.
<http://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering/1-364-advanced-geotechnical-engineering-fall-2003/>

Advanced Soil Mechanics, Braja M. Das. This edition published 2008 by Taylor & Francis
270 Madison Ave, New York, NY 10016, USA.

Advanced Soil Mechanics. Prof. Charles Ladd and Dr. Lucy C. Jen. (2004). MIT Course.
<http://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering/1-361-advanced-soil-mechanics-fall-2004/>

Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. California State University. Sacramento. Thomson Ed. 2001.

Boletín (es) de Vías, RUIZ, Carlos-Enrique. (Director y Fundador). Publicación con más de 100 ediciones. Universidad Nacional de Colombia. Manizales.

Clasificación de Roca Intacta, CORREA, Álvaro. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, 1992.

Curso de flujo en medios porosos. HERNANDEZ, Félix; BELTRAN, Lisandro. Posgrado en Geotecnia. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, 1995.

Introducción a la Mecánica de Fluidos. Carlos A. Duarte y J. Roberto Niño (2004), U.N. de Colombia.

Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Sowers y Sowers. Ed. Limusa 1978.

Engineering Mechanics: Statics And Dynamics. Russell C Hibbeler, R.C. Hibbeler. (9 E) Editorial: Prentice Hall (2001).

Excavaciones subterráneas en roca. E. Hoecck/ E.T. Brown. Mac Graw Hill. 1980.

Evaluation of Soil and Rock Properties. P.J. Sabatini, R.C. Bachus, P.W. Mayne, J.A. Schneider, T.E. Zettler (2002) University of Massachusetts Lowell.
<http://faculty.uml.edu/ehajduk/Teaching/14.528/documents/FHWAIF-02-034EvaluationofSoilandRockProperties.pdf>

Fisiografía y geodinámica de los Andes de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo and Duque Escobar, Eugenio (2016) Universidad Nacional de Colombia. Manizales
<http://www.bdigital.unal.edu.co/52776/1/fisiografiaygeodinamicadelosandesdecolombia.pdf>

Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja. M. Das (2001). California State University, Sacramento. Thomson Learning.

Foundations And Slopes. John H. Atkinson. University Series in Civil Engineering. Edition By Mc Graw Hill C. 1981.

Foundation Engineering. Peck, Hanson y Thornburn. 2 Ed. John Wiley and Sons. , 1974.

Manual de Mecánica del Suelo y Cimentaciones. Ángel Muelas Rodríguez.

Cap1: Caracterización de los suelos

http://www.uned.es/dpto-icf/mecanica_del_suelo_y_cimentaciones/images/mecansueloycimentacionescap_1.pdf

Cap2: Elementos de contención

http://www.uned.es/dpto-icf/mecanica_del_suelo_y_cimentaciones/images/mecansueloycimentacionescap_2.pdf

Cap 3: Estabilidad de taludes

http://www.uned.es/dpto-icf/mecanica_del_suelo_y_cimentaciones/images/mecansueloycimentacionescap_3.pdf

Cap 4: Cimentaciones directas

http://www.uned.es/dpto-icf/mecanica_del_suelo_y_cimentaciones/images/mecansueloycimentacionescap_4.pdf

Cap 5: Cimentaciones profundas

http://www.uned.es/dpto-icf/mecanica_del_suelo_y_cimentaciones/images/mecansueloycimentacionescap_5.pdf

Mecánica de rocas: teoría de elasticidad y elementos finitos. CORREA ARROYAVE, Álvaro de J. 1992. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Mecánica de Suelos. T William Lambe y Robert V. Witiman. (Español)
<https://civilunheval.wordpress.com/2010/11/17/mecanica-de-suelos-william-t-lambe/>

Mecánica de Suelos, Juárez Badillo y Rico Rodríguez (1985). Tomo I: Fundamentos.
<http://www.freelibros.org/ingenieria/mecanica-de-suelos-tomo-i-fundamentos-de-la-mecanica-de-suelos-eulalio-juarez-badillo-y-alfonso-rico-rodriguez.html>

Mecánica de Suelos, Juárez Badillo y Rico Rodríguez (1985). Tomo II: Teoría y aplicaciones.
<http://www.freelibros.org/ingenieria/mecanica-de-suelos-tomo-ii-teoria-y-aplicaciones-de-la-mecanica-de-suelos-eulalio-juarez-badillo-y-alfonso-rico-rodriguez.html>

Mecánica de Suelos, Julio Robledo Isaza. Vol I y II. U.N. de Colombia. Manizales. 1992.

Mecánica de Suelos, Peter L. Berry David Reid. McGraw-Hill. 1993. <http://descargalibros-gratis.com/mecanica-de-suelos-peter-l-berry-david-reid/>

Mecánica de suelos en la ingeniería práctica, Karl Terzaghi y Ralph B. Peck (1976) 2 E. Barcelona: El Ateneo.

Metodología y Criterios de Clasificación para Inventario de Movimientos. GONZALEZ G. Álvaro Jaime. I Simposio Suramericano de Deslizamientos. Paipa, 1989.

Modelo dinámico para calificación de la amenaza pluvial y evaluación de la posibilidad de erosión en la sectorización geotécnica de oleoductos y su aplicación en la planeación y toma de decisiones. CORREA CALLE, Oscar. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2005.

Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das.

<http://www.freelibros.org/mecanica/principios-de-ingenieria-de-cimentaciones-4ta-edicion-braja-m-das.html>

Mecánica de Suelos. T.W. Lambe y R.V. Whitman. ITM. Limusa Noriega Editores. México 1993.

Principios de Geología y Geotecnia para Ingenieros. Krynine y Judd. Ed. Omega Barcelona 1961.

Problemas resueltos de mecánica de suelos y de cimentaciones – Crespo Villalaz.

<http://descargalibros-gratis.com/problemas-resueltos-de-mecanica-de-suelos-y-de-cimentaciones-crespo-villalaz/>

Propiedades ingenieriles de los Suelos, G. Márquez. U. N. de Colombia. Medellín, 1987.

Soil Behavior. Prof. Charles Ladd; Dr. Lucy C. Jen; Prof. Andrew Whittle (2005). MIT Course.

<http://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering/1-322-soil-behavior-spring-2005/>

Soil Behaviour and Critical State Soil Mechanics, Davis Muir Wood.

Soils and Foundations. FHWA (2006) NHI Course. Federal Highway Administration. USA

Volume I: http://faculty.uml.edu/ehajduk/Teaching/14.330/documents/FHWA_NHI-06-088.pdf

Volume II: http://faculty.uml.edu/ehajduk/Teaching/14.330/documents/FHWA_NHI-06-089.pdf

Soil Mechanics. Arnold Verruijt (2001). Delft University of Technology

<http://ocw.tudelft.nl/fileadmin/ocw/courses/DredgingProcesses/res00020/embedded/SoilMechBook.pdf>

Soil Mechanics. Lambe, T. William, and Robert V. Whitman. New York: J. Wiley and Sons, 1979.

Soil Mechanics in Engineering Practice. By Karl Terzaghi, Ralph B. Peck, Gholamreza Mesri.

Soil Mechanics. Principles and Applications. W.H. Perloff - W. Baron. Ed: Jhon Wiley & Son. USA 1976.

The Environment of the Earth's Surface. Prof. John Southard (2007). MIT Course.

<http://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/12-090-the-environment-of-the-earths-surface-spring-2007/>

The Mechanic of Soil, J.H. Atkinson and P.L. Bransby. Mc Graw Hill. London. 1978.

Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice. D. G. Fredlund, H. Rahardjo, M. D. Fredlund – 2012.

Unsaturated Soil Mechanics - from Theory to Practice. Zhenghan Chen, Changfu Wei, De'an Sun – 2015.

BIBLIOGRAFÍA - Laboratorios:

Auscultación de laderas inestables en minería y obra civil. Carles Navarro Freixas.

http://issuu.com/al-top/docs/0-auscult_laderas_m1_esp/6

Ensayos de Suelos Fundamentales para la Construcción. George Bertram. Soiltest. USA 1977.

Equipos De Auscultación E Instrumentación. Centro de Estudios y Experimentación de Obras

Públicas. Gobierno de España. [http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/47970033-E692-4F86-9347-](http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/47970033-E692-4F86-9347-334501510346/131381/EQUIPOSDEAUSCULTACIONEINSTRUMENTACION.pdf)

[334501510346/131381/EQUIPOSDEAUSCULTACIONEINSTRUMENTACION.pdf](http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/47970033-E692-4F86-9347-334501510346/131381/EQUIPOSDEAUSCULTACIONEINSTRUMENTACION.pdf)

Exploración del subsuelo y caracterización geotécnica del terreno. Fabián Hoyos Patiño.

U.N. de Colombia. Facultad De Minas.

<http://www.academia.edu/1313043/EXPLORACION%20DEL%20SUBSUELO%20Y%20CARACTERIZACION%20GEOTECNICA%20DEL%20TERRENO>

[C3%93N GEOTECNICA DEL TERRENO](http://www.academia.edu/1313043/EXPLORACION%20DEL%20SUBSUELO%20Y%20CARACTERIZACION%20GEOTECNICA%20DEL%20TERRENO)

Guía de laboratorio de mecánica de suelos. Victoria Elena Meza Ochoa. Ed. Politécnico

Colombiano 'Jaime Isaza Cadavid' . Medellín. 2013.

Guías de laboratorio mecánica de suelos I. Marvin Blanco Rodríguez e Iván Matus Lazo.

Departamento De Construcción. Universidad Nacional De Ingeniería. Nicaragua.

http://www.ftc.uni.edu.ni/pdf/guias_laboratorio/Guias_de_laboratorio_de_Suelos_I.pdf

Geotechnical Test Procedure: Soil Mechanics Laboratory Test Procedures. GTP-6.

Geotechnical Engineering Bureau (2015) State Of New York. Department Of Transportation.

www.dot.ny.gov/divisions/engineering/technical-services/technical-services-repository/GTP-6b.pdf

Macizos rocosos. Abril, E. G. (2013) Clases de Laboratorio. Geotecnia I. Facultad de Ciencias.

Universidad Nacional de Córdoba. <http://es.slideshare.net/unc-geologia/macizos-rocosos-25737566>

Manual De Laboratorio de Mecánica De Suelos. Alfredo Valencia. Alumno Miembro del

Instituto Politécnico Nacional de México. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Autónoma de

Guerrero https://www.academia.edu/4177974/Manual_De_Laboratorio_de_Mecanica_De_Suelos

Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería civil, Joseph E. Bowles. Mc Graw Hill. Bogotá,

1980. [http://www.freelibros.org/ingenieria-civil/manual-de-laboratorio-de-suelos-en-ingenieria-civil-](http://www.freelibros.org/ingenieria-civil/manual-de-laboratorio-de-suelos-en-ingenieria-civil-joseph-e-bowles.html)

[joseph-e-bowles.html](http://www.freelibros.org/ingenieria-civil/manual-de-laboratorio-de-suelos-en-ingenieria-civil-joseph-e-bowles.html)

Manual Laboratorio Mecánica de Suelos I y II. Ing. Abraham Polanco R. UACH. México.

Facultad de ingeniería. Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

- **Suelos I:**
http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_DE_LAB_MEC_DE_SUELOS_I.pdf
- **Suelos II:**
http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB.%20DE%20MECANICA%20DE%20SUELOS%20II.pdf

Practicas de Mecanica de Suelos [1] <http://es.scribd.com/doc/37754590/Practicas-de-Mecanica-de-Suelos-1#scribd>

Soil Mechanics, A. Verruijt. <http://geo.verruijt.net/software/SoilMechBook2012.pdf>

Soil Testing, W. Lambe.

Sistemas De Auscultación En Explotaciones Subterráneas. Carles Navarro Freixas. Ingeniero de Caminos. http://www.al-top.com/tratados_tecnicos/pdf/0-Auscult_Sub_M1_ESP.pdf

TABLAS Y CUADROS DE SOPORTE

Unidades básicas del sistema internacional

FUERZA. → 1 N	= 1 Kg m/seg ²	PRESIÓN → 1 Pa	= 10 ⁻⁵ bar
PRESIÓN → 1 atm	= 14,69480 PSI	PRESIÓN → 1 PSI	= 6,894×10 ³ Pa
PRESIÓN → 1 Pa	= 1 N/m ²	PRESIÓN → 1 atm	= 0,987 *10 ⁻⁵ Pa
PRESIÓN → 1 bar	= (10 N/cm ²)	PRESIÓN → 1 PSI	= 0,068948 bar
PRESIÓN → 1 Pa	= 0,987×10 ⁻⁵ atm	POTENCIA → 1HP	= 1.0139 CV
TRABAJO → 1 J	= N-m	POTENCIA → 1 CV	= 0.736 kW
POTENCIA → 1 HP	= 1.0139 CV	POTENCIA → 1 W	= 1 J/seg
POTENCIA → 1 HP	= 745.72218 W	ENERGÍA → 1 J	= 1 N.m
ENERGÍA → 1BTU	= 3.60000 10 ⁶ J	ENERGÍA → 1 J	= W·s
ENERGÍA → 1 kWh	= 1.0551*10 ⁴ J	ENERGÍA → 1 Caloría	= 4.1868 J
ENERGÍA → 1 Ergio	= 1 x 10 ⁻⁷ J	ENERGÍA → 1 Ergio	= 2.389 x 10 ⁻⁸ cal
ENERGÍA → 1 Ergio	= 6,2415×10 ¹¹ eV	ENERGÍA → 1 eV	= 1,6× 10 ⁻¹⁹ J
Potencia: velocidad en la realización del trabajo o en el uso de la energía.		Energía: Capacidad de producir trabajo. Trabajo: Actividad que utiliza fuerza para con desplazamiento efectivo.	

MÓDULOS ESCALARES y CURVAS DE NIVEL EN CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Carta Geográfica	Planta: ME > 50.000. Cúrvas de Nivel: i > 50 m Perfiles: H > 50.000 - V > 5.000
Mapas	50.000 > ME > 5.000. C de Nivel: i en metros = MH/1000 Perfiles: ME = MH = 10 MV
Planos	Modulo escalar < 5.000. Curvas de nivel: i < 5 m Perfiles H < 5.000 – V < 500

Equivalencias y factores de conversión.

1 yarda	= 0,914 m	1 milla m	= 1 609,344 m
1 pie	= 0,3048 m	1 A°	= 10 ⁻¹⁰ m
1 pulgada	= 25,4 mm	1 nudo =	1 milla/hora
1 galón inglés	= 4,546 dm ³	1 galón americano	= 3,785 dm ³

1 onza inglesa	= 28,413 cm ³
1 lb	= 0,454 Kg
1 dina	= 10 ⁻⁵ N
1 bar	= 10 ⁵ Pa
1 atm	= 101,3 KPa
1 poise	= 1g·(s·cm) ⁻¹ ≡ 1 dina·s·cm ⁻² ≡ 0,1 Pa·s
1 lb/pulg ²	= 0,7 KPa
1 Kg.f/cm ²	= 98,1 KPa

1 onza americana	= 29,573 cm ³
1 tonelada	= 1016,05 Kg
1 Kg.f	= 9,81 N
1 lb.f	= 4,448 N
1 mm Hg	= 0,1333 KPa
1 mm H ₂ O	= 9,81 Pa
1 lb/pulg ²	= 0,07 Kg/cm ²
1 TT / ft ²	= 0,9765 Kg/cm ²

MÚLTIPLOS	(PREFIJOS)	SUBMÚLTIPLOS	(PREFIJOS)
Tera	→ T = 10 ¹²	Mili	→ m = 10 ⁻³
		Micro	→ μ = 10 ⁻⁶
Giga	→ G = 10 ⁹	Nano	→ η = 10 ⁻⁹
Mega	→ M = 10 ⁶	Pico	→ p = 10 ⁻¹²
Kilo	→ T = 10 ³		

PESO UNITARIO DEL AGUA = 62,5 lb/ft³ = 9,81 KN/m³ = 1 Ton/ m³

Resistencia del acero dúctil (T) = 20000 lb/in² = 138 MPa = 138 MN/m² = 1432 K/cm²

Resistencia concreto normal (C) = 3500 lb/in² = 24 MPa = 24 MN/m² = 249 K/cm²



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



GEOMECÁNICA. Duque Escobar, Gonzalo and Escobar P., Carlos Enrique.

Universidad Nacional de Colombia (2016). See more at:

<http://galeon.com/geomecanica>

Los Autores:

Carlos Enrique Escobar Potes: CvLAC -RG

http://scienti1.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000014303

Gonzalo Duque Escobar: CvLAC -RG

<https://godues.wordpress.com/2012/09/12/gonzalo-duque-escobar-cvlac-rg/>



Manual de geología para ingenieros.

Duque Escobar, Gonzalo (2003) *Manual de geología para ingenieros*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales. <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/>

PDF (Presentación de la obra) – Link 174kB

PDF (Contenido) – Link 454kB

PDF (Capítulo 1 : Ciclo geológico) – Link 679kB

PDF (Capítulo 2 : Materia y energía) – Link 554kB

PDF (Capítulo 3 : Sistema solar) – Link 625kB

PDF (Capítulo 4 : Tierra sólida y fluida) – Link 582kB

PDF (Capítulo 5 : Minerales) – Link 418kB

PDF (Capítulo 6 : Vulcanismo) – Link 734kB

PDF (Capítulo 7 : Rocas ígneas) – Link 561kB

[PDF \(Capítulo 8 : Intemperismo o meteorización\)](#) – Link 426kB

[PDF \(Capítulo 9 : Rocas sedimentarias\)](#) – Link 592kB

[PDF \(Capítulo 10 : Tiempo geológico\)](#) – Link 422kB

[PDF \(Capítulo 11 : Geología estructural\)](#) – Link 620kB

[PDF \(Capítulo 12 : Macizo rocoso\)](#) – Link 1MB

[PDF \(Capítulo 13 : Rocas metamórficas\)](#) – Link 783kB

[PDF \(Capítulo 14 : Montañas y teorías orogénicas\)](#) – Link 660kB

[PDF \(Capítulo 15 : Sismos\)](#) – Link 588kB

[PDF \(Capítulo 16 : Movimientos masales\)](#) – Link 515kB

[PDF \(Capítulo 17 : Aguas superficiales\)](#) – Link 754kB

[PDF \(Capítulo 18 : Aguas subterráneas\)](#) – Link 888kB

[PDF \(Capítulo 19 : Glaciares y desiertos\)](#) – Link 1MB

[PDF \(Capítulo 20 : Geomorfología\)](#) – Link 495kB

[PDF \(Lecturas complementarias\)](#) – Link 405kB

[PDF \(Bibliografía\)](#) – Link 563kB

[PDF \(Autor\)](#) – Link 152kB



**GEOMECÁNICA. Duque Escobar, Gonzalo and Escobar P., Carlos Enrique.
Universidad Nacional de Colombia (2016). See more at:
<http://galeon.com/geomecanica>**