

**MECANICA DE LOS SUELOS**  
**Por Gonzalo Duque-Escobar y Carlos-Enrique Escobar Potes (2002)**

Texto para la asignatura de Mecánica de Suelos I, del Programa de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Colombia. Manizales.

Capítulo	Contenido
1	Historia. Origen, formación y constitución del Suelo. Físico química de Las arcillas.
2	Relaciones de volumen y peso para Suelos.
3	Estructura del suelo. Granulometría.
4	Plasticidad y Consistencia de los Suelos.
5	Clasificación e identificación de los Suelos.
6	Capilaridad. Propiedades hidráulicas de los suelos.
7	Permeámetros. Redes de flujo.
8	La erosión del suelo y su relación con el agua.
9	Consolidación de suelos. Edometría.
10	Esfuerzos en el suelo. Esfuerzos geoestáticos y por sobrecargas.
11	Teoría del círculo de Mohr. Teoría del Polo
12	Esfuerzo cortante en suelos. Ensayo de Corte
13	Triaxial. Calculo de esfuerzos.
14	Compactación de suelos.
15	Exploración y muestreo de suelos.
ANEXO	Geotecnia y medioambiente <a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1704/">http://www.bdigital.unal.edu.co/1704/</a>

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Advanced Soil Mechanics, Braja M. Das. 1997
- Boletín (es) de Vías, Universidad Nacional – Manizales. Dir. Ruiz Carlos-Enrique.
- Curso de estabilidad de taludes. GARCIA, Manuel; BELTRAN, Lisandro; GONZALEZ, Álvaro. Posgrado en geotecnia Universidad Nacional de Colombia. Manizales, 1993.
- Curso de flujo en medios porosos. HERNANDEZ, Félix; BELTRAN, Lisandro. Posgrado en Geotecnia. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, 1995.
- Curso de geología del posgrado en geotecnia. CORREA, Álvaro; MONTERO, Juan; HERNANDEZ, Pedro. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, 1993.
- Clasificación de Roca Intacta, CORREA, Álvaro de J. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, 1992.
- Estudio de Amenazas por Erosión, Deslizamientos y Avalanchas, GARCÍA LÓPEZ, Manuel. 1991.
- Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das, 1999.
- Mecánica de Suelos, Berry & Reid, U. Salford, 1993.
- Mecánica de Suelos, Juárez Badillo y Rico Rodríguez. 1990
- Mecánica de Suelos, T.W.Lambe & R.V.Whitman, MIT, 1993.
- Propiedades ingenieriles de los Suelos, G. Márquez. U. N. Medellín, 1987.
- Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería civil, Joseph E. Bowles Mc Graw Hill, 1978.
- Soil Testing for Engineering. T.W. Lambe. 1986
- La Ingeniería de Suelos, Rico y del Castillo, Limusa 1983.
- Los problemas de los suelos tropicales y su solución. SCHAUFELBERGER, Paul.1963.
- Manual de Geología para Ingenieros, Gonzalo Duque E. U. N. de Col. Manizales, 1998. En: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/>
- Mecánica de Suelos, Julio Robledo Isaza. Vol 1 y 2 U.N. Mzles, 1990.
- Mejoramiento y estabilización de suelos, Carlos Fernandez, Limusa 1982.
- The Mechanic of Soil, Atkinson J H and Bransby P L. 1985.

**ANEXO: Unidades y Factores.**

**a. Equivalencias y factores de conversión.**

1 yarda	= 0,914 m
1 pie	= 0,3048 m
1 pulgada	= 25,4 mm
1 galón inglés	= 4,546 dm <sup>3</sup>
1 onza	= 28,413 cm <sup>3</sup>
inglesa	
1 lb	= 0,454 Kg
1 dina	= 10 <sup>-5</sup> N
1 bar	= 10 <sup>5</sup> Pa
1 atm	= 101,3 KPa
1 poise =	0,1 Pa.seg
1 lb/pulg <sup>2</sup>	= 0,7 KPa
1 Kg.f/cm <sup>2</sup>	= 98,1 KPa

1 milla m	= 1 609,344 m
1 A°	= 10 <sup>-10</sup> m
1 nudo =	1 milla/hora
1 galón americano	= 3,785 dm <sup>3</sup>
1 onza	= 29,573 cm <sup>3</sup>
americana	
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 <sub>2</sub> O	= 9,81 Pa
1 lb/pulg <sup>2</sup>	= 0,07 Kg/cm <sup>2</sup>
1 TT / ft <sup>2</sup>	= 0,9765 Kg/cm <sup>2</sup>

**b. Unidades básicas del sistema internacional**

1 N	= 1 Kg m/seg <sup>2</sup>	→ FUERZA.
1 Pa	= 1 N/m <sup>2</sup>	→ PRESIÓN
1 Hz	= 1 seg <sup>-1</sup>	→ FRECUENCIA
1 J	= 1 N.m	→ ENERGÍA
1 w	= 1 J/seg	→ POTENCIA

MÚLTIPLOS	(PREFIJOS)	SUBMÚLTIPLOS	(PREFIJOS)
Tera	→ T = 10 <sup>12</sup>	Micro	→ μ = 10 <sup>-3</sup>
Giga	→ G = 10 <sup>9</sup>	Nano	→ η = 10 <sup>-9</sup>
Mega	→ M = 10 <sup>6</sup>	Pico	→ p = 10 <sup>-12</sup>

PESO UNITARIO DEL AGUA = 62,5 lb/ft<sup>3</sup> = 9,81 KN/m<sup>3</sup> = 1tt/ m<sup>3</sup>

Peso unitario de los suelos: 1,5 a 1,9 tt/m<sup>3</sup> aproximadamente

El PU de los suelos compactados puede variar entre 1,5 y 2,2 tt/ m<sup>3</sup>, siendo los menores para las arcillas, los intermedios para las arenas y los mayores para las gravas. Una arena gruesa suelta puede tener PU similar a una arcilla blanda compactada (1.5 tt/ m<sup>3</sup>)

Fricción típica de las arenas = 30°. Fricción de los suelos arenosos entre 15° (baja) y 38° (alta).

Cohesión de las Arcillas: valores entre 5 (blanda) y 20 (dura) tt/m<sup>2</sup>. La Cohesión típica de arcillas firmes, es C = 4 a 8 tt/m<sup>2</sup> = 0,4 a 0,8 k/cm<sup>2</sup>. Si C es menor, es blanda.; si C es mayor, dura.

Peso unitario del concreto: 2,4 tt/m<sup>3</sup> aproximadamente.

Resistencia del acero dúctil (T) = 20 00 lb/in<sup>2</sup> = 138 MPa = 138 MN/m<sup>2</sup>

Resistencia concreto normal (C) = 3500 lb/in<sup>2</sup> = 24 MPa = 24 MN/m<sup>2</sup> = 249 K/cm<sup>2</sup>

*Roca Vs Suelo:*

Depende de la resistencia a la compresión σ<sub>c</sub> (La del concreto normalmente es σ<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>)

Los rangos son: Roca dura sí σ<sub>c</sub> > 300 Kg/cm<sup>2</sup>. Roca blanda sí 200 Kg/cm<sup>2</sup> < σ<sub>c</sub> < 300 Kg/cm<sup>2</sup>.

Suelo si σ<sub>c</sub> ≈ 10 Kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia a la tubificación: “alta” en Arcillas muy plásticas si  $IP > 15\%$  y “baja” en arenas y gravas con limos si  $IP < 6\%$

Coefficiente de Contracción para arcillas:  $C_c (r) = 0,007(LL-10)$  si es remoldeada, y :  $C_c (i) = 0,009(LL-10)$  si es inalterada.

### Mecánica de los suelos

Texto de geomecánica para el curso de Mecánica de Suelos I



Programa de Ingeniería Civil de la U.N. de Col. Sede Manizales. (pdf)

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864>

### CONTENIDO

Cap 01: Origen, formación y constitución del Suelo. Las arcillas.

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/2/cap1.pdf>

Cap 02: Relaciones de volumen y peso para Suelos. ....

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/3/cap2.pdf>

Cap 03: Estructura del suelo y granulometría.....

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/4/cap3.pdf>

Cap 04: Plasticidad de los Suelos.....

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/5/cap4.pdf>

Cap 05: Clasificación e identificación de los Suelos. ....

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/6/cap5.pdf>

Cap 06: Capilaridad. Propiedades hidráulicas de los suelos. ....

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/7/cap6.pdf>

Cap 07: Redes de flujo.....

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/8/cap7.pdf>

Cap 08: La erosión del suelo y su relación con el agua.....

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/9/cap8.pdf>

Cap 09: Consolidación de suelos.....	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/10/cap9.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/10/cap9.pdf</a>
Cap 10: Esfuerzos en el Suelo.....	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/11/cap10.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/11/cap10.pdf</a>
Cap 11: Teoría del círculo de Mohr.....	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/12/cap11.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/12/cap11.pdf</a>
Cap 12: Esfuerzo cortante en suelos.....	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/13/cap12.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/13/cap12.pdf</a>
Cap 13: Triaxial y envolvente de falla.....	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/14/cap13.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/14/cap13.pdf</a>
Cap 14: Compactación de suelos.....	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/15/cap14.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/15/cap14.pdf</a>
Cap 15: Exploración y muestreo de suelos.....	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/16/cap15.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/16/cap15.pdf</a>
Factores: Tabla de factores, equivalencias y unidades.....	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/1/apendice.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/1/apendice.pdf</a>
Bibliografía: Fuentes básicas, para laboratorio y complementarias...	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/17/contenido.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/17/contenido.pdf</a>
ANEXO: Geotecnia y medioambiente.....	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1704/">http://www.bdigital.unal.edu.co/1704/</a>

\*\*\*

**Manual of geology for Engineers** Duque-Escobar, Gonzalo. (Rev. 2003):  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/>

Presentation	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/1/geopresenta.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/1/geopresenta.pdf</a>
·	
Cap 01: Geological cycle	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/4/geo01.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/4/geo01.pdf</a>
·	
Cap 02: Matter and Energy	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/5/geo02.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/5/geo02.pdf</a>
·	
Cap 03: The Solar System	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/6/geo03.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/6/geo03.pdf</a>
·	
Cap 04: The solid Earth and fluid	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/7/geo04.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/7/geo04.pdf</a>
·	
Cap 05: Minerals	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/8/geo05.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/8/geo05.pdf</a>
·	
Cap 06: Volcanism	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/9/geo06.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/9/geo06.pdf</a>
·	
Cap 07: Igneous	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/10/geo07.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/10/geo07.pdf</a>
·	
Cap 08: Weathering or weathering	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/11/geo08.pdf">http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/11/geo08.pdf</a>

.  
Cap 09: Sedimentary rocks <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/12/geo09.pdf>  
.   
Cap 10: Geologic time <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/13/geo10.pdf>  
.   
Cap 11: Structural Geology <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/14/geo11.pdf>  
.   
Cap 12: Rock mass <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/15/geo12.pdf>  
.   
Cap 13: Metamorphic Rocks <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/16/geo13.pdf>  
.   
Cap 14: Mountains and orogenic theories <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/17/geo14.pdf>  
.   
Cap 15: Earthquakes <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/18/geo15.pdf>  
.   
Cap 16: Movements bulks <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/19/geo16.pdf>  
.   
Cap 17: Surface water <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/20/geo17.pdf>  
.   
Cap 18: Underground water <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/21/geo18.pdf>  
.   
Cap 19: Glaciers and deserts <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/22/geo19.pdf>  
.   
Cap 20: Geomorphology <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/23/geo20.pdf>  
.   
Annex 1: Tunnel Manizales <http://www.bdigital.unal.edu.co/2046/>  
.   
Annex 2: Soil Mechanics <http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/>  
.   
Annex 3: Risk management <http://galeon.com/manualgeo/riesgo.pdf>  
.   
Annex 4: The Moon <http://www.bdigital.unal.edu.co/1663/>  
.   
Annex 5: Economics for the builder <http://www.bdigital.unal.edu.co/1698/>  
.   
Annex 6: Geophysical aspects of the Andes of Colombia <http://www.bdigital.unal.edu.co/1580/>  
.   
Content: Detailed Agenda Chapter <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/3/geocontenido.pdf>  
.   
MANUALGEO: Bibliography <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/24/geobiblio.pdf>  
.   
Gonzalo Duque-Escobar (The Author): <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/2/autor.pdf>

TACS: Geomecánica; ingeniería geológica; ingeniería civil; agronomía; agrología; hidrología; geofísica; ingeniero constructor; geodinámica; hidrogeología; geología de Colombia; manual de geología; Manualgeo; el ciclo de las rocas; materia y energía; la tierra sólida y fluida; sistema solar; ecología; medio ambiente; minerales y rocas; geología económica; meteorización y suelos; macizos rocosos; geodinámica y geomorfología; sismos y movimientos en masa; glaciares y desiertos; ríos y montañas, geología de Colombia minerales; cuarzo; dureza; silicato; óxido; sulfuro; cristal; mena; ferromagnesiano; pirita; oro; arcilla; enlace; carbono; fallas geológicas; mecánica de rocas; sistema solar; climatología; clima de Colombia; clima bimodal; ENOS; cambio climático; calentamiento global; adaptación al cambio climático; eventos climáticos extremos; La Niña y El Niño; geomorfología; ciclo; eras; intemperismo; aguas; clima; alteración; materia; energía; gravedad; eléctrica; química; sólido; cristalización; ergio; espectro; radar; magnetismo; satélite; el

sol, las lunas y los planetas; cometas y meteoros; Leyes de Kepler; velocidad de escape; formación del sistema solar; la problemática ambiental; atmósfera; litosfera; hidrosfera; moho; termosfera; ionosfera; astenósfera; clima; volcanes-Colombia; Machín; Ruiz; Galeras; Huila; Cerro Bravo; Quindío; Risaralda; Caldas; Río Magdalena; Chocó; Orinoquia; Amazonía; Andes colombianos; trópico andino; vulcanología; vulcanismo; cráter; domo; caldera; erupción; lava; ceniza; pumita; pliniana; flujo; magma; tefrocronología; piroclasto; volcanes; roca ígnea; andesita; basalto; granito; Bowen; cristalización; olivino; Streckeisen; lahar; intemperismo; meteorización; suelo; carbonatos; lixiviación; carbonatación; oxidación; andosol; alteración; hidrotermal; tectónica; arcilla; geociencias; montmorillonita; horizonte; saprolito; caliza; rocas sedimentarias; arenisca; lutita; conglomerado; diagénesis; consolidación; facies; litificación; tiempo geológico; paleozoico; cretácico; precámbrico; cuaternario; jurásico; holoceno; mesozoico; cenozoico; primaria; secundaria; radiactividad; datación; correlación; falla; fábrica textural, fábrica estructural, geología estructural; pliegue; diaclasa; sinclinal; elasticidad; plasticidad; deformación; esfuerzo; ruptura; tracción; sinclinorio; geosinclinal; macizo rocoso; discontinuidad; cuña; rugosidad; rumbo; buzamiento; estratificación; foliación; Rqd; rocas metamórficas; actitud del macizo; metamorfismo; mármol; esquisto; gneis; progradante; pizarra; filita; neocrystalización; epidota; Hornfels; metasomatismo; mesozona; montañas y orogénesis; orogenia; cordillera; terrenos; cratón; Manizales; sismos; terremoto; epicentro; sismógrafo; intraplaca; frecuencia; acelerograma; riesgo sísmico en Colombia, coda; amplitud; Mercalli; Richter; tsunami; amplificación; movimientos masales; movimientos en masa; deslizamientos; inundaciones; laderas; inestabilidad; amenaza hidrogeológica, movimientos de masas; aguas subterráneas; acuíferos; pozos; artesiano; NAF; estalactita; KARST; dolina; sumidero; porosidad; permeabilidad; capilaridad; aguas superficiales; marea; corriente; río; Infiltración; precipitación; ciclo; hidrológico; Magdalena; hidrosfera; Amazonas; drenaje; competencia; capacidad; carga; fluvial; glaciares; desiertos; glaciación; pleisoceno; morrena; grieta; duna; médano; barján; tormenta; nieve; neviza; hielo; fiordo; coriolis; marmitas; barlovento; sotavento; pedestal; clima; alisios; glaciares, desiertos; geoforma; Túnel Cumanday; Túnel de La Línea; fotointerpretación; tono; color; vegetación; diagnóstico; textura; Hogback; Flatiron; morfología; Hummocky; relieve; erosión; morfoestructura; suelos; mecánica de suelos; Geotecnia, texto de Geomecánica, libros para ingenieros; textos universitarios; historia de la geotecnia, origen de los suelos; formación de los suelos; fisicoquímica de las arcillas; clases de arcillas; suelos especiales; limos; arenas; gravas; relaciones de volumen y peso para suelos; gravedad específica, peso unitario; relación de vacíos; estructura del suelo; granulometría; plasticidad de los suelos, consistencia de los suelos; índice plástico; carta de plasticidad; clasificación de los suelos; identificación de los suelos; clasificación SUCS; clasificación de la AASHTO; capilaridad; propiedades hidráulicas de los suelos; Ley de Darcy; redes de flujo; permeámetros; erosión del suelo; la erosión y su relación con el agua; el agua en el suelo; consolidación; asentamientos; esfuerzos en el suelo; esfuerzos geoestáticos; esfuerzos por sobrecargas; esfuerzos efectivos; presión de poros; esfuerzos neutros; Teoría del Círculo de Mohr; Teoría del Polo; esfuerzo cortante en suelos; ensayo de corte; triaxial; envolvente de falla; compactación de suelos; trayectoria de esfuerzos; Línea Kf; exploración y muestreo; terraplenes; cortes; pavimentos; cimentaciones; presiones geoestáticas; bulbos de presión; referencias geológicas; factores y valores típicos en geotecnia, variables útiles en geotecnia; características geomecánicas de las rocas de Manizales; análisis fotogeológico estructural; análisis fotogeológico multitemporal; formación Manizales; formación Casabianca; complejo Quebradagrande;; Cajamarca; Romeral; Cauca-Patía; clasificación de macizos rocosos; clasificación del CSIR; presión de soporte en túneles; tiempo de auto soporte; taladro y voladura; galerías en conglomerado; vulnerabilidad amenaza y riesgo; susceptibilidad al deslizamiento; laderas inestables; espectros sísmicos; amplificación sísmica, ademes en túneles ; revestimiento de túneles, presión de agua en túneles; esfuerzos galerías; hastial; techo muro y piso; bloque crítico; Barton Lien y Lunde; índice de calidad de túneles NGI; parámetro Q de Barton; carga de roca; ábaco de Hoek and Brown; línea de auto soporte; clasificación de Deere;

**Gonzalo Duque-Escobar:** CvLAC RG: <http://godues.wordpress.com/2012/09/12/>

Publicaciones UN: [http://www.bdigital.unal.edu.co/view/person/Duque\\_Escobar=3AGonzalo=3A=3A.html](http://www.bdigital.unal.edu.co/view/person/Duque_Escobar=3AGonzalo=3A=3A.html)