



# **TOMO I**

# **MECÁNICA DE SUELO**

*Adrián Oscar Macías Loor*  
*Daniel David Carvajal Rivadeneira*  
*Denny Augusto Cobos Lucio*  
*Betsy Elizabeth Fienco Sánchez*  
*Jaime Adrián Peralta Delgado*  
*Jimmy Manuel Zambrano Acosta*

Ingeniería y Tecnología



**3ciencias**



# **TOMO I**

# **MECÁNICA DE SUELO**

*Adrián Oscar Macías Loor  
Daniel David Carvajal Rivadeneira  
Denny Augusto Cobos Lucio  
Betsy Elizabeth Fienco Sánchez  
Jaime Adrián Peralta Delgado  
Jimmy Manuel Zambrano Acosta*



Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L.

Quedan todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, distribuida, comunicada públicamente o utilizada, total o parcialmente, sin previa autorización.

© del texto: **los autores**

ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L.  
C/ Els Alzamora, 17 - 03802 - ALCOY (ALICANTE) [info@3ciencias.com](mailto:info@3ciencias.com)

Primera edición: **abril 2018**

ISBN: **978-84-948577-4-4**

DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/IngyTec.2018.33>

## AUTORES

**Adrián Oscar Macías Loor**, Ingeniero en Petróleos, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, Máster en Administración de Empresas con Mención en Recursos Humanos, Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”, Manta, Ecuador. Investiga temas: Gestión por procesos en la Administración Pública ecuatoriana, Uso de materiales alternativos para la Construcción, Geología de Manabí. Director de Talento Humano Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rocafuerte, Manabí. Director de Planificación Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rocafuerte, Manabí. Consultor de procesos de reingeniería de procesos para varias organizaciones ecuatorianas públicas y privadas. Actualmente profesor de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

**Daniel David Carvajal Rivadeneira**, Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Manabí Portoviejo, Ecuador; Magister en Administración Pública, Mención Desarrollo Institucional, Universidad Tecnológica América. Quito, Ecuador. Investiga temas: Proyectos de Obra Pública, Fiscalización y Administración de Proyectos, Administración Pública Ecuatoriana, Gobiernos por Resultados, Materiales de Construcción, Auditoría de Obras. Ha trabajado como fiscalizador, inspector de materiales y hormigones, inspector de obra y en los estudios y diseños de grandes obras en Manabí, Auditor Técnico de Obras, Director de Auditoría Interna, Director de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Portoviejo, Auditor General Internos de los GAD's en la Contraloría General del Estado, Coordinador General del Gobierno Provincial de Manabí. Ha sido profesor en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Campus Manabí, y actualmente es profesor de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

**Denny Augusto Cobos Lucio**, Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Magister en Construcción de Obras Viales, Universidad Técnica de Manabí. Investiga temas: Identificación de zonas seguras para edificaciones de categoría baja en la ciudad de jipijapa, Ecuador. Libre ejercicio profesional en actividades de ingeniería civil como contratista, fiscalizador, residente, consultor. Actualmente profesor en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.

**Betsy Elizabeth Fienco Sánchez**, Arquitecta, Universidad Estatal de Guayaquil, Guayas, Ecuador, Máster en Gerencia Educativa, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Investiga temas: Alternativas en construcción relacionada a las ciencias técnicas. Jefa departamental en el área de planificación y urbanismo en el Gobierno Municipal de Puerto López, Manabí. Contratista de obras civiles. Actualmente profesor de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.

**Jaime Adrián Peralta Delgado**, Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador; Master en Gestión Ambiental con Mención en la Evaluación del Impacto Ambiental, Universidad de Pinar del Rio, Pinar del Rio, Cuba; Investiga tema “Índices Ambientales para la construcción de Vías en el Ecuador”, Contratista de Obras. Director de Fiscalización de obras civiles. Actualmente Profesor de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

**Jimmy Manuel Zambrano Acosta**, Ingeniero Zootecnista de la Universidad Técnica de Manabí, Magister en Investigación y Gestión de Proyectos Universidad Técnica de Manabí, actualmente estoy terminando el Doctorado en “Educación” en el Centro de Perfeccionamiento de la Educación Superior de la Universidad de la Habana-Cuba. Investiga en temas: Estudios para la creación de una planta procesadora de lácteos en el Cantón Chone, Desarrollo de Habilidades investigativas en estudiantes de Pregrado y Postgrado, desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes de informáticas, Virtualización de los Procesos Universitarios, Actualmente Profesor Investigador titular Principal Tiempo Completo: Facultad de Filosofía Letras y Ciencias de la Educación y Coordinador del Instituto de Postgrado de la Universidad Técnica de Manabí

# ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I: LA GEOLOGÍA. SU ALCANCE E IMPORTANCIA PARA LA INGENIERÍA CIVIL ....</b>	<b>11</b>
1.1 Introducción a la asignatura.....	13
<b>CAPÍTULO II: ELEMENTOS DE MINERALOGÍA: DESCRIPCIÓN, CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES DE LOS MINERALES .....</b>	<b>15</b>
2.1 Elementos de Mineralogía .....	15
2.2 Para su clasificación los minerales se dividen principalmente por sus propiedades químicas y actualmente constan de ocho (8) clases .....	16
2.3 Propiedades de los minerales .....	16
2.3.1 <i>Propiedades físicas</i> .....	16
2.3.1 <i>Propiedades ópticas</i> .....	17
2.4 Los minerales pueden dividirse por su contenido .....	17
<b>CAPÍTULO III: ROCAS. CLASIFICACIÓN GENERAL Y SUS USOS EN LA CONSTRUCCIÓN ....</b>	<b>19</b>
3.1 Rocas .....	19
3.2 Clasificación general de las rocas. Ciclo de las rocas.....	19
3.2.1 <i>Rocas</i> .....	20
Rocas ígneas.....	20
3.1.1.1 Rocas ígneas.....	20
3.1.1.2 Rocas sedimentarias .....	20
3.1.1.3 Rocas metamórficas .....	21
3.2.2 <i>Formas de yacencia de las rocas ígneas</i> .....	21
3.2.3 <i>Estructura y textura de las rocas ígneas</i> .....	21
3.3. Las rocas metamórficas. El metamorfismo .....	24
3.3.1 <i>Factores del metamorfismo</i> .....	25
3.3.2 <i>Clasificación y descripción de las rocas metamórficas</i> .....	25
<b>CAPÍTULO IV: ELEMENTOS DE GEOLOGÍA ESTRUCTURAL: IMPORTANCIA, PRÁCTICA PARA EL INGENIERO CIVIL DE LOS FENÓMENOS DE YACENCIA DE LOS ESTRATOS, ESTRATIGRAFÍA, PLEGAMIENTOS, FALLAS, DIACLASAS Y DEL ESTUDIO DE LAS DISLOCACIONES TECTÓNICA .....</b>	<b>33</b>
4.1 Elementos de geología estructural .....	33
4.2 Las dislocaciones tectónicas .....	36
4.3 Estudio de los plegamientos. Clasificación .....	37
4.4 Elementos de los pliegues.....	37
4.5 Clasificación de los pliegues.....	37
4.6 Importancia práctica del estudio de los pliegues.....	39
<b>CAPÍTULO V: ELEMENTOS DE GEODINÁMICA INTERNA Y EXTERNA. METEORIZACIÓN Y EROSIÓN. FORMACIÓN DEL SUELO .....</b>	<b>45</b>
5.1 Elementos de Geodinámica .....	45
5.2 Meteorización y erosión .....	45
5.2.1 <i>Meteorización</i> .....	46
5.2.2 <i>La erosión</i> .....	46
5.3 Formación del suelo.....	46
5.4 Perfil geológico del suelo .....	46
5.5 Actividad geológica de los ríos y mares .....	47
5.5 Las aguas subterráneas. El carsismo .....	47

<b>CAPÍTULO VI: INVESTIGACIONES INGENIERO – GEOLÓGICA. LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO. MAPAS GEOLÓGICOS. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>53</b>
6.1 Investigaciones geológicas .....	53
6.2 Mapas geológicos .....	56
6.3 Levantamiento geológico: (Estudio Independiente) .....	57
6.4 El mapa ingeniero geológico debe basarse en los siguientes mapas .....	57
6.5 Interpretación de los mapas geológicos .....	58
<b>CAPÍTULO VII: PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS. RELACIONES FUNDAMENTALES VOLUMÉTRICAS Y GRAVIMÉTRICAS.....</b>	<b>59</b>
7.1 Propiedades Físicas De Los Suelos .....	59
7.2 Tipos de suelos por su origen .....	59
7.3 Clasificación del suelo .....	70
<b>CAPÍTULO VIII: SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS. CAPILARIDAD Y PERMEABILIDAD .....</b>	<b>71</b>
8.1 sistemas de clasificación de suelos .....	71
8.1.1 <i>El sistema de clasificación de las AASHTO</i> .....	71
8.1.2 <i>Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)</i> .....	73
<b>CAPÍTULO IX: TENSIONES EN LA MASA DE SUELO. TENSIONES TOTALES, EFECTIVAS Y NEUTRAS DEBIDAS A PESO PROPIO DEL SUELO .....</b>	<b>79</b>
9.1 Conceptos de esfuerzo y deformación.....	80
9.1.1 <i>Deformación dentro de los límites</i> .....	82
9.1.2 <i>Esfuerzo y deformación en un punto</i> .....	83
9.2 Estado tensional plano. Círculo de Mohr.....	84
9.2.1 <i>Círculo de Mohr</i> .....	84
9.3 Caso particular del suelo.....	86
9.4 Curva esfuerzo-deformación en los suelos. Módulos. Ley de Hooke.....	86
9.5 Tensiones y tensiones efectivas .....	87
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>91</b>

## ÍNDICE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Geología.....	14
<b>Figura 2:</b> Materiales de construcción .....	14
<b>Figura 2:</b> Elementos de un estrato .....	34
<b>Figura 3:</b> Rumbo y buzamiento de un estrato .....	34
<b>Figura 4:</b> Pendiente y yacente .....	35
<b>Figura 5:</b> Anticlinal y sinclinal .....	38
<b>Figura 6:</b> Estructura secundaria.....	40
<b>Figura 7:</b> Elementos de una falla .....	42
<b>Figura 8:</b> Curvas de distribución de tamaño de partículas (curvas granulométricas) .....	62
<b>Figura 9:</b> Tipos diferentes de curvas gravimétricas .....	64
<b>Figura 12:</b> (pág.12 L/T Brajas) .....	64
<b>Figura 10:</b> Elemento de suelo en estado natural, (b) tres fases de elementos de suelo .....	65
<b>Figura 11:</b> Tres fases separadas de un elemento de suelo con volumen de sólidos de suelo igual a 1 .....	67
<b>Figura 12:</b> Relación de vacío, contenido de agua y peso específico seco .....	69
<b>Figura 13:</b> Carta de plasticidad .....	69
<b>Figura 14:</b> Expansión del fondo de la excavación después de haberse excavado 9 m de suelo, lo cual produce desequilibrio en la presión del agua.....	79
<b>Figura 15:</b> Bowles .....	82
<b>Figura 16:</b> Asentamiento .....	82
<b>Figura 17:</b> Esfuerzo y deformación en un punto .....	83
<b>Figura 18:</b> Es el caso particular que se ajusta a los análisis en un terraplén .....	84
<b>Figura 19:</b> Estado Tensional analizado en el círculo de Mohr.....	85
<b>Figura 20:</b> Círculo de Mohr.....	85
<b>Figura 21:</b> Curva esfuerzo-deformación en los suelos. Módulos. Ley de Hooke .....	86
<b>Figura 22:</b> Fuerzas de reacción.....	88
<b>Figura 23:</b> Muelle .....	88

## ÍNDICE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Relación Geología-Ingeniería Civil.....	13
<b>Tabla 3:</b> Clasificación simplificada de las principales rocas metamórficas.....	28
<b>Tabla 4:</b> Clasificación de la roca sedimentaria de Ecuador y productos relacionados.....	30
<b>Tabla 5:</b> Clasificación simplificada de las rocas sedimentarias .....	31
<b>Tabla 6:</b> Estrucura o Proyecto.....	54
<b>Tabla 7:</b> Profundidad de las calas en cimentación de edificios (m) .....	54
<b>Tabla 8:</b> Límites de tamaño de suelos separados .....	60
<b>Tabla 9:</b> Tamaño de maya estándar en EE.UU .....	61
<b>Tabla 10:</b> Análisis por medio de mallas (masa de muestra de suelo seco = 450g) .....	62
<b>Tabla 11:</b> La siguiente tabla da los resultados de un análisis por cribado .....	64
<b>Tabla 12:</b> Descripción cualitativa de depósitos de suelo granular.....	68
<b>Tabla 13:</b> Relación de vacío, contenido de agua y peso específico seco .....	68
<b>Tabla 14:</b> Clasifique los suelos dados en la tabla según el sistema de clasificación AASHTO .....	73
<b>Tabla 15:</b> Símbolos de grupo para suelo tipo grava.....	74
<b>Tabla 16:</b> Símbolos de grupo para suelos arenosos .....	75
<b>Tabla 17:</b> Símbolos de grupo para suelos limosos y arcillosos .....	75

Ingeniería y Tecnología

