

TOMO II

MECÁNICA DE SUELO

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

Ingeniería y Tecnología



TOMO II

MECÁNICA DE SUELO

Adrián Oscar Macías Loor
Luis Santiago Quiroz Fernández
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

Primera edición: **abril 2018**

ISBN: **978-84-948577-7-5**

DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/IngyTec.2018.36>

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.

Luis Santiago Quiroz Fernández, Ingeniero Civil por la Universidad Técnica de Manabí. Magíster en Administración Ambiental por la Universidad de Guayaquil. Doctor en Ciencias Técnicas por la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”. Actualmente Director del Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica 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 Río, Pinar del Río, 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 informática, 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

CAPÍTULO I: LA GEOLOGÍA. SU ALCANCE E IMPORTANCIA PARA LA INGENIERÍA CIVIL. ELEMENTOS DE MINERALOGÍA: DESCRIPCIÓN, CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES DE LOS MINERALES.....	11
1.1 Introducción a la asignatura.....	13
1.2 Elementos de mineralogía: descripción, clasificación y propiedades de los minerales	15
1.2.1 Elementos de Mineralogía	15
1.2.2 Para su clasificación los minerales se dividen principalmente por sus propiedades químicas y actualmente constan de ocho (8) clases	16
1.2.3 Propiedades de los minerales	16
CAPÍTULO II: ROCAS. CLASIFICACIÓN GENERAL Y SUS USOS EN LA CONSTRUCCIÓN. ROCAS ÍGNEAS, FORMAS DE YACENCIA, TEXTURA Y ESTRUCTURA. ROCAS METAMÓRFICAS: ORIGEN Y CLASIFICACIÓN. ROCAS SEDIMENTARIAS: ORIGEN Y CLASIFICACIÓN	19
2.1 Clasificación general de las rocas. Ciclo de las rocas.....	19
2.1.1 Rocas ígneas	20
2.1.2 Rocas sedimentarias	20
2.1.3 Rocas metamórficas.....	20
2.2 Formas de yacencia de las rocas ígneas.....	21
2.3 Estructura y textura de las rocas ígneas.....	21
2.4 Textura de las rocas ígneas.....	21
2.5 Relación entre el tipo de roca ígnea y su textura	22
2.5.1 Rocas intrusivas	22
2.5.2 Rocas hipabisales	22
2.5.3 Rocas volcánicas	23
2.6 Clasificación de las rocas ígneas.....	23
2.7 Clasificación química de las rocas ígneas	23
2.8 Las rocas metamórficas. El metamorfismo	24
2.8.1 Factores del metamorfismo	24
2.8.2 Estructuras de las rocas metamórficas	24
2.8.3 Clasificación y descripción de las rocas metamórficas.....	24
2.9 Rocas Sedimentarias	27
CAPÍTULO III: 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 TECTÓNICAS	31
3.1 Las dislocaciones tectónicas.....	34
3.2 Estudio de los plegamientos. Clasificación.....	34
3.2.1 Elementos de los pliegues	35
3.2.2 Clasificación de los pliegues.....	35
3.2.3 Importancia práctica del estudio de los pliegues	37
3.3 Diaclasas	38
3.4 Fallas	39
3.4.1 Elementos de una falla.....	39
3.4.2 Importancia práctica del estudio de las fallas.....	41

CAPÍTULO IV: ELEMENTOS DE GEODINÁMICA INTERNA Y EXTERNA. METEORIZACIÓN Y EROSIÓN. FORMACIÓN DEL SUELO. RECONOCIMIENTO DE LOS SUELOS. ACTIVIDAD GEOLÓGICA DE LOS RÍOS Y LOS MARES. AGUAS SUBTERRÁNEAS. DESLIZAMIENTOS DE TIERRA. EL CARSO Y SUS IMPLICACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN	43
4.1 Elementos de Geodinámica	43
4.2 Meteorización y erosión.....	44
4.2.1 Meteorización	44
4.2.2 La erosión.....	44
4.3 Formación del suelo.....	44
4.4 Perfil geológico del suelo	44
4.5 Actividad geológica de los ríos y mares	45
4.5.1 Hidratación	46
4.5.2 Aguas Subterráneas	46
4.5.3 Rocas acuíferas	47
4.5.4 Acuífero libre.....	47
4.5.5 Problemas que ocasionan las Aguas Subterráneas para la construcción....	48
4.6 El Carsismo	48
4.6.1 Problemas del Carsismo para la construcción.....	48
CAPÍTULO V: INVESTIGACIONES INGENIERO – GEOLÓGICA. LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO. MAPAS GEOLÓGICOS. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	49
5.1 Investigaciones geológicas	49
5.2 Pasos de la investigación ingeniero geológica.....	49
5.3 Levantamiento geológico	53
5.4 Interpretación de los mapas geológicos.....	53
CAPÍTULO VI: PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS. RELACIONES FUNDAMENTALES VOLUMÉTRICAS Y GRAVIMÉTRICAS	55
6.1 Tipos de suelos por su origen.....	55
6.2 Estructura de los suelos	57
6.3 Depósito de suelo y análisis granulométrico	58
6.4 Consistencia del suelo.....	64
6.5 Clasificación del suelo	65
6.5.1 Sistemas de clasificación.....	65
CAPÍTULO VII: SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS. CAPILARIDAD Y PERMEABILIDAD	67
7.1 Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)	69
7.2 Procedimiento paso a paso para la clasificación de suelo.....	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Relación Geología-Ingeniería Civil	15
Tabla 2: Minerales comunes en las rocas metamórficas.....	28
Tabla 3: Clasificación simplificada de las principales rocas metamórficas	29
Tabla 4: Clasificación de algunas rocas sedimentaria y productos relacionados	30
Tabla 5: Clasificación simplificada de las rocas sedimentarias.....	31
Tabla 6: Espaciamiento de calas según proyecto para las redes de perforación con la densidad y profundidad requerida	52
Tabla 7: Profundidad de las calas en cimentación de edificios (m).....	52
Tabla 8: Límites de tamaño de suelos separados (pág.3 L/T Brajas M. Das).....	58
Tabla 9: Tamaño de maya estándar en EE.UU. (pág.8 L/T Brajas M. Das).....	59
Tabla 10: Análisis por medio de mallas (masa de muestra de suelo seco = 450g). (pág.9 L/T Brajas M. Das)	60
Tabla 11: Resultados de un análisis por cribado	62
Tabla 13: Descripción cualitativa de depósitos de suelo granular. (pág. 23 L/T Brajas M. Das).....	65
Tabla 14: Relación de vacío, contenido de agua y peso específico seco. (pág. 23 L/T Brajas M. Das)	65
Tabla 15: Sistema de clasificación AASHTO.....	71
Tabla 16: Símbolos de grupo para suelo tipo grava	72
Tabla 17: Símbolos de grupo para suelos arenosos	73
Tabla 18: Símbolos de grupo para suelos limosos y arcillosos	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Elementos de un estrato (pág. 172 L/T Geología para Ingenieros T: I Sergio Paz).....	32
Figura 2: Rumbo y buzamiento de un estrato (pág. 178 L/T Geología para Ingenieros T: I Sergio Paz)	32
Figura 3: Elementos de una falla (pág. 259 L/T Geología para Ingenieros T: I Sergio Paz).....	39
Figura 4: Curvas de distribución de tamaño de partículas (curvas granulométricas). (pág.12 L/T Brajas M. Das)	58
Figura 5: Tipos diferentes de curvas gravimétricas (pág.12 L/T Brajas)	59
Figura 6: (a) Elemento de suelo en estado natural, (b) tres fases de elementos de suelo. (Pág.18 L/T Brajas M. Das).....	61
Figura 7: Tres fases separadas de un elemento de suelo con volumen de sólidos de suelo igual a 1. (Pág.21 L/T Brajas M. Das).....	62
Figura 8: Límites de Atterberg (Pág.27 L/T Brajas M. Das)	64
Figura 9: Carta de plasticidad (Pág.34 L/T Brajas M. Das).....	64

CAPÍTULO I: LA GEOLOGÍA. SU ALCANCE E IMPORTANCIA PARA LA INGENIERÍA CIVIL. ELEMENTOS DE MINERALOGÍA: DESCRIPCIÓN, CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES DE LOS MINERALES

Objetivo

Caracterizar la asignatura, su objeto de estudio, la geología, y alcance, así como su interdisciplinariedad con otras ciencias, a través de la carrera de Ingeniería Civil, logrando inculcar en el estudiante la F.V como respeto a las legislaciones, normas y regulaciones del país..

Introducción

El lugar para ubicar un supermercado fue fijado estratégicamente en la intersección de dos calles principales, aunque la mayor parte del terreno era la ladera de la colina. A fin de disponer de suficiente espacio horizontal para la construcción del edificio y para el estacionamiento de los automóviles, se hizo un amplio de corte al pie de talud, lo que aumentó la pendiente de la ladera, pero como el suelo era aparentemente muy firme, el constructor supuso que estaría segura. Unos meses después, el propietario notó que se levantaba la esquina posterior de su nuevo edificio que estaba a seis metros del pie del corte, al mismo tiempo, la calzada entre el edificio y la colina se hacía más angosta. Según el constructor, la causa de este fenómeno era el deslizamiento de la tierra al pie del talud, por lo cual construyó un muro de sostenimiento de tierras de concreto para impedir el movimiento. En vez de detenerse el deslizamiento, el muro y la colina se movieron hacia el edificio y la ladera para soportar el muro de concreto y la colina. El movimiento continuo del mismo modo. Finalmente, y ya desesperado, construyó una viga horizontal de concreto armado contra el tablestacado soportada por pilotes inclinados de acero de sección H hincados hasta la roca. La ladera, el muro, el tablestacado y la viga continuaron avanzando hacia el edificio.

Una investigación de las condiciones del suelo reveló que la arcilla firme de la ladera de la colina adsorbió agua, y se expansionó cuando el peso sobre el suelo se redujo al hacerse el corte del pie de talud. La expansión se produjo lentamente, por eso el talud recién excavado parecía estable. El suelo expansionado era mucho más débil que en su estado natural y no podía sostenerse así mismo con la nueva pendiente del talud. El muro de sostenimiento de tierras y el tablestacado se proyectaron, siguiendo las fórmulas usuales, y fueron insuficientes para resistir la masa de tierra sin soporte, que se movía en la ladera.

El proyecto no era y el costo de excavación y edificio fue de un poco más de 100,000 dólares. El costo del muro de sostenimiento, el tablestacado y la viga de hormigón fue de 80,000 dólares, casi tanto como el costo del proyecto original, pero fue inútil para corregir los defectos. En ese momento la totalidad del proyecto era un desastre económico, porque las obras de reparación de la inestable ladera fueron más costosas que el propio edificio.

Ingeniería y Tecnología

