

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

MANUAL DIGITALIZADO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (PARTE I)

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Sánchez Zurita, Yraidis Maria
Para optar al Título de
Ingeniero Civil

Caracas, 2008

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

MANUAL DIGITALIZADO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (PARTE I)

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Bernarda Romero

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Sánchez Zurita, Yraidis Maria
Para optar al Título de
Ingeniero Civil

Caracas, 2008

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y acompañarme en cada minuto de la carrera.

A mi madre: Yacira, quien me enseñó el valor de la educación y ha sido mi mayor ejemplo de fortaleza y humildad.

A todos aquellos que hicieron posible que alcanzara mis sueños muchas gracias.

Yraidis Sánchez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme puesto siempre en el lugar correcto y haberme bendecido con las cualidades para ser Ingeniero.

A mi tutora la Profesora Bernarda Romero, por su empeño, ánimo y comprensión.

A los profesores Leonardo Rodríguez y Ruben Benarroch por su tiempo y sugerencias.

Muy especialmente al profesor Javier López por su apoyo incondicional.

A mis familiares y amigos, por estar allí para brindarme esa mano amiga sin la que habría sido imposible alcanzar mis metas. Especialmente a mi madre, y a mi amiga y compañera Roselys Rodríguez.

A la Universidad y a todos los profesores que con su mística y dedicación me han formado, al brindar todos sus conocimientos.

Sánchez Zurita Yraidis María

“MANUAL DIGITALIZADO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (PARTE I)”

Tutor Académico: Prof. Bernarda Romero.

Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería.

Escuela de Ingeniería Civil. 2008, N° pág. 49

Palabras Clave: Manual, Laboratorio de Suelos.

Resumen.

La Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UCV, ha emprendido una serie de acciones destinadas a modernizar y actualizar la formación de los futuros ingenieros, en base a las técnicas disponibles en el siglo XXI, las cuales evidentemente no se disponían anteriormente. En este sentido, se realizó el presente trabajo especial de grado, con la finalidad de modernizar parte del material de apoyo recomendado actualmente para la realización del **“Laboratorio de Mecánica de Suelos I”**.

El **“MANUAL DIGITALIZADO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (PARTE I)”**, es una herramienta para los estudiantes de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela o para cualquier profesional del área, que le permitirá familiarizarse con los ensayos de laboratorio de suelos típicos que deben ser aplicados a todo suelo antes de proyectarse cualquier obra civil.

Este manual está basado en el Manual de Ensayos de Laboratorio en Mecánica de Suelos elaborado por el Ing. Celso Ugas, que es actualmente el

material de apoyo recomendado a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Central de Venezuela.

La herramienta digitalizada pondrá al alcance de todo usuario que posea una computadora que trabaje bajo ambiente Windows y que contenga las aplicaciones de Microsoft Office, las definiciones y generalidades, metodología, formatos de planillas de laboratorio y ejemplos de cálculos, de nueve (09) de los ensayos de laboratorio pertenecientes a la cátedra Mecánica de Suelos I de la Escuela de Ingeniería Civil de Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. Además de la adición de un ensayo nuevo identificado como número diez. Dichos ensayos son: (1) Exploración y Muestreo, (2) Identificación de los Suelos (Procedimiento Visual-Manual), (3) Contenido de Humedad, (4) Densidad, (5) Granulometría, (6) Límites de Consistencia, (7) Clasificación de los Suelos, (8) Compactación, (9) Relación de Soporte California (C.B.R.) y (10) Azul de Metileno.

INDICE

CAPÍTULO I

I.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
I.2.- MARCO REFERENCIAL	5
I.3.- OBJETIVOS	
I.3.1.- Objetivo General	6
I.3.2.- Objetivos Específicos	6

CAPÍTULO II

II.1.- PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS	
II.1.1.- Contenido de Humedad	8
II.1.2.- Densidad	9
II.1.3.- Granulometría	9
II.1.4.- Límites de Consistencia	9
II.1.5.- Clasificación de los Suelos	10
II.1.5.1.- Clasificación por textura	10
II.1.5.2.- Clasificación para propósitos de ingeniería	11
II.2.- PROPIEDADES HIDRAULICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS	15
II.3.- PROGRAMA DE PRESENTACION DEL MANUAL Y METODO DE PROCESAMIENTO DE DATA PARA VALIDACIÓN	16
II.3.1.- Aplicación de Linasoft: Autoplay Menu Builder	16
II.3.2.- Método Likert	16

CAPÍTULO III

III.1.- TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
III.2.- OBJETO DE ESTUDIO	19
III.3.- ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	19
III.3.1.- Recopilación de Información Básica	20
III.3.2.- Procesamiento de la Información Básica	20
III.3.3.- Conceptualización de la herramienta y selección de los programas de presentación	21
III.3.4.- Recopilación de Información Visual	21
III.3.5.- Creación de archivos por nivel de información	21
III.3.6.- Creación del Manual Digitalizado en su versión para la validación	22
III.3.7.- Validación	22
III.3.8.- Procesamiento de los datos de la validación y presentación de resultados	28

CAPÍTULO IV

IV.1.- HERRAMIENTA CONCEPTUALIZADA	30
IV.2.- CARACTERÍSTICAS Y ACCESO AL MANUAL	30
IV.3.- VALIDACIÓN	37
IV.3.1.- Comentarios Validación Estudiantes	41
IV.3.2.- Comentarios Validación Expertos	42
IV.4.- Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I) (Versión Definitiva)	43

CAPITULO V

V.1.- CONCLUSIONES	46
V.2.- RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49

ANEXOS

ANEXO N°1. ENCUESTAS DE VALIDACIÓN

ANEXO N°2. ARCHIVOS IMPRESOS DEL MANUAL DIGITALIZADO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (PARTE I)

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resultados encuesta de validación aplicada a estudiantes	39
Tabla 2.	Resultados encuesta de validación aplicada a expertos	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Sistema de Clasificación por Textura desarrollado por el USDA	11
Figura 2.	Sistema de Clasificación propuesto por la AASHTO para Materiales Granulares	12
Figura 3.	Sistema de Clasificación propuesto por la AASHTO para Materiales Limo-Arcilla	13
Figura 4.	Parámetros utilizados en el Sistema de Clasificación propuesto por la AASHTO	13
Figura 5.	Diagrama de Flujo de Conceptualización del Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)	31
Figura 6.	Ventana Principal Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)	32
Figura 7.	Ventana 2 Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)	33
Figura 8.	Ventana 3 Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)	34
Figura 9.	Ventana Granulometría Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)	35

INTRODUCCIÓN

Actualmente nos encontramos en la era de la computación, una época en la que el uso y manejo de la computadora se ha hecho indispensable debido a sus múltiples utilidades. Consciente de esta realidad y con el objeto de aprovechar los avances tecnológicos para mejorar las herramientas de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Central de Venezuela en lo referente a la cátedra Mecánica de Suelos I, se elaboro el Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I), basado en el Manual de Laboratorio en Mecánica Suelos (Ing. Celso Ugas. Edición 1985).

La herramienta diseñada busca poner al alcance de los estudiantes la información básica para la ejecución de nueve (9) de los ensayos que forman parte del contenido de la asignatura Mecánica de Suelos I, teniendo presente que la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Central de Venezuela no forma técnicos ni especialistas de laboratorio, sino Ingenieros que deben ser capaces de interpretar los resultados de laboratorio antes de emprender el diseño y/o construcción de cualquier obra civil.

El Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I), contiene los marcos teóricos y metodológicos descritos en el Manual de Laboratorio en Mecánica Suelos (Ing. Celso Ugas. Edición 1985), los cuales son los aprobados por la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y posee como valor agregado modelos de planilla de laboratorio, ejemplos de cálculo y un formato visual que permitirá al usuario el familiarizarse con cada ensayo antes de la práctica.

Considerando el posible uso académico del manual diseñado, se realizó la validación del mismo mediante encuestas realizadas a un grupo de expertos y

estudiantes que cursan actualmente la cátedra Mecánica de Suelos I; los resultados de estas encuestas así como el planteamiento del problema, objetivos, marco teórico, método, resultados, análisis, conclusiones y recomendaciones se exponen en los cinco (5) capítulos que contiene este informe, destacándose la presentación del producto final en su formato digital en un cd adjunto al presente trabajo.

CAPÍTULO I

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
MARCO REFERENCIAL
OBJETIVOS**

I.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mecánica de suelos es una ciencia que tiene dentro de sus finalidades aplicar el método científico para determinar las propiedades índice, hidráulicas y mecánicas de los suelos, mediante ensayos de laboratorio.

Para la Ingeniería Civil, cuyo objetivo principal es el diseño, cálculo, construcción y mantenimiento de estructuras, conocer el tipo y propiedades mecánicas del suelo donde se ejecutará la obra constructiva es fundamental, ya que de ello depende el factor de seguridad a aplicar y la selección de la infraestructura de fundación a utilizar. Por esta razón, es necesario que el estudiante de Ingeniería Civil esté en capacidad de identificar y conocer al menos los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos básicos y sus límites de tolerancia, para que sea capaz de interpretar los resultados y de reconocer si dichos resultados son o no correctos.

La escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Central de Venezuela, con el objeto de formar profesionales incluye dentro de su pensum de estudios la cátedra Mecánica de Suelos I, la cual posee dentro de sus objetivos el que todo estudiante se familiarice con una serie de ensayos que complementan la información teórica, estos ensayos son realizados actualmente de acuerdo a los parámetros metodológicos especificados en el Manual de Laboratorio en Mecánica Suelos (Ing. Celso Ugas. Edición 1985).

El manual mencionado resume la metodología aprobada por la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), sin embargo, debido a la fecha de su elaboración y a la ausencia en aquella época de los avances tecnológicos actuales, dicho manual presenta un formato que puede ser mejorado de manera que la información que lo constituye sea mucho

mas visual y de mejor comprensión para el usuario. Esta es la razón de ser del presente trabajo.

El “MANUAL DIGITALIZADO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (PARTE I)” es una herramienta que basándose en el manual del Ing. Celso Ugas presenta en un formato visual y mucho más amigable que podrá ser apreciado en cualquier computador que trabaje bajo ambiente Windows y que posea las aplicaciones de Microsoft Office; las definiciones básicas, metodología, formatos tipo, y ejemplos de cálculo de los ensayos siguientes:

1. Exploración y Muestreo
2. Identificación de los Suelos (Procedimiento Visual-Manual)
3. Contenido de Humedad
4. Densidad
5. Granulometría
6. Límites de Consistencia
7. Clasificación de los Suelos
8. Compactación
9. Relación de Soporte California (C.B.R.)
10. Azul de Metileno

I.2.- MARCO REFERENCIAL

La cátedra Mecánica de Suelos I perteneciente al pensum de estudios de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, contiene dentro de sus objetivos y alcance, como complemento de la información teórica la ejecución de una serie de ensayos de laboratorio para permitir que el estudiante se familiarice con los procedimientos que rigen la obtención de los datos geotécnicos básicos para el diseño y ejecución de cualquier obra civil.

La parte práctica de la asignatura comprende 3 horas semanales de laboratorio cuya evaluación se basa en la presentación de informes técnicos que reporten, procesen y analicen los resultados obtenidos en las prácticas, nueve (9) de estas prácticas son: (1) Exploración y Muestreo, (2) Identificación de los Suelos (Procedimiento Visual-Manual), (3) Contenido de Humedad, (4) Densidad, (5) Granulometría, (6) Límites de Consistencia, (7) Clasificación de los Suelos, (8) Compactación y (9) Relación de Soporte California (C.B.R.).

Para la ejecución de las prácticas mencionadas, se les recomienda a los estudiantes consultar el Manual de Laboratorio de Suelos elaborado por el Ing. Celso Ugas (Edición 1985).

I.3.- OBJETIVOS

I.3.1.- Objetivo General

Diseñar un recurso digitalizado, mediante el uso de programas de presentación existentes, que permita al usuario conocer e identificar la metodología de nueve (9) de los ensayos de laboratorio de la cátedra Mecánica de Suelos I, aplicados en el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad Central de Venezuela dentro del marco de la parte práctica de la asignatura.

I.3.2.- Objetivos Específicos

1. Compilar los aspectos técnicos aplicables a las metodologías utilizadas para determinar las propiedades índice y mecánicas de los suelos, que forman parte del pensum de estudios de la cátedra Mecánica de Suelos I de la Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela.
2. Establecer el objetivo, definiciones básicas y metodología correspondiente a cada uno de los nueve (9) ensayos, basados en el Manual de Laboratorio en Mecánica Suelos (Ing. Celso Ugas. Edición 1985).
3. Conceptualizar la herramienta digitalizada.
4. Seleccionar el programa de presentación a utilizar para la construcción de la herramienta.

5. Transformar la herramienta conceptualizada en una herramienta digitalizada mediante el uso del programa de presentación seleccionado, a fin de hacer del nuevo manual un instrumento de aprendizaje amigable y eficaz, que permita al usuario familiarizarse con la metodología de ensayo y tener claros los conceptos y definiciones básicas.

6. Validar la herramienta para su posible uso académico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

La Mecánica de Suelos puede definirse como la rama especializada de la ingeniería civil, de carácter fundamentalmente físico, que estudia los materiales perturbados por alguna obra de ingeniería o utilizados como material de construcción para las mismas.

A continuación se presentan los conceptos y/o definiciones de la mecánica de suelos que están involucrados directamente con el Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)

II.1.- PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS

Las propiedades índice de los suelos son todas las características que permiten ubicarlo en una categoría de clasificación. Dichas características son básicamente: contenido de humedad, densidad, granulometría y límites de consistencia.

II.1.1.- Contenido de Humedad

En una muestra de suelo, es la relación entre el peso de agua libre más la absorbida (W_w) y el peso de la muestra secada al horno (W_s) a una temperatura constante de $105 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 24 horas o hasta que no se registre variación en el peso. Si el suelo contiene material orgánico la temperatura de secado en el horno no debe sobrepasar los 60°C para evitar las alteraciones de las sustancias que lo constituyen.

II.1.2.- Densidad

La densidad del suelo es la relación entre el peso unitario de las partículas sólidas y el peso unitario del agua destilada a una temperatura de 4°C. Este parámetro por si solo no da ninguna información relevante, sin embargo se emplea para determinar propiedades como porosidad y relación de vacíos, así como en estudios de consolidación, cálculo del grado de saturación y otros.

II.1.3.- Granulometría

La granulometría o distribución granulométrica de un suelo es la separación del mismo en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de las partículas que lo componen; las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, en forma correlativa para las distintas fracciones, de tal modo que el máximo de una fracción es el mínimo de la que le sigue correlativamente.

II.1.4.- Límites de Consistencia

Los límites de consistencia o límites de Atterberg se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua que posean. Así, un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido.

El contenido de agua con que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro y en mecánica de suelos interesa fundamentalmente conocer el

rango de humedades, para el cual el suelo presenta un comportamiento plástico, es decir, acepta deformaciones sin romperse (plasticidad).

El método usado para medir estos límites de humedad fue ideado por Atterberg a principios de siglo a través de dos ensayos que definen los límites líquido y plástico.

II.1.5.- Clasificación de los Suelos

Existen diversos sistemas de reclasificación de los suelos, según su aplicación y sirven para proporcionar un lenguaje que permita expresar de la forma más unificada posible las características generales del suelo, las cuales existen en variedad infinita y sin descripción detallada. A continuación se presentan los sistemas de clasificación más utilizados:

II.1.5.1.- Clasificación por Textura

El sistema de clasificación por textura divide a los suelos en grava, arena, limo y arcilla según la base o mayor porcentaje de las partículas que lo componen, encontrándose así suelos arcillo arenosos, arcillo limosos y otros. En la Figura 1 se muestra un sistema de clasificación por textura desarrollado por el U.S. Department of Agricultura (USDA).

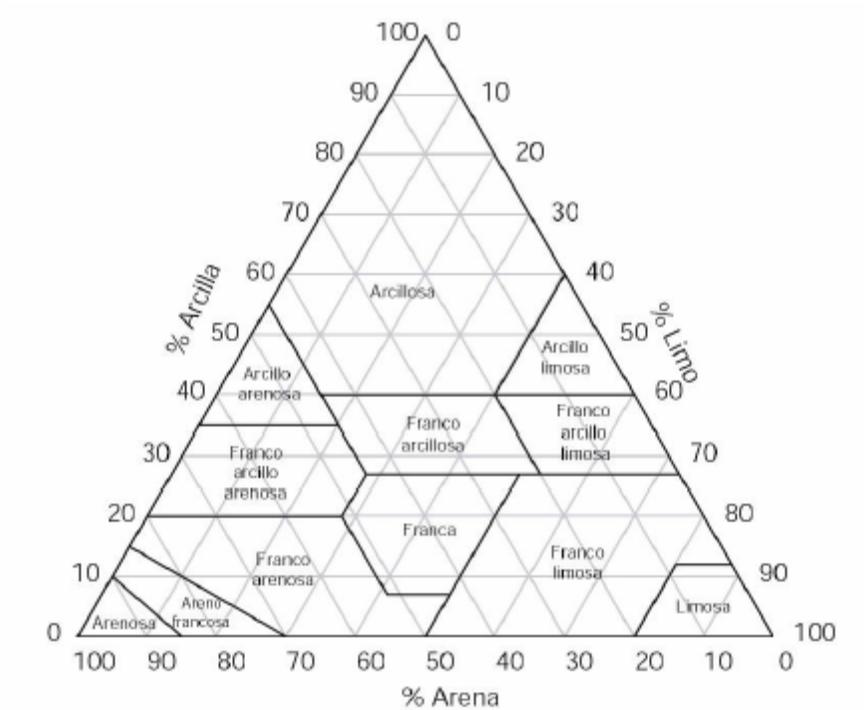


Figura 1. Sistema de Clasificación por Textura desarrollado por el USDA
Fuente: "Manual para uso personal cortesía de ICCE Ingeniería"

II.1.5.1.- Clasificación para propósitos de Ingeniería

Debido a que la clasificación por textura se basa únicamente en la distribución del tamaño de las partículas y a que la cantidad y tipo de minerales presentes en el suelo definen sus propiedades físicas; para propósitos de ingeniería, actualmente existen dos (2) sistemas de clasificación utilizados por ingenieros especializados en mecánica de suelos. Ambos sistemas toman en cuenta la granulometría y los límites de consistencia de suelo. Estos son el sistema de clasificación de la AASHTO

(American Association of State Highway and Transportation Officials) usado en la rama de vialidad, y el Sistema de Clasificación Unificado.

II.1.5.1.1.- Sistema de Clasificación AASHTO

El sistema de clasificación AASHTO fue desarrollado en 1929 por el Public Road Administration System y fue sometido a diversas revisiones hasta llegar a la versión mostrada en las Figuras 2 y 3. De acuerdo con este sistema, el suelo es clasificado en siete grupos principales: A-1 hasta A-7. Los primeros tres grupos contienen materiales granulares de los cuales el 35% o menos de las partículas pasan a través del tamiz N°200, mientras que suelos donde más del 35% pasan a través del tamiz N°200 se clasifican en los grupos restantes. Este sistema de clasificación se basa en los parámetros expuestos en las Figura 3.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasan el tamiz N°200)						
	A-1			A-2			
	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis del tamizado (porcentaje que pasa)							
N° 10	50 max.		51 min.				
N° 40	30 max.	50 max.	10 max.				
N° 200	15 max.	25 max.		35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
características de la fracción que pasa el tamiz N°40							
Limite liquido				40 max.	41 max.	40 max.	41 min.
Índice de plasticidad	6 max.	6 max.	NP	10 max.	10 min.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de los materiales constituyentes	Fragmento de roca, Grava y arena		Arena fina	Grava con limo o arcilla y arena			
Evaluación general de la subrasante	Excelente a bueno						

Figura 2. Sistema de Clasificación propuesto por la AASHTO para Materiales Granulares

Fuente: "Manual para uso personal cortesía de ICCE Ingeniería"

Clasificación general	Materiales limo – Arcilla (más del 35% del total de la muestra pasa el tamiz N°200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 ^a A-7-6 ^b
Clasificación de grupo				
Análisis de tamiz (porcentaje que pasa) N° 10 N° 40 N° 200	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características de la fracción que pasa el tamiz N°200				
Limite liquido	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Índice de plasticidad	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de los materiales constituyentes	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
^a Para A-7-5, IP ≤ LL-30				
^b Para A-7-6, IP > LL-30				

Figura 3. Sistema de Clasificación propuesto por la AASHTO para Materiales Limo-Arcilla
Fuente: "Manual para uso personal cortesía de ICCE Ingeniería"

<p>1. Tamaño del grano</p> <p>a. Grava: fracción que pasa el tamiz de 75mm (3 pulg) y es retenido en el tamiz N°10 (2mm).</p> <p>b. Arena: fracción que pasas el tamiz N°10 (2mm) y es retenido por el tamiz N°200 (0.075mm).</p> <p>c. Limo y arcilla: fracción que pasa el tamiz N°200</p> <p>2. Plasticidad: el termino <i>limoso(silty)</i> es aplicado cuando la fracción de finos del suelo tienen un índice de plasticidad de 10 o menor. El término <i>arcilloso(clayey)</i> es aplicado cuando la fracción de finos tienen un índice de plasticidad de 11 o mayor.</p> <p>3. Si se encuentra cascajo (<i>cobbles</i>) y canto rodado (<i>Boulders</i>) (tamaño mayor a 75mm), estos son excluidos de la porción de la muestra de suelo de la cual se realiza la clasificación. Sin embargo, el porcentaje de este material es registrado.</p>

Figura 4. Parámetros utilizados en el Sistema de Clasificación propuesto por la AASHTO
Fuente: "Manual para uso personal cortesía de ICCE Ingeniería"

La modificación más importante introducida en esta clasificación es la evaluación de los suelos por medio de índices; denominados "Índices de grupo" los cuales dan a conocer la calidad del suelo.

La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su grado de plasticidad y en el porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200. Aquellos suelos que tienen un comportamiento similar, se hallan dentro de un mismo grupo, y están representados por un determinado índice. Los índices de grupo se representan por números enteros y varían según el tipo de suelo, tal como se indica a continuación:

Suelo	Índice de Grupo (IG)
Granular	0-4
Limoso	8-12
Arcilloso	11-20

II.1.5.1.2.- Sistema de Clasificación Unificado

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) deriva de un sistema desarrollado por A. Casagrande para identificar y agrupar suelos en forma rápida en obras militares durante la guerra.

Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos, de granos gruesos y de granos finos. Los primeros tienen más del 50 por ciento en peso de granos mayores que 0,074 mm; se representan por el símbolo G si más de la mitad, en peso, de las partículas gruesas son retenidas en tamiz 5 mm, y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz 5 mm.

A la G o a la S se les agrega una segunda letra que describe la gradación: W, buena gradación con poco o ningún fino; P, gradación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla.

Los suelos finos, con más del 50 por ciento bajo tamiz 0,08 mm, se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O).

Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 y H, si es mayor.

Dentro de la clasificación de suelos es de gran importancia para el Ing. Civil conocer si en el suelo existe o no presencia de montmorillonitas, estos son minerales del grupo de los silicatos con composición química inconstante cuya característica principal es la facilidad de expansión en presencia de agua. Debido a esta propiedad expansiva, cuando se desea construir obras civiles sobre suelos con alto contenido de estos minerales, deben tomarse factores de seguridad importantes.

Generalmente, los ensayos para cuantificar el porcentaje de montmorillonitas en un suelo son bastante complejos, a excepción del ensayo de azul de metileno, el cual será desarrollado en el manual digitalizado.

II.2.- PROPIEDADES HIDRÁULICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS

Las propiedades Hidráulicas y Mecánicas de los suelos son aquellas que permiten predecir el comportamiento del suelo cuando sea sometido a una carga distinta a la que soporta en estado natural y/o el proceso más favorable para que una masa de suelo alcance sus condiciones óptimas cuando es utilizado como material de construcción. Para tratar estas propiedades es necesario definir términos como Permeabilidad, Consolidación, Corte y Compactación entre otros.

En el "Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)" solo se hace mención al ensayo de compactación, entendiéndose por compactar, a la operación previa, para aumentar la resistencia superficial de un terreno sobre el cual deba construirse una obra civil y consiste en aplicar la

cantidad de energía necesaria para producir una disminución apreciable del volumen del material utilizado.

II.3.- PROGRAMA DE PRESENTACIÓN DE MANUAL Y MÉTODO DE PROCESAMIENTO DE DATA PARA VALIDACIÓN

II.3.1.- Aplicación de Linasoft: Autoplay Menu Builder

Utilidad, que permite crear la interface para los menús de CD-ROMS sin necesidad de ningún tipo de experiencia. Es un programa que incluye una serie de plantillas predeterminadas que varían según el tipo de menú que se desee realizar ya que va desde uno destinado a un CD de muestra de algún producto de software, al de una película o un tutorial.

Las plantillas son totalmente modificables pudiendo añadir, eliminar o modificar cualquier elemento de los que se encuentren en ella.

II.3.2.- Método Likert

Cualquier herramienta académica debe ser validada y ello implica conocer la opinión de quienes están en capacidad de evaluar su utilidad y eficacia, bien sea expertos en la materia o posibles usuarios.

Esta validación requiere de un método que permita procesar data y para ello es necesario seleccionar un instrumento de medición que permita analizar correctamente las opiniones recolectadas.

El método más apropiado encontrado para validar el "Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)" fue el Método Likert.

El Método Likert fue desarrollado por Rensis Likert en los años treinta, y es actualmente un enfoque vigente y popularizado. Consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide la reacción de los sujetos a los que se administra.

Se presenta cada afirmación y se pide al sujeto que externé su reacción eligiendo uno de los cinco puntos de la escala (totalmente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo y muy en desacuerdo). A cada punto se le asigna un valor numérico y se considera un dato nulo aquel que posea dos o más respuestas.

Las puntuaciones de las escalas Likert se obtienen sumando los valores obtenidos respecto a cada frase y pueden considerarse altas o bajas según el número de ítems o afirmaciones de la encuesta, por ejemplo en una escala de ocho ítems, la escala mínima es de ocho ($1+1+1+1+1+1+1+1$) y la máxima es de 40 ($5+5+5+5+5+5+5+5$).

Existen dos formas básicas de aplicar una escala Likert. La primera es de una manera auto administrada: se le entrega la escala al entrevistado y este marca respecto a cada afirmación, la categoría que mejor describe su reacción o respuesta. Es decir, marcan su respuesta.

La otra forma es la entrevista; un entrevistador lee las afirmaciones y alternativas de respuesta al sujeto y anota lo que este conteste. Cuando se aplica vía entrevista, es muy necesario que le entregue al individuo una tarjeta donde se muestran las alternativas de respuesta o categorías.

CAPÍTULO III

MÉTODO

III.1.- TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo especial de grado refiere a una investigación Descriptiva y Proyectiva, ya que, clasificó e identificó nueve (9) de los ensayos que permiten determinar las propiedades índice y mecánicas de los suelos que forman parte del pensum de la cátedra Mecánica de Suelos I dictada en la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, para iniciar la mejora del manual de laboratorio de mecánica de suelos existente mediante la creación de una herramienta digitalizada.

III.2.- OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio del problema planteado, está definido por la importancia del aprovechamiento de la tecnología como instrumento de aprendizaje o remembranza en la Mecánica de Suelos básica y está limitado a los conocimientos fundamentales que todo Ingeniero Civil debe obtener al cursar la materia que a este tópico se refiere que se encuentran expuestos en el Manual de Laboratorio en Mecánica Suelos (Ing. Celso Ugas. Edición 1985).

Para evaluar el problema planteado, se tomó en cuenta que la herramienta propuesta sería de carácter consultivo, sin pretender la sustitución de los textos o investigaciones existentes que obligatoriamente todo profesional dedicado al área de la Mecánica de Suelos ha de conocer.

III.3.- ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

En todo trabajo de investigación, es indispensable delimitar los procedimientos a través de los cuales se podrán obtener los resultados; para ello es necesario establecer los procedimientos y actividades que permitirán recopilar,

analizar y comparar la información obtenida a fin de alcanzar los objetivos planteados; con este propósito, a continuación se describen las etapas de la investigación que rigen este trabajo:

III.3.1.- Recopilación de Información Básica

Para responder a los objetivos 1 y 2, se emplearon técnicas de recolección de la información orientadas a: 1) establecer los aspectos teóricos relacionados con las propiedades Índice y Mecánicas de los suelos, 2) identificar los diez (10) ensayos que contiene el manual digitalizado y la metodología que corresponde a cada uno de ellos de acuerdo a lo expuesto en el manual recomendado a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela (Ing. Celso Ugas 1985), 3) Definir y enmarcar los conocimientos fundamentales que facilitaran la mejor comprensión de los objetivos, definiciones y metodología de cada ensayo.

III.3.2.- Procesamiento de la Información Básica

Luego de recopilar la información, se procedió a analizarla y clasificarla de acuerdo al grado de importancia para la investigación y a los parámetros que componen los requerimientos para cada ensayo.

Esta etapa contribuyó a la demarcación y creación de los cuatro (4) niveles de información para cada ensayo de laboratorio, que se encuentran al alcance del usuario en el manual digitalizado: objetivos, definiciones básicas, metodología, cálculos tipo (donde aplique) y formatos de planillas de laboratorio.

III.3.3.- Conceptualización de la herramienta y selección de los programas de presentación

En función de la información procesada se conceptualizó la herramienta mediante la creación de un diagrama de flujo que indica con detalle los niveles de información al alcance del usuario para cada ensayo.

Todo lo anterior permitió identificar y establecer el programa apropiado para la presentación de la herramienta.

III.3.4.- Recopilación de Información Visual

Sin olvidar que el presente trabajo no pretende sustituir texto alguno, una vez conceptualizada la herramienta y definido el programa de presentación; se recopiló la información visual que permitiría la mayor comprensión de los tópicos expuestos y la familiarización del usuario con cada ensayo de laboratorio. Esta información visual, está constituida por fotografías con los aspectos más resaltantes de cada prueba, como preparación preliminar, cambios de color o volumen en las muestras, fracturas u otros. Todos, detalles que sirvieron para complementar la información ya procesada y seleccionada de cada ensayo.

III.3.5.- Creación de Archivos por nivel de información

Teniendo presentes los cuatro (4) niveles de información que se encuentran al alcance del usuario en el Manual Digitalizado, se crearon archivos en diferentes formatos, a saber: 1) Archivos en formato Power Point (Microsoft Office) (Microsoft Office) para cada prueba de laboratorio con la metodología paso a paso, 2) Archivos en formato PDF (Adobe Systems) con los objetivos, definiciones y generalidades 3) Archivos en formato PDF (Adobe Systems) con la metodología

para imprimir 4) Archivos en formato Power Point (Microsoft Office) con un ejemplo de cálculo para los ensayos en los que aplique y 5) Archivos en formato PDF (Adobe Systems) con los formatos requeridos para la recopilación de datos de cada prueba de laboratorio.

III.3.6.- Creación del Manual Digitalizado en su versión para la validación

Posteriormente a la creación de los diferentes archivos se creó el Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I) mediante el uso de la aplicación Autoplay Menu Builder, programa de Linasoft.

III.3.7.- Validación

Partiendo de las características de eficacia y amigabilidad del Manual diseñado y considerando su futuro uso académico, se creó una encuesta a ser aplicada a un grupo de estudiantes y de expertos a fin de validar el Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I), esta encuesta se realizó siguiendo los lineamientos del instrumento de medición seleccionado, Método Likert.

La validación se dividió en dos (2) etapas o niveles, el primero constituido por estudiantes de la cátedra Mecánica de Suelos I en la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela y el segundo formado por un grupo de tres (3) expertos en el área de mecánica de suelos, a saber: Prof. Leonel Rodríguez (Encargado del Laboratorio de Mecánica de Suelos del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad Central de Venezuela), Prof. Gabriela Tedesco (Profesora del Laboratorio de Mecánica de Suelos I de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela) e Prof. Rubén Benarroch (Profesor de la Cátedra Mecánica de Suelos I

en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela).

El primer nivel a cargo de los estudiantes consistió en evaluar la práctica de granulometría que estaban por ejecutar, la cual fue enviada por e-mail antes de dicha práctica. Mientras que a los expertos se les entregó el manual completo en su formato de presentación final.

A continuación se presentan los modelos de las encuestas realizadas a cada grupo.

Encuesta de Validación del Manual Digitalizado de Suelos I

Aplicada a los estudiantes que cursan actualmente la Cátedra Mecánica de Suelos I

Ensayo: Granulometría

Actualmente, se está elaborando el Trabajo Especial de Grado "Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)" y con la finalidad de validar dicho trabajo, e introducir mejoras al material ya preparado, se le suministra la Práctica de Granulometría para su revisión.

A continuación encontrará una serie de preguntas, que le permitirán dar su opinión respecto al material mencionado.

Lea atentamente cada pregunta y luego señale con una X, el recuadro que mejor indique su grado de acuerdo o desacuerdo con lo que se expresa en la opinión dada. La escala a utilizar, es la siguiente:

TA = Totalmente de Acuerdo (la acepta sin reparos)

DA = De Acuerdo (la acepta, pero no completamente)

IN = Indeciso (ni de acuerdo, ni en desacuerdo)

ED = En Desacuerdo (no la acepta)

TD = Totalmente en Desacuerdo (no la aceptaría por ningún motivo)

(1) Luego de revisar el material suministrado de la práctica de Granulometría ¿Comprendió el objetivo de la práctica y la metodología a ejecutar en el laboratorio?

TA	DA	IN	ED	TD
<input type="checkbox"/>				

(2) ¿Considera que el material de la práctica de Granulometría que se le suministró, es adecuado y suficiente para realizar la práctica de Laboratorio?

TA	DA	IN	ED	TD
<input type="checkbox"/>				

(3) ¿La secuencia de instrucciones de la práctica de Granulometría del Manual Digitalizado de Suelos I, es clara y permite utilizar fácilmente el material?

TA	DA	IN	ED	TD
<input type="checkbox"/>				

(4) ¿Usted considera que el desarrollo de las actividades propuestas en la práctica de Granulometría del Manual Digitalizado de Suelos I, permite comprender mejor los conceptos que se dictan en las clases teóricas de la materia?

TA	DA	IN	ED	TD

(5) ¿Usted considera que el desarrollo de las actividades propuestas en la práctica de Granulometría del Manual Digitalizado de Suelos I, permite reflexionar sobre las relaciones que existen entre los conceptos teóricos y los conceptos aplicados en el Laboratorio?

TA	DA	IN	ED	TD

(6) En este recuadro, escriba brevemente su opinión sobre algún aspecto tratado o no, y que a su juicio considere importante:

--

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

MANUAL DIGITALIZADO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (PARTE I)
T.E.G. Yraidis Sánchez Zurita
Para optar Título de Ingeniero Civil

Encuesta de Validación del Manual Digitalizado de Suelos I

Aplicada a un grupo de expertos que están relacionados con la Cátedra de Mecánica de Suelos I

Actualmente, se está elaborando el Trabajo Especial de Grado "Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)" y con la finalidad de validar dicho trabajo, e introducir mejoras al material ya preparado, se preparó esta encuesta con la Metodología establecida por RENSIS LIKERT. Previamente, a cada una de las personas encuestadas, se les entregó un CD con el Manual digitalizado antes mencionado.

A continuación encontrará una serie de preguntas, que le permitirán dar su opinión respecto al material mencionado.

Lea atentamente cada pregunta y luego señale con una X, el recuadro que mejor indique su grado de acuerdo o desacuerdo con lo que se expresa en la opinión dada. La escala a utilizar, es la siguiente:

- TA = Totalmente de Acuerdo (la acepta sin reparos)**
DA = De Acuerdo (la acepta, pero no completamente)
IN = Indeciso (ni de acuerdo, ni en desacuerdo)
ED = En Desacuerdo (no la acepta)
TD = Totalmente en Desacuerdo (no la aceptaría por ningún motivo)

(1) Hasta ahora se ha utilizado el Manual de Celso Ugas para la realización de las Prácticas de Laboratorio ¿Usted cree que este "Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)" es una herramienta equivalente al Manual de Ugas para la realización de las prácticas de laboratorio?

TA	DA	IN	ED	TD

(2) Independientemente de la respuesta anterior ¿Usted cree que los alumnos habrían comprendido los objetivos de las prácticas y las metodologías a utilizar con el uso exclusivo del "Manual Digitalizado de Suelos I" suministrado?

TA	DA	IN	ED	TD

(3) ¿Considera que el material que presenta el "Manual Digitalizado de Suelos I", es adecuado y suficiente para realizar las prácticas de Laboratorio?

TA	DA	IN	ED	TD

(4) ¿Usted cree que en general las secuencias de instrucciones de las prácticas que presenta el "Manual Digitalizado de Suelos I", son claras y permiten utilizar fácilmente el material?

TA	DA	IN	ED	TD

(5) ¿Usted considera que el desarrollo de las actividades propuestas en el "Manual Digitalizado de Suelos I", permite comprender y/o complementar mejor los conceptos que se dictan en las clases teóricas de la materia?

TA	DA	IN	ED	TD

(6) ¿Usted considera que el uso del material del "Manual Digitalizado de Suelos I" propicia un ambiente de enseñanza-aprendizaje mas agradable e interesante?

TA	DA	IN	ED	TD

(7) ¿Usted considera que el desarrollo de las actividades propuestas en el "Manual Digitalizado de Suelos I", permite reflexionar sobre las relaciones que existen entre los conceptos teóricos y los conceptos aplicados en el Laboratorio?

TA	DA	IN	ED	TD

(8) En este recuadro, escriba brevemente su opinión sobre algún aspecto tratado o no, y que a su juicio considere importante:

--

III.3.8.- Procesamiento de los datos de la validación y presentación de resultados

Una vez realizadas las encuestas se procesaron los datos de dos (2) formas descritas a continuación:

- ✓ Del total de encuestados para cada caso se determinó el porcentaje que correspondía a cada respuesta, agrupándose las opciones Totalmente de acuerdo (TA) y de acuerdo (DA) como respuesta positiva; y como respuesta negativa en desacuerdo (ED) y Totalmente en desacuerdo (TD).
- ✓ El segundo procesamiento tal como indica el método likert asigna a cada posible respuesta un valor, siendo el más elevado (5) para Totalmente de acuerdo (TA) y el más bajo (1) para Totalmente en desacuerdo (TD); la suma de estos valores para el grupo de encuestados le asignó un valor de validación al manual siendo las puntuaciones máximas y mínimas las expresadas mediante las ecuaciones siguientes:

$$\text{Puntuación Máxima} = 5 * \text{N}^{\circ}\text{Preguntas} * \text{N}^{\circ}\text{Encuestados}$$

Ecuación 2. Puntuación Máxima según el Método Likert

$$\text{Puntuación Mínima} = 1 * \text{N}^{\circ}\text{Preguntas} * \text{N}^{\circ}\text{Encuestados}$$

Ecuación 3. Puntuación Mínima según el Método Likert

Finalmente, se consideraron las sugerencias realizadas por los estudiantes y los expertos, para realizar las últimas correcciones a fin de generar la versión definitiva del Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I), el cual se presenta adjunto al capítulo de resultados y análisis en su formato digital.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

IV.1.- HERRAMIENTA CONCEPTUALIZADA

Una vez recopilada y procesada la información básica se elaboró un diagrama de flujo donde se establecieron los niveles de acceso que debía contener el manual para cada práctica. Dicho diagrama se presenta en la Figura 5. En el mismo se puede apreciar que el manual fue concebido para diez (10) prácticas de laboratorio, de las cuales nueve (9) forman actualmente parte del contenido de la asignatura Mecánica de Suelos I dictada en la Escuela de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela; mientras que la número diez (10) denominada Azul de Metileno fue seleccionada debido a su importancia y facilidad de ejecución, ya que es un medio alternativo para cuantificar el rol de la fracción arcillosa (montmorillonitas) en una muestra de suelo y la nocividad del material en lo referente a la implantación de obras civiles.

IV.2.- CARACTERÍSTICAS Y ACCESO AL MANUAL DIGITALIZADO

Conocidos los niveles de información necesarios y suficientes para cada ensayo de laboratorio, se elaboraron los archivos en formatos Power point (aplicación de Microsoft Office) y PDF (aplicación Adobe Systems) que se colocarían al alcance del usuario, para posteriormente utilizar la aplicación Autoplay Menu Builder (Linosoft) como herramienta para organizar y presentar la información.

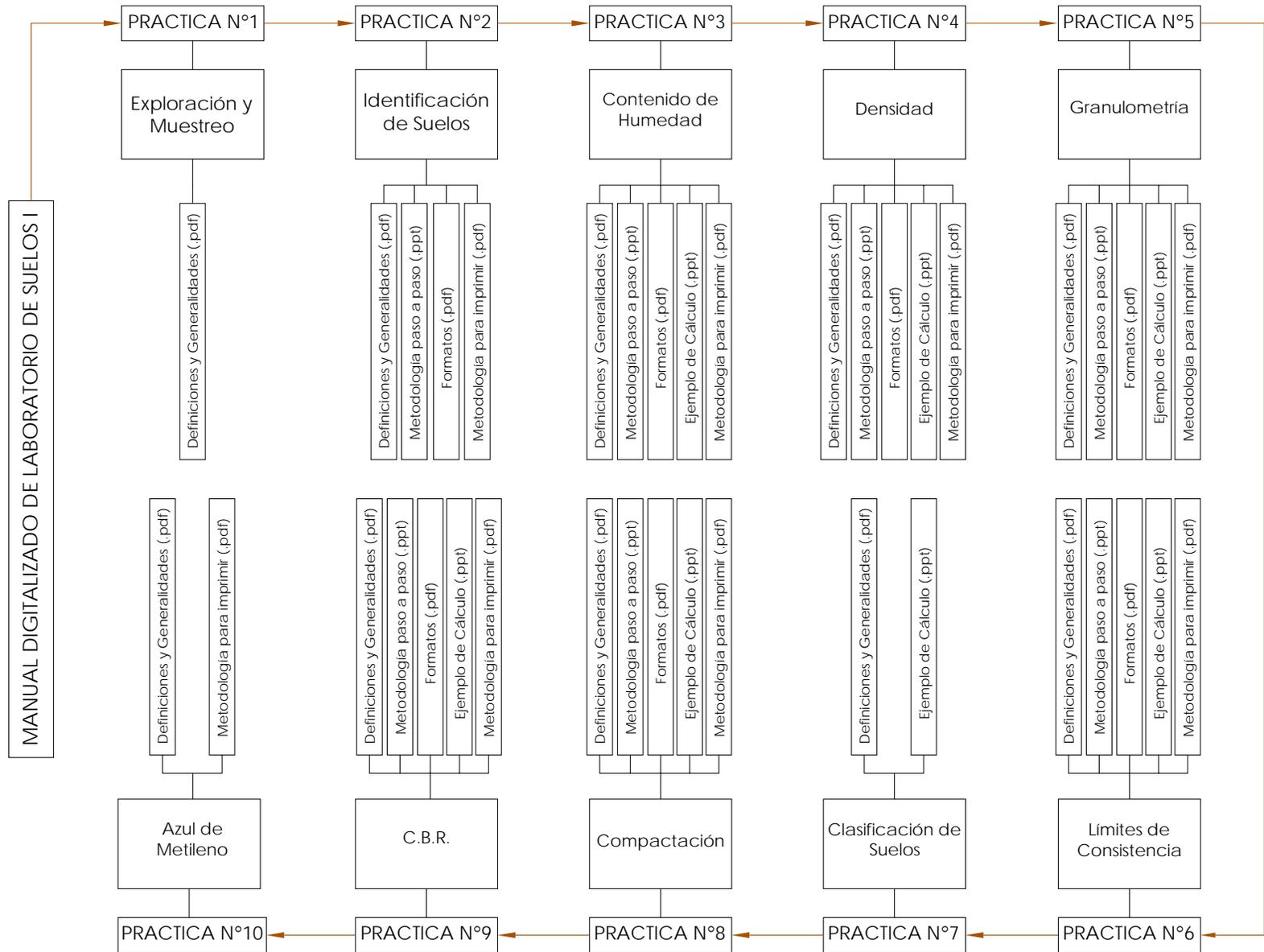


Figura 5. Diagrama de Flujo de Conceptualización del Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)

Fuente: Elaboración propia

El resultado del formato de presentación es un archivo ejecutable que abre directamente al introducir el cd en la computadora, posee una ventana principal en la que se detallan el título del trabajo especial de grado y autor, presentando dos únicas opciones: salir o continuar a la pagina siguiente, tal como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Ventana Principal Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)

Fuente: Elaboración propia

Al seleccionar la opción siguiente, se abre la ventana 2, donde se hace referencia a la finalidad del manual y se explica al usuario lo que encontrará en él. (Figura 7).



Figura 7. Ventana 2 Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)

Fuente: Elaboración propia

La página siguiente, (ventana 3) presenta el menú del manual digitalizado, con los botones de acción que permiten al usuario seleccionar la práctica que desea consultar. (Figura 8)



Figura 8. Ventana 3 Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)
Fuente: Elaboración propia

Al seleccionar la práctica a consultar, el usuario tendrá acceso a los diferentes niveles de información expuestos en el Diagrama de Flujo de Conceptualización, mediante nuevos botones de acción que se ubican en la ventana de cada práctica, como ejemplo se observa en la Figura 9 la ventana que corresponde a la práctica de granulometría.

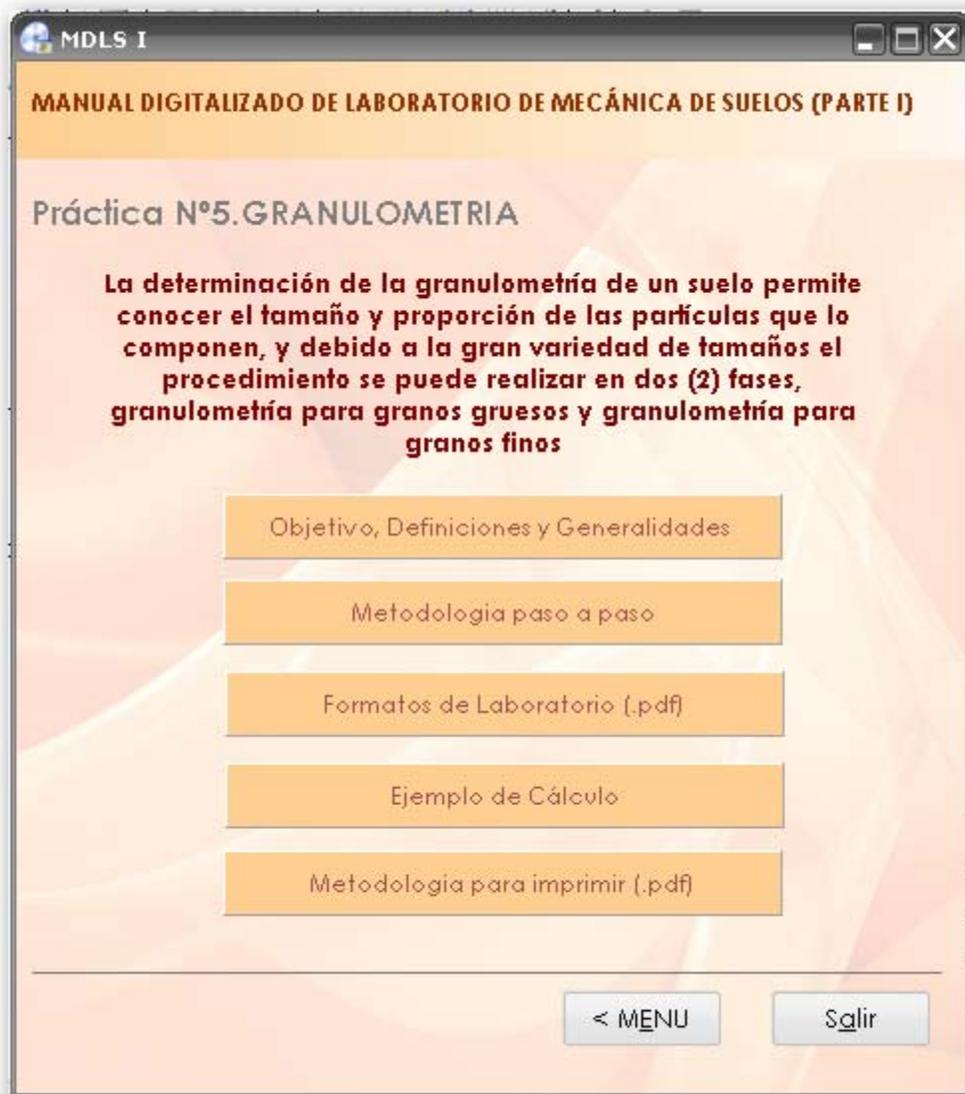


Figura 9. Ventana Granulometría Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)
Fuente: Elaboración propia

Cada ventana posee además de los botones de acción para acceder a la información las opciones de menú para volver al menú del manual y salir.

Al seleccionar el nivel de información presionando el botón de acción se abrirán los archivos correspondientes, encontrándose dentro de las opciones:

- ✓ Definiciones y generalidades en formato PDF (Adobe Systems) de manera que el usuario pueda imprimir los conceptos básicos necesarios para comprender la práctica.
- ✓ Metodología paso a paso en formato de presentación (.ppt) donde tal como su nombre lo indica se aprecia el método que rige el ensayo de acuerdo al Manual de Laboratorio en Mecánica Suelos (Ing. Celso Ugas. Edición 1985), cuyos procedimientos son los aprobados por la AASHTO. Este nivel de información muestra fotografías y detalles importantes de cada práctica.
- ✓ Formatos tipo para cada ensayo listos para imprimir.
- ✓ Ejemplo de cálculo en formato de presentación para aquellos casos en los que aplique, donde se muestran los resultados de una práctica y el procedimiento de cálculo o procesamiento de la información hasta la obtención del producto final de la práctica.
- ✓ Metodología para imprimir, en formato PDF (Adobe Systems), donde se encuentra la metodología paso a paso sin las fotografías.

IV.3.- VALIDACIÓN

En las páginas siguientes se presentan los resultados de la validación, donde se puede observar lo siguiente:

El universo muestral estudiantil estuvo constituido por siete (7) estudiantes siendo el número de alumnos inscritos en la asignatura Mecánica de Suelos I, treinta y dos (32). Dicha muestra corresponde al número de alumnos que se tomaron la tarea de revisar el material enviado por e-mail, considerando que la práctica de Granulometría se realiza sólo una vez durante el semestre y que la encuesta debía ser respondida antes o durante la práctica, no después.

Los estudiantes que tuvieron la oportunidad de apreciar la práctica de granulometría, opinan en un 100% que el Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I) permite la comprensión del objetivo y metodología de la práctica, es adecuado y suficiente para realizar la práctica, posee una secuencia de instrucciones clara, permite comprender mejor los conceptos teóricos y reflexionar sobre las relaciones que existen entre los conceptos teóricos y los conceptos aplicados en el laboratorio. Adicionalmente sus opiniones le asignan una puntuación al manual digitalizado dentro de Método Likert de 158 puntos, siendo el máximo para este caso de 175 y el puntaje mínimo 35.

En lo que respecta a los expertos, estos, también opinan en un 100% que el Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I) es una herramienta equivalente al Manual del Ing. Celso Ugas para la realización de las prácticas, creen que los alumnos habrían comprendido los objetivos y metodologías de las prácticas con el uso exclusivo del manual digitalizado, consideran que el material que presenta el manual digitalizado es adecuado y

suficiente para realizar las prácticas, creen que la secuencia de instrucciones presentadas son claras y permiten utilizar fácilmente el material, consideran que el desarrollo de las actividades propuestas permite comprender y/o complementar mejor los conceptos que se dictan en las clases teóricas, consideran que el uso del manual digitalizado propicia un ambiente de enseñanza y aprendizaje más agradable e interesante. Sólo en la última pregunta de la encuesta se observó cierta discrepancia, para dos (2) de los expertos el desarrollo de las actividades propuestas permite reflexionar sobre las relaciones que existen entre los conceptos teóricos y los aplicados en el laboratorio, mientras que el tercer experto no está de acuerdo ni en desacuerdo con esta afirmación.

Los expertos con sus opiniones le asignan al Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I) una puntuación de 91 puntos, siendo el máximo valor admisible 105 y 21 el mínimo.

En ambos casos, los resultados del Método Likert se encuentran cercanos al límite superior correspondiente, sin exceder el 20% de diferencia; lo cual permite inferir que el manual puede ser utilizado para fines académicos.

Las encuestas aplicadas facilitaron a los encuestados la oportunidad de hacer comentarios y/o sugerencias, estos comentarios se encuentran seguidamente de las tablas de resultados y fueron considerados a fin de realizar la versión definitiva del Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I).

En el Anexo N°1 se pueden apreciar copias de las encuestas originales.

Encuesta realizada a: Estudiantes

Total Encuestados: 7

Practica: Granulometría

	RESULTADOS ENCUESTAS					PUNTUACION METODO LIKERT					
	TA	DA	IN	ED	TD	TA 5 pto.	DA 4 pto.	IN 3 pto.	ED 2 pto.	TD 1 pto.	TOTAL
(1) Luego de revisar el material suministrado de la práctica de Granulometría ¿Comprendió el objetivo de la práctica y la metodología a ejecutar en el laboratorio?	5	2	0	0	0	25	8	0	0	0	33
	100%		0%	0%							
(2) ¿Considera que el material de la practica de Granulometría que se le suministró, es adecuado y suficiente para realizar la practica de Laboratorio?	6	1	0	0	0	30	4	0	0	0	34
	100%		0%	0%							
(3) ¿La secuencia de instrucciones de la practica de Granulometría del Manual Digitalizado de Suelos I, es clara y permite utilizar fácilmente el material?	3	4	0	0	0	15	16	0	0	0	31
	100%		0%	0%							
(4) ¿Usted considera que el desarrollo de las actividades propuestas en la practica de Granulometría del Manual Digitalizado de Suelos I, permite comprender mejor los conceptos que se dictan en las clases teóricas de la materia?	3	4	0	0	0	15	16	0	0	0	31
	100%		0%	0%							
(5) ¿Usted considera que el desarrollo de las actividades propuestas en la practica de Granulometría del Manual Digitalizado de Suelos I, permite reflexionar sobre las relaciones que existen entre los conceptos teóricos y los conceptos aplicados en el Laboratorio?	1	6	0	0	0	5	24	0	0	0	29
	100%		0%	0%							
TOTAL ENCUESTA ESTUDIANTES						90	68	0	0	0	158
MAXIMO METODO LIKERT (ESTUDIANTES)						175					
MINIMO METODO LIKERT (ESTUDIANTES)						35					

Tabla 1. Resultados encuesta de validación aplicada a estudiantes

Fuente: Elaboración propia

Encuesta realizada a: Expertos

Total Encuestados: 3

Practica: Todas (Manual Completo)

	RESULTADOS ENCUESTAS					PUNTUACION METODO LIKERT					
	TA	DA	IN	ED	TD	TA 5 pto.	DA 4 pto.	IN 3 pto.	ED 2 pto.	TD 1 pto.	TOTAL
(1) Hasta ahora se ha utilizado el Manual de Celso Ugas para la realización de las Practicas de Laboratorio ¿Usted cree que este "Manual Digitalizado de Laboratorio de Suelos I" es una herramienta equivalente al Manual de Ugas para la realización de las practicas de laboratorio?	1	2	0	0	0	5	8	0	0	0	13
	100%		0%	0%							
(2) Independientemente de la respuesta anterior ¿Usted cree que los alumnos habrían comprendido los objetivos de las prácticas y las metodologías a utilizar con el uso exclusivo del "Manual Digitalizado de Suelos I" suministrado?	0	3	0	0	0	0	12	0	0	0	12
	100%		0%	0%							
(3) ¿Considera que el material que presenta el "Manual Digitalizado de Suelos I", es adecuado y suficiente para realizar las practicas de Laboratorio?	0	3	0	0	0	0	12	0	0	0	12
	100%		0%	0%							
(4) ¿Usted cree que en general las secuencias de instrucciones de las practicas que presenta el "Manual Digitalizado de Suelos I", son claras y permiten utilizar fácilmente el material?	2	1	0	0	0	10	4	0	0	0	14
	100%		0%	0%							
(5) ¿Usted considera que el desarrollo de las actividades propuestas en el "Manual Digitalizado de Suelos I", permite comprender y/o complementar mejor los conceptos que se dictan en las clases teóricas de la materia?	1	2	0	0	0	5	8	0	0	0	13
	100%		0%	0%							
(6) ¿Usted considera que el uso del material del "Manual Digitalizado de Suelos I" propicia un ambiente de enseñanza-aprendizaje mas agradable e interesante?	2	1	0	0	0	10	4	0	0	0	14
	100%		0%	0%							
(7) ¿Usted considera que el desarrollo de las actividades propuestas en el "Manual Digitalizado de Suelos I", permite reflexionar sobre las relaciones que existen entre los conceptos teóricos y los conceptos aplicados en el Laboratorio?	2	0	1	0	0	10	0	3	0	0	13
	67%		33%	0%							
TOTAL ENCUESTA ESTUDIANTES						40	48	3	0	0	91
MAXIMO METODO LIKERT (ESTUDIANTES)						105					
MINIMO METODO LIKERT (ESTUDIANTES)						21					

Tabla 2. Resultados encuesta de validación aplicada a expertos

Fuente: Elaboración propia

IV.3.1.- Comentarios Validación Estudiantes.

- ✓ La estructura y orden en que se está elaborando el manual me parece la más adecuada. Visualmente el orden seguido permite tener una buena secuencia para llevar a cabo la práctica y no confundirse en los pasos correspondientes.
- ✓ Nombrar o especificar si los procedimientos utilizados en cada tema están regidos por una norma estandarizada y si lo está su número.
- ✓ Puede también experimentar con formato web.
- ✓ Puede ser excluyente para personas sin pc.
- ✓ Pienso que se puede mejorar lo visual de tal forma que cargue más rápido, para evitar impaciencia del usuario.
- ✓ Excelente idea el manual digitalizado.
- ✓ En la sección ejemplo de cálculo no se lee bien el texto, tratar de que todos los textos se vean mejor.
- ✓ Explicar de forma clara la utilización de los datos experimentales.
- ✓ Incluir por cuanto tiempo se pone la muestra en los hornos, está en algunos no en todos.

IV.3.2.- Comentarios Validación Expertos.

IV.3.2.1.- Prof. Leonel Rodríguez

“Es importante hacer este tipo de trabajo que estas realizando, por que esto ayuda al estudiante a visualizar las actividades que se le enseña para su formación profesional, por otra parte observo que la parte teórica de cada una de las prácticas no se señala o no se especifica la norma correspondiente a los ensayos que en este trabajo se mencionan, la otra parte que observé es que en los ensayos que se presentan en el digital en lo que respecta a los materiales o herramientas que se van a utilizar, tienes que señalar o especificar los equipos que se utilizan como por ejemplo la descripción de la balanza y su apreciación”

IV.3.2.2.- Prof. Rubén Benarroch

Repuesta breve a cada pregunta según su numeración:

(1) Si es tomado del libro de Ugas es equivalente hasta cierto punto. La clasificación de los suelos es AASHTO. Seria interesante en vez del ensayo de Azul de Metileno agregar el Proctor y/o Proctor Modificado y el CBR (de cual tengo material).

(3) Es adecuado pero no “suficiente” Existen otros manuales que los alumnos deberían consultar. La palabra “suficiente” no la acepto.

(2), (4), (5), (6), (7) Totalmente de acuerdo

Felicitaciones, es un buen tema que motiva a la continuación.

IV.3.2.3.- Prof. Gabriela Tedesco

“Me parece que para poder evaluar mejor el manual es necesario utilizarlo durante un semestre para todas las prácticas de laboratorio, de manera que permita detectar y corregir los errores que pueda tener y apreciar los resultados que obtienen los alumnos al utilizar este manual en vez de la Guía de Laboratorio de Mecánica de Suelos del Ing. Celso Ugas”

IV.4.- MANUAL DIGITALIZADO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (PARTE I). Versión Definitiva

En la página siguiente se encuentra adjunto el cd que contiene el “Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)” en su versión definitiva, que es el resultado de este Trabajo Especial de Grado y en el Anexo N°2 se podrán apreciar impresos los archivos que contiene dicho manual, solo para fines de corrección. Recordando que para poder utilizar el manual, es necesario contar con una computadora que trabaje bajo ambiente Windows y posea las aplicaciones de Microsoft Office.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V.1.- CONCLUSIONES

- ✓ Los aspectos técnicos aplicables a las metodologías utilizadas para determinar las propiedades índice y mecánicas que constituyen el “Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)” fueron compilados de acuerdo a lo indicado en el Manual de Laboratorio de Mecánica de suelos del Prof. Celso Ugas, el Manual de Laboratorio de Suelos de Joseph Bowles y de las diferentes páginas web especificadas en las referencias bibliográficas.
- ✓ Los objetivos, definiciones básicas y metodologías correspondientes a cada ensayo que contiene el “Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)” se encuentran acorde a lo indicado en el Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos del Prof Celso Ugas.
- ✓ La conceptualización del “Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)” fue el paso fundamental que dio origen a la herramienta diseñada, mediante la especificación de los niveles de información que contendría cada ensayo.
- ✓ Las características de amigabilidad y eficiencia fueron los parámetros que permitieron seleccionar el programa de presentación.
- ✓ La validación de la herramienta generó resultados satisfactorios que permiten concluir, que el mismo puede ser utilizado para fines académicos.

V.2.- RECOMENDACIONES

- ✓ Además de la herramienta creada producto de este Trabajo Especial de Grado y del manual recomendado actualmente para realizar las prácticas de laboratorio de mecánica de suelos sería provechoso dar a conocer a los estudiantes otros manuales o incluso las metodologías AASHTO, a fin de que puedan comparar y sugerir mejoras en el “Manual Digitalizado de Laboratorio de Mecánica de Suelos (Parte I)”
- ✓ Incluir dentro los objetivos de la Cátedra Mecánica de Suelos I salidas a campo que permita a los estudiantes familiarizarse con los métodos de exploración y muestreo de suelos.
- ✓ Crear herramientas que faciliten el procesamiento de los datos obtenidos en el laboratorio.
- ✓ Realizar la actualización del Manual de Laboratorio para las prácticas que forman parte de los términos de referencia de Mecánica de Suelos II.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, Daniel (2003). Ensayo de Compactación Proctor Modificado. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.unalmed.edu.co/~geotecni/GG-17.PDF> (Adobe Systems) [Consulta: 2008, Mayo 05]

Bowles, Joseph E. (1980) Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, 3ra. Ed. Bogota: Mc. Graw Hill. 212 p.

Desconocido (2006) Docencia [Consulta en Línea]. Disponible: http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/laboratorio.htm#manual [Consulta: 2008, Marzo 10]

Desconocido. Ensayo azul de metileno para superficie específica. [Foro]. Disponible: <http://ingenieriageologica.mforos.com/265928/5004926-ensayo-azul-de-metileno-para-superficie-especifica/> [Consulta: 2008, Mayo 05]

Desconocido. Ingeniería Civil Apuntes. [Consulta en Línea]. Disponible: http://ingenieracivil.blogspot.com/2007/06/determinacin-del-contenido-de-humedad_22.html [Consulta: 2008, Marzo 10]

Desconocido. Prácticas de Ingeniería. [Consulta en Línea]. Disponible: <http://www.uclm.es/cr/caminos/Actividades/Laboratorio/Infraestructura/laboratorio.html> [Consulta: 2008, Marzo 10]

Lambe, W. y Whitman, R. (1972) Mecánica de Suelos, 1ra. Ed. Mexico: Editorial Limusa. 582 p.

Ugas F., Celso T. (1985) Ensayos de Laboratorio en Mecánica de Suelos, 3ra. Ed. Caracas: UCV. 215 p.

Van Sint, Michelle (2001) Curso ICE 1603 "Fundamentos de Geotecnia" [Consulta en Línea]. Disponible: <http://www2.ing.puc.cl/~inggeot/ice1603.htm> [Consulta: 2008, Marzo 10]

ANEXOS

ANEXO N°1

ENCUESTAS DE VALIDACIÓN

ANEXO N°2

**ARCHIVOS IMPRESOS DEL MANUAL DIGITALIZADO DE LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS (PARTE I)**
