



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y  
QUÍMICAS.**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
MODALIDAD: TRABAJO COMUNITARIO**

**DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:**

**ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA PAVIMENTACIÓN DEL  
ÁREA EXTERNA DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.**

**AUTORES:**

**PALMA MONTESDEOCA ANDRÉS OSWALDO**

**SORNOZA CEVALLOS MARÍA JOSÉ**

**TUTOR**

**ING. EDUARDO ORTIZ HERNANDEZ**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por fortalecerme en los momentos difíciles, por ser la luz que guía mi camino, por brindarme la energía necesaria para luchar por mis sueños y por cuidarme en las adversidades.

A mi Madre, Elsa Montesdeoca por ser la persona más especial en mi vida, por contar con su amor incondicional, por apoyarme, comprenderme y no juzgarme, por confiar incondicionalmente en mis habilidades y valoro inmensamente cada esfuerzo que realizo por verme cumplir mi meta.

A mi Padre, Antonio Palma por darme grandes ejemplos, por enseñarme los valores que me formaron y me sirvieron para afrontar las adversidades que se dan en el transcurso de la vida.

A mis Hermanos Roberto Palma y Priscila Palma por motivarme a superarme, por siempre tener esa palabra de ánimo, son mi orgullo y trato siempre de seguir sus pasos que me mantienen por el camino correcto.

Andrés Oswaldo Palma Montesdeoca

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de Titulación va dedicado a quienes han sido parte fundamental durante mi preparación profesional, ha sido un camino largo de recorrer; pero muy satisfactorio donde he obtenido valiosos conocimientos.

A Dios, porque ha estado en todo momento llenándome de bendiciones, por ser mi guía durante el camino de la vida; por darme la sabiduría y la fuerza necesaria para continuar y no desmayar.

A mi Papá José Sornoza y mi Mamá Lesfia Cevallos, quienes con su cariño y apoyo incondicional me motivaron a alcanzar este triunfo. Gracias por ser el motor de mi vida.

A mi hermana Nathaly Sornoza Cevallos, quien con su ternura y amor me llenaba de inspiración para poder continuar y alcanzar esta meta tan anhelada.

A todos mis familiares, amigos y amigas, quienes me han regalado momentos maravillosos y que han sido parte importante durante mi formación profesional, gracias por aportar con un granito de arena.

María José Sornoza Cevallos

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente agradecemos a Dios, por brindarnos la fuerza necesaria para cumplir nuestro gran anhelado objetivo y por cuidarnos en el trayecto, formándonos por el camino del bien.

A nuestros Padres por ser el pilar fundamental en nuestras vidas, por ser el motivo de inspiración a superarnos, por impulsar ese deseo de progreso a obtener trabajando y luchando cada meta que nos proponemos y que las adversidades son para superarlas y que no podremos rendirnos ante ellas, gracias a nuestros Padres estamos logrando conseguir esta meta.

A la Universidad Técnica de Manabí por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales con valores.

A nuestro tutor de Trabajo de Titulación el Ing. Eduardo Ortiz Hernández y nuestro revisor el Ing. Jimmy García Vínces, quienes con su apoyo, experiencia en una larga y respetable vida profesional nos impartieron sus conocimientos ayudándonos a realizar de manera exitosa nuestro trabajo de titulación.

Así mismo al Ing. Hernán Nieto Castro (Decano de la facultad) y al Ing. Edgar Menéndez Menéndez (Vicedecano de la carrera de Ingeniería Civil) por su respaldo y apoyo en nuestro trabajo de titulación.

A nuestros docentes durante toda la carrera, por formarnos como profesionales impartiéndonos sus conocimientos y sus experiencias que son indispensables para una correcta formación académica.

Andrés Oswaldo Palma Montesdeoca

María José Sornoza Cevallos

## **CERTIFICACIÓN**

Quien suscribe la presente señor Ing. Eduardo Ortiz Hernández, Docente de la Universidad Técnica de Manabí de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Química; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación “ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA PAVIMENTACIÓN DEL ÁREA EXTERNA DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.”, desarrollada por lo profesionistas: Señor Andrés Oswaldo Palma Montesdeoca y la Señorita María José Sornoza Cevallos; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Art. 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo relacionado por los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación los profesionistas pusieron mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes.

Ing. Eduardo Ortiz Hernández

TUTOR

## **INFORME DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de desarrollo comunitario y que lleva por tema: “ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA PAVIMENTACIÓN DEL ÁREA EXTERNA DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.”, desarrollado por los Señores Andrés Oswaldo Palma Montesdeoca con cédula No. 131061269-0 y María José Sornoza Cevallos con cédula No. 131350238-5, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, bajo la tutoría y control del señor Ing. Jimmy García Víneces, docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Química y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumpla con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, sus autores:

- Han respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10% de similitud con otros documentos existentes en el repositorio.
- Han aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados.
- El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado.
- Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCULANTE para los fines legales pertinentes.

Ing. Jimmy García Víneces

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

## **DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DEL AUTOR**

ANDRÉS OSWALDO PALMA MONTESDEOCA Y MARIA JOSÉ SORNOZA CEVALLOS, egresados de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Química, declaramos que:

El trabajo de titulación denominado “ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA PAVIMENTACIÓN DEL ÁREA EXTERNA DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ. ”, ha sido desarrollado en base a una íntegra investigación, respetando derecho intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía, por lo tanto, este trabajo es resultado del esfuerzo, abnegación y sacrificio de los autores.

---

Andrés Oswaldo Palma Montesdeoca

---

María José Sornoza Cevallos

## 1. INDICE

### Contenido

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iv
CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN .....	v
DECLARACIÓN SOBRE EL DERECHO DE AUTOR.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESÚMEN .....	xii
SUMMARY.....	xiii
TEMA .....	1
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
3.1 DELIMITACION DEL PROBLEMA.....	2
3.2. PRINCIPALES PROBLEMAS .....	2
4. LOCALIZACIÓN FISICA DEL PROYECTO .....	3
4.1. MACRO –LOCALIZACIÓN .....	3
4.2. DIVISIÓN TERRITORIAL. ....	4
4.3. POBLACION.....	5
4.4 MESO – LOCALIZACIÓN.....	5
4.5 MICRO LOCALIZACIÓN.....	6
5 REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO.....	7

5.1. ANTECEDENTES: .....	7
Departamento de Ingeniería de materiales de construcción y mecánica de suelos de la Universidad Técnica de Manabí .....	7
5.2. JUSTIFICACIÓN: .....	10
6. MARCO TEORICO .....	11
6.1. PAVIMENTACION .....	11
6.1.1. Pavimento Flexible .....	12
6.1.2. Pavimento Rígido .....	13
6.1.3. Preparación del Asfalto.....	13
6.1.4. Temperatura .....	13
6.1.5. Preparación de los agregados.....	14
6.1.6. Preparación de la mezcla .....	14
6.2. Procedimiento de construcción .....	15
6.2.1. Equipo.....	15
6.2.2. Condiciones meteorológicas .....	15
6.2.3. Preparación de la superficie .....	15
6.2.4. Transporte de la mezcla .....	15
6.3. Reparaciones y medidas.....	16
6.3.1. Reparaciones.....	16
6.3.2. Medida .....	16
6.3.3. Curado y protección del Concreto .....	16
6.3.4. Protección del pavimento.....	16

6.3.5. Sellado de las juntas.....	17
6.4. Pavimentar con asfalto.....	17
6.4.1. Ventajas y Desventajas .....	17
6.5. ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL .....	18
6.6. ANALISIS GRANULOMETRICO.....	19
6.7. ENSAYO LIMITE LÍQUIDO .....	22
6.8. ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO. ....	29
6.9. ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR).....	34
6.10. CBR .....	36
6.10.1. Materiales a utilizarse para la realización del CBR.....	36
- Para la Compactación .....	36
- Para la Prueba de Penetración .....	37
6.10.2. Lo que vamos a conseguir con este ensayo son los siguientes valores:	37
6.10.3. Procedimiento: .....	37
7. VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DE ESTUDIO .....	39
7.1. Aporte Social: .....	39
7.2. Aporte Económico: .....	39
7.3. Aporte Científico: .....	39
8. OBJETIVOS: .....	40
8.1. Objetivo General.....	40
8.2. Objetivos Específicos .....	40
9. BENEFICIARIOS .....	41

9.1. Beneficiarios Directos: .....	41
9.2. Beneficiarios Indirectos: .....	41
10. METODOLOGÍA .....	42
10.1. CLASES DE INVESTIGACIÓN .....	42
10.2. Diagnóstico Participativo.....	42
10.3. BIBLIOGRAFÍA .....	42
11. TÉCNICAS A UTILIZAR.....	43
12. RECURSOS.....	44
12.1. RECURSOS HUMANOS.....	44
12.2. RECURSOS MATERIALES .....	44
12.3. RECURSOS FINANCIEROS .....	44
13. DEFINICION Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	45
14. RECOLECCION DE LOS DATOS .....	46
14.1. Estadísticas.....	46
14.2. ANALISIS DE LOS DATOS EXTRAIDOS .....	51
15. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD.....	52
15.1. SUSTENTABILIDAD.....	52
15.2. SOSTENIBILIDAD.....	52
16. CONCEPCIONES DEL DISEÑO DE ESTUDIO .....	53
17. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE RESULTADOS .....	65
17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	70
17.1. CONCLUSIONES .....	70

17.2. RECOMENDACIONES.....	71
18. BIBLIOGRAFÍA .....	72

## **RESUMEN**

El presente trabajo consiste en el análisis geotécnico del área externa del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la universidad técnica de Manabí, ya que se espera realizar en un futuro la pavimentación de este lugar, debido a que por ser este el lugar específico para hacer los estudios de suelo, debe tener una fácil accesibilidad para poder transportar el material que se extrae de distintas áreas para su posterior estudio.

En la actualidad, las universidades incorporan en sus objetivos nuevos conceptos como costos, calidad, mercadeo, planeamiento estratégico, evaluación, gestión; con el fin de dar cumplimiento a su misión como unidad de apoyo a la universidad madre. La función actual del laboratorio de suelos, y su rol futuro, se encuentra condicionado por el desarrollo de la sociedad, donde las tecnologías utilizadas en el área geotécnica poseen un papel determinante; aparecen novedosos métodos de trabajo facilitando el estudio de los suelos en los que se desea trabajar.

## **SUMMARY**

This work involves the geotechnical analysis of external area of the soil laboratory at the Technical University of Manabí, as it is expected to perform in the future paving of this place, because as this is the place to do specific studies soil , should have easy accessibility to transport the material to be extracted from different areas for further study .

At present, universities incorporate new concepts in their objectives such as cost, quality, marketing, strategic planning, evaluation, management; in order to fulfill its mission as a support unit to the mother university. The current function of soil laboratory, and its future role is conditioned by the development of society, where the technologies used in the geotechnical area have a decisive role; innovative working methods facilitating the study of soils in which you want to work appear.

## **2. TEMA**

**ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA PAVIMENTACIÓN DEL ÁREA EXTERNA DEL LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.**

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Universidad Técnica de Manabí ha tenido un desarrollo importante en los últimos años lo que representa algo positivo para el cantón y la provincia de Manabí.

La importancia de este proyecto está enlazado a mejorar las condiciones de las instalaciones del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica de Manabí; planteando un análisis para poder pavimentar esta área en un futuro cuando existan los recursos necesarios.

El área del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos, es utilizada especialmente por los estudiantes de la Facultad de ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, es un lugar donde deben ingresar muchos vehículos, de diferentes tamaños, ya que aquí llegan las muestras de tierra con la que se trabaja diariamente haciendo los estudios geotécnicos de los mismos; razón por la cual es necesario tener un área adecuada para la cómoda transportación de estos materiales.

#### **3.1 DELIMITACION DEL PROBLEMA**

Al visitar el Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica de Manabí

- Dificultad de ingreso en tiempo de invierno
- Poca accesibilidad de vehículos grandes al área
- Genera una mala estética al lugar en general

#### **3.2. PRINCIPALES PROBLEMAS**

Una vez analizados los problemas que presenta el Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica de Manabí se pudo conocer las necesidades que tienen los estudiantes al momento de llevar los materiales, para realizar sus trabajos dentro del mismo, razón por la cual tomamos la decisión de realizar este proyecto, para dejar un estudio con la finalidad de solucionar este problema.

## 4. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

### 4.1. MACRO –LOCALIZACIÓN

“Este proyecto se encuentra localizado en Ecuador, es un país ubicado en la esquina noroccidental de América del Sur, limitando al norte con Colombia, al sur y al este con Perú, y al oeste con el Océano Pacífico, que consta con 4 regiones, Sierra, Oriente, Insular, Costa, en esta última se encuentra la provincia de Manabí.

Manabí cuenta con 22 cantones: Portoviejo, Bolívar, Chone, El Carmen, Flavio Alfaro, Jipijapa, Junín, Manta, Montecristi, Paján, Pichincha, Rocafuerte, Santa Ana, Sucre, Tosagua, 24 de Mayo, Pedernales, Olmedo, Puerto López, Jama, Jaramijó, San Vicente.

Este trabajo se realizó en la Universidad Técnica de Manabí, en Portoviejo.”<sup>1</sup>



**Figura 1.** Mapa Geográfico Del Ecuador

---

<sup>1</sup> [www.ecuadornoticias.com](http://www.ecuadornoticias.com)

## 4.2. DIVISIÓN TERRITORIAL.

La Republica del Ecuador está constituida de 4 regiones la misma que está distribuida por 24 provincias las cuales tenemos en la región costa se encuentran Manabí, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas, Santo domingo de los Tsáchilas, Santa Elena, El Oro. En la región de la Amazonía encontramos a Sucumbíos, Napo, Morona Santiago, Orellana y Zamora Chinchipe. En la región sierra tenemos a Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo. Al sur tenemos a Bolívar, Cañar, Loja y Azuay. En la región insular encontramos las islas Galápagos las cuales están clasificada en 13 islas que son las principales. Cada Provincia está formada por sus cantones los mismos que están representada por un alcalde los cantones están compuestos por parroquia las mismas que también están representadas por presidentes parroquiales, las parroquias están formadas por sus respectivas comunidades estando éstas representadas por presidentes de cada comunidad<sup>2</sup>.



División territorial del Ecuador

<sup>2</sup> es.wikipedia.org/wiki/Organización\_territorial\_de\_Ecuador

### **4.3. POBLACION**

“A través de los últimos datos obtenidos de población en el Ecuador, se determinó que, en el censo poblacional que se realizó en el 2010 se tiene una población de 14'483.499 habitantes, es notable que no hay mayores diferencias en porcentajes de habitantes por cada uno de estos géneros, el 50.4% son mujeres mientras que el 49.6% son hombres, por lo que en el país hay más mujeres que hombres.

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), establece que la población del Ecuador está compuesta por 77.42 % de mestizos, 10.46 % de blancos, 6.83 % de indígenas, 2.74 % de mulatos, 2.23 % de negros (Afro-americano).”<sup>3</sup>

### **4.4 MESO – LOCALIZACIÓN**

“El trabajo de titulación se realizó en el cantón Portoviejo, fue fundada el 12 de marzo de 1535 por el español Francisco Pacheco, quien era un capitán del ejército conquistador de Diego de Almagro.

La economía de Portoviejo tiene varios ingresos, el valle del Río Portoviejo en el que está ubicada la ciudad es rico en producción de hortalizas, legumbres y frutas tropicales para el consumo interno; en el sector industrial es incipiente y la línea más desarrollada es la agroindustria con plantas procesadoras de aguardiente refinado, salsa de tomate y plátano en rodajas, popularmente conocido como chifles y otro soporte de la economía con el que se quiere ganar terreno es el turismo, ya que este cantón posee playa, ciudad y campo. La ciudad tiene tres universidades con campus y dos a distancia.

---

<sup>3</sup> <http://www.telegrafo.com.ec/noticias/informacion-general/item/ecuador-tiene.html>

Se encuentra al norte de Manabí y tiene una superficie de 32 kilómetros cuadrados.”<sup>4</sup>

#### 4.5 MICRO LOCALIZACIÓN



El trabajo de titulación se lo realizo en el laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Manabí en Portoviejo, se encuentra ubicado en las coordenadas 80°27' 30" de longitud oeste, 1° 2" de latitud sur 48 metros sobre el nivel de mar.

En este lugar se realizó el estudio geotécnico para poder realizar la pavimentación.

---

4 <https://es.wikipedia.org/wiki/Portoviejo#Econom.C3.ADA>

## **5 REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO**

### **5.1. ANTECEDENTES:**

#### **Departamento de Ingeniería de materiales de construcción y mecánica de suelos de la Universidad Técnica de Manabí**

El departamento de ingeniería de materiales de construcción y mecánica de suelos es una estructura académico-administrativa que tiene como función fortalecer el conocimiento científico, a través del proceso académico-práctico de la calidad de los materiales empleados en la construcción de obras civiles en el país, en las áreas de mecánica de suelos e ingeniería de materiales de construcción y estar conformado por las siguientes áreas:

-Mecánica de suelos

-Ingeniería de materiales

-Estructura física

-Laboratorio y aulas

Tendrán acceso a las instalaciones y equipos que forma parte del departamento, los estudiantes de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, especialmente de la Carrera de Ingeniería Civil, y de otras Carreras afines, como son los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agrícola.

#### **Tiene como finalidad:**

-Contribuir a la formación de un profesional altamente capacitado en el diseño y construcción de obras civiles, en las áreas de mecánica de suelos e Ingeniería de materiales de construcción.

-Contribuir al mejoramiento y desarrollo e la infraestructura física de la Universidad Técnica de Manabí y de la colectividad en general.

#### **Objetivos:**

-Fortalecer el conocimiento científico de los estudiantes de la carrera de ingeniería civil a través del proceso académico práctico de la calidad de los materiales de

construcción, así como proporcionar las soluciones que se deben aplicar in situ con respecto a esta especialidad.

-Realizar estudios de suelo de cada uno de los proyectos arquitectónicos y estructurales a realizarse en la institución y presentar el informe correspondiente al departamento de obras universitarias y mantenimiento.

-Emitir informes al departamento de Obras Universitarias y Mantenimiento, sobre la calidad de los materiales de construcción de las obras civiles realizadas o que estén en proceso constructivo dentro de los predios universitarios.

-Proporcionar servicio a la colectividad en el sector de la construcción, realizando los estudios e informes necesarios para la construcción de obras civiles, apegadas a las normas que se requieran para el caso, ya sean las INEN, ASTM.

El ingeniero como parte de las actividades normales del departamento, tendrá las siguientes funciones principales:

1. Operar los equipos de mecánica de suelos y ensayo de materiales.
2. Realizar la calibración interna de los equipos e informar al jefe del departamento, si se requiere de calibración externa de los mismos.
3. Redactar los informes técnicos y los resultados de los ensayos que se realizan en el Laboratorio del Departamento.
4. Capacitar de manera académica y práctica a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil.
5. Controlar que las practicas estudiantiles se desarrollen con normalidad, cumpliendo con las normas de uso de los laboratorios del Departamento.

Los requisitos para que el usuario interno tenga acceso y uso de los laboratorios del Departamento serán los siguientes:

1. Los estudiantes serán de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Manabí, los mismos que deberán presentar su credencial actualizada.

2. Deberán vestir con un mandil y para el uso de los equipos de laboratorio deberán respetar las normas de seguridad y el manejo adecuado que indicara el instructor o el docente de la materia que están cursando, previamente autorizado o por el jefe del departamento.
3. Usuarios externos.- Sera el público en general especialmente quienes estén relacionados con áreas de la construcción, los mismos que entregaran las muestras o materiales al laboratorio para la realización de los ensayos que soliciten previo el pago de una tasa.

#### Servicios:

El horario referencial de funcionamiento del departamento de ingeniería de materiales de construcción y mecánica de suelos, es de lunes a viernes, desde las 07h00 hasta las 12h00, y desde las 14h30 hasta las 21h30, los sábados desde las 08h00 hasta las 12h00, pudiendo ser ajustado de acuerdo a las necesidades de los usuarios internos o externos.

#### Reservación de los Laboratorios del Departamento:

Se priorizara la reserva del laboratorio para el usuario interno, es decir a los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí, debiendo coordinar los Ingenieros del Departamento, los horarios de las practicas. Los docentes deben coordinar los horarios de clase, en el departamento con el jefe del mismo. En todo caso, en última instancia, las autoridades de ña Facultad determinaran el horario del departamento, de acuerdo a lo que convenga a los intereses de la universidad.

El reglamento del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica de Manabí, fue discutido y aprobado por el H. Consejo Universitario en secciones del 21 de febrero y 25 de abril del 2011.

## **5.2. JUSTIFICACIÓN:**

Uno de los temas que más preocupa cuando se asume la necesidad de contar con más servicios de atención a los visitantes del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica de Manabí son los servicios de equipos de alta tecnología que permitan realizar los ensayos de manera más ágil y obtener resultados más verídicos. Este tipo de asistencias muchas veces son las más importantes para poder tener una categoría de preferencia, sin embargo no es todo lo que se necesita para el laboratorio de suelos, ya que debe contar con una instalación en buen estado y esto incluye el acceso al mismo.

El responsable del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad técnica de Manabí tendrá equipos con la tecnología necesaria que le permitirá un excelente manejo y desempeño del laboratorio, este servicio se mejorará con el fin de incentivar a la comunidad estudiantil sobre esto, para proporcionarles un ambiente agradable donde puedan trabajar realizando sus ensayos que le permitirán obtener experiencia con la práctica. en la universidad técnica de Manabí, se ha venido presentando desde hace años una problemática que nos compete a todos, la cual es el mal uso que se les da a los laboratorios. Desde el punto de vista, y como egresados de la carrera de ingeniería civil, se tiene el deber de promocionar prácticas en el laboratorio de suelos con las cuales se busque incentivar al estudiante universitario realizar los distintos tipos de ensayos y concientizarlos a cuidarlos dándole un buen manejo y mantenimiento de los mismos, de esta manera perdurará el servicio del laboratorio brindando asistencia y confort a las personas que lo visiten, teniendo desde su parte externa un área más agradable, donde se pueda ingresar con el material al que se le va a realizar el estudio, por tanto, este proyecto se justifica, dado la necesidad de resolver una problemática y la factibilidad para ejecutarlo.

## **6. MARCO TEORICO**

### **6.1. PAVIMENTACION**

“El pavimento genera estabilidad y firmeza, dicha capa está constituida por uno o más materiales que se ubican sobre el terreno este en condición natural o nivelado, brindando mayor resistencia y permite la factibilidad para el tránsito vehicular y la circulación de personas.

Los materiales utilizados para obtener una adecuada pavimentación tipo urbana, industrial o vial se emplean los suelos con mayor capacidad de soporte, materiales rocosos, las mezclas asfálticas y el hormigón.

Pavimento se denomina al conjunto de capas de material seleccionado que se encuentra afectado en forma directa por las cargas del tránsito y estas son transmitidas al extracto inferior de manera disipada. El pavimento proporciona una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente y cumplir con sus especificaciones basadas en la norma.

Para un adecuado funcionamiento del pavimento se debe cumplir con ciertas condiciones:

-Anchura.

-Trazo horizontal y vertical.

-Resistencia eficiente a las cargas, para evitar las posibles fallas y los agrietamientos.

-Una adecuada adherencia entre el vehículo y el pavimento inclusive en condiciones húmedas.

-Debe proporcionar una adecuada resistencia a los esfuerzos destructivos que ejerce el tránsito, a los problemas de intemperie y del agua.

-Una adecuada visibilidad y disponer con un paisaje agradable y llamativo para no provocar fatigas al conductor al referirse a una pavimentación vial.

Por factores económicos se debe tener en relación Los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, para ejercer una efectiva pavimentación se deberán poner los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores y de esta

manera se colocan en las terracerías los materiales de menor calidad esto se debe a que este tipo de materiales se los encuentra con mayor facilidad porque predominan en la naturaleza, y lógicamente resultan más beneficiosos en el aspecto económico debido a su bajo precio comercial.

La división que se efectúa en un pavimento por capas estrictamente se debe a un factor económico, cuando se determina el espesor de una capa el principal objetivo es otorgarle el mínimo grosor posible para que reduzca de forma inmediata los esfuerzos que actúan sobre la capa inferior.

En la actualidad existe un alto grado de mantenimiento vial por motivo de vías construidas deficientemente ocasionando condiciones desfavorables perjudicando el tránsito vehicular, esto demuestra la necesidad de construir carreteras que perduren tanto como las edificaciones que las circundan.”<sup>5</sup>

La utilización de pavimento de concreto resulta ser la mejor opción por las garantías que brinda tanto durabilidad, solidez y firmeza. Evitando temporalmente el mantenimiento que se debe tener a un pavimento de mezcla asfáltica como son los recarpeteos y sellos, son las principales fallas que se producen y deben ser mantenidas para evitar situaciones de mayor problema que ocasionaran un colapso de la vía.

### **6.1.1. Pavimento Flexible**

“En un pavimento flexible de asfalto se debe tener un mantenimiento permanentemente.

Los costos de mantenimiento al final de la vida útil (entre los 25 a 30 años), llegan a ser cuatro o cinco veces más elevado que los de un pavimento rígido.

El concreto asfáltico consiste en una combinación de agregados gruesos triturados, el agregado fino y el llenante mineral, además uniformemente mezclados en caliente

---

<sup>5</sup> <http://www.arqhys.com/construcciones/materiales-pavimentacion.html>

con cemento asfáltico en una planta de mezclas asfálticas que reúna los respectivos requisitos de calidad y control para su producto.”<sup>6</sup>

### **6.1.2. Pavimento Rígido**

“El pavimento rígido no necesita de mantenimientos permanentes.

El mantenimiento normal constituye la limpieza y el resellado de las juntas estas no produce desorganización o interrupción en el tránsito. Las carreteras de concreto se construyen con mayor rapidez y al realizar los cambios de superficie tampoco causan la inutilización temporal de la vía.”<sup>7</sup>

### **6.1.3. Preparación del Asfalto**

“Inicialmente se calentara el cemento asfáltico a la temperatura especificada en tanques previamente diseñados que evitan el sobrecalentamiento.

Al suministrar el asfalto al calentador debe ser continuo y a una temperatura uniforme.

El contenido de asfalto se dosifica por peso o por volumen considerando las tolerancias especificadas. Existe un dispositivo que controla la cantidad de asfalto que se aporta al mezclador. El asfalto se debe distribuir uniformemente dentro de la masa total de agregados.

Las plantas asfálticas tendrán obligatoriamente termómetros graduados entre los 37° y 205°C que está cerca de la válvula de descargue de asfalto al mezclador.”<sup>8</sup>

### **6.1.4. Temperatura**

“El asfalto y los agregados pétreos se procesan en la planta a una temperatura entre 135° y 170°C.

La diferencia entre las temperaturas del asfalto y de los agregados no deberá ser mayor a 10°C.

---

<sup>6</sup> <http://www.urbanismo.com/pavimentos-flexibles/>

<sup>7</sup> <http://es.scribd.com/doc/57943562/pavimento-rigido#scribd>

<sup>8</sup> <http://www.e-asfalto.com/pavimentos/pavimentos.htm>

Al salir de la planta la mezcla de concreto asfáltica ya procesada deberá tener una temperatura entre 135° y 160°C y la respectiva temperatura de colocación no será menor de 115° C.”<sup>9</sup>

#### **6.1.5. Preparación de los agregados**

“Para realizar la mezcla de los agregados previamente deben de estar secados y calentados a la temperatura especificada en la planta antes de ser llevada al mezclador.

Para secar y calentar se utiliza un soplete que se debe ajustar, para evitar danos a los agregados y la formación de la capa de hollín.”<sup>10</sup>

Después de calentar los agregados inmediatamente se tamizan en tres o cuatro fracciones y estas se acopian en tolvas separadas. Los contenidos obtenidos de los agregados en las tolvas no podrán diferir entre sí, en más 10% en peso.

#### **6.1.6. Preparación de la mezcla**

“Los agregados cuando estén secos y separados se ordenarán en la planta, según la fórmula establecida de trabajo.

Estas plantas están equipadas con un tanque de almacenamiento de asfalto en caliente.

El asfalto se debe llevar al mezclador, medidos en cantidades determinadas.

Los agregados se mezclan primero en seco y después se les adiciona el asfalto, durante el tiempo necesario para poder obtener un producto homogéneo en el cual las partículas queden uniformemente cubiertas por asfalto. El máximo tiempo de mezclado es 60 segundos.”<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> [www.camineros.com/docs/cam020.pdf](http://www.camineros.com/docs/cam020.pdf)

<sup>10</sup> [ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%20%20de%20010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20%20PDF%20ver.%20%202009/Cap.%2002%20-%20Agregados%20para%20mortero%20y%20concreto.pdf](http://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%20%20de%20010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20%20PDF%20ver.%20%202009/Cap.%2002%20-%20Agregados%20para%20mortero%20y%20concreto.pdf)

<sup>11</sup> [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1\\_130\\_181\\_83\\_1180.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_130_181_83_1180.pdf)

## **6.2. Procedimiento de construcción**

### **6.2.1. Equipo**

“Los equipos para realizar un trabajo de pavimentación comprenden:

- Barredora
- Sopladora mecánica o manual
- Equipo de calentamiento
- Distribuidor de concreto asfáltico (finisher)
- Cilindro metálico estático o vibratorio

Para garantizar una buena calidad, el total cumplimiento de las especificaciones y un acorde acabado de las obras, debe haber un excelente funcionamiento de los equipos.

### **6.2.2. Condiciones meteorológicas**

Se prohíbe pavimentar cuando las condiciones climáticas sean de lluvia, y en casos extremos se podrá aplicar la mezcla asfáltica durante horas nocturnas con la debida autorización.

### **6.2.3. Preparación de la superficie**

Para iniciar la pavimentación la superficie debe estar seca y en perfecto estado. Las áreas en mal estado deben ser previamente reparadas o satisfactorias, para su posterior pavimentación.

### **6.2.4. Transporte de la mezcla**

Para llevar la mezcla asfáltica a la obra los vehículos empleados tendrán volcó metálico liso, el cual se limpiara afinadamente de todo material extraño.

El transporte de la mezcla se puede efectuar hasta cuando la luz diurna permita controlar su extensión y compactación.

La mezcla asfáltica deberá ser transportada cubierta con un material apropiado.”<sup>12</sup>

### **6.3. Reparaciones y medidas**

#### **6.3.1. Reparaciones**

“Durante la colocación y compactación del pavimento todos los defectos no advertidos serán corregidos y aprobados por el interventor.

#### **6.3.2. Medida**

La medida se hará en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

#### **6.3.3. Curado y protección del Concreto**

El curado se realiza de una de las dos formas siguientes:

##### Curado por agua

Se ejerce cubriendo toda la superficie con costales húmedos, lonas u otros tipos de materiales de gran absorción, el material quedara húmedo debido al sistema de tuberías perforadas, de regadoras mecánicas o por otro método apropiado para desempeñar el curado.

##### Curado por Compuestos Sellantes

El compuesto sellante forma una membrana que retendrá el agua del concreto y esta se aplicara a pistola, o con brocha exactamente después que la superficie este saturada de agua.

La humedad del concreto deberá permanecer intacta durante los siete días posteriores a su colocación.

#### **6.3.4. Protección del pavimento**

El contratista velara por mantener en perfectas condiciones el pavimento, por tal razón pondrá cercas y vallas para evitar tráfico a lo largo del pavimento recién

---

<sup>12</sup> <http://es.slideshare.net/ixoni/0103-procedimientos-de-construccion-3794086>

construido. Daño que aparezca ya sea por el tránsito o por otras causas antes de la aceptación final, será reparado por la cuenta del contratista.

Efectivamente no se permitirá que el tránsito circule por el pavimento recién construido hasta los 7 días posteriores a la colocación del concreto y este periodo podrá aumentarse si los ensayos a la flexión indican que es prudente hacerlo.

### **6.3.5. Sellado de las juntas**

Antes de proceder a dar el servicio de circulación vehicular se continuará a sellar todas las juntas con material sellante.

Posteriormente las ranuras existentes deberán ser limpiadas cuidadosamente sacando totalmente de ella toda la materia extraña, para realizar esta operación se deben utilizar cepillos fabricados de alambres de acero y la superficie interior deberá estar estrictamente seca.

El sellado asfáltico quedará en 6mm. Por debajo de la superficie del pavimento.”<sup>13</sup>

## **6.4. Pavimentar con asfalto**

### **6.4.1. Ventajas y Desventajas**

En los últimos años se puede observar que gran parte de la inversión del país se rige a la pavimentación de la red vial nacional, dicha inversión es por medio del gobierno central, municipal o incluso privada a través de convenios especiales, la realidad radica en que genera una problemática por el mal funcionamiento que se tiene, y por el alto gasto de mantenimiento.

Pavimentar con asfalto resulta más económico en su construcción inicial, por su baja rugosidad y flexibilidad.

El usuario siente el manejo de su vehículo con mayor comodidad (se desliza con suavidad y silenciosamente)

Tiene un periodo de vida útil de entre 10 a 15 años (con adecuado mantenimiento)

Las cargas pesadas producen roderas.

---

<sup>13</sup> <http://www.guafa.com/costos/esp.html>

Dislocamientos del asfalto

Agrietamientos por fatiga y representa peligro al usuario.

## **6.5. ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL**

“El contenido de agua que tiene un suelo, es definido como la humedad; es de gran utilidad en las obras de ingeniería civil, y es muy fácil de calcular, está definido por la relación que existe entre el peso del agua, y el peso de los sólidos en un volumen de suelo dado; por lo general los datos obtenidos de este cálculo son expresados en porcentaje.

$$\omega_n = \frac{w_w}{w_s}$$

Para realiza el ensayo de humedad natural se necesita los siguientes materiales:

- a.) recipientes para humedades (taras).
- b.) balanza electrónica de precisión (sensibilidad de 0,01g).
- c.) horno o estufa de temperatura a  $110^{\circ}\text{c} \pm 5^{\circ}\text{c}$ .
- d.) formularios.
- e.) pinza o guantes para sacar la muestra del horno.

Y se realiza el siguiente procedimiento:

Se extrae una muestra del suelo en su estado natural, la cual se toma del lugar donde se va a realizar la construcción, o de donde se desea realizar el estudio de suelo, para poder determinar su porcentaje de humedad natural.

Una vez obtenido el material, se toma un recipiente (tara), del cual se pesa completamente vacía, posteriormente se agrega un poco de material a la tara y se procede a pesarla nuevamente, una vez determinado este peso, se lo deja en el horno por un mínimo de tiempo de 12 horas, se retira la muestra y se pesa nuevamente, con estos datos se calcula el porcentaje de humedad natural que tiene el suelo en el que estamos trabajando.

La cantidad de muestra que se tomen, depende de la persona que realice el ensayo, aunque por lo general se toman 3 muestras, de los datos obtenidos de estas, se realiza un promedio para poder tener una mejor estimación de los resultados.

Es de suma importancia realizar correctamente este ensayo, ya que aporta con los datos para otros ensayos como son de CBR, compactación, límite líquido, límite plástico, entre otros.

A continuación se detallan las fórmulas que se utilizan y un pequeño formato básico de este ensayo.<sup>14</sup>

Cápsula N°	Peso de Cápsula	Peso Cápsula + P. inicial húmedo	Peso Cápsula + P. inicial seco	w%	

**Peso inicial húmedo (ph):**

$$Ph = (pt + ph) - pt$$

**Peso inicial seco (ps):**

$$Ps = (pt + ps) - pt$$

Siendo **pt** el peso del recipiente, cápsula o peso de la tara.

**Porcentaje de humedad (w%):**

$$W\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100\%$$

## 6.6. ANALISIS GRANULOMETRICO

“Granulometría es la clasificación, y graduación que se realiza con los granos de una forma sedimentaria, de distinto tipo de materiales, con la finalidad de analizar de

<sup>14</sup> <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15043/T40.10%20L964d.pdf?sequence=2>

donde provienen, sus propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

El análisis granulométrico consiste en separar y clasificar las partículas por tamaños, clasificándolos en gruesos y finos, utilizando tamices de apertura cuadrados.

Para el método de granulometría se necesitan varias mallas de diferentes diámetros, se los colocan un forma descendente, para que actúen como filtros de los granos que van a pasar por los mismos, se los conoce generalmente como columna de tamices.

En esta columna de tamices, en la parte superior, donde se encuentra el tamiz con mayor diámetro se agrega el material inicial, ya sea suelo o sedimentos mezclados, y la columna de tamices es sometida a movimientos vibratorios para q el material poco a poco vaya pasando por estos filtros, por motivo de rapidez, algunos laboratorios cuentan con máquinas cuarteadoras que a través de la vibración clasifican el material con mayor celeridad.

Luego de unos minutos se retiran estos tamices, y se procede a tomar los pesos de material que ha sido retenido en cada uno de estos, con los cuales si se hace una sumatoria total, se debe obtener el mismo peso con el que se inició el ensayo.

Para la granulometría de serie fina, se necesita tener previamente el porcentaje de humedad que tiene la muestra total que se está analizando, por lo que se toman pequeñas muestras pasante del tamiz número 4, para poder realizar el ensayo de humedad natural, se inicia el ensayo por lo general se toma una muestra de 300 gramos pasante del tamiz número 4, se la deja humedecida para que las partículas más pequeñas como los limos y las arcillas se separen, luego se colocan en orden descendentes los tamices número 10, 40 y 200, y se procede a lavar el material, este método es conocido como granulometría por lavado.

Un vez lavado este material, se lo coloca en un recipiente y se lleva al horno, durante mínimo 12 horas, una vez seco, se saca el material y nuevamente se lo pasa por lo tamices 10, 40 y 200, pesando nuevamente la cantidad de material retenido en cada uno de ellos, con los datos obtenidos se procede a calcular.

La metodología para completar la serie fina es calcular el peso inicial seco mediante la siguiente fórmula:

$$ps = \frac{Ph}{w\% + 100\%} * 100\%$$

Luego determinar el peso retenido en el pasante del tamiz #200 y luego calcular los demás parámetros. La forma para obtener este peso consiste en restarle al peso inicial seco los pesos parciales retenidos en los tamices #10, #40 y #200. A continuación se muestra un pequeño formato donde se puede ingresar los datos y calcular los resultados de este ensayo granulométrico.”<sup>15</sup>

### SERIE GRUESA

TAMIZ N°	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% PASA	% PASA ESPECIFICADO
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
N° 4					
Pasa N° 4					
Σ					

<sup>15</sup>[http://www.academia.edu/9163844/DETERMINACION\\_DEL\\_ANALISIS\\_GRANULOMETRICO\\_DE\\_LOS\\_SUELOS](http://www.academia.edu/9163844/DETERMINACION_DEL_ANALISIS_GRANULOMETRICO_DE_LOS_SUELOS)

## SERIE FINA

TAMIZ N°	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% PASA	% PASA ESPECIFICADO
N° 4					
N° 8					
N° 10					
N° 16					
N° 20					
N° 30					
N° 40					
N° 50					
N° 60					
N° 100					
N° 200					
<b>Pasa N° 200</b>					
Σ					

### Equipo:

- a.) recipientes para poner muestras.
- b.) balanza electrónica de precisión (sensibilidad de 0,1g) y capacidad de 20kg.
- c.) balanza electrónica de precisión (sensibilidad de 0,01g).
- d.) horno o estufa de temperatura a  $110^{\circ}\text{c} \pm 5^{\circ}\text{c}$ .
- e.) formularios.
- f.) cuarteadores (tamices).

### **6.7. ENSAYO LIMITE LÍQUIDO**

“Mediante procedimiento se mezcla de suelo y agua capaz de ser manipulada fácilmente se deposita en la cuchara de Casagrande procedemos hacerle una abertura y mientras damos los respectivos golpes , donde gira la manivela, hasta que dicha mezcla suelo agua se vaya uniendo hasta un determinado número de golpe, se cierra

en una longitud de 12,7 mm(1/2"). El número de golpes para que la mezcla se cierre será de 25.”<sup>16</sup>

**Método a utilizar:** standard.

**Referencias:** a.a.s.h.t.o. t 69-68; a.s.t.m. dm 23-66.

**Definición de límite líquido.-** Contenido de agua del suelo entre el estado líquido y plástico del suelo,

**Equipo:** El equipo consistirá de lo siguiente:

- a.) **bandeja de evaporación:** “se la utiliza para mezclar dicho material, hasta obtener la plasticidad adecuada, el recipiente es de porcelana la cual tiene un diámetro aproximadamente 11,5cm (4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>”).”<sup>17</sup>



- b.) **espátulas:** “son utilizadas para revolver o mezclar la muestra una vez que esté en el recipiente de porcelana, su hoja es flexible de 7,62cm (3") de largo y 1,91cm (3/4") de ancho.”<sup>18</sup>



- c.) **aparato de límite líquido (Casagrande):** “un aparato mecánico , consistente de una copa de bronce montada en un brazo con su soporte y base de caucho duro, en el cual se le coloca la muestra con una abertura la cual permite separa la muestras en dos, y darle vuelta a la manivela hasta que la muestra vaya uniéndose, se contara el número de golpes y si esta en dicho rango

---

<sup>16</sup> <http://ing.unne.edu.ar/pub/Geotecnia/2k8-04-10/13-pcs.pdf>

<sup>17</sup> [http://nodocitra.utralca.cl/docs/pdf/Cartilla\\_1\\_NODO\\_Bandeja.pdf](http://nodocitra.utralca.cl/docs/pdf/Cartilla_1_NODO_Bandeja.pdf)

<sup>18</sup> <http://www.ecured.cu/Esp%C3%A1tula>

permitido se saca la muestra y se la coloca en taras se las pesa y se las mete en el horno.”<sup>19</sup>



**d.) acanalador:** “sirve para cortar en dos la pasta del suelo que a su vez es calibrador.”<sup>20</sup>



**e.) recipientes:** “las taras sirven para colocar los diferentes tipos de mezclas, pesarlas y colocarlas en el horno por el tiempo necesario para dicho ensayo.”<sup>21</sup>



**f.) “balanza electrónica de precisión (sensibilidad de 0,01g), sirve para pesar el material que vamos a utilizar, tanto antes como después de salir del horno.”<sup>22</sup>**



**g.) “horno o estufa de temperatura a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , se deberán colocar la muestra para obtener el porcentaje de humedad de dicho suelo, cada muestra con su respectivo nombre o denominación.”<sup>23</sup>**

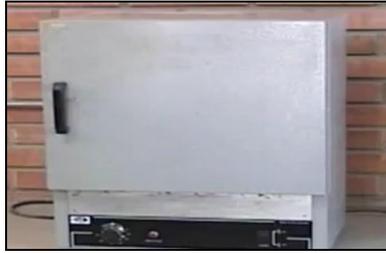
<sup>19</sup> [http://icc.ucv.cl/geotecnia/03\\_docencia/02\\_laboratorio/manual\\_laboratorio/limites.pdf](http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/limites.pdf)

<sup>20</sup> <http://lexicoon.org/es/acanalador>

<sup>21</sup> <http://lexicoon.org/es/recipientes>

<sup>22</sup> <http://www.femto.es/balanza-electronica-de-precision-cms-1-50-24/>

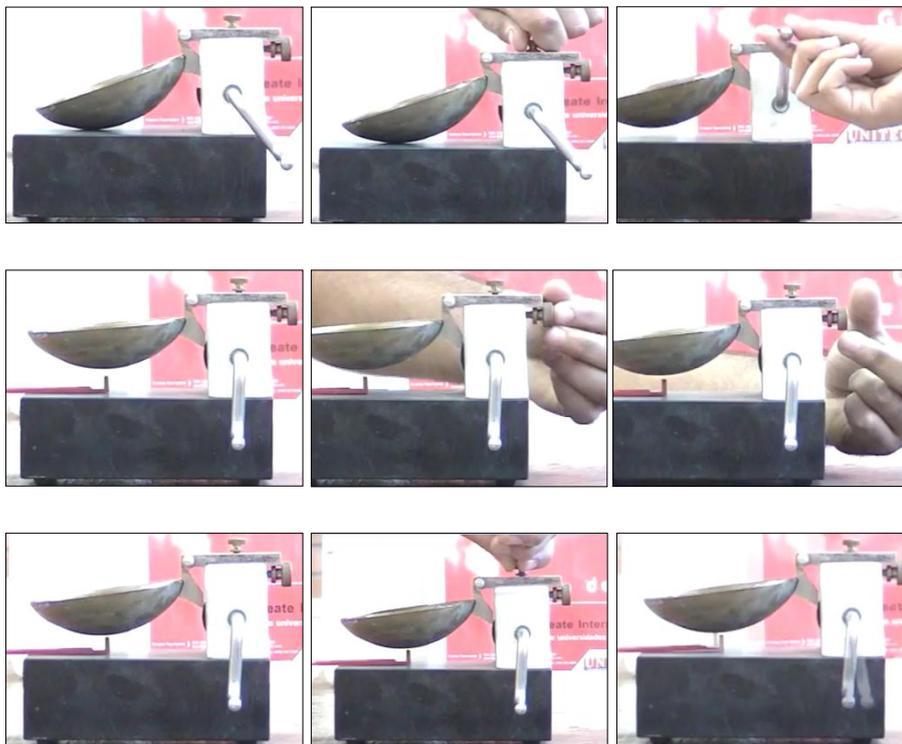
<sup>23</sup> <http://www.equilab.es/pdf/ESTUFAS%20Y%20HORNOS.pdf>



### **Ajuste del aparato mecánico:**

“El aparato para determinar el límite líquido antes de utilizarlo deberá ser revisado, para comprobar que este en excelente estado y no tener ningún tipo de inconveniente al momento de realizar el ensayo.

Utilizando el calibrador del brazo del acanalador y el brazo de ajuste, se calibra la elevación máxima de la copa con respecto a la base de caucho endurecido, medida desde el punto en que la copa hace contacto con la base, a fin de que esta sea exactamente 1cm. el brazo de ajuste debe ser entonces asegurado por medio de tornillos de ajuste, manteniendo el calibrador en su sitio, la calibración se comprueba rotando varias veces la palanca.”<sup>24</sup>



### **Procedimiento:**

<sup>24</sup> <http://es.slideshare.net/veroSwaggy1313/ajuste-mecanico>

Tomamos aproximadamente 100g de material seco (arcilla, limo- arcilla) pasante del tamiz n°40, se coloca la muestra en la bandeja de evaporización, se le agrega 15 a 20cm<sup>3</sup> de agua y se mezcla con la espátula hasta obtener una masa uniforme. Si la mezcla no está lo suficientemente plástica se deberá colocar más aguas en cantidad menor hasta obtener la plasticidad adecuada,



Cuando se ha mezclado la muestra con suficiente cantidad de agua para obtener una masa uniforme, de consistencia dura, una vez que la mezcla este o tenga una plasticidad adecuada la colocamos en el aparato Casagrande se aplasta el material con la espátula hasta emparejar la superficie donde se deberá separa la mezcla del suelo, la ranura para separar la mezcla en dos partes se la deberá hacer con el acanalador, retiramos el exceso de mezcla para obtener un mejor resultado. Se traza un canal sobre el eje de la copa con el acanalador, para evitar que la masa se resbale sobre la copa, se pueden hacer hasta seis pasadas del acanalador, ya sea de atrás hacia adelante o viceversa.



Rotando la palanca, se hace subir y bajar la copa al ritmo de 2revoluciones/segundo, hasta que la muestra se una en la parte inferior del canal, en una longitud de 1/2". Se

registra el número de golpes necesarios para unir la muestra en la longitud indicada y se detiene el contador electrónico de golpes una vez que la muestra se haya unido.



Se divide la muestra en 2 partes iguales (perpendicular al canal) y se toma una rebanada aproximadamente del tamaño de la espátula que se extienda de un extremo a otro de la torta, en sentido perpendicular al canal y que pase por el eje donde se trazó la línea que dividió la muestra incluyendo aquella parte en que se cerró el canal, y se coloca en un recipiente adecuado.

Se registra el peso del recipiente donde se colocará la muestra escogida, y consecuentemente el peso del recipiente y el contenido de la muestra. Luego se coloca el material de recipiente en el horno de temperatura a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo se vuelve a pesar la muestra para determinar el peso inicial seco y determinar el porcentaje del contenido de humedad.

Se retira el material sobrante de la copa y se lo vuelve a colocar en el recipiente de porcelana. La copa y el acanalador deben lavarse y secarse para iniciar el siguiente punto.

Se repite el procedimiento anterior añadiendo para cada caso una pequeña cantidad de agua, a fin obtener una resistencia de la masa de ensayo más suave en cada caso, cabe anotar que los golpes para el segundo punto se comenzarán a contar o registrar desde el número de golpes en el que se detuvo en contador de golpes cuando se unió la muestra anterior.

El fin de este procedimiento es obtener por lo menos una muestra cuya consistencia produzca ensayos dentro de cada uno de los siguientes límites de golpes: 25- 35; 20- 30; 15- 25 (generalmente se toman dos muestras debajo de los 25 golpes y dos sobre los 25 golpes).

### Cálculos:

El contenido de agua del suelo debe expresarse como el porcentaje de contenido de humedad, en relación con la muestra secada en el horno:

$$w\% = \frac{P_h - P_s}{P_s} * 100\% \quad ; \quad \text{peso del agua} = p_h - p_s$$

$$w\% = \frac{\text{Peso del agua}}{P_s} * 100\%$$

*Calculo para el ensayo de Límite líquido:*

El contenido de humedad que corresponde a la intercepción de la línea de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes debe tomarse como límite líquido del suelo. En ocasiones por efecto de que se tiene poca práctica o porque el suelo tiene algo de arena fina es difícil obtener una línea de escurrimiento uniendo los tres o cuatro puntos, en ese caso el profesor William Lambe propuso la siguiente fórmula:

$$l.l = w\% * \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:

**n**= número de golpes.

**W%**= el porcentaje de humedad correspondiente a n.

Así por ejemplo si tenemos para 21 golpes un contenido de humedad de 26,4% y para 30 golpes un contenido de humedad de 25,7%, aplicando la fórmula se obtiene:

$$l.l = 26,4 * \left(\frac{21}{25}\right)^{0.121} = 25,85\%$$

$$l.l = 25,7 * \left(\frac{30}{25}\right)^{0.121} = 26,27\%$$

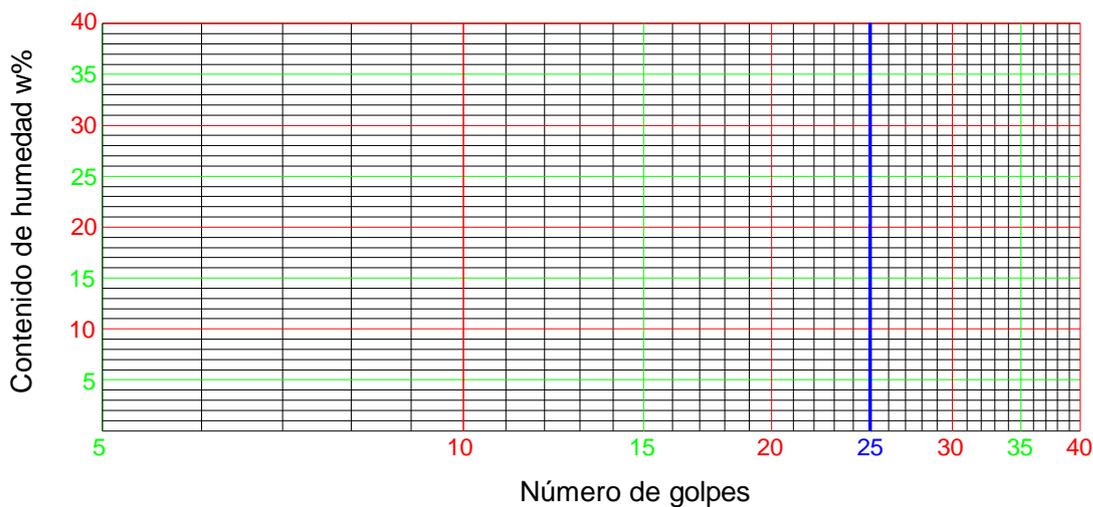
$$l.l = \frac{25,85 + 26,27}{2} = 26,06\%$$

**Nota:** *la aplicación de esta fórmula nos resulta útil cuando se presentan las condiciones antes mencionadas, lo ideal es graficar los puntos en el papel semilogarítmico y obtener el valor del límite líquido.*

LÍMITE LÍQUIDO			
RECIPIENTE #			
PESO DEL RECIPIENTE ( P <sub>1</sub> )			
PESO DEL RECIPIENTE + PESO HUMEDO ( P <sub>2</sub> )			
PESO DEL RECIPIENTE + PESO SECO ( P <sub>3</sub> )			
PESO DEL AGUA ( P <sub>4</sub> = P <sub>2</sub> - P <sub>3</sub> )			
PESO SECO ( P <sub>5</sub> = P <sub>3</sub> - P <sub>1</sub> )			
% DE HUMEDAD ( % w = [ P <sub>4</sub> / P <sub>5</sub> ] * 100% )			
# DE GOLPES			

### 6.8. ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO.

“Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado pero sencillo consistente en medir el contenido de humedad para el cual no es posible moldear un cilindro de suelo, con un diámetro de 3 mm. Para esto, se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), o en papel periódico hasta conseguir un cilindro de 3 mm de diámetro. Al llegar a este diámetro, se desarma el cilindro, y vuelve a amasarse hasta lograr nuevamente un cilindro de 3 mm”<sup>25</sup>



**Método:** standard.

<sup>25</sup> <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/mecanica4.htm>

**Referencias:** a.a.s.h.t.o. t 90-56; a.s.t.m. d 424-59.

**Definición de límite plástico.-** el límite plástico de un suelo es el menor contenido de agua con el cual el suelo permanece plástico y se realizan ensayos para verificar su índice de plasticidad.

**Equipo:**

El equipo consistirá de lo siguiente:



**a.) bandeja de evaporización:** se la utiliza para mezclar dicho material, hasta obtener la plasticidad adecuada, el recipiente es de porcelana la cual tiene un diámetro aproximadamente 11,5cm (4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>").



**b.) espátulas:** son utilizadas para revolver o mezclar la muestra una vez que esté en el recipiente de porcelana, su hoja es flexible de 7,62cm (3") de largo y 1,91cm (<sup>3</sup>/<sub>4</sub>") de ancho.



a.) **superficie para enrollado:** plana de vidrio, o una hoja de papel periódico, la cual ayuda a absorber su humedad y permite manipular mejor los rollitos al momento de realizarlos.

b.) **recipientes:** las taras sirven para colocar los diferentes tipos de mezclas, pesarlas y colocarlas en el horno por el tiempo necesario para dicho ensayo.



c.) **balanza electrónica de precisión** (sensibilidad de 0,01g), sirve para pesar el material que vamos a utilizar, tanto antes como después de salir del horno.



d.) **horno o estufa de temperatura a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$** , se deberán colocar la muestra para obtener el porcentaje de humedad de dicho suelo, cada muestra con su respectivo nombre o denominación.

### **Muestra:**

Se toman aproximadamente 8g de la muestra que ha sido previamente hidratada con la cantidad de agua que se debe de colocar a dicho material y mezclada de acuerdo a las especificaciones aashto t-89. El material debe retener suficiente humedad para que sea posible formar una bola y al momento de hacerla esta no se quede pegada demasiado en los dedos al momento de ser aplastada para dicho ensayo. Cuando tomamos la muestra debemos de dejar que esta se evapore el exceso de humedad al aire libre antes de realizar el ensayo del límite. Si la muestra ha sido tomada después del ensayo del límite líquido y está demasiado seca se le deberá de colocar un

porcentaje de agua para hidratarla y poder realizar los respectivos rollitos para el ensayo.



**Procedimiento:**

A la muestra de 8g se le dará una forma en forma de palitos haciendo presión en los dedos sobre una parte plana ya sea vidrio o papel periódico, para hacer correr la masa hacia delante y hacia atrás para formar un rollo uniforme.



Cuando el diámetro del rollo llegue a 3mm se lo rompe en 6 u 8 pedazos, se lo amasa nuevamente con los dedos para que estén uniformes los rollitos y para luego ser pesados y colocados en el horno a una temperatura adecuada.



El rollo se desmorona de diferentes maneras, dependiendo de la clase de suelo; algunos de los suelos se disgregan en numerosos fragmentos, otros forman una capa tubular que comienza a romperse en los extremos, continuando hacia el centro hasta

que se divide en varias partes. Los suelos muy arcillosos se vuelven duros al aproximarse al límite plástico y finalmente se rompen en varios fragmentos forma de barril de 6 a 9mm de largo.

Se colocan las muestras de los rollitos en una tara se pesa la tara con la muestra y se la coloca en el horno, después de 24 horas sacamos la muestra y la volemos a pesar para determinar la humedad y la plasticidad del suelo, y para tener los datos precisos para su respectivos cálculos.

**Cálculos:**

El límite líquido se calcula expresando como contenido de agua en porcentaje del peso de la muestra secada al horno, en otras palabras se emplea la misma fórmula para determinar el porcentaje de humedad, dado las circunstancias de que el límite plástico de un suelo es el menor contenido de agua con el cual el suelo permanece plástico.

$$I.P. = \frac{P_h - P_s}{P_s} * 100\% \quad ; \quad \text{peso del agua} = p_h - p_s$$

$$I.P. = \frac{\text{Peso del agua}}{P_s} * 100\%$$

El límite plástico será el promedio de las muestras que se realicen en el ensayo, a continuación se muestra un formato.

<b>LIMITE PLASTICO</b>			
<b>RECIPIENTE #</b>			
<b>PESO DEL RECIPIENTE ( P<sub>1</sub> )</b>			
<b>PESO DEL RECIPIENTE + PESO HUMEDO ( P<sub>2</sub> )</b>			
<b>PESO DEL RECIPIENTE + PESO SECO ( P<sub>3</sub> )</b>			
<b>PESO DEL AGUA ( P<sub>4</sub> = P<sub>2</sub> - P<sub>3</sub> )</b>			
<b>PESO SECO ( P<sub>5</sub> = P<sub>3</sub> - P<sub>1</sub> )</b>			
<b>LIMITE PLASTICO ( L.P. = [ P<sub>4</sub> / P<sub>5</sub> ] * 100% )</b>			

Calculo de índice plástico.

El índice plástico de un suelo se calcula como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$\mathbf{I.P. = L.L. - L.P.}$$

Esta diferencia es el índice plástico excepto en los siguientes casos:

- a.) Cuando el L.L. o el L.P. no pueden ser determinados, indíquese el I.P. como no plástico (N.P.).
- b.) Cuando el suelo es muy arenoso, el L.P. deberá determinarse antes del L.L. si el L.P. no puede ser determinado, indíquese tanto el L.L. como el L.P. como N.P.
- c.) Cuando el L.P. es igual o mayor que el L.L., indíquese el I.P. como N.P.

## **6.9. ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR)**

“El ensayo de compactación, es de los más importantes en mecánica de suelo, en cuanto al estudio y el control de calidad de la compactación de un terreno. Por medio de este ensayo, se puede determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con un grado de humedad, una energía de compactación determinada.

Existen dos tipos de ensayo proctor según las normas, el ensayo proctor estándar y el ensayo proctor modificado, la diferencia entre ellos radica en la cantidad de energía aplicada, es decir el número de golpes aplicado varía en cada uno de ellos, la altura con la cual cae el martillo, y el peso del mismo dependerá de cual ensayo se esté realizando, así mismo el tipo de molde que se utilice y el número de capas.

El ensayo consiste en compactar una porción de suelo, se toma aproximadamente un total de 6000gr para iniciar el ensayo, se lo va aplicando de manera proporcionada en el cilindro con volumen y peso conocido, en 5 capas, a cada capa se le da un total de 25 golpes por cada capa con el martillo de 10 lb, una vez terminado las 5 capas, se le retira el collarín, se enrasa la superficie y se pesa el molde; esto se realiza con la muestra en su estado natural, una vez terminado esto se le agrega un 5% de agua a la

siguiente muestra de 6000 gr, y se repite el procedimiento, se realiza esto hasta que al momento de pesarlo, obtengamos un valor menor que el anterior.

Con estos datos se obtiene la curva en relación de la humedad con la densidad seca máxima a determinar la energía de compactación. El punto máximo de esta curva corresponde a la densidad seca máxima en ordenadas y a la humedad óptima en abscisas.

El Grado de compactación de un terreno se expresa en porcentaje respecto al ensayo Proctor; es decir, una compactación del 85% de Proctor Standard quiere decir que se alcanza el 85% de la máxima densidad del Proctor Standard. El porcentaje puede ser mayor al 100%, por ejemplo, en casos en que la energía de compactación en campo es mayor a la del Proctor Standard.”<sup>26</sup>

**Tabla 305-2.1.**

**MOP CAPITULO 300**

<b>Compactación Relativa (Porcentaje)</b>	<b>Superficies o capas</b>
90%	Terreno natural en zonas de relleno
95%	Terreno natural en zonas de corte
95%	Terraplenes o rellenos
95%	Subrasantes formadas por suelo seleccionado.

La energía de compactación viene dada por la ecuación:

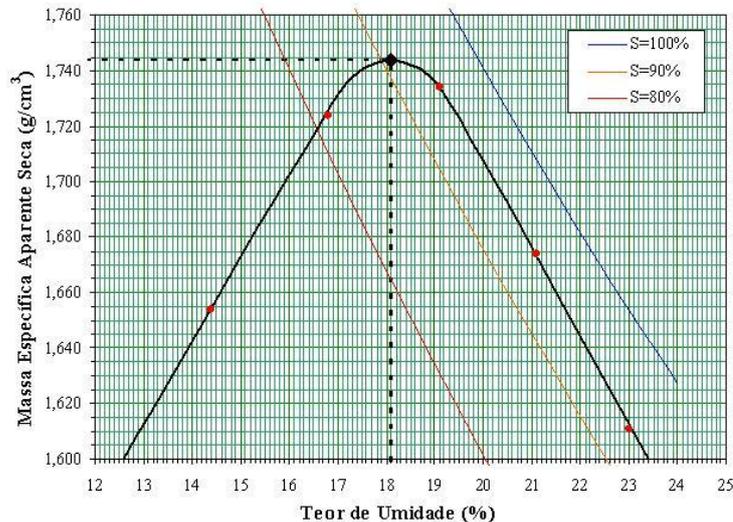
$$Y = \frac{n \cdot N \cdot P \cdot H}{V}$$

Donde:

- Y - energía a aplicar en la muestra de suelo;
- n - número de capas a ser compactadas en el cilindro de moldeado;
- N - número de golpes aplicados por capa;
- P - peso del pisón;

<sup>26</sup> <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Ensayo.Proctor.Normal.pdf>

- H - altura de caída del pisón; y
- V - volumen del cilindro.



## 6.10. CBR

“Con el método de CBR lo que se busca es medir la resistencia al corte de un suelo bajo las condiciones de humedad y densidad controlada. Así mismo, el CBR de un suelo es la carga unitaria que corresponde a 0.1” y 0.2” de penetración y que su valor se expresa en %.

En conclusión se puede determinar que el CBR es la relación entre la carga y la penetración en un espécimen con una muestra de suelo con la humedad y densidad que podemos conseguir del ensayo de Proctor anteriormente realizado.

Hay diferentes formas de el ensayo de CBR, entre las cuales tenemos:

En suelos inalterados

En suelos alterados.”<sup>27</sup>

### 6.10.1. Materiales a utilizarse para la realización del CBR

#### - Para la Compactación

Molde de diámetro de = 6”, altura de 7” a 8” y un collar de 2”.

<sup>27</sup> [http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a\\_labgeo/labgeo32\\_p.pdf](http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a_labgeo/labgeo32_p.pdf)

Disco espaciador de acero diámetro 5 15/16" y una altura 2.5"

Martillo con un peso de 10 lb. Y una altura de caída de 18".

Trípode y dial deformímetro con aprox. 0.001".

Pesas de anulares de 5 lbs c/u (2 pesas).

- **Para la Prueba de Penetración**

Pistón sección circular Diámetro de 2 pulg.

Aparato para aplicar la carga: Prensa hidráulica.  $V= 0.05$  pulg/min. Con anillo calibrado.

Herramientas varias: balanza, tamices, cronómetro, papel filtro, horno, tanques para inmersión de muestra a saturar, etc.

**6.10.2. Lo que vamos a conseguir con este ensayo son los siguientes valores:**

Determinación de la densidad y humedad.

Determinación de las propiedades expansivas del material.

Determinación de la resistencia a la penetración.

**6.10.3. Procedimiento:**

Para comenzar el ensayo se debe preparar el material, para esto se secata el material al sol o en un horno a una temperatura de 60°, se procede a desmenuzar los terrones (se puede utilizar un mazo con cabeza de hule) se debe cuidar de no rompes las partículas individuales en la muestra. Se cuartea y se separa un aproximado de 20 kg de material, el cual debe pasarse por el tamiz de 3/4".

Se obtiene la humedad que tiene el material en ese momento, sacando una pequeña cantidad de material, y realizándole el ensayo de humedad natural.

En el cilindro con el collar se le coloca el disco espaciador y sobre el, el papel filtro (en nuestro caso, utilizamos papel periódico)

Se procede a separar el material para irlo llenando en 5 capas, a cada una de estas capas se las va a compactar con la cantidad de golpes necesarios, se debe realizar con 10, 25 y 56 golpes por cada capa.

Una vez el material este compactado dentro del molde, se retira el collarin y se procede a enrasar, se voltea el molde y se retira el disco espaciador y el filtro, se determina la densidad y la humedad natural.

Se coloca nuevamente el papel filtro sobre la superficie, en la parte donde estaba el espaciador se coloca otro filtro y se coloca el peso necesario (mínimo de 4.5 kg), se coloca el molde dentro de un recipiente con agua suficiente para que pueda cubrir por completo el molde, pero antes de introducirlo se coloca el trípode con un extensómetro y se toma la lectura inicial y cada 24 horas se repite este procedimiento. Una vez transcurrida 96 horas, se tomara la última lectura para calcular el hinchamiento.

## **7. VISUALIZACIÓN DEL ALCANCE DE ESTUDIO**

### **7.1. Aporte Social:**

El trabajo se prioriza en el mejoramiento del área del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica de Manabí, así como también dar una mejor imagen.

### **7.2. Aporte Económico:**

Para poder realizar este análisis, se llevaron a cabo varios ensayos en el Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos, utilizando el mismo material del área.

### **7.3. Aporte Científico:**

Con el trabajo de titulación pudimos poner en práctica nuestros conocimientos adquiridos en el periodo de estudio de nuestra formación académica, realizando un estudio suelos y diseños de pavimentos para el Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos

## **8. OBJETIVOS:**

### **8.1. Objetivo General**

Analizar geotécnicamente el área externa del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica de Manabí para la pavimentación.

### **8.2. Objetivos Específicos**

- Identificar las características geotécnicas de la parte externa del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la universidad técnica de Manabí
- Identificar las áreas donde se ejecutará el estudio geotécnico del suelo
- Proponer un estudio geotécnico de suelos.

## **9. BENEFICIARIOS**

El estudio para la pavimentación del área externa de laboratorio beneficia a los estudiantes, docentes y personas que trabajan en la Universidad Técnica De Manabí.

### **9.1. Beneficiarios Directos:**

- Autores del trabajo de titulación.
- Estudiantes, docentes y personas que laboran en el Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica De Manabí.

### **9.2. Beneficiarios Indirectos:**

- Universidad Técnica de Manabí
- Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas.
- Autoridades de dicha facultad.

## **10. METODOLOGÍA**

### **10.1. CLASES DE INVESTIGACIÓN**

- **PARTICIPATIVO:** Con este método se tomó la participación de los ingenieros que laboran en el Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica De Manabí.

- **DE CAMPO:** Mediante este método se trabajó en el lugar donde se ejecutó la obra.

### **10.2. Diagnóstico Participativo**

- Reuniones con los miembros del proyecto de sustentación
- Reuniones con los ingenieros encargados del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la universidad técnica de Manabí.
- Observaciones directas de los miembros del trabajo de sustentación.

### **10.3. BIBLIOGRAFÍA**

- Internet
- Libros
- Folletos
- Normas

## 11. TÉCNICAS A UTILIZAR

- **OBSERVACIÓN:** Con esta técnica se tomó en consideración los puntos más relevantes para el análisis geotécnico del área externa del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la universidad técnica de Manabí.
- **ENTREVISTAS:** Por medio de esta técnica se pudo conocer los problemas que se generan por no estar pavimentada dicha área.

## **12. RECURSOS**

### **12.1. RECURSOS HUMANOS**

El recurso humano para la ejecución de este proyecto está integrado por:

- Autoridades de la facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas.
- Ingenieros encargados del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica de Manabí.
- Autores del proyecto de tesis.
- Personal autorizado.

### **12.2. RECURSOS MATERIALES**

- Equipo de laboratorio:
  - Taras
  - Balanza
  - Tamices
  - Horno
  - bandeja de evaporización
  - espátulas
  - aparato de límite líquido (Casagrande)
  - acanalador
  - superficie para enrollado
- Lampa
- Carretilla

### **12.3. RECURSOS FINANCIEROS**

Este trabajo fue realizado con recursos propios, para dejar donado un estudio técnico de suelo y diseños de pavimento, para darle un mejor aspecto a la Universidad.

### **13. DEFINICION Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

Dado que la población de este proyecto de investigación es heterogénea, puesto que la conforman: autoridades, docentes expertos y estudiantes de la universidad técnica de Manabí, se trabajará por estratos:

Para el estrato autoridades se trabajará con el total de recursos de la facultad de la facultad de ciencias matemáticas, físicas y químicas.

Para los estratos de: estudiantes y docentes de la universidad, dado que su población es muy alta, se trabajará con una muestra, en función de los datos tentativos proporcionados por personal del departamento de planificación de la institución, el mismo que dice que actualmente la universidad tiene aproximadamente 13400 estudiantes matriculados. En función de estos datos numéricos, con un margen de error del 10 %, se efectúa el cálculo de la muestra:

$$n=13400$$

$$E= 0.1$$

$$n= \frac{N}{(E)^2 (N-1)+1}$$

$$n = \frac{13400}{(0.1)^2 * (13400 - 1) + 1} = 99$$

#### **13.1. RESULTADOS ESPERADOS**

Basado en el análisis de los beneficios que tuvo el trabajo de titulación se pudo concluir que la investigación tendrá impactos sociales muy positivos directos por varios de los elementos a ser ejecutados, que se dé el cumplimiento sistemático y efectivo de un ambiente confortable al momento de acudir al Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos.

## 14. RECOLECCION DE LOS DATOS

### 14.1. Estadísticas

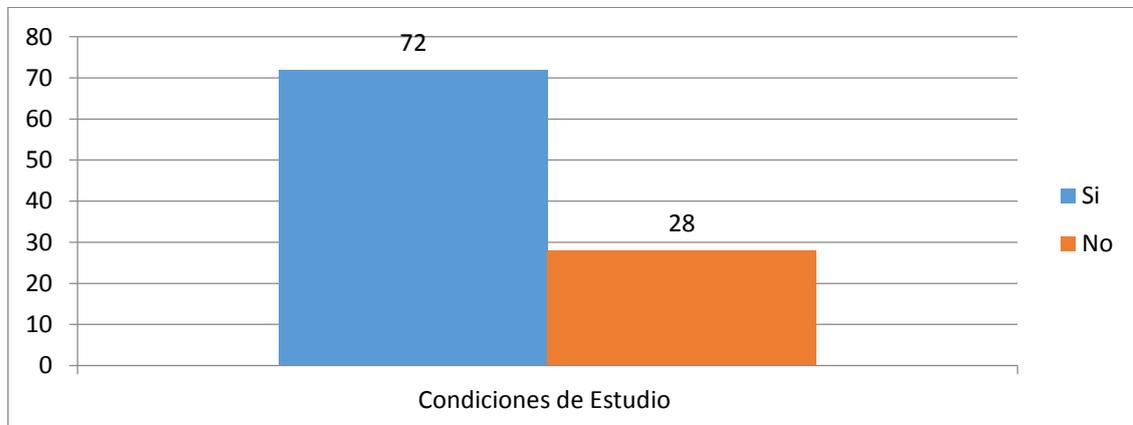
Encuesta dirigida a los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí

1. ¿Cree usted que este proyecto contribuye al mejoramiento de sus condiciones de estudio?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	72	72.00
No	28	28.00
Total	100	100.00

**Fuente:** Estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí

**Elaborado por:** Andrés Oswaldo Palma Montesdeoca y María José Sornoza Cevallos



#### Descripción, análisis e interpretación de los resultados.

Con el fin de conocer si los estudiantes considera que la pavimentación contribuirá al mejoramiento de las condiciones de estudio; al consultárseles a través de las encuestas se pudo conocer que: Si, se obtuvo un 72% y No, un 28%.

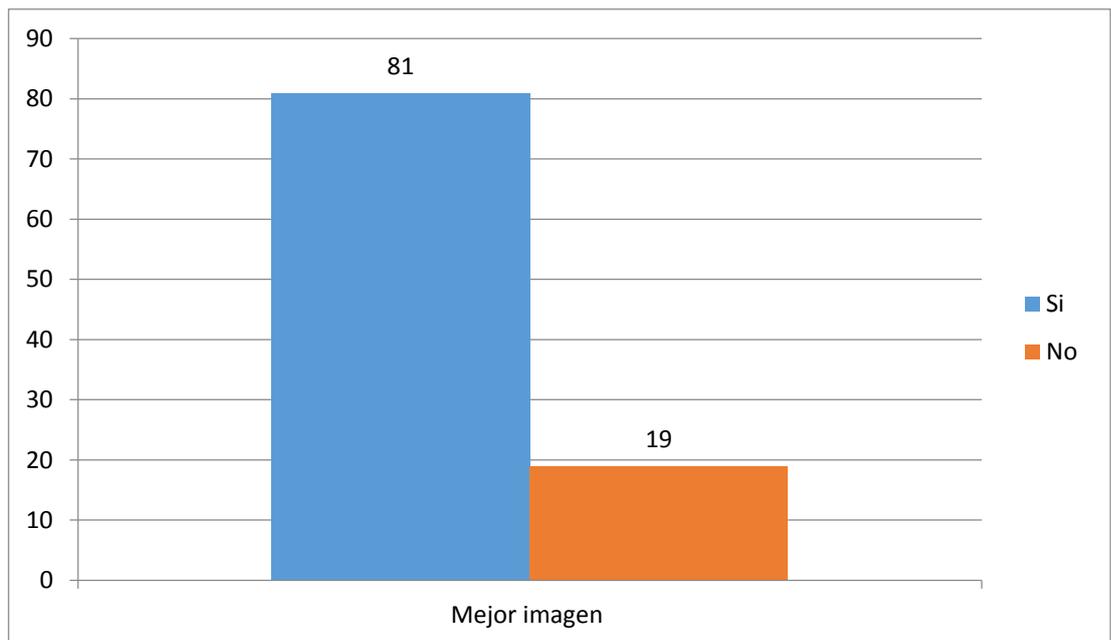
Los resultados obtenidos demuestran que una pavimentación en el área externa del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos contribuiría al mejoramiento de sus condiciones de estudio.

2. ¿Cree usted que dará una mejor imagen la pavimentación del área externa del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	81	81
No	19	19
Total	100	100.00

**Fuente:** Estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí

**Elaborado por:** Andrés Oswaldo Palma Montesdeoca y María José Sornoza Cevallos



### **Descripción, análisis e interpretación de los resultados.**

Realizando la encuesta se puede determinar que un 81% de los estudiantes considera que Si le dará un mejor aspecto con la pavimentación, y un 19% considera que No.

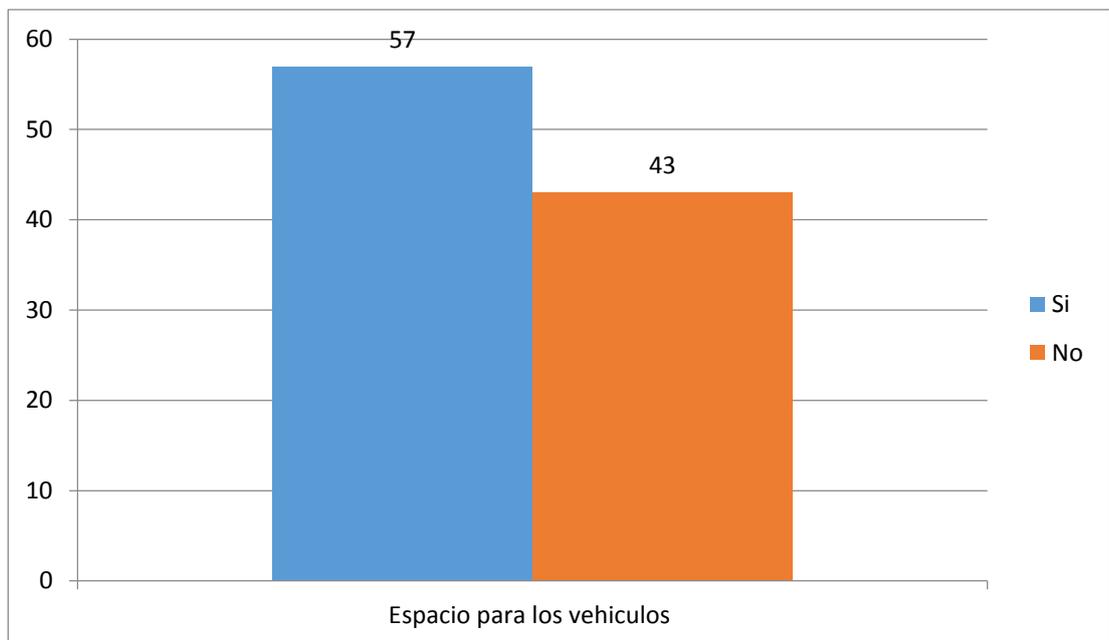
Resultados obtenidos demuestra que con la pavimentación si se le dará un mejor aspecto al Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos.

3. ¿Considera que la parte externa del laboratorio cuenta con espacio suficiente para los vehículos?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	57	57
No	43	43
Total	100	100.00

**Fuente:** Estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí

**Elaborado por:** Andrés Oswaldo Palma Montesdeoca y María José Sornoza Cevallos



### **Descripción, análisis e interpretación de los resultados.**

Según los datos obtenidos de la encuesta, se determina que un total de 57 estudiantes cree que si existe suficiente espacio para parquear los vehículos, y 43% considera que no hay suficiente espacio.

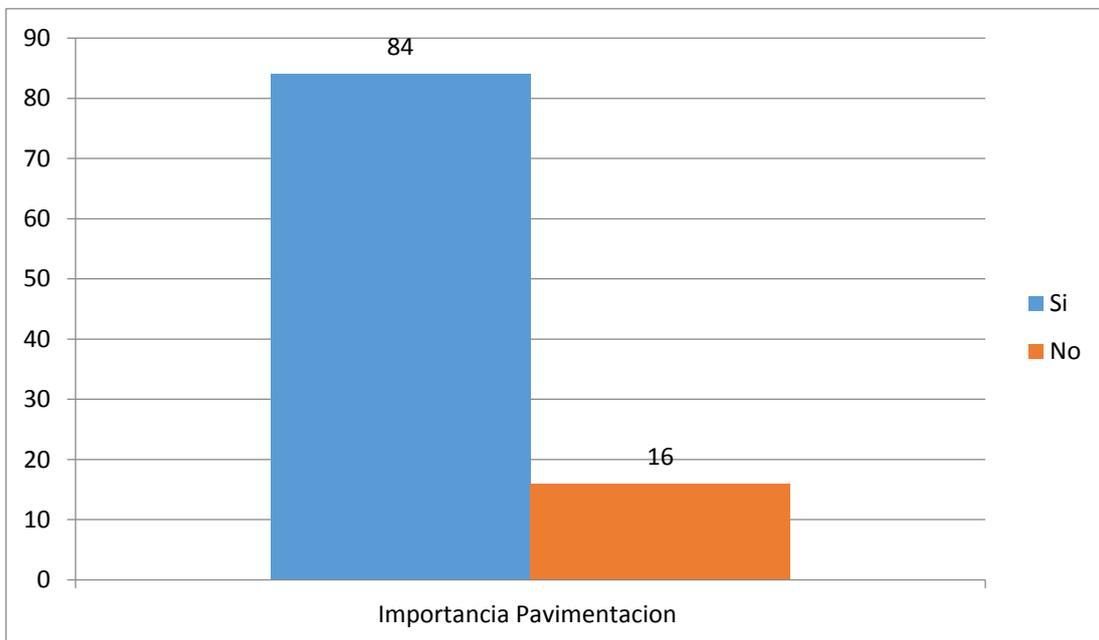
Llegando a la conclusión de que si existe suficiente espacio para parquear los vehículos.

4. ¿Considera usted que es de mucha importancia la pavimentación del área externa del laboratorio de suelo?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	84	84
No	16	16
Total	100	100.00

**Fuente:** Estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí

**Elaborado por:** Andrés Oswaldo Palma Montesdeoca y María José Sornoza Cevallos



#### **Descripción, análisis e interpretación de los resultados.**

Según las personas encuestadas, se llega a la conclusión de que 84% considera que es muy importante la pavimentación del área externa del laboratorio de suelo, y un 16% no lo considera necesario.

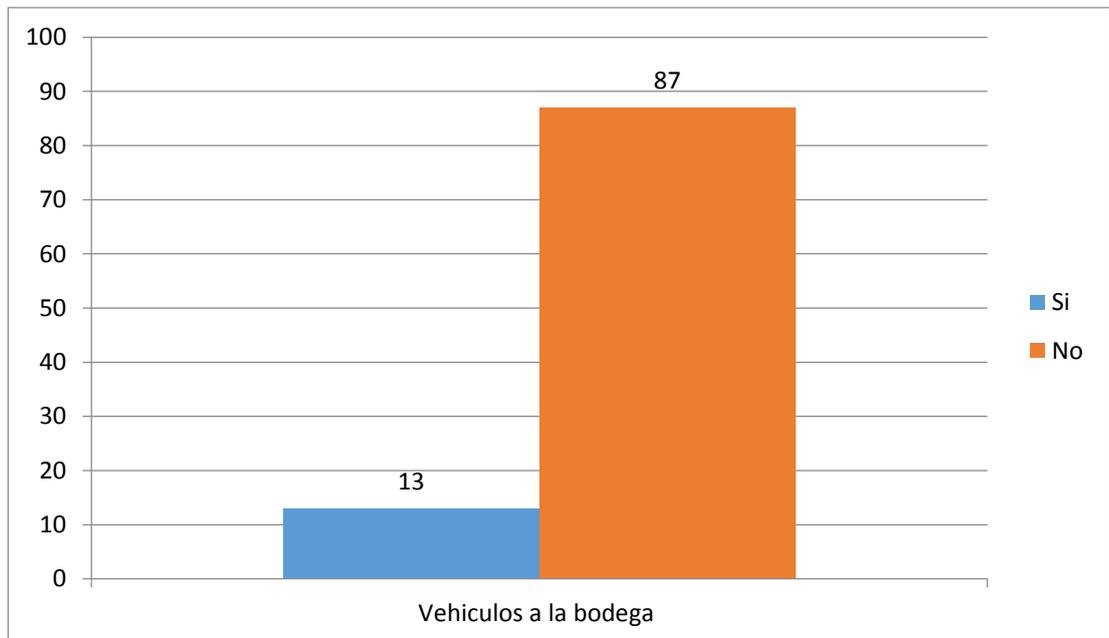
Por lo que se puede concluir que si es importante la realización de esta pavimentación.

5. ¿Le resulta fácil ingresar vehículos a la bodega del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos para dejar material?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	13	13
No	87	87
Total	100	100.00

**Fuente:** Estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí

**Elaborado por:** Andrés Oswaldo Palma Montesdeoca y María José Sornoza Cevallos



### **Descripción, análisis e interpretación de los resultados.**

Con la encuesta realizada se pudo deducir que a un aproximado de 13% les resulta fácil ingresar el material hacia las bodegas, mientras que a un total de 87% se les dificulta un poco hacerlo.

Con estos resultados se demuestra que es difícil en general ingresar a la bodega con material en los vehículos.

## **14.2. ANALISIS DE LOS DATOS EXTRAIDOS**

A través de los datos adquiridos en las encuestas realizadas a los docentes que llegan al Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos y a los estudiantes de la facultad de Ciencias Matemáticas, físicas y químicas, se determinó que en su mayoría están de acuerdo con que se debería realizar una pavimentación en esta área, la cual permitirá tener un ingreso más fácil al laboratorio, y le dará una mejor estética al mismo.

## **15. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD.**

### **15.1. SUSTENTABILIDAD**

El estudio geotécnico realizado, es de gran aporte para la universidad Técnica de Manabí, ya que presta datos precisos y actualizados del área, y así mismo con el análisis realizado para la pavimentación, se tendría ya un estudio hecho, para que en el momento que se tenga el dinero suficiente se ejecute.

El proyecto es sustentable por el aporte que estamos generando a la Universidad, generando una mejor estética y factibilidad de ingreso.

### **15.2. SOSTENIBILIDAD**

Esta obra es sostenible ya que estamos favoreciendo a los estudiantes con el estudio realizado, dando una propuesta a la Universidad para que mejore el área del Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos.

Al finalizar la obra podemos destacar que hemos utilizado nuestros conocimientos aprendidos en nuestra vida estudiantil, poniendo el mayor esfuerzo para que los resultados sean eficientes y eficaces.

# 16. CONCEPCIÓN DEL DISEÑO DE ESTUDIO

## CALICATA 1

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO & ASFALTO					
<b>PROYECTO :</b>					
<b>LOCALIZACION:</b> MANABI		<b>PROFUNDIDAD:</b> 0,50 m		<b>MATERIAL:</b> SUB RASANTE	
<b>ABSCISA:</b>		<b>ESPESOR:</b>		<b>MUESTRA:</b> 1	
<b>USO:</b>		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		<b>CALCULADO POR :</b>	
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)			ENSAYOS DE CLASIFICACION		
TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPCFCD
GRANULOMETRIA					
4"					
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
⅜"					
N°4					
PASA N°4					
<b>TOTAL</b>					
SERIE FINA					
N°4				100	
8					
10	1,99		0,82	99,18	
16					
20					
30					
40	4,13		1,70	97,48	
50					
60					
100					
200	14,55		5,99	(91,49)	
PASA N°200	222,22		91,49		
<b>TOTAL</b>	<b>242,89</b>				
		P inicial humedo= <b>300</b>			
		P inicial seco= <b>242,89</b>			
<b>CLASIFICACION:</b>		HUMEDAD NATURAL:		<b>23,51 %</b>	
		LIMITE LIQUIDO:		<b>52,36 %</b>	
<b>SUCS</b>		INDICE PLASTICO:		<b>22,30</b>	
<b>AASTHO</b>		INDICE DE GRUPO:			
		<b>A-7-5</b>			

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
T1	----	299,28	259,06	91,17	23,96	
K2	----	187,49	160,01	40,87	23,07	
						<b>23,51</b>

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
GH						
38	34,73	28,95	17,79	51,79		
28	33,23	27,94	17,77	52,02		
19	51,13	44,13	30,89	52,87		
						<b>52,36</b>

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
G						
	34,28	33,25	29,81	29,94		
E	35,35	34,30	30,82	30,17		
						<b>30,06</b>

**HUMEDAD vs # DE GOLPES.**

# DE GOLPES	% DE HUMEDAD
10	52,8
25	52,0
50	51,7

<b>PROYECTO :</b>			<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO &amp; ASFALTO</b>		
<b>LOCALIZACION</b> MANABI	<b>PROFUNDIDA</b> 1,00 m	<b>MATERIAL:</b> SUB RASANTE			
<b>ABSCISA:</b>	<b>ESPESOR:</b>	<b>MUESTRA</b>			
<b>USO</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	<b>CALCULADO POR :</b>			

**ENSAYOS DE CLASIFICACION**

**RANULOMETRÍA (ASTM D42)**

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESP CFCD
-------	------------------------	--------------------------	---------------	---------------	---------------

**GRANULOMETRIA**

4"					
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"					
Nº4					
PASA Nº4					
<b>TOTAL</b>					

**SERIE FINA**

Nº4			100	
8				
10	10,61		4,27	95,73
16				
20				
30				
40	3,78		1,52	94,20
50				
60				
100				
200	10,85		4,37	( 89,83 )
PASA Nº200	222,99		89,83	
<b>TOTAL</b>	<b>248,23</b>			

P inicial humedo= **300**  
P inicial seco= **248,23**

<b>CLASIFICACION:</b>		HUMEDAD NATURAL:	<b>20,86 %</b>
		LIMITE LIQUIDO:	<b>48,98 %</b>
<b>SUCS</b>		INDICE PLASTICO:	<b>19,06</b>
<b>AASHTO</b>	<b>A-7-6</b>	INDICE DE GRUPO:	

**HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)**

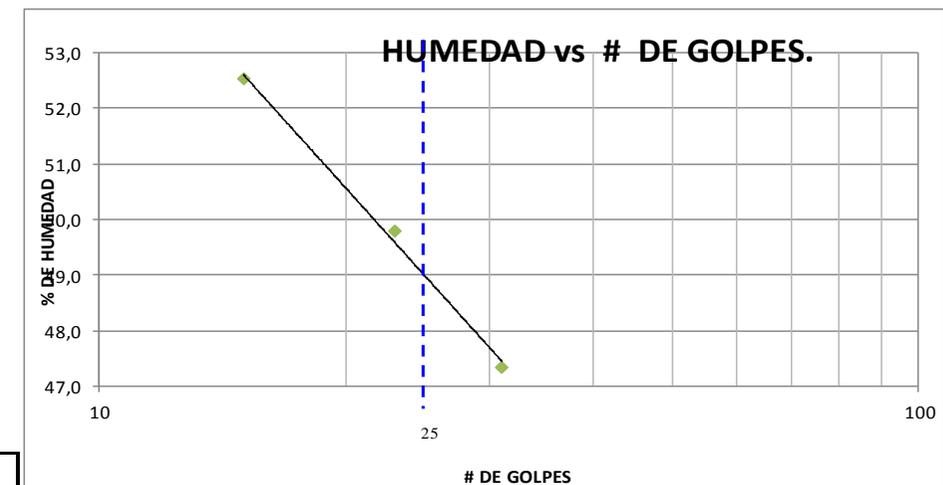
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
T7	----	297,93	260,84	82,52	20,80	
L9	----	250,30	221,09	81,43	20,92	
	----					<b>20,86</b>

**LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)**

EL	31	31,78	27,08	17,15	47,33	
FO	23	29,27	23,27	11,22	49,79	
VC	15	35,71	29,04	16,34	52,52	
						<b>48,98</b>

**LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)**

A5		20,43	19,76	17,51	29,78	
A7		20,68	19,85	17,09	30,07	
						<b>29,93</b>



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO & ASFALTO**

**Determinación de la Relación Humedad-Densidad de Suelos  
Curva de Compactación**

Proyecto : 0

Localización : MANABI

Procedencia :

Calicata N° :

Muestra N° :

Descripción de la muestra (VISUAL) : SUB RASANTE

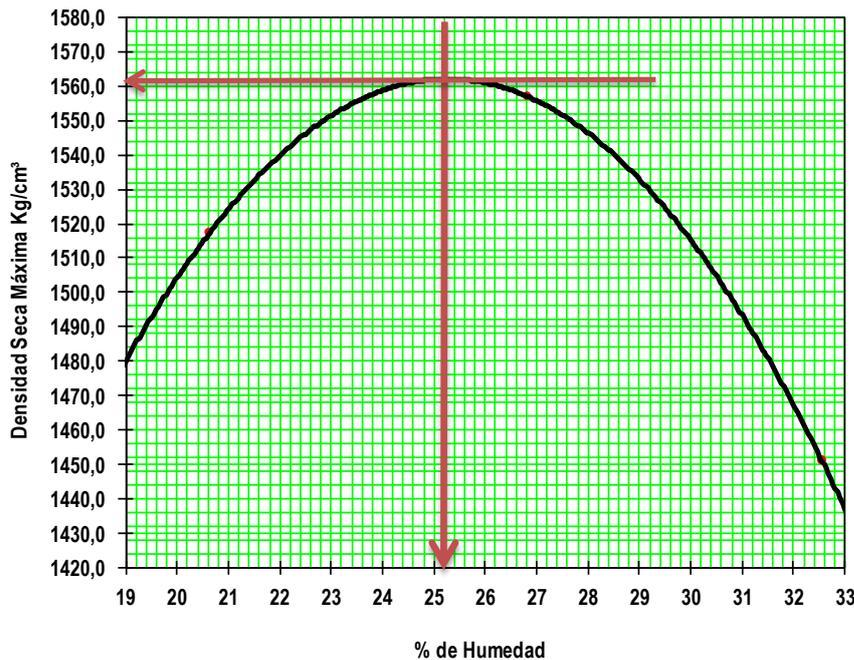
ESPESOR: 0,50 m

MASA DEL CILINDRO ( P7 )	4335,0
VOLUMEN DEL CILINDRO ( V )	976,9
MASA DEL MARTILLO ( Kg. )	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO ( cm. )	45,72
TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=4" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-25
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	25

**Observaciones:**  
*Normas de Referencia*  
 ASTM D 698-91  
 ASTM D 1557-91  
 AASHTO T 99-94  
 AASHTO T 180-93

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4	5	6
PORCENTAJE	0	0	5	5	10	10			
RECIPIENTE #	L	TL	LO	EE	A2	A1			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA ( P1 )	329,21	319,02	391,11	365,91	269,58	299,22			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA ( P2 )	282,08	272,66	326,84	307,03	221,42	245,44			
MASA DE AGUA ( P3 = P1 - P2 )	47,13	46,36	64,27	58,88	48,16	53,78			
MASA DE RECIPIENTE ( P4 )	52,51	49,01	89,35	85,59	72,94	80,90			
MASA DE MUESTRA SECA ( P5 = P2 - P4 )	229,57	223,65	237,49	221,44	148,48	164,54			
% DE HUMEDAD ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	20,53	20,73	27,06	26,59	32,44	32,69			
% HUMEDAD	20,63		26,83		32,56				
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	0,00		5,00		10,00				
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO ( P6 )	6123,0		6264,0		6214,0				
MASA DE SUELO HÚMEDO ( P8 = P6 - P7 )	1788		1929		1879				
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO ( Dh = P8 ÷ V )	1830		1975		1923				
DENSIDAD SECA DEL SUELO ( Ds = Dh ÷ (1 + W ÷	1517		1557		1451				



.....  
 Vto. Bueno  
 Fiscalización

.....  
 Vto. Bueno  
 Contratista

<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima</b> <b>1561 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Óptima</b> <b>25,20 %</b>

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO & ASFALTO**

**PROYECTO:** 0

**LOCALIZACION:** MANABI

**ESPELOR:** 0,50 m

**DESCRIPCION DE LA MUESTRA:** SUB RASANTE

**CALCULADO POR :**

**ENSAYO C. B. R.**

Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	<b>11239</b>	<b>11508</b>	<b>11273</b>	<b>11563</b>	<b>10802</b>	<b>11307</b>
Peso del molde Gr	<b>6871</b>	<b>6871</b>	<b>7141</b>	<b>7141</b>	<b>7171</b>	<b>7171</b>
Peso muestra humedad Gr.	4368	4637	4132	4422	3631	4136
Volumen de la muestra cm.3	2316,66	2316,66	2316,66	2316,66	2316,66	2316,66
Densidad húmeda Gr/cm.3	1885	2002	1784	1909	1567	1785
Densidad seca Gr/cm.3	1485	1473	1415	1392	1244	1267

**CONTENIDO DE AGUA**

Tarro N°	K	L	T11	Z	E	LG
P. muestra húmeda + tarro Gr.	<b>116,78</b>	<b>171,62</b>	<b>140,92</b>	<b>279,39</b>	<b>185,79</b>	<b>124,40</b>
P. muestra seca + tarro Gr.	<b>98,44</b>	<b>138,98</b>	<b>118,24</b>	<b>226,43</b>	<b>163,35</b>	<b>100,30</b>
Peso agua Gr.	18,34	32,64	22,68	52,96	22,44	24,10
Peso tarro Gr.	<b>30,48</b>	<b>48,09</b>	<b>31,03</b>	<b>83,68</b>	<b>77,12</b>	<b>41,40</b>
Peso muestra seca Gr.	67,96	90,89	87,21	142,75	86,23	58,90
Contenido de humedad %	26,99	35,91	26,01	37,10	26,02	40,92
Contenido promedio de h. %	31,45		31,55		33,47	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO & ASFALTO

Area de Pistón: 19,635 cm<sup>2</sup>  
3,0434311

DATOS DE ESPONJAMIENTO

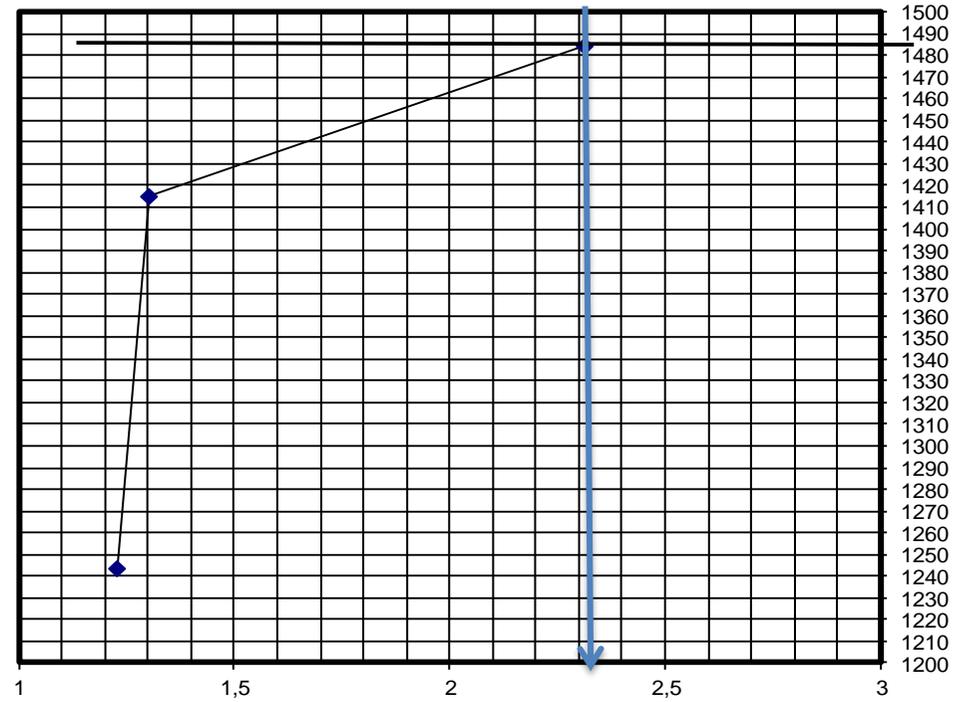
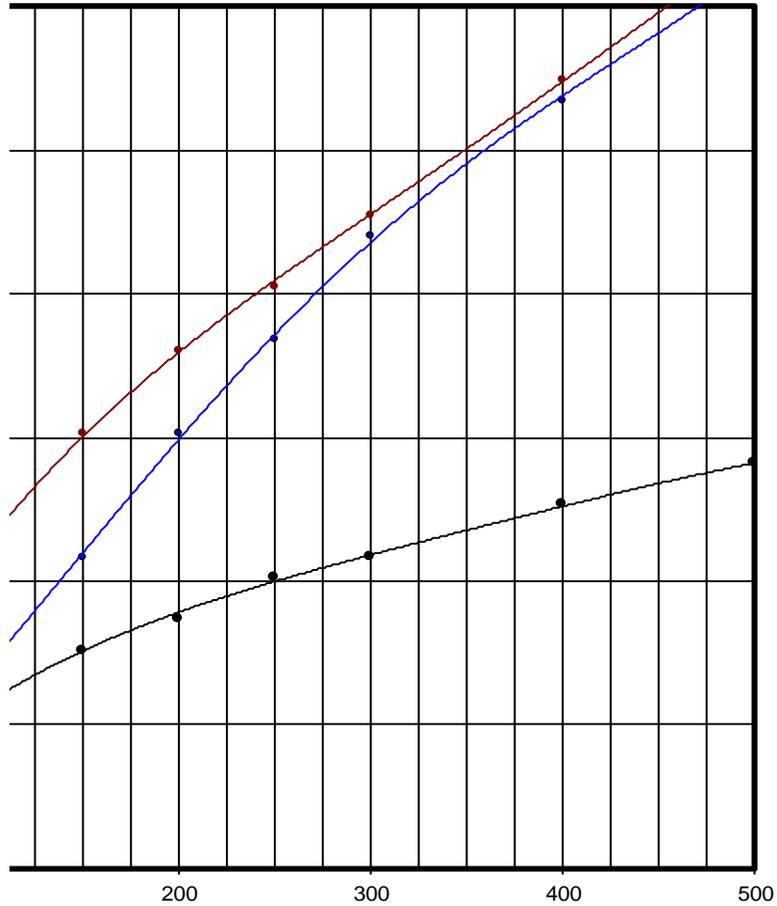
Dia y Mes	Hora	MOLDE N° 1					Día y Mes	Hora	MOLDE N° 2					Día y Mes	Hora	MOLDE N° 3				
		Tiempo	Lectura	Altura	Esponjamiento				Tiempo	Lectura	Altura	Esponjamiento				Tiempo	Lectura	Altura	Esponjamiento	
		Transcurrido	Dial	Muestra	Pulg.	%			Transcurrido	Dial	Muestra	Pulg.	%			Transcurrido	Dial	Muestra	Pulg.	%
		0	0	5,05	0,000	0,0			0	0	5,05	0	0,0			0	0	5,05	0,000	0,0
04-ene	10:20	1	122	5,05	0,122	2,4	04-ene	10:22	1	131	5,05	0,131	2,6	04-ene	10:24	1	140	5,05	0,14	2,8
05-ene	10:20						05-ene	10:22						05-ene	10:24					
06-ene	10:20	3	220	5,05	0,220	4,4	06-ene	10:22	3	184	5,05	0,184	3,6	06-ene	10:24	3	229	5,05	0,229	4,5

Anillo N° =  
Constante = 2,2 (LD)

TIEMPO		Penetrac. Pulgadas	MOLDE N° 1						MOLDE N° 2						MOLDE N° 3					
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones	Presiones	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones	Presiones	Valores C. B. R.	Carga		Presiones	Presiones	Presiones	Valores C. B. R.
			Dial	Lbs.	Lbs/ Pulg2	Corregi. Lbs/ Pulg2	Standar Lbs/ Pulg2		Dial	Lbs.	Lbs/ Pulg2	Corregi. Lbs/ Pulg2	Standar Lbs/ Pulg2		Dial	Lbs.	Lbs/ Pulg2	Corregi. Lbs/ Pulg2	Standar Lbs/ Pulg2	
		0	0		0			0,0		0				0,0		0				
		25	9,0		7			6,0		4				4,0		2,89				
		50	18,0		13			10,0		7				8,0		5,78				
		75	24,0		17			14,0		10				13,0		9,40				
		100	32,0		23		2,3	18,0		13			1,3	17,0		12,29			1,23	
		150	42,0		30			30,0		22				21,0		15,18				
		200	50,0		36			42,0		30				24,0		17,35				
		250	56,0		40			51,0		37				28,0		20,24				
		300	63,0		46			61,0		44				30,0		21,69				
		400	76,0		55			74,0		53				35,0		25,30				
		500	89,0		64			87,0		63				39,0		28,19				

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO & ASFALTO

VALOR DEL CBR = 2,31%  
AL 95 % DE SU MAXIMA DENSIDAD SECA



## CALICATA 2

<b>PROYECTO :</b>			<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO &amp; ASFALTO</b>		
<b>LOCALIZACION:</b>	MANABI	<b>PROFUNDIDAD</b>	0,50 m	<b>MATERIAL:</b>	SUB RASANTE
<b>ABSCISA:</b>		<b>ESPESOR:</b>		<b>MUESTRA</b>	1
<b>USO</b>		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		<b>CALCULADO POR :</b>	

### ENSAYOS DE CLASIFICACION

#### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPCFCD
<b>GRANULOMETRIA</b>					
4"					
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
N°4					
PASA N°4					
<b>TOTAL</b>					

#### SERIE FINA

N°4				100	
8					
10	2,34		0,95	99,05	
16					
20					
30					
40	3,86		1,56	97,49	
50					
60					
100					
200	15,32		6,20	(91,29)	
PASA N°200	225,58		91,29		
<b>TOTAL</b>	<b>247,10</b>				

P inicial humedo= 300  
P inicial seco= 247,10

<b>CLASIFICACION:</b>		HUMEDAD NATURAL:	21,41 %
		LIMITE LIQUIDO:	51,41 %
<b>SUCS</b>		INDICE PLASTICO:	19,95
<b>AASTHO</b>	A-7-5	INDICE DE GRUPO:	

#### HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)

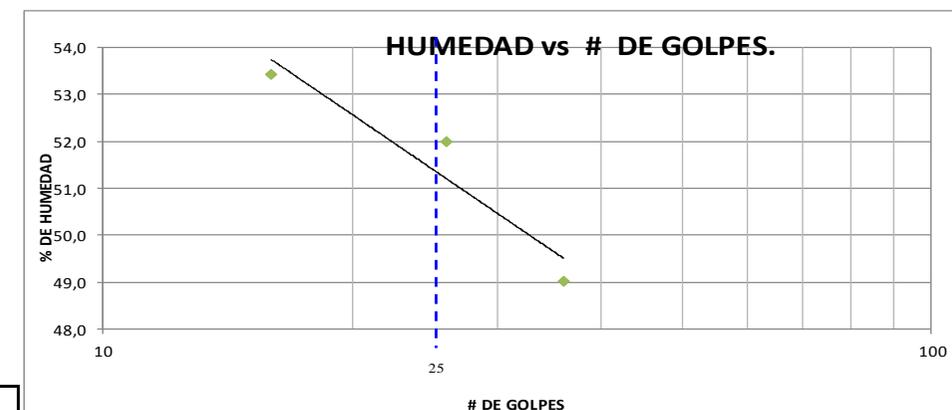
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
T1	----	278,85	246,98	91,17	20,45	
K2	----	198,04	169,32	40,87	22,36	
	----					<b>21,41</b>

#### LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)

GH	36	45,45	36,35	17,79	49,03	
SE	26	43,58	34,75	17,77	52,00	
Z	16	59,87	49,78	30,89	53,41	
						<b>51,41</b>

#### LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)

G		39,82	37,43	29,81	31,36	
E		42,58	39,76	30,82	31,54	
						<b>31,45</b>



<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO &amp; ASFALTO</b>		
<b>PROYECTO :</b>		
<b>LOCALIZACION:</b> MANABI	<b>PROFUNDIDAD:</b> 1,00 m	<b>MATERIAL:</b> SUB RASANTE
<b>ABSCISA:</b>	<b>ESPESOR:</b>	<b>MUESTRA:</b>
<b>USO:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	<b>CALCULADO POR :</b>

**ENSAYOS DE CLASIFICACION**

**GRANULOMETRÍA (ASTM D422)**

TAMIZ	P. RETENIDO PARCIAL	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESP CFCD
<b>GRANULOMETRIA</b>					
4"					
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
N°4					
PASA N°4					
<b>TOTAL</b>					

**SERIE FINA**

N°4				100	
8					
10	9,75		3,91	96,09	
16					
20					
30					
40	4,27		1,71	94,37	
50					
60					
100					
200	11,21		4,50	<b>(89,87)</b>	
PASA N°200	223,95		89,87		
<b>TOTAL</b>	249,18				

P inicial humedo= **300**  
P inicial seco= **249,18**

<b>CLASIFICACION:</b>	HUMEDAD NATURAL:	<b>20,40 %</b>
	LIMITE LIQUIDO:	<b>50,84 %</b>
<b>SUCS</b>	INDICE PLASTICO:	<b>23,08</b>
<b>AASHTO</b>	INDICE DE GRUPO:	
	<b>A-7-6</b>	

**HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)**

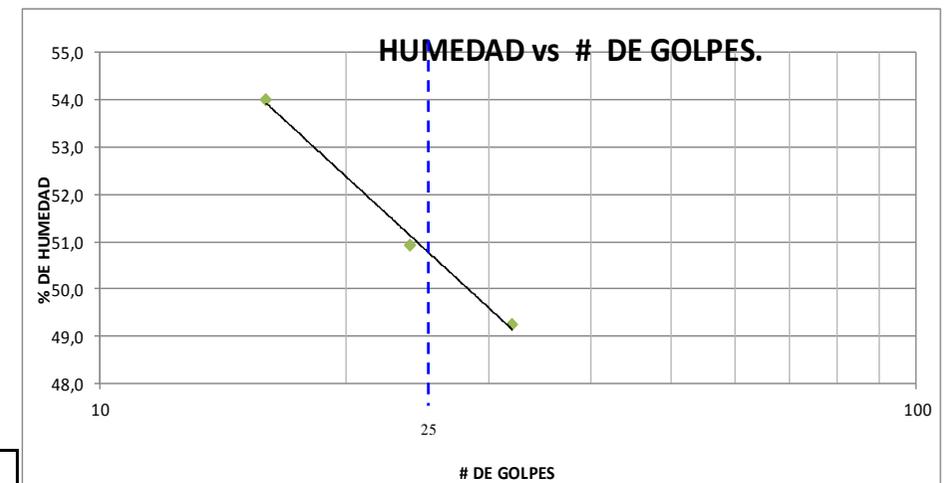
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
T7	----	248,39	219,31	82,52	21,26	
L9	----	226,64	202,91	81,43	19,53	
	----					<b>20,40</b>

**LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)**

EL	32	33,42	28,05	17,15	49,27	
FO	24	28,47	22,65	11,22	50,92	
VC	16	34,42	28,08	16,34	54,00	
						<b>50,84</b>

**LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)**

A5		25,84	24,01	17,51	28,15	
A7		27,56	25,31	17,09	27,37	
						<b>27,76</b>



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO & ASFALTO**

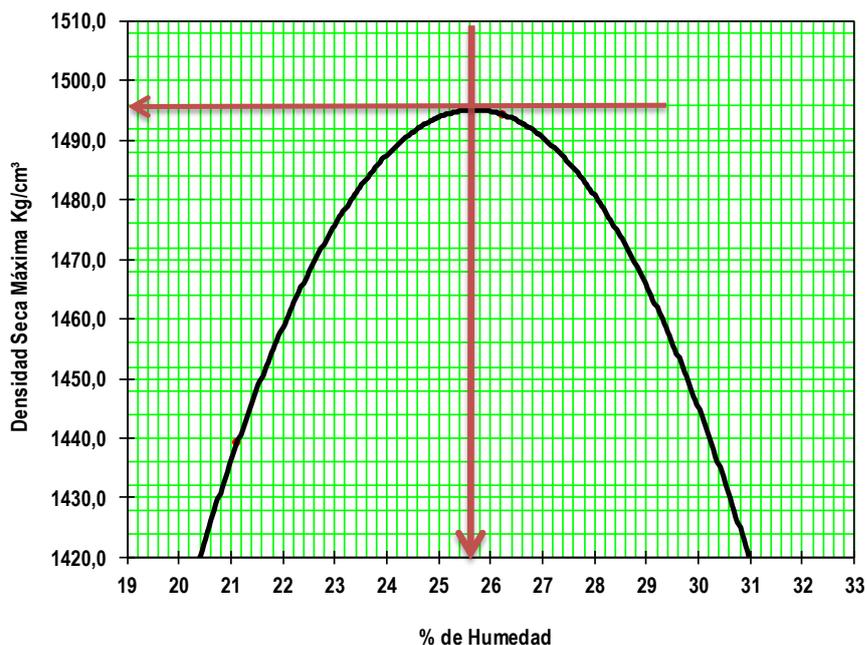
**Determinación de la Relación Humedad-Densidad de Suelos  
Curva de Compactacion**

Proyecto : 0	
Localización : MANABI	Calicata N° :
Procedencia :	Muestra N° :
Descripción de la muestra (VISUAL) : SUB RASANTE	ESPESOR: 0,50 m
MASA DEL CILINDRO ( P7 )	4335,0
VOLUMEN DEL CILINDRO ( V )	976,9
MASA DEL MARTILLO ( Kg. )	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO ( cm. )	45,72
TIPO DEL ENSAYO	Modificado Ø=4" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-25
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	25

**Observaciones:**  
*Normas de Referencia*  
 ASTM D 698-91  
 ASTM D 1557-91  
 AASHTO T 99-94  
 AASHTO T 180-93

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
PORCENTAJE	0	0	5	5	10	10						
RECIPIENTE #	L	TL	LO	EE	A2	A1						
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA ( P1 )	310,11	300,08	274,09	245,42	254,45	284,34						
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA ( P2 )	265,03	256,45	235,48	212,35	210,06	234,65						
MASA DE AGUA ( P3 = P1 - P2 )	45,08	43,63	38,61	33,07	44,39	49,69						
MASA DE RECIPIENTE ( P4 )	52,51	49,01	89,35	85,59	72,94	80,90						
MASA DE MUESTRA SECA ( P5 = P2 - P4 )	212,52	207,44	146,13	126,76	137,12	153,75						
% DE HUMEDAD ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	21,21	21,03	26,42	26,09	32,37	32,32						
% HUMEDAD	21,12		26,26		32,35							
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	0,00		5,00		10,00							
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO ( P6 )	6038,0		6178,0		6114,0							
MASA DE SUELO HÚMEDO ( P8 = P6 - P7 )	1703		1843		1779							
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO ( Dh = P8 ÷ V )	1743		1887		1821							
DENSIDAD SECA DEL SUELO ( Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100) )	1439		1494		1376							



-----  
 Vto. Bueno  
 Fiscalización  
 -----  
 Vto. Bueno  
 Contratista

<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 1495 Kg./m<sup>3</sup></b>
<b>% de Humedad Óptima 25,30 %</b>

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO & ASFALTO**

**PROYECTO:** 0

**LOCALIZACION:** MANABI

**ESPEJOR:** 0,50 m

**DESCRIPCION DE LA MUESTRA:** SUB RASANTE

**CALCULADO POR :**

**ENSAYO C. B. R.**

Molde N°	1		2		3	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO	ANTES del REMOJO	DESPUES del REMOJO
Peso muestra húmeda + molde Gr	<b>11065</b>	<b>11278</b>	<b>11255</b>	<b>11532</b>	<b>10844</b>	<b>11212</b>
Peso del molde Gr	<b>6775</b>	<b>6775</b>	<b>7141</b>	<b>7141</b>	<b>7171</b>	<b>7171</b>
Peso muestra húmeda Gr.	4290	4503	4114	4391	3673	4041
Volumen de la muestra cm.3	2316,66	2316,66	2316,66	2316,66	2316,66	2316,66
Densidad húmeda Gr/cm.3	1852	1944	1776	1895	1585	1744
Densidad seca Gr/cm.3	1458	1430	1409	1362	1258	1209

**CONTENIDO DE AGUA**

Tarro N°	K	L	T11	Z	E	LG
P. muestra húmeda + tarro Gr.	<b>116,78</b>	<b>171,62</b>	<b>140,92</b>	<b>282,39</b>	<b>185,79</b>	<b>126,40</b>
P. muestra seca + tarro Gr.	<b>98,44</b>	<b>138,98</b>	<b>118,24</b>	<b>226,43</b>	<b>163,35</b>	<b>100,30</b>
Peso agua Gr.	18,34	32,64	22,68	55,96	22,44	26,10
Peso tarro Gr.	<b>30,48</b>	<b>48,09</b>	<b>31,03</b>	<b>83,68</b>	<b>77,12</b>	<b>41,40</b>
Peso muestra seca Gr.	67,96	90,89	87,21	142,75	86,23	58,90
Contenido de humedad %	26,99	35,91	26,01	39,20	26,02	44,31
Contenido promedio de h. %	31,45		32,60		35,17	

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO & ASFALTO**

Area de Pistón: 19,635 cm<sup>2</sup>  
3,0434311

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

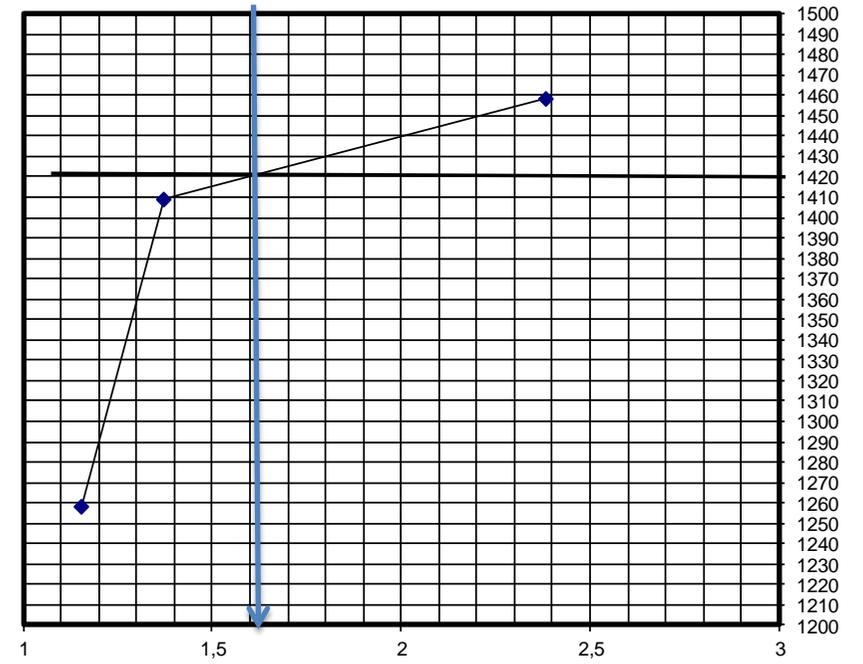
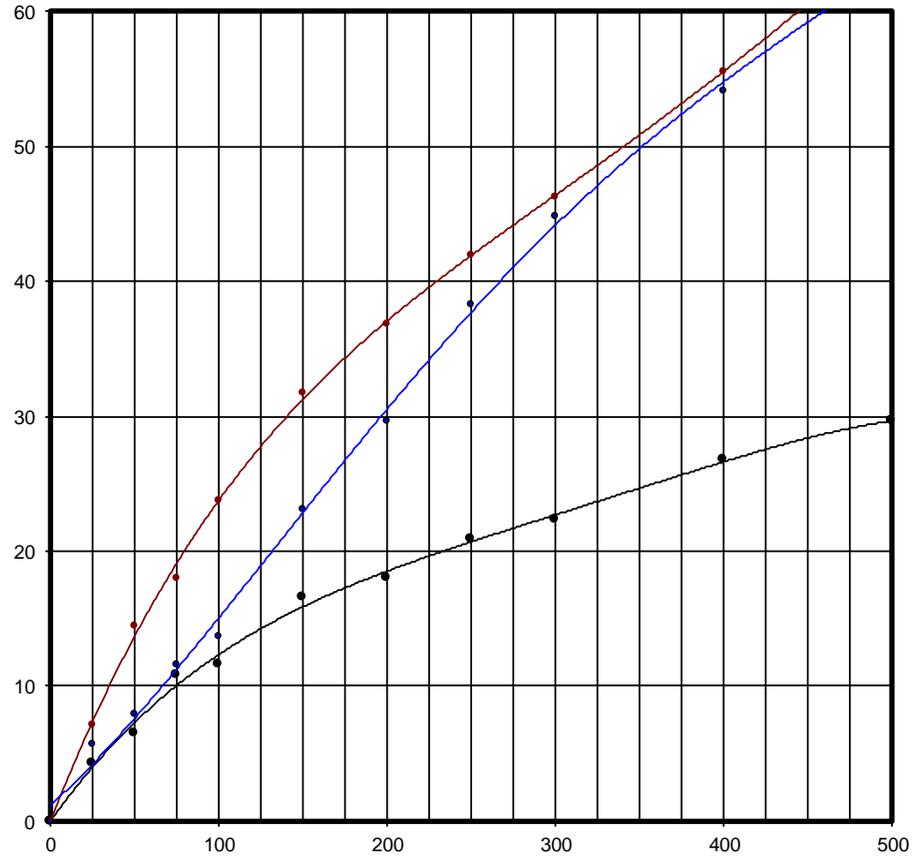
Dia y Mes	Hora	MOLDE Nº 1					Día y Mes	Hora	MOLDE Nº2					Día y Mes	Hora	MOLDE Nº 3				
		Tiempo	Lectura	Altura	Esponjamiento				Tiempo	Lectura	Altura	Esponjamiento				Tiempo	Lectura	Altura	Esponjamiento	
		Transcurrido	Dial	Muestra	Pulg.	%			Transcurrido	Dial	Muestra	Pulg.	%			Transcurrido	Dial	Muestra	Pulg.	%
		Días	Pulg.	Pulg.	Pulg.	%			Días	Pulg.	Pulg.	Pulg.	%			Días	Pulg.	Pulg.	Pulg.	%
		0	0	5,05	0,000	0,0			0	0	5,05	0	0,0			0	0	5,05	0,000	0,0
18-ene	17:20	1	117	5,05	0,117	2,3	18-ene	17:22	1	126	5,05	0,126	2,5	18-ene	17:24	1	135	5,05	0,135	2,7
19-ene	17:20						19-ene	17:22						19-ene	17:24					
20-ene	17:20	3	215	5,05	0,215	4,3	20-ene	17:22	3	179	5,05	0,179	3,5	20-ene	17:24	3	224	5,05	0,224	4,4

Anillo Nº= \_\_\_\_\_  
Constante = 2,2 (LD)

TIEMPO		Penetrac. Pulgadas	MOLDE Nº 1					MOLDE Nº 2					MOLDE Nº 3							
Seg.	Min.		Carga		Presiones	Presiones	Presiones	Valores C.B.R.	Carga		Presiones	Presiones	Presiones	Valores C. B. R.	Carga		Presiones	Presiones	Presiones	Valores C. B. R.
			Dial	Lbs.	Lbs/ Pulg2	Lbs/ Pulg2	Lbs/ Pulg2		Dial	Lbs.	Lbs/ Pulg2	Lbs/ Pulg2	Lbs/ Pulg2		Dial	Lbs.	Lbs/ Pulg2	Lbs/ Pulg2	Lbs/ Pulg2	
		0	<b>0</b>		0			<b>0,0</b>		0				<b>0,0</b>		0				
		25	<b>10,0</b>		7			<b>8,0</b>		6				<b>6,0</b>		4,34				
		50	<b>20,0</b>		14			<b>11,0</b>		8				<b>9,0</b>		6,51				
		75	<b>25,0</b>		18			<b>16,0</b>		12				<b>15,0</b>		10,84				
		100	<b>33,0</b>		24		<b>2,4</b>	<b>19,0</b>		14			<b>1,4</b>	<b>16,0</b>		11,57			<b>1,16</b>	
		150	<b>44,0</b>		32			<b>32,0</b>		23				<b>23,0</b>		16,63				
		200	<b>51,0</b>		37			<b>41,0</b>		30				<b>25,0</b>		18,07				
		250	<b>58,0</b>		42			<b>53,0</b>		38				<b>29,0</b>		20,96				
		300	<b>64,0</b>		46			<b>62,0</b>		45				<b>31,0</b>		22,41				
		400	<b>77,0</b>		56			<b>75,0</b>		54				<b>37,0</b>		26,75				
		500	<b>91,0</b>		66			<b>88,0</b>		64				<b>41,0</b>		29,64				

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO & ASFALTO

**VALOR DEL CBR = 1,62%  
AL 95 % DE SU MAXIMA DENSIDAD SECA**



## 17. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE RESULTADOS

### DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Volumen de Trafico y Clasificacion Vehicular													
	Autos	Bus		Camion Dos Ejes		Camion Pesado		Tracto. Camión					TPDA
	Livianos	L.2 Ejes	P. 3 Ejes	L 2DA	P (2DB)	3 E(3A)	4E -4C	2S1	2S2	3S1	3S2	3S3	
Vehiculos	58	3	0	5	0	1	0	3	0	0	0	0	70
%	82,86	4,29	0,00	7,14	0,00	1,43	0,00	4,29	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

Tasas de Crecimiento			
Tasas	Liv	Bus	Camion
1	4,24	2,37	2,22
2015 - 2025	4,58	3,3812	3,468
2015 - 2035	3,956	2,911	3,130

Proyecciones de Trafico													
Año	Autos	Bus		Camion Dos Ejes		Camion Pesado		Tracto. Camión					TPDA
	Livianos	L.2 Ejes	P. 3 Ejes	L 2DA	P (2DB)	3 E(3A)	4E -4C	2S1	2S2	3S1	3S2	3S3	
1	58	10	0	6	0	4	0	3	0	0	0	0	81
10	91	14	0	8	0	6	0	4	0	0	0	0	123
20	134	19	0	11	0	8	0	5	0	0	0	0	177

#### DETERMINACIÓN DEL NUMERO DE PASADAS DE EJES EQUIVALENTES (N) POR EL METODO AASHTO 93 (METODO BASADO EN LA FORMULA GENERAL)

Numero Acumulado de ESALS en el carril de D. y en el Periodo de D.													
Año	Autos	Bus		Camion Dos Ejes		Camion Pesado		Tracto. Camión					TPDA
	Livianos	L.2 Ejes	P. 3 Ejes	L 2DA	P (2DB)	3 E(3A)	4E -4C	2S1	2S2	3S1	3S2	3S3	
F. Equiv	0,0107	3,5946	0,0000	0,5598	0,0000	3,2897	0,0000	6,8968	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	14,3516
1	113,20	6.560,08	0,00	612,99	0,00	2.401,49	0,00	3.776,01	0,00	0,00	0,00	0,00	13.463,76
10	1.428,24	77.824,53	0,00	7.304,45	0,00	28.616,33	0,00	44.995,08	0,00	0,00	0,00	0,00	160.168,63
20	3.421,52	177.219,03	0,00	16.949,91	0,00	66.403,88	0,00	104.410,61	0,00	0,00	0,00	0,00	368.404,95

**DETERMINACIÓN DEL NUMERO DE PASADAS DE EJES EQUIVALENTES (N) POR EL METODO AASHTO 93 (METODO SIMPLIFICADO CON LOS ESPESORES OBTENIDOS DE LAS TABLAS)**

Factores Equivalencia de Carga

P.T.= 2  
N.E.= 3

Tipos de Vehiculos	Tipo de Eje	Carga por Eje	Porcentaje %	Factor de Equi. Carga	Factor Camion Tf
Livianos	Simple	1,7	82,86	0,0018	0,0015
	Simple	2,5		0,0080	0,0066
				<b>0,0098</b>	<b>0,0081</b>
Buses Mediano dos ejes	Simple	6	4,29	0,2894	0,0124
	Simple	11		3,6052	0,1545
				<b>3,8947</b>	<b>0,1669</b>
Buses Pesados tres ejes	Simple	6	0,00	0,2894	0,0000
	Tandem	16		1,2800	0,0000
				<b>1,5694</b>	<b>0,0000</b>
Camiones Livianos 2 ejes 2DA	Simple	3	7,14	0,0187	0,0013
	Simple	7		0,5382	0,0384
				<b>0,5569</b>	<b>0,0398</b>
Camiones Medianos 2 ejes (2DB)	Simple	6	0,00	0,2894	0,0000
	Simple	11		3,6052	0,0000
				<b>3,8947</b>	<b>0,0000</b>
Camiones Tres ejes (3A)	Simple	6	1,43	0,2894	0,0041
	Tandem	20		3,2527	0,0465
				<b>3,5422</b>	<b>0,0506</b>
Camiones 4 ejes 4C	Simple	8	0	0,9312	0,0000
	Tridem	24		1,5229	0,0000
				<b>2,4541</b>	<b>0,0000</b>
Tracto camion 2 ejes y SR 1 eje - 2S1	Simple	6	4,285714286	0,2894	0,0124
	Simple	11		3,6052	0,1545
	Simple	11		3,6052	0,1545
				<b>7,4999</b>	<b>0,3214</b>
Tracto camion 2 ejes y SR 2 ejes - 2S2	Simple	6	0,00	0,2894	0,0000
	Simple	11		3,6052	0,0000
	Tandem	20		3,2527	0,0000
				<b>7,1474</b>	<b>0,0000</b>
Tracto camion 3 ejes y SR 1 eje - 3S1	Simple	6	0	0,2894	0,0000
	Tandem	20		3,2527	0,0000
	Simple	11		3,6052	0,0000
				<b>7,1474</b>	<b>0,0000</b>
Tracto camion 3 ejes y SR 2 eje - 3S2	Simple	6	0,00	0,2894	0,0000
	Tandem	20		3,2527	0,0000
	Tandem	20		3,2527	0,0000
				<b>6,7949</b>	<b>0,0000</b>
Tracto camion 3 ejes y SR 3 ejes - 3S3	Simple	6	0,00	0,2894	0,0000
	Tandem	20		3,2527	0,0000
	Tridem	24		1,5229	0,0000
				<b>5,0650</b>	<b>0,0000</b>
			<b>100,00</b>	<b>0,59</b>	

**Tasa de Crecimiento considerando Porcetajes**

Tasas	I. Cr
2015 - 2025	0,044
2015 - 2035	0,038

**Ejes Equivalentes**

TPDA	70
Periodo dis.	10
Dias por a.	365
Distr. Dir.	0,5
Indice Cr.	4,39
F.Cr. Trafico	12,491
F. Equ. Carga	0,5868

<b>N8.2=</b>	<b>93.641,10</b>
--------------	------------------

## ESPECTRO DE CARGA DE LOS VEHICULOS PESADOS.

TIPOS DE VEHICULOS :	DATOS DEL T.P.D.A. :
LIVIANOS	58
BUSES MEDIANOS DOS EJES	3
BUSES PESADOS TRES EJES	0
CAMIONES 2DA LIVIANOS	5
CAMIONES PESADOS 2DB	0
CAMIONES TRES EJES 3A	1
CAMIONES CUATRO EJES 4C	0
TC 2 EJES Y SR 1EJE -2S1	3
TC 2 EJES Y SR 2 EJES - 2S2	0
TC 3 EJES Y SR 1 EJE - 3S1	0
TC 3 EJES Y SR 2 EJES - 3S2	0
TC 3 EJES Y SR 3 EJES - 3S3	0
<b>TOTAL :</b>	<b>70</b>

### ACLARACION:

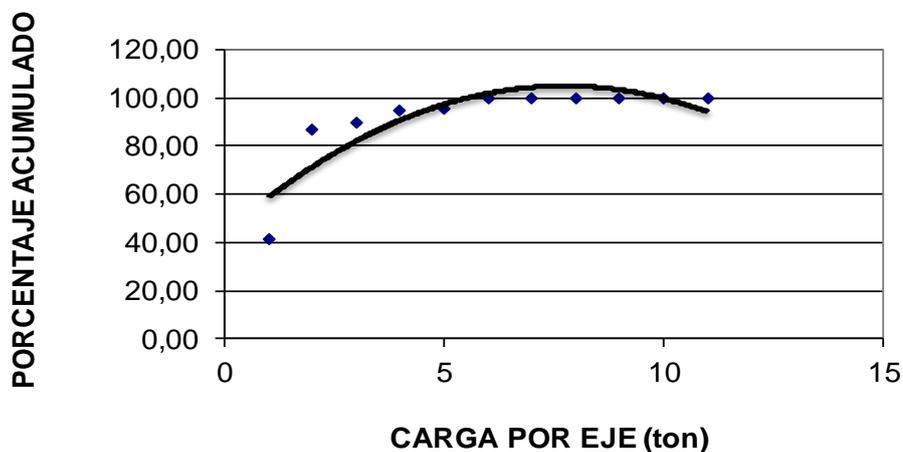
En el cuadro el TPDA se considera como el tránsito promedio diario esperado en el primer año de servicio de la vía por cada tipo de vehículo pesado, en los dos sentidos.

GRUPOS DE CARGA POR EJE SIMPLE (ton)	DISTRIBUCION DE EJES			CARGA PROMEDIO (ton)
	TOTAL (*)	PORCIENTO %	PORCIENTO ACUMULADO	
0-2	58,00	41,43	41,43	1
2-4	63,60	45,43	86,86	3
4-6	4,20	3,00	89,86	5
6-8	6,80	4,86	94,71	7
8-10	1,20	0,86	95,57	9
10-12	5,60	4,00	99,57	11
12-14	0,60	0,43	100,00	13
14-16	0,00	0,00	100,00	15
16-18	0,00	0,00	100,00	17
18-20	0,00	0,00	100,00	19
20-22	0,00	0,00	100,00	21
	140,00	100,00		

(\*) TOTAL DE EJES SIMPLES, DOBLES Y/O TRIPLES.

**NOTA:** EL ESPECTRO DE CARGA ESTA PROCESADO PARA EJES SIMPLES EQUIVALENTES.

### VALORACION CARGA DE CALCULO (PERCENTIL 75)



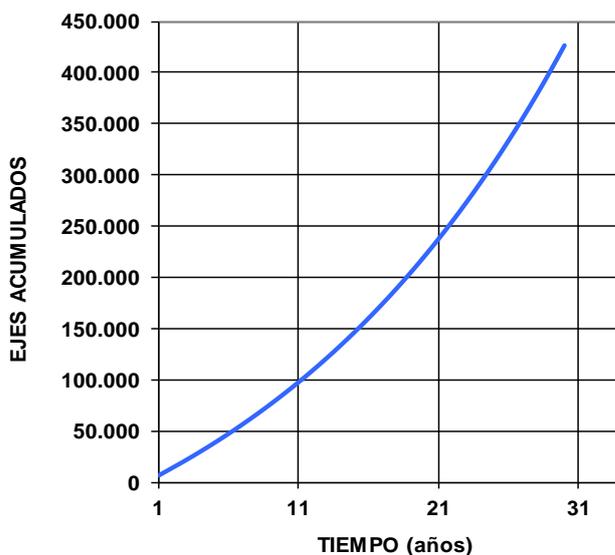
# DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE

## PROYECCION DEL TRAFICO Y CALCULO DE EJES EQUIVALENTES

DATOS :		TASA DE CRECIMIENTO	
PERIODO DE DISEÑO (años) :	10	1	
CRECIMIENTO ANUAL DE LIVIANOS (%) :	4,584145409	4,24	
CRECIMIENTO ANUAL DE BUSES (%) :	3,38	2,37	
CRECIMIENTO ANUAL DE CAMIONES (%) :	3,468047443	2,22	
FACTOR DE CRECIMIENTO DE LIVIANOS :	12,62	1,00	
FACTOR DE CRECIMIENTO DE BUSES :	11,86	1,00	
FACTOR DE CRECIMIENTO DE CAMIONES :	11,92	1,00	
% DISTRIBUCION DIRECCIONAL :	50		
% VEH. PESADOS EN CARRIL DE DISEÑO :	100		

TIPOS DE VEHICULOS	TRAFICO DIARIO	TRAFICO DE DISEÑO	FACTOR DE EJES EQUIV.	NO. DE EJES EQUIV. 8,2 ton.	TRAFICO DE DISEÑO AÑO 1	TRAFICO DIAR. FIN
LIVIANOS	58	133.552	0,0107	1.428	10585	113
BUSES MEDIANOS DOS EJES	3	6.495	3,5946	23.347	547,5	1968
BUSES PESADOS TRES EJES	0	0	0,0000	0	0	0
CAMIONES 2DA LIVIANOS	5	10.873	0,5598	6.087	912,5	511
CAMIONES PESADOS 2DB	0	0	0,0000	0	0	0
CAMIONES TRES EJES 3A	1	2.175	3,2897	7.154	182,5	600
CAMIONES CUATRO EJES 4C	0	0	0,0000	0	0	0
TC 2 EJES Y SR 1EJE -2S1	3	6.524	6,8968	44.995	547,5	3776
TC 2 EJES Y SR 2 EJES - 2S2	0	0	0,0000	0	0	0
TC 3 EJES Y SR 1 EJE - 3S1	0	0	0,0000	0	0	0
TC 3 EJES Y SR 2 EJES - 3S2	0	0	0,0000	0	0	0
TC 3 EJES Y SR 3 EJES - 3S3	0	0	0,0000	0	0	0
<b>TOTAL DE VEHICULOS</b>	<b>70,00</b>		<b>TOTAL DE EJES</b>	<b>83.012</b>	<b>12.775</b>	<b>6968</b>

EJES EQUIVALENTES VS TIEMPO



NUMERO DE AÑOS	EJES ACUMULADOS
1	6.968
2	14.553
3	22.312
4	30.412
5	38.867
6	47.693
7	56.906
8	66.524
9	76.564
10	87.045
11	97.986
12	109.407
13	121.329
14	133.774
15	146.766
16	160.328
17	174.485
18	189.264
19	204.691
20	220.796
21	237.607
22	255.156
23	273.475
24	292.598
25	312.561
26	333.400
27	355.153
28	377.862
29	401.567
30	426.312

# DISEÑO DE ESPEORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE

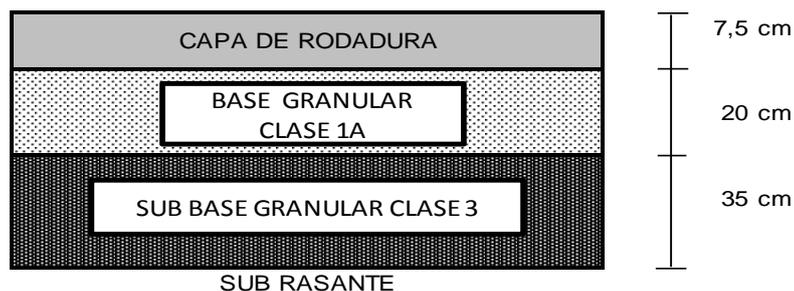
## DISEÑO TRES CAPAS

### ALTERNATIVA 1

DATOS :		SIMBOLOGIA:			
No. AÑOS :	10	ai	: Coeficiente estructural de capa.		
EJES ACUMULADOS 8,2 ton :	160.169	Di	: Espesor de la capa (plg).		
CONFIABILIDAD (%) :	90	mi	: Factor de drenaje.		
DESVIACION ESTANDAR :	-1,282	SNi*	: Número estructural corregido (plg)		
ERROR ESTANDAR COMBINADO :	0,45	Coeficientes estructurales y drenaje			
CBR:	1,90	a 1 :	0,36	m 1 :	
MODULO HOR. ASFALTICO (p.s.i.) :	300.000	a 2 :	0,14	m 2 :	0,90
MODULO DE BASE GRANULAR CLASE 1A (p.s.i.)	30.000	a 3 :	0,11	m 3 :	0,90
MODULO DESUB BASE GRANULAR	15.000				
MODULO SUBRASANTE (p.s.i.) :	2.850				
PERDIDA TOTAL DE P S I :	2,2				

**NUMERO ESTRUCT REQUERIDO : 3,4**  
 LOG (EJES ACUMULADOS) : 5,20  
 ECUACION DE COMPROBACION : 5,13  
**SN1 NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO BASE GRANULAR CLASE 1A :**  
 NUMERO ESTRUCT REQUERIDO : 1,43  
 LOG (EJES ACUMULADOS) : 5,20  
 ECUACION DE COMPROBACION : 5,13  
**SN2 NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO SUB BASE GRANULAR CLASE 3**  
 NUMERO ESTRUCT REQUERIDO : 1,89  
 LOG (EJES ACUMULADOS) : 5,20  
 ECUACION DE COMPROBACION : 5,13

DETERMINACION DE ESPEORES DE LA ESTRUCTURA:					
CAPAS DEL PAVIMENTO	Espeor Num. Estr.	Num. Estr. corregido	Espeor calculado (plg)	Espeor adoptado (plg)	Espeor adoptado (cm)
<b>CAPA HORMIGON ASFALTICO :</b>	D1* :		4,0	3,00	7,50
	SN1* :	1,08			
<b>BASE GRANULAR CLASE 1A :</b>	D2* :		6,4	8,00	20,00
	SN2* :	1,01			
<b>SUB BASE GRANULAR CLASE 3</b>	D3* :		13,7	14,00	35,00
	SN3* :	1,39			
<b>TOTAL</b>		<b>3,47</b>	<b>24,0</b>	<b>25,00</b>	<b>62,50</b>



## **17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **17.1. CONCLUSIONES**

Al finalizar el presente trabajo podemos concluir lo siguiente:

- Se manejaron materiales para los diferentes ensayos que se realizaron, utilizando así mismo las instalaciones del mismo Departamento de Ingeniería de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos, siendo guiados por los ingenieros que laboran en el mismo, pudiendo dar garantía del trabajo realizado, obteniendo satisfactoriamente los resultados requeridos.
- Se realizó todos los estudios necesarios a los suelos del área, dejando un análisis detallado de la pavimentación que se debe realizar
- Se cumplió con el análisis estipulado en el inicio de este trabajo, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante el periodo de preparación profesional.

## 17.2. RECOMENDACIONES

- Que se gestione lo más pronto posible el dinero necesario para poder ejecutar la pavimentación.
- Que se realice este tipo de estudio en otras áreas en las que se considere necesario mejorar, ya sea por algún tipo de necesidad estricta o simplemente por estética.
- Que las autoridades sigan ayudando a los estudiantes con temas de tesis para poner en práctica los conocimientos adquiridos y aprendidos durante su periodo de estudio.

## 18. BIBLIOGRAFÍA

- Ecuador Noticias. (s.f.). Localización Física del Proyecto Recuperado de [www.ecuadornoticias.com](http://www.ecuadornoticias.com)
- División Territorial del Ecuador (s.f.). Recuperado de [es.wikipedia.org/wiki/Organización\\_territorial\\_de\\_Ecuador](http://es.wikipedia.org/wiki/Organización_territorial_de_Ecuador)
- Censos. El Telégrafo. (s.f.). Recuperado de <http://www.telegrafo.com.ec/noticias/informacion-general/item/ecuador-tiene.html>
- Meso Localización. (s.f.). Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Portoviejo#Econom.C3.ADA>
- Pavimentación. (s.f.). Recuperado de <http://www.arqhys.com/construcciones/materiales-pavimentacion.html>
- Canal Construcción. (s.f.). Pavimento flexible. Recuperado de <http://www.urbanismo.com/pavimentos-flexibles/>
- Pavimento rígido. (s.f.). Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/57943562/pavimento-rigido#scribd>
- Preparación de asfalto. (s.f.). Recuperado de <http://www.e-asfalto.com/pavimentos/pavimentos.htm>
- Ing. José René de Castro Esteves, Ing. Joaquim Raphael Colóssio, Ing. Ricardo Quispe González. (s.f.). Temperatura. Recuperado de [www.camineros.com/docs/cam020.pdf](http://www.camineros.com/docs/cam020.pdf)
- Gerardo A. Rivera L. (s.f.). Preparación de agregado. Recuperado de <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/gearnilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20S-EM%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20PDF%20ver.%202009/Cap.%202%20-Agregados%20para%20mortero%20y%20concreto.pdf>
- Preparación de la mezcla. (s.f.). Recuperado de [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1\\_130\\_181\\_83\\_1180.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_130_181_83_1180.pdf)
- Procedimiento de construcción. (s.f.). Recuperado de <http://es.slideshare.net/ixoni/0103-procedimientos-de-construccin-3794086>

- Reparaciones y medidas. (s.f.). Recuperado de <http://www.guafa.com/costos/esp.html>
- Kerly Lucuara Gómez. (s.f.). Ensayo de humedad natural. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15043/T40.10%20L964d.pdf?sequence=2>
- Adán Arias Angulo. (2014). Análisis granulométrico. Recuperado de [http://www.academia.edu/9163844/DETERMINACION\\_DEL\\_ANALISIS\\_GRANULOMETRICO\\_DE\\_LOS\\_SUELOS](http://www.academia.edu/9163844/DETERMINACION_DEL_ANALISIS_GRANULOMETRICO_DE_LOS_SUELOS)
- Arturo Borfitz. (2008). Ensayo límite líquido. Recuperado de <http://ing.unne.edu.ar/pub/Geotecnia/2k8-04-10/13-pcs.pdf>
- Bandeja de Vaporización. (s.f.). Recuperado de [http://nodocitra.utralca.cl/docs/pdf/Cartilla\\_1\\_NODO\\_Bandeja.pdf](http://nodocitra.utralca.cl/docs/pdf/Cartilla_1_NODO_Bandeja.pdf)
- Espátulas. (s.f.). Recuperado de <http://www.ecured.cu/Esp%C3%A1tula>
- Aparato de límite líquido (Casagrande). (s.f.). Recuperado de [http://icc.ucv.cl/geotecnia/03\\_docencia/02\\_laboratorio/manual\\_laboratorio/limites.pdf](http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/limites.pdf)
- Acalanador. (s.f.). Recuperado de <http://lexicoon.org/es/acalanador>
- Recipiente. (s.f.). Recuperado de <http://lexicoon.org/es/recipiente>
- Balanza electrónica de precisión. (s.f.). Recuperado de <http://www.femto.es/balanza-electronica-de-precision-cms-1-50-24/>
- Horno o estufa de temperatura. (s.f.). Recuperado de <http://www.equilab.es/pdf/ESTUFAS%20Y%20HORNOS.pdf>
- Ajuste del aparato mecánico. (s.f.). Recuperado de <http://es.slideshare.net/veroSwaggy1313/ajuste-mecanico>
- Ensayo de límite plástico. (s.f.). Recuperado de <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/mecanica4.htm>
- Ensayo de Compactación (Proctor). (s.f.). Recuperado de <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Ensayo.Proctor.Normal.pdf>
- CBR. (s.f.). Recuperado de [http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a\\_labgeo/labgeo32\\_p.pdf](http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a_labgeo/labgeo32_p.pdf)