



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

“ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACIÓN DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA”.

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Previo la obtención de título de:

**INGENIERO(A) CIVIL**

**AUTOR (ES):**

CARVAJAL DE LA ROSA ENRIQUE FERNANDO

POZO TOMALÁ DARWIN ANGEL

**TUTOR:**

ING. MORENO ALCIVAR LUCRECIA CRISTINA, Mg.

La Libertad, Ecuador

2019

**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

“ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Previo la obtención de título de:

**INGENIERO(A) CIVIL**

**AUTOR (ES):**

CARVAJAL DE LA ROSA ENRIQUE FERNANDO  
POZO TOMALÁ DARWIN ANGEL

**TUTOR:**

ING. MORENO ALCIVAR LUCRECIA CRISTINA, Mg.

La Libertad, Ecuador

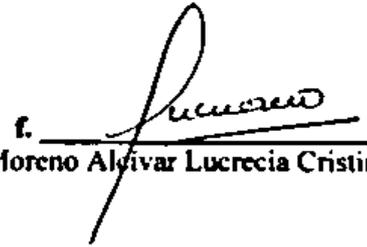
2019



## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación "ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MII Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA", elaborado por los Srs. CARVAJAL DE LA ROSA ENRIQUE FERNANDO y POZO TOMALA DARWIN ANGEL, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR (A)

  
f. \_\_\_\_\_  
Ing. Moreno Alvar Lucrecia Cristina, Mg.

La Libertad, a los cuatro días del mes de Febrero del año 2019.

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Carvajal De La Rosa Enrique Fernando y Pozo Tomalá Darwin Angel.

### DECLARAMOS QUE:

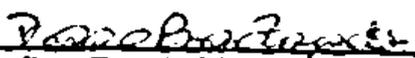
El Trabajo de Titulación, "Estudio De Suelo, Estabilización Del Material Granular Existente Con Cemento MH Y Diseño De Pavimento Flexible En Las Calles Del Sector La Milina, Parroquia José Luis Tamayo, Cantón Salinas, Provincia De Santa Elena", previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los cuatro días del mes de Febrero del año 2019.

### EL AUTOR (A)

i.   
Carvajal De La Rosa Enrique Fernando.

i.   
Pozo Tomalá Darwin Angel.

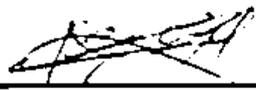
## **AUTORIZACIÓN**

**Nosotros, Carvajal De La Rosa Enrique Fernando y Pozo Tomalá Darwin Ángel**

**Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, "Estudio De Suelo, Estabilización Del Material Granular Existente Con Cemento M11 Y Diseño De Pavimento Flexible En Las Calles Del Sector La Milina, Parroquia José Luis Tamayo, Cantón Salinas, Provincia De Santa Elena", cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.**

**La Libertad, a los cuatro días del mes de Febrero del año 2019.**

### **EL AUTOR (A)**

f.   
**Carvajal De La Rosa Enrique Fernando.**

f.   
**Pozo Tomalá Darwin Ángel**

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS



Oficio, UPSE LAB-004-2019

La Libertad, 04 de febrero de 2019.

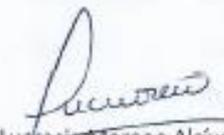
## CERTIFICADO ANTIPLAGIO

001-TUTOR LCMA LUCRECIA CRISTINA MORENO ALCIVAR-2019

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado "Estabilización de material granular existente con cemento MH y diseño de pavimento flexible en las calles del sector La Millina, Parroquia José Luis Tamayo, Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.", elaborado por el estudiante Enrique Fernando Carbajal De la Rosa con C.I. 2400218323, egresado de la Carrera de Ingeniería civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio URKUND, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con 4 % de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

  
Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.

C.I.:0911164127

DOCENTE TUTOR



### REPORTE DE SIMILITUD

← <https://secure.orkund.com/view/46378#14-617472-7b9079#DcQ7DcAgEAKAo1C>

#### URKUND

Documento [Tesis sobre cemento URKUND.docx](#) (D47466015)

Presentado 2019-01-31 15:29 (-05:00)

Presentado por MORENO ALCIVAR LUCRECIA CRISTINA (lmoreno@upse.edu.ec)

Recibido lmoreno.upse@analysis.orkund.com

4% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.



Lista de fuentes Bloques

MORENO ALCIVAR LUCRECIA CRISTINA (lmoreno) ▾

Categoría	Enlace/nombre de archivo	
>	<a href="http://www.ole.espublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/01-07-2012">http://www.ole.espublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/01-07-2012</a>	-
	<a href="http://www.ole.upse.edu.ec/bitstream/15000/2843/1/UCF-0011-11.pdf">http://www.ole.upse.edu.ec/bitstream/15000/2843/1/UCF-0011-11.pdf</a>	-
	<a href="http://www.ole.espublicas.gob.ec/mcp-actualiza-y-complementa-las-normas-y-especificaciones">http://www.ole.espublicas.gob.ec/mcp-actualiza-y-complementa-las-normas-y-especificaciones</a>	✓
Fuentes alternativas		
Fuentes no usadas		

Advertencias

Reiniciar

Exportar

Compartir



## CERTIFICADO DE REVISIÓN DE LA REDACCIÓN Y ORTOGRAFÍA

YO, Dora Elena Rodríguez Figueroa. Certifico que he revisado la redacción y ortografía de la Tesis de Grado:

**ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACIÓN DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSÉ LUIS TAMAYO, CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.**

Para el efecto he procedido a leer y analizar de manera profunda el estilo ya la forma del contenido del texto:

- Se denota pulcritud en la escritura en todas partes.
- La acentuación es precisa.
- Se utilizan los signos de puntuación de manera acertada.
- En todos los ejes temáticos se evita los beneficios de dicción.
- Hay concreción y exactitud en las ideas.
- No incurre en errores en la utilización de las letras.
- La aplicación de la sinonimia es correcta.
- Se maneja con conocimientos y precisión morfosintaxis.
- El lenguaje es pedagógico, académico, sencillo y directo, por lo tanto de fácil comprensión.

Por lo expuesto y en uso de mis derechos como Magister en Educación Parvularia, recomiendo la VALIDEZ ORTOGRÁFICA de su tesis previo a la obtención del Título de INGENIERO (A) CIVIL.

Atentamente



MSc. Dora Rodríguez Figueroa  
CC. 0924924905

Docente EEB. Luisa Martín González  
REGISTRO SENESCYT # 1006-16-86074305  
Celular: 0967862667

# **AGRADECIMIENTOS**

## **A todos nuestros Docentes de Carrera**

Agradecemos a los docentes de la carrera de Ingeniería Civil quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos nos ayudaron en nuestra formación durante nuestra etapa académica, profesional y personal, gracias por el apoyo brindado día a día en las aulas.

## **A la UPSE**

Nuestro agradecimiento a la Universidad por abrirnos las puertas de tal prestigiosa institución educativa y permitirnos concluir con nuestra formación universitaria.

## **A nuestro tutor de tesis**

Nuestros más sinceros agradecimientos a la Ingeniera Lucrecia Moreno Alcívar, quien con sus conocimientos, experiencia y motivación nos orientó en el transcurso de este proceso investigativo, por sus enseñanzas, consejos y apoyo brindado.

## **DEDICATORIA**

Lleno de regocijo, de amor y esperanza, dedico este proyecto principalmente a Dios, por guiarme por el buen camino, rodearme de las personas indicadas durante el transcurso de mi formación académica, por darme la entereza de encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

De la misma manera a cada uno de mis seres queridos, a mis padres Pablo Enrique Carvajal y Manuela Violeta De la Rosa; porque son el orgullo de mi vida, los precursores de quien soy y lo que seré. A mis hermanas Normita Mishell y Luisa María, por su confianza depositada en mí y por ser mi principal motivación para culminar todas mis metas.

Y sin dejar atrás a toda mi familia, a mis abuelos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

*Enrique Fernando Carvajal De La Rosa*

## **DEDICATORIA**

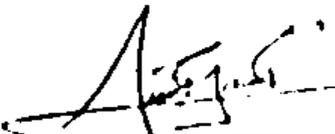
Principalmente a Dios, por haberme permitido haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y por darme fortaleza para continuar.

A mis padres, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar cada día en mí, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por haberme brindado todo su apoyo durante mi vida, por sus consejos, por la ayuda en momentos difíciles que se presentan en la vida, por el amor y confianza que me brindaron en cada paso de mi vida.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ustedes.

*Darwin Ángel Pozo Tomalá*

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f.   
\_\_\_\_\_  
**Ing. García Vargas Juan Francisco.**  
**DECANO DE LA FACULTAD**

f.   
\_\_\_\_\_  
**Arq. Rubira Gómez Gilda Graciela.**  
**DIRECTOR DE CARRERA**

f.   
\_\_\_\_\_  
**Ing. Campoverde Campoverde Daniel Rosendo.**  
**COORDINADOR O DOCENTE DEL ÁREA**

  
\_\_\_\_\_  
**Abg. Coronel Ortiz Victor Manuel.**  
**SECRETARIO GENERAL**

# ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	16
CAPÍTULO I .....	17
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.1. Introducción. ....	17
1.2. Antecedentes. ....	18
1.3. Planteamiento del problema. ....	19
1.4. Objetivos de la investigación. ....	21
1.4.1. Objetivo general. ....	21
1.4.2. Objetivos específicos. ....	22
1.5. Ubicación geográfica del proyecto. ....	22
1.6. Humboldt GeoGauge®. ....	23
1.6.1. Módulo elástico y rigidez con GeoGauge. ....	24
CAPÍTULO II .....	26
MARCO TEÓRICO .....	26
2.1. Definiciones, funciones y características de los pavimentos flexibles. ....	26
2.1.1. Definición. ....	26
2.1.2. Características. ....	26
2.2. Elementos que integran un pavimento flexible tradicional, su función y características. ....	27
2.2.1. La carpeta o capa de rodadura. ....	27
2.2.2. Base. ....	27
2.2.3. Sub-base. ....	28
2.2.4. Sub-rasante. ....	28
2.3. Estabilización del suelo existente en sitio con cemento MH para la utilización del mismo como base en la estructura del pavimento flexible. ....	28
2.3.1. Ventajas del cemento MH. ....	31

2.3.2. Diseño de mezclas con cemento MH. ....	32
2.3.3. Agrietamiento en bases estabilizadas con cemento. ....	33
2.3.4. Propiedades a considerar en el diseño de mezcla con cemento MH. ....	34
2.3.5. Proceso de compactación en sitio. ....	35
CAPÍTULO III .....	37
ESTUDIO DE TRÁNSITO Y ESTUDIO DE SUELO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO.....	37
3.1. Introducción. ....	37
3.2. Volumen de tránsito.....	38
3.3. Volúmenes de tránsito promedio diario (TPD). ....	39
3.3.1. Tránsito promedio diario semanal (TPDS).....	39
3.3.2. Tránsito promedio diario anual (TPDA). ....	40
3.4. Determinación de la demanda proyectada. ....	43
3.4.1. Tránsito generado ( $T_G$ ). ....	43
3.4.2. Tránsito por desarrollo ( $T_d$ ). ....	43
3.4.3. Tránsito futuro (TF). ....	44
3.4.4. Pronóstico del volumen del tránsito futuro.....	44
3.4.5. Clasificación del tipo de carretera de acuerdo al volumen de tránsito proyectado. ....	46
3.5. Estudio de suelos para carreteras de pavimento flexible. ....	46
3.5.1. Lecturas con tecnología GeoGauge previo al análisis de suelo.....	47
3.5.2. Extracción de muestras de suelo para estudio en laboratorio. ....	50
3.5.3. Cuarteo de muestras. ....	51
3.5.4. Determinación del contenido de humedad. ....	52
3.5.5. Límite líquido y plásticos. ....	53
3.5.6. Granulometría. ....	55
3.5.7. Ensayo de proctor modificado ASTM D 1557, AASHTO T 180. ....	55
3.5.8. Ensayo C.B.R.....	56

3.5.9. Ensayo de abrasión de los Ángeles. ....	57
3.5.10. Ensayo de desgaste a los sulfatos.....	58
3.6. Criterio para el diseño de suelo cemento. ....	58
3.6.1. Procedimiento para realizar las probetas de suelo cemento. ....	60
3.6.2. Ensayo compresión simple probetas de suelo cemento.....	61
3.6.3. Módulo Young y relación de Poisson en probetas de suelo cemento. ....	61
CAPÍTULO IV .....	63
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA CARRETERA .....	63
4.1. Introducción. ....	63
4.2. Diseño estructural del pavimento flexible por el método AASHTO 93.....	64
4.2.1. Factor de distribución por carril.....	64
4.2.2. Factor de distribución por dirección. ....	65
4.2.3. Determinación del número de ejes equivalentes de diseño (ESAL´S). ....	65
4.2.4. Módulo resiliente a partir del CBR de diseño.....	67
4.2.5. Periodo de diseño (n).....	68
4.2.6. Índice de confiabilidad (R). ....	69
4.2.7. Desviación normal estándar ( $Z_r$ ) en función de la confiabilidad (R).....	70
4.2.8. Desviación estándar ( $S_o$ ).....	71
4.2.9. Índice de servicio. ....	71
4.2.10. Drenaje. ....	72
4.2.11. Coeficientes estructurales de capas en función del módulo resiliente. ...	73
4.2.12. Diseño de los espesores de capa de la estructura de pavimento. ....	76
4.3. Diseño estructural del pavimento flexible con suelo cemento.....	81
4.3.1. Módulo resiliente y coeficiente estructural de la base estabilizada con cemento. ....	81
4.3.2. Resistencia a la ruptura por flexo-tracción del suelo cemento. ....	83
4.3.3. Esfuerzos admisibles en la estructura de suelo cemento. ....	85

4.3.4. Metodología racional para diseño de estructuras de pavimento con suelo cemento. ....	86
4.3.5. Consideraciones en el proceso constructivos de la base estabilizada con cemento MH. ....	90
CAPÍTULO V .....	93
PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	93
5.1. Análisis de precios unitarios. ....	93
5.2. Análisis de resultados del estudio de tránsito. ....	93
5.3. Análisis de resultados del estudio de suelo. ....	94
5.4. Diseño estructural del pavimento por el método tradicional y por el método de estabilización del suelo con cemento. ....	97
5.4.1. Diseño tradicional AASHTO 93. ....	97
5.4.2. Estabilización del material de préstamo con cemento MH. ....	97
CAPÍTULO VI .....	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	99
6.1. Conclusiones. ....	99
6.2. Recomendaciones. ....	99
BIBLIOGRAFÍA .....	101
ANEXOS.....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vías estabilizadas con cemento. ....	18
Figura 2. Ubicación Geográfica Calles Intervenidas .....	22
Figura 3. Humboldt GeoGauge. ....	23
Figura 4. Resistencias mínimas por tipo de suelo estabilizado con cemento MH. ....	35
Figura 5. Verificador de masa GeoGauge. ....	47
Figura 6. Toma de lecturas con tecnología GeoGauge. ....	48
Figura 7. Relación CBR vs Rigidez dada por el GeoGauge. ....	49
Figura 8. Espesores de estratos de cada calicata. ....	51
Figura 9. Proceso de cuarteo de muestras. ....	52
Figura 10. Martillo Vibrador Para Probetas Suelo Cemento. ....	61
Figura 11. Carga de ruedas de 8 Ton. Sobre el pavimento. ....	66
Figura 12. CBR Promedio de diseño. ....	68
Figura 13. Gráfico para determinar el coeficiente estructural (a1) de la mezcla asfáltica. .....	74
Figura 14. Gráfico para determinar el coeficiente estructural (a2) de la base granular. .....	75
Figura 15. Gráfico para determinar el coeficiente estructural (a3) de la Sub-base granular. ....	75
Figura 16. Diseño de la estructura de pavimento AASHTO 93. ....	78
Figura 17. Coeficiente estructural a2, resistencia compresión simple y módulo resiliente BEC.....	82
Figura 18. Estudio de influencia del curado sobre el crecimiento de resistencia. ....	84
Figura 19. Modelos de falla en pavimentos - metodología racional. ....	88
Figura 20. Carga de referencia .....	88
Figura 21. Determinación de esfuerzos inducidos.....	89
Figura 22. Esfuerzos inducidos .....	89
Figura 23. Esfuerzos inducidos por flexo-tracción.....	91
Figura 24. Esfuerzos inducidos por flexo-tracción.....	91
Figura 25. Esfuerzos inducidos por flexo-tracción.....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características mecánicas requeridas. ....	30
Tabla 2. Resistencia mínima a compresión simple. ....	34
Tabla 3. Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. ....	34
Tabla 4. Resistencias mínimas por tipo de suelo estabilizado con cemento MH. ....	35
Tabla 5. Resultados del conteo vehicular. ....	38
Tabla 6. Calculo T.P.D. S. en ambos sentidos. ....	40
Tabla 7. Factor de ajuste mensual en base al consumo de gasolina y diésel en la provincia de Santa Elena. ....	41
Tabla 8. Determinación del factor de ajuste diario. ....	42
Tabla 9. Tasas de crecimiento de tránsito anual. ....	45
Tabla 10. Clasificación de la vía según el tráfico proyectado. ....	46
Tabla 11. Lecturas en campo de Rigidez y módulo elástico con GeoGauge. ....	50
Tabla 12. Contenido De Humedad De Cada Calicata. ....	53
Tabla 13. Límite Líquido y Plástico Calicata 1. ....	53
Tabla 14. Límite Líquido y Plástico Calicata 2. ....	54
Tabla 15. Límite Líquido y Plástico Calicata 3. ....	54
Tabla 16. Límite Líquido y Plástico Calicata 4. ....	54
Tabla 17. Humedad óptima y densidad seca máxima del primer estrato de cada calicata. ....	56
Tabla 18. Clasificación del CBR. ....	56
Tabla 19. CBR Estrato Natural y Material de Préstamo. ....	57
Tabla 20. % De pérdida del material de préstamo de la cantera La Negrita. ....	57
Tabla 21. Resultados del ensayo de durabilidad. ....	58
Tabla 22. Clasificación del material existente en la vía (0 – 0,40m). ....	59
Tabla 23. Requerimientos típicos de cemento, según los tipos de suelos. ....	59
Tabla 24. Módulo de Young y Relación de Poisson. ....	62
Tabla 25. Factor de distribución por carril. ....	65
Tabla 26. Factor de distribución por dirección. ....	65
Tabla 27. Factores de equivalencia de carga. ....	66
Tabla 28. Límites de selección de resistencia. ....	67
Tabla 29. Periodo de diseño en función del tipo de carretera. ....	69

Tabla 30. Niveles de confiabilidad para diferentes tipos de vías. ....	69
Tabla 31. Desviación Normal Estándar. ....	70
Tabla 32. Valores de desviación estándar (So).....	71
Tabla 33. Índice de servicio inicial y final. ....	71
Tabla 34. Valores recomendados de coeficientes de drenaje (mi) ....	72
Tabla 35. Espesores mínimos para carpetas asfálticas y base granulares. ....	79
Tabla 36. Espesores de capas en pulgadas. ....	80
Tabla 37. Coeficiente de ajuste.....	85
Tabla 38. Características de los materiales. ....	87
Tabla 39. Cargas .....	87
Tabla 40. Estructura preliminar .....	87
Tabla 41. Resultados del análisis de la estructura con Software Alize.....	90
Tabla 42. Resultados promedios del ensayo de durabilidad. ....	94
Tabla 43. Resultado promedio del ensayo granulométrico del material de préstamo existente.....	95
Tabla 44. Resultado Promedio Ensayo De Abrasión.....	95
Tabla 45. Resultados promedio límites de Atterberg.....	95
Tabla 46. Resultados Promedio CBR. ....	96
Tabla 47. CBR y Módulo de Young promedio con GeoGauge. ....	96
Tabla 48. Resultado promedio CBR subrasante.....	97
Tabla 49. Resultados promedios de la rotura probetas suelo cemento a los 7 días. ..	98
Tabla 50. Módulo de probetas de suelo cemento y carpeta asfáltica.....	98

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Estudio De Tránsito. ....	102
Anexo B. Ensayos Límites de Atterberg.....	105
Anexo C. Ensayos Granulométricos. ....	121
Anexo D. Ensayos proctor modificado. ....	138
Anexo E. Ensayo CBR.....	155
Anexo F. Ensayos de abrasión de Los Ángeles.....	170
Anexo G. Ensayos de desgaste a los sulfatos. ....	172
Anexo H. Dosificaciones para probetas de suelo cemento. ....	173
Anexo I. Resultados generales. ....	174
Anexo J. Ensayo a compresión simple probetas de suelo cemento.....	178
Anexo K. Ensayo Módulo Elástico/Young y relación de Poisson. ....	179
Anexo L. Diseño estructura de pavimento por el método AASHTO 93. ....	182
Anexo M. Espesores mínimos de acuerdo al ESAL´s de diseño y al módulo resiliente de la sub-rasante. ....	183
Anexo N. Análisis de precios unitarios.....	184
Anexo O. Fotografías.....	196

## ABREVIATURAS

<b>AASTHO</b>	American Association of the Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes).
<b>ASTM</b>	American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Ensayos de Materiales).
<b>BEC</b>	Base estabilizada con cemento.
<b>CA</b>	Concreto asfáltico.
<b>CBR</b>	California Bearing Ratio (Ensayo de Capacidad Portante del suelo).
<b>ESALS</b>	Equivalent Single Axles Load (Número de Ejes Equivalentes).
<b>TPDA</b>	Tráfico Promedio Diario Anual.
<b>TPDAS</b>	Tráfico Promedio Diario Semanal.
<b>LCR</b>	Layer Coefficient Ratio (Coeficiente de Capa).
<b>MTOP</b>	Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
<b>SB</b>	Sub-base.
<b>SN</b>	Número Estructural.
<b>SUCS</b>	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
<b>LP</b>	Límite Plástico.
<b>LL</b>	Límite Líquido.
<b>IP</b>	Índice de Plasticidad

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**TEMA:** “ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACIÓN DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**Autores:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa  
Darwin Angel Pozo Tomalá.

**Tutor:** Ing. Lucrecia Moreno Alcívar. Mg.

### **RESUMEN**

El presente trabajo consiste en la estabilización del material importado existente con cemento MH para mejorar las propiedades geotécnicas del suelo y realizar el respectivo diseño de la estructura del pavimento flexible en calles de la Ciudadela Puerta Del Sol y Ciudadela Costa de Oro correspondiente a la parroquia de José Luis Tamayo, Muey, del Cantón Salinas de la provincia de Santa Elena. Se utilizó el cemento base vial tipo MH, donado por la compañía Holcim; para realizar las probetas cilíndricas, las cuales fueron sometidas al ensayo de compresión simple según la norma ASTM D1632, del cual se determinara el módulo elástico y el porcentaje adecuado de cemento. El presente estudio tiene como finalidad promover el uso de los beneficios y prestaciones de calidad de la tecnología del suelo cemento, a través de ingeniería, investigación y actividades académicas, resolviendo en gran medida los problemas de acceso a comunidades por la escasez de vías de segundo y tercer grado que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas. Por ello, el estudio plantea determinar los espesores de capas, las características mecánicas del suelo para preservar el tiempo de vida útil de la estructura de pavimento; tomando en cuenta el análisis de precios unitarios por metro cuadrado para determinar la rentabilidad de la tecnología del Suelo Cemento.

Palabras clave: Estabilización de Suelos, GeoGauge, Módulo de Young, Pavimento Flexible, Suelo Cemento.

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**THEME:** “SOIL STUDY, STABILIZATION OF EXISTING GRANULAR MATERIAL WITH MH CEMENT AND FLEXIBLE PAVEMENT DESIGN ON THE STREETS OF LA MILINA SECTOR, JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, SANTA ELENA PROVINCE”

**Authors:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa  
Darwin Angel Pozo Tomalá.

**Tutor:** Ing. Lucrecia Moreno Alcívar. Mg.

### **SUMMARY**

The present work consists of the stabilization of existing imported material with cement MH to improve the geotechnical properties of the soil and the realization of the respective structural design for the flexible pavement on the streets of Puertas Del Sol and Costa del Oro citadels, corresponding to José Luis Tamayo parish, Muey, from Cantón Salinas of Santa Elena province. The vial base cement, type MH, donated Holcim Ecuador S.A., will be utilized to produce the cylindrical test tubes, which will be submitted to the simple compression test according to the ASTM D1632 norm, from which the elastic module and the adequate cement percentage will be determined. The purpose of this study is to promote the use of the benefits and advantages of cemented soil, through engineering, research, and academic activities, solving in great measure access problems to communities by the scarcity of transit-ways of second and third grade that meet the required technical specifications. For that reason, the study states to determine the thicknesses of layers and the mechanical characteristics of the soil to preserve a useful lifetime of the pavement' structure; taking into account the analysis of unitary price by the square meter to determine the rentability of the Soil-Cement technology.

Keywords: Soil Stabilization, GeoGauge, Young Modulus, Flexible Pavement, Cement Soil.

# INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en la estabilización del material importado existente con cemento MH en las calles del sector La Milina, José Luis Tamayo, Muey, del Cantón Salinas, provincia de Santa Elena. El empleo de técnicas de estabilización y mejoramiento de los suelos con el uso de algún conglomerante, modifica las propiedades mecánicas de un material inestable, para que cumpla con los parámetros estipulados en las especificaciones técnicas. Por tal motivo es importante realizar los estudios necesarios que permitan la correcta elección del porcentaje del cemento a utilizar pues de ello dependerá la obtención de los resultados deseados. Las probetas cilíndricas fabricadas con material de préstamo importado y estabilizado con cemento se realizó luego de haber culminado los ensayos respectivos de las muestras de suelo natural extraídas y determinada la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas de tránsito, las cantidades apropiadas de cemento y agua para la estabilización serán obtenidas en laboratorio, basándose en tres parámetros muy importantes como son: densidad, resistencia y desgaste.

Los diseñadores de pavimentos en el Ecuador obtienen los parámetros mecánicos del módulo resiliente a través de fórmulas empíricas utilizando los resultados del ensayo de CBR. La metodología empírica constituye el fundamento teórico de la “Guía de Diseño AASHTO 93”, documento básico utilizado actualmente para el análisis y diseño de pavimentos en el Ecuador, el cual se ha desarrollado en base a correlaciones obtenidas del ensayo vial AASHTO. Para este proyecto de investigación se realizó un conteo de forma manual por el periodo de una semana; con el cual se puede tener una muestra significativa del volumen de tránsito que pasa por el sector de La Milina. Luego de realizado el aforo vehicular se procede a realizar el respectivo estudio de tránsito obteniendo los respectivos cálculos con el que se determinó el ESAL'S de diseño con el cual se diseñará la estructura de la vía.

Se procedió al diseño de la estructura de pavimento por el método tradicional y por el método de estabilización con cemento. Ambos diseños fueron comparados en el aspecto técnico y económico para deducir si la estabilización con cemento MH es más factible que la metodología tradicional.

# CAPÍTULO I

## MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Introducción.

El cemento ha devenido en un importante material de construcción, tanto para viviendas como en obras viales, donde ha tenido un significativo uso. La aplicación práctica del suelo cemento conlleva, al desarrollo integral de una tecnología de construcción vial.

El mejoramiento y estabilización de suelo con cemento ha sido utilizado en diversos países y ha arrojado resultados positivos, estos resultados son productos de investigaciones, que son la base para un mejor conocimiento del uso de estos tipos de materiales, especialmente para una estabilización de suelos para sub-base o bases para estructura de una vía ya sea principal o secundaria.

La estabilización de suelos con cemento hidráulico resulta una aportación significativa para el campo de la ingeniería en el desarrollo de estructuras de pavimentos. Puesto que esta técnica, amplía de manera significativa la utilización de casi todos los suelos en sitio, suelos que al ser mezclada con cemento, mejoran su capacidad portante, es decir, mejora su capacidad de soportar muchos más ciclos de carga producto del volumen de tránsito, además de soportar muchos más ciclos de lluvia que un suelo con base granular convencional.

Debido a la importancia de recuperar las redes viales secundarias, terciarias y todas aquellas zonas que presenten conflicto con los agentes climático y dada la necesidad de una mayor durabilidad de las vías de comunicación que favorezcan el desarrollo sustentable, el proceso de construcción de vías con suelo cemento, es la alternativa más viable para las administraciones municipales. Puesto que, reduce el costo de acarreo o transporte de materia prima, además de trabajar con el material del sitio (siempre y cuando cumplan con las especificaciones técnicas) disminuyendo el impacto ambiental producto de la explotación de las canteras permitiendo invertir los recurso que tengan a futuro, en nuevos tramos de vías.

## 1.2. Antecedentes.

La estabilización de suelos con cemento se inicia desde 1917, cuando Amies patentó un primer procedimiento de mejoramiento de suelos a base de mezclarles proporciones variables de cemento tipo Portland; desde entonces se ha popularizado la utilización del suelo cemento, que es el nombre con que se hace referencia a la mezcla en mención.

En el país existen carreteras con bases estabilizadas que, luego de varios años de operación, no han presentado fallas por fatigas comunes en los pavimentos flexibles. Pese a ello no se puede hablar de un seguimiento y mucho menos tradición en la utilización de esta técnica.

“Entre los escasos proyectos de estabilización con cemento se encuentran: vía de ingreso al P.A.N hasta la vía Durán – Yaguachi en el 2002; vía La Pila – La Cadena en el 2009, vía de ingreso al botadero de basura Las Iguanas en el 2012, andenes del Metro de Quito y estacionamiento de la UDLA en Quito.”<sup>1</sup>



**Figura 1.** Vías estabilizadas con cemento.

**Fuente:** Holcim - Diario Expreso 2017.

El uso histórico de aditivos cementantes para la estabilización de suelos es muy amplia, pero muy poco utilizado en el país. El Ministerio de Transporte y Obras

<sup>1</sup> Holcim Base Vial, Cemento hidráulico Tipo MH para estabilización de suelos, pág. 3.

Públicas y diversos gobiernos seccionales del país comienzan a especificar dentro de sus proyectos viales, las bases estabilizadas con material cementicio, entre otras razones, por sus buenos resultados y porque reduce costos.

### **1.3. Planteamiento del problema.**

El cemento es muy utilizado en obras de Ingeniería Civil, pero en la provincia de Santa Elena su empleo en vías ha sido muy escaso o nulo, debido a la poca información técnica, económica y aplicaciones en obras viales de nuestra provincia. Por otro lado, en la provincia del Guayas, la tecnología del suelo cemento de a poco se ha dado un lugar como un método sólido de estabilización de bases con cemento para pavimentos flexibles.

En la provincia de Santa Elena, para reconstruir, habilitar y mantener vías de acceso secundarias y terciarias durante la época invernal, se opta por materiales granulares convencionales provenientes de la explotación de canteras tales como San Vicente, Juan Montalvo, La Negrita, El Salado, El Tambo, San Marcos, San Antonio, entre otros.

Las vías de este orden no suelen cumplir con la durabilidad requerida, puesto que la mayoría no supera el año de vida útil, debido a que los materiales utilizados en las vías, extraídos de dichas canteras anteriormente mencionadas no cumplen con las normativas del MTOP, por la gran variedad de betas, por lo que se va perdiendo la inversión en esas vías año tras año sin tener una solución definitiva.

En los países pequeños o en vías de desarrollo se presentan varios problemas, como se puede mencionar la ausencia de vías de comunicación, así como el correcto manejo y control de aguas lluvias, pese a que esto es una parte vital para el desarrollo y el buen vivir de la población.

Ecuador en los últimos años ha evidenciado un incremento en su población de forma significativa, obligando a los gobiernos descentralizados a ejecutar proyectos de organización territorial, vías de acceso, alcantarillado sanitario y pluvial. La parroquia José Luis Tamayo, Muey, es quizás la parroquia con menos calles asfaltadas

y alcantarillado pluvial de las tres parroquias existentes. La ausencia de asfaltado en las calles y la seguridad ciudadana son la principal demanda de los pobladores de este sector.

En los últimos años, la propia ciudadanía en facultad de conocimiento de sus derechos ha exigido a las autoridades que se preocupen por brindar una solución factible a la problemática que se deriva de la falta de asfaltado de vías, el mismo que se transforma en un problema de salud, social y ambiental, sobre todo, en aquellos sectores donde, de alguna manera, se ven afectados por las actividades del servicio.

Gran parte de los problemas en las organizaciones están directamente relacionados con la falta de información técnica y la aplicación de nuevas tecnologías para la construcción de vías, además de la falta de presupuesto para ejecutar los proyectos de rehabilitación de vías. No resolver estos problemas a tiempo por falta de conocimiento, análisis, herramientas adecuadas o abordaje profesional, compromete el desarrollo del país. Por tal motivo el presente trabajo de titulación es un aporte al desarrollo de nuestra sociedad Salinense.

La falta de información sobre las vías existentes, los bajos niveles de inversión y la baja calidad de la infraestructura vial, que se hizo más evidente durante la pasada época invernal en la provincia de Santa Elena, son los principales obstáculos que no le han permitido a la península ser competitivo en materia de transporte y turismo.

Conociendo el crecimiento de la población a pasos agigantados y su constante migración a las áreas urbanas, el constante crecimiento de las actividades industriales, el turismo y las necesidades de consumos contribuyen a la problemática de la demanda de vías de acceso y servicios básicos para la población.

El volumen de tráfico cada vez mayor en las vías del Cantón Salinas y la creciente demanda de los pavimentos más resistentes, más duraderos y más seguros han llevado a la búsqueda de nuevos materiales para pavimentos, procedimientos de diseño y soluciones más rentables.

Como resultado de investigaciones, hay continuamente innovaciones en los procedimientos de diseño y técnicas de construcción. Una extensa red de carreteras y pistas de aterrizaje construidas con pavimentos de larga duración es primordial para el crecimiento y desarrollo de una economía, que depende en gran parte del transporte eficiente para el tráfico comercial y de personas, los pavimentos flexibles son el tipo más común de elección.

Un número de factores que incluyen la carga de tráfico y el clima, la calidad de los materiales del pavimento influyen en el tiempo de vida útil de pavimento flexible. Hay una necesidad urgente de contar con la especificación basada en el desempeño y el uso de innovadores materiales de alto rendimiento para la construcción de pavimentos. Al mejorar la durabilidad y la resistencia de las mezclas, la reducción del espesor de la capa y el aumento de la vida media puede ser obtenida.

La estabilización con cemento resulta de gran aportación para la industria de la ingeniería civil de manera considerable, la utilización de materiales en sitio como material reciclado, esto permite el uso de estos suelos para disminuir el impacto ambiental por la explotación de canteras. Con este antecedente, y por la importancia del tema, este trabajo de investigación pretende aportar y brindar una alternativa de solución para diseños de vías económicas, trabajando con material existente en sitio. Este presente trabajo de investigación se efectuará y aplicará en las vías que se encuentra en las ciudadelas Puerta Del Sol y Costa de Oro correspondiente al sector de La Milina de la parroquia de José Luis Tamayo del cantón Salinas.

#### **1.4. Objetivos de la investigación.**

##### **1.4.1. Objetivo general.**

1. Obtener el diseño de pavimento flexible, estabilizando el material granular existente con cemento tipo MH, con el porcentaje de cemento que cumpla con los requerimientos técnicos y económicos para las vías de las ciudadelas Puerta del Sol y Costa de Oro del sector La Milina, Muey, del Cantón Salinas, Provincia De Santa Elena.

### 1.4.2. Objetivos específicos.

1. Mostrar como una alternativa de diseño de Pavimentos Flexibles con la adición de cemento en suelos de baja capacidad portantes aplicándolo en las calles del sector La Milina del cantón Salinas.
2. Describir las ventajas y propiedades del suelo cemento aplicado en la construcción de obras viales para optimizar recursos desde el punto de vista técnico y económico con respecto al diseño tradicional.

### 1.5. Ubicación geográfica del proyecto.

“El sector La Milina se encuentra ubicada en el cantón Salinas y se encuentra ubicada a 144 Kilómetros de la ciudad de Guayaquil, en el extremo más saliente de la costa del Pacífico Sur, formando parte de la provincia de Santa Elena.”<sup>2</sup>

Las vías intervenidas se encuentran en la calle Playas, ubicada en las Ciudades Puertas Del Sol 1 y Costa De Oro. La ubicación geográfica de la vía intervenida se muestra a continuación en la Figura 2.



**Figura 2.** Ubicación Geográfica Calles Intervenidas  
**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá

<sup>2</sup> Diseño de pavimento flexible con geo sintéticos, Carlos Antonio Jordan Orrala, pág. 7

## 1.6. Humboldt GeoGauge®.

El Humboldt GeoGauge es un instrumento portátil que proporciona medios simples, rápidos y precisos para medir en campo propiedades mecánicas del suelo, ofreciendo como resultados la rigidez y el módulo de los materiales.

El GeoGauge, a diferencia de los medidores de densidad, puede medir las cargas características de materiales compactados. Esto permite estimaciones reales del rendimiento de la carretera y proporciona la base para reducir los márgenes de construcción (espesores de pavimento), reducir los costos de construcción en al menos un 20%, los costos de compactación en un 30% y mantenimiento de carreteras en al menos un 50%.



*Figura 3. Humboldt GeoGauge.  
Fuente: Humboldt 2018.*

En el estudio de suelos, el GeoGauge se puede usar para estimar el CBR y Módulo Resiliente o para estimar los resultados de las pruebas de carga del terreno con mayor velocidad, simplicidad y a un costo mucho más bajo. También se puede usar para el Control de calidad de la compactación (QC) de subrasante, sub-base, base y pavimentos basados en el módulo elástico o la rigidez.

Se puede utilizar para evaluar la resistencia del material obtenida por la estabilización de cualquier tipo, muy poco después de la instalación, permitiendo que la construcción se reanude tan pronto como el material pueda soportar las cargas de tráfico mientras asegura la máxima resistencia del material.

El GeoGauge puede ser usado para simplificar y agilizar la construcción implementando mecanismos empíricos de diseño de carreteras (módulo resiliente) en una fracción del tiempo menor requerido en comparación a los ensayos de laboratorio de suelos. Es decir, se usa indirectamente para determinar el CBR en campo para estimar el módulo resiliente de los materiales.

### **1.6.1. Módulo elástico y rigidez con GeoGauge.**

GeoGauge mide la impedancia mecánica de los materiales basándose en la superficie del suelo. En otras palabras, mide la fuerza impartida al suelo y la deflexión hasta la superficie resultante en función de la frecuencia.

El GeoGauge imparte desplazamientos muy pequeños del suelo ( $<1.27 \times 10^{-6} \text{ m}$  o  $<.00005''$ ) en un estado estacionario 25 a una frecuencia entre 100 y 196 Hz.

A estas bajas frecuencias, la impedancia de la superficie es controlada por la rigidez y es proporcional al módulo cortante del suelo (Shear Modulus). Con la relación de Poisson, corte y el módulo que puede ser derivado.

El GeoGauge pesa alrededor de 10 kg (22lb), diámetro 28 cm (11"), 25.4 cm (10") de altura y descansa sobre la superficie del suelo encima de un anillo, en su parte de abajo. Las barras del pie se apoyan directamente en el suelo sin penetrarlo y soporta el peso del GeoGauge mediante aisladores de goma. También se adjunta al pie el vibrador que impulsa el pie y los sensores que miden la fuerza y la frecuencia de desplazamiento histórica del suelo.

El GeoGauge se coloca en el suelo para realizar una medición con poca o ninguna preparación de la superficie. Normalmente, se necesita una ligera rotación del GeoGauge para obtener el 100% de contacto deseado entre el pie y el suelo. En superficies particularmente duras o ásperas, el asiento del pie es asistido por el uso de menos de 10 mm (1/4 ") de material húmedo / húmedo como arena de mortero. Comúnmente la práctica de campo es aplicable tanto a GeoGauge como a la medición de campo más actual del rendimiento del material.

El GeoGauge muestra y registra los datos en la memoria con la capacidad suficiente para un día completo de recopilación de datos (cientos de mediciones). Los datos pueden descargarse a una PC para ser archivados y posterior análisis. Las mediciones se pueden realizar tan cerca del equipo de construcción operativo como la seguridad del operador lo permitan.

La vibración del GeoGauge, produce pequeños cambios de fuerza que causan pequeñas deflexiones. El material flexiona una cantidad  $\delta$ , que es proporcional al radio exterior del anillo del pie (R) o el pie del GeoGauge, el módulo de Young (E), el módulo de corte (G) y la relación de Poisson ( $\nu$ ) del suelo.

La rigidez es la relación entre la fuerza y el desplazamiento:

$$K = P / \delta$$

El GeoGauge produce tensión en el suelo a niveles comunes para pavimento, lechos y aplicaciones de cimientos (27.58 kPa o ~ 4 psi). Los módulos de Young y de corte se pueden determinar a partir de las mediciones de GeoGauge si se asume una relación de Poisson. Las mediciones de GeoGauge imitan intencionalmente las mediciones del Módulo Resiliente tanto como las condiciones típicas del sitio lo permitan. Esto permite que las mediciones de GeoGauge se relacionen con el Módulo Resiliente.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Definiciones, funciones y características de los pavimentos flexibles.**

##### **2.1.1. Definición.**

La base estabilizada con cemento (BEC) consiste en mejorar las características físico mecánicas de un material granular por medio de la adición de cemento para servir de apoyo de los materiales de construcción de la estructura de pavimento. Según la AASHTO 93: “En algunos casos, puede ser más económico tratar los suelos expansivos o elásticos estabilizándolos con una mezcla adecuada de cemento”

Se lo denomina flexible debido que su estructura total se flexiona debido a las cargas que transiten sobre él. La estructura del pavimento flexible se compone normalmente de varias capas de materiales que pueden acomodarse.

El pavimento tiene como función la de proporcionar un área de rodamiento al tránsito y distribuir las cargas aplicadas, sin que sobrepasen las tensiones admisibles de las distintas capas del pavimento y de los suelos de fundación.

##### **2.1.2. Características.**

Se caracterizan por estar conformados principalmente de una capa bituminosa, que se coloca sobre otras capas inferiores llamadas base, sub-base y mejoramiento según dictaminen a los cálculos realizados en el diseño de pavimento; también es posible prescindir de estas capas dependiendo de la calidad de la sub-rasante y de las necesidades de cada obra.

Cada capa recibe las cargas por encima de la capa, se extiende en ella, entonces pasa estas cargas a la siguiente capa inferior, por lo tanto, la capa de más abajo en la estructura del pavimento, recibe menos carga.

Las características principales de los pavimentos flexibles son:

- La Resistencia.
- La Deformación.
- La Durabilidad.
- Los elementos que integran el pavimento flexible.

## **2.2. Elementos que integran un pavimento flexible tradicional, su función y características.**

Las capas de materiales se ordenan generalmente dentro de la estructura del pavimento en orden descendente de capacidad de carga a recibir, el material con la mejor resistencia de sustentación de carga arriba y el material con baja resistencia de sustentación de carga en el fondo. La estructura típica de pavimento flexible normalmente consta de 4 capas (Capa de rodadura, Base, Sub-base y Subrasante)

### **2.2.1. La carpeta o capa de rodadura.**

Es la capa que está en contacto con las cargas del tráfico y está compuesta por material pétreo, al que se le adiciona un producto asfáltico el cual tiene por objetivo servir de aglutinante. Esta capa transmite las cargas inducidas por el tráfico hacia la capa de material de base en la que se apoya la capa de rodadura, además esta capa proporciona una superficie adecuada para el rodamiento del tráfico, debiendo ser impermeable para que las aguas superficiales no ingresen hasta las capas inferiores de la estructura del pavimento ya que puede ocasionar daños en las capas inferiores y en la capa de rodadura.

### **2.2.2. Base.**

Es la capa de material que se coloca sobre la sub-base, los materiales con los que se construye deben ser de mejor calidad que los de la sub-base, ya que después de la capa de rodadura es la que recibe la carga del tráfico y su función es la de tener la resistencia estructural para soportar las presiones transmitidas por los vehículos. En

esta capa es necesario tener el espesor suficiente para que pueda resistir las presiones transmitidas a la sub-base.

### **2.2.3. Sub-base.**

Es la capa que se encuentra entre la base y sub-rasante y el material de esta capa debe de ser de mejor calidad que la de la sub-rasante, la función de esta capa es la de disminuir el espesor y proteger la base para evitar que el material de la sub-rasante puede ingresar en la capa de base y producir desniveles al variar las condiciones de humedad de la capa.

### **2.2.4. Sub-rasante.**

Por lo general esta capa es el terreno natural en la cual se apoya toda la estructura del pavimento, es decir que no forma parte de la estructura en sí, en ocasiones el material que compone la sub-rasante no es de buena calidad, sin embargo, la capacidad de soporte de la sub-rasante es un factor básico que afecta directamente la selección de los espesores totales de las capas del pavimento. Su finalidad es resistir las cargas que el tránsito trasmite al pavimento.

## **2.3. Estabilización del suelo existente en sitio con cemento MH para la utilización del mismo como base en la estructura del pavimento flexible.**

El empleo de cemento hidráulico en la estabilización de suelos resulta una aportación importante en el campo de la ingeniería en el desarrollo de la estructura del pavimento, ya que permite la utilización de casi todos los suelos en sitio como materiales de construcción (a pesar de no cumplir con los parámetros establecidos en las normas para materiales como sub-base o base).

A nivel mundial, la preferencia de estabilizar suelos con cemento hidráulico ha mostrado un incremento importante dado la necesidad de una mayor durabilidad de las vías de comunicación que favorecen el desarrollo sustentable.

Al añadir cemento a un material en teoría se logra la estabilización del suelo, la energía de compactación y el agua de dicho material incrementan sus propiedades de resistencia mecánica, de plasticidad, y es estable ante los procesos de meteorización bajo las condiciones de clima a que está expuesto en el pavimento.

Obviamente las cargas del tránsito inducirán un proceso de falla acorde con las leyes de fatiga que rigen estos materiales. Pese a que las ventajas del empleo del cemento hidráulico en la construcción de caminos son ampliamente conocidas, su uso no se ha generalizado en nuestro medio debido a la falta de cementos desarrollados específicamente para esta finalidad.

Este trabajo consistirá en la estabilización del material granular de mejoramiento existente en sitio compuesta por la mezcla de agregado grueso, cemento y agua. La mezcla se realizará en moldes cilíndricos con diferentes porcentajes de cemento para obtener el porcentaje óptimo de cemento que cumpla con las características mecánicas requeridas de los agregados.

Para que la mezcla pueda ser utilizada como material de base en la estructura del pavimento, debe cumplir con los parámetros y normas específicas para cada material de base.

Así se obtiene un ahorro en costo, en comparación al costo que se generaría importar material de base de otras ciudades fuera de la provincia de Santa Elena, sin tomar en cuenta que en muchas ocasiones el material de sub-base tampoco cumple con las especificaciones establecidas por el MTOP por lo que se debe traer material de cantera para la sub-base, o en el peor de los casos, hacer un mejoramiento de sub-rasante a consecuencia de una baja capacidad portante del terreno natural. Todos estos parámetros influyen en el costo final de la estructura de pavimento.

El suelo que se utilice para bases de suelo cemento debe venir de fuentes aprobadas y cumplir los requisitos de graduación de las especificaciones técnicas del MTOP (Tabla 1).

Tabla 1.  
*Características mecánicas requeridas.*

<b>Tamiz</b>	<b>% en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
¾" (19,00 mm)	100
N°4 (4,76 mm)	-----
N°10 (2,00 mm)	30 – 70
N°40 (0,425 mm)	-----
N°200 (0,075 mm)	5 - 25

**Fuente:** MTOP-001F-2002. Sección 815-2.02. Base de suelo cemento, pág. VIII-98.

Las disposiciones especiales establecen los requisitos a cumplirse tanto de los materiales a usarse para este propósito como los de la mezcla efectuada. Para la mezcla se fijan los procesos constructivos, la energía de compactación y la resistencia mínima, en base al ensayo de compresión simple a los 7 días de edad.

El aglutinante para la mezcla estará constituido por cemento hidráulico Tipo MH, que cumpla los requisitos como cemento de moderado calor de hidratación, establecido en las normas NTE INEN 150, NTE INEN 490, o NTE INEN 2380.

La aceptación de los suelos a emplearse en bases de Suelo Cemento se comprobará por medio de la clasificación especificada en AASHTO M-145 y los siguientes ensayos:

- Análisis mecánico (INEN 696)
- Límite líquido (INEN 691)
- Límite e índice plásticos (INEN 692)
- Factores de contracción (AASHTO T-92)<sup>3</sup>

El MTOP Sección 404-6.04 y 815-2.02 especifican que el ensayo a compresión simple en las probetas de suelo cemento deben dar un valor mínima de resistencia de 18 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días.

<sup>3</sup> MOP-001F-2002, 404-6. Base de Suelo Cemento, Ensayos y Tolerancia, pág. IV-69.

### **2.3.1. Ventajas del cemento MH.**

Las ventajas que posee el cemento hidráulico en la estabilización de suelo son las siguientes:

- Permite el reciclar de pavimentos duramente dañados.
- Permite el uso de materiales que no cumplen con las normas y especificaciones técnicas para ser utilizada como material para base granular especialmente en zonas donde no se cuenta con buenas fuentes de agregados.
- Previene la consolidación de la sub-base bajo las cargas de tráfico.
- Ayuda a controlar las sub rasantes expansivas.
- Minimiza la introducción de partículas granulares en juntas del pavimento.
- Mayor durabilidad de las vías de comunicación.
- Desarrollo sustentable mediante la preservación del medio ambiente.
- Aumento en sus propiedades mecánicas.
- Permite el uso de varios tipos de suelos evitando el uso adicional de diferentes fuentes de materiales.
- Mayor durabilidad de los materiales utilizados que permitan diseños de las estructuras de pavimentos con mayor capacidad de soporte y resistentes a los agentes atmosféricos.
- La estabilización con cemento contempla materiales que reduzcan costos de acarreo de materiales alternos y contribuyan a la protección del medio ambiente, usando materiales disponibles y evitando en lo posible la explotación masiva de material de canteras como materiales de préstamo.
- Altos índices de servicio por su mayor rigidez y mejor distribución de las cargas aplicadas al pavimento.
- Para mejorar la capacidad de soporte (CBR) de los materiales (suelos y agregados).
- Permite construir capas de base de alta resistencia y altos valores de módulos, aportando resistencia estructural al pavimento.

La mayoría de los suelos existentes en el país pueden estabilizarse o mejorarse con el uso del cemento MH, exceptos los suelos excesivamente plásticos, orgánicos o con elevados contenidos de sales, ya que pueden afectar el desempeño del cemento.

Para obtener buenos resultados se debe optar por una correcta aplicación determinando en laboratorio el porcentaje de cemento, el contenido de agua y la energía de compactación para el tipo de suelo en estudio.

Estos parámetros son fundamentales para garantizar el mínimo costo y un exitoso desempeño de la base estabilizada con cemento MH y del pavimento, lo que conlleva también a la disminución del agrietamiento.

Para lograr estos objetivos se debe llevar control de calidad durante y después del proceso constructivo, proceso que es de mucha importancia ya que estos son elementos fundamentales para lograr una óptima estabilización de la base.

### **2.3.2. Diseño de mezclas con cemento MH.**

Para realizar el diseño de la mezcla del material del sitio con cemento deben seleccionarse los porcentajes de acuerdo a los métodos convencionales y normas vigentes, según la calidad y tipo de suelo disponible en la vía.

Para suelos granulares con finos, pocos o nada activos, el contenido óptimo de cemento MH en peso con relación a su peso volumétrico seco máximo suele ser de aproximadamente del 7%. Para suelos con arcillas activas o muy activas se requieren de porcentajes de adiciones de cemento MH mayores del 10%.

Para obtener mejores parámetros de diseño estabilizar suelos granulares no plástico con pesos volumétricos secos máximos relativamente altos es más conveniente, ya que estabilizando este tipo de suelos granulares se obtendrán resistencias más altas, logrando utilizar este tipo de suelos granulares como base o sub-base en el diseño de la estructura de los pavimentos.

### 2.3.3. Agrietamiento en bases estabilizadas con cemento.

El agrietamiento por contracción ha sido una de las grandes preocupaciones en torno a esta tecnología; con agregados de buena calidad se obtienen fácilmente altos valores de resistencia y módulos aun utilizando bajos porcentajes de cemento, ambos parámetros están directamente ligados con el fenómeno del agrietamiento, pero no son los únicos.

Dependiendo del espesor y ancho de la capa, las grietas transversales suelen presentarse en espaciamientos que oscilan entre 3 y 7 metros. En función de la resistencia a compresión a 7 días se puede estimar cuantitativamente, el agrietamiento de las bases estabilizadas con cemento según el siguiente criterio:

$$\begin{aligned} f'_c 7 &\leq 20 \text{ kg/cm}^2: \text{Arietamiento muy leve o imperceptible.} \\ 20 \text{ kg/cm}^2 &\leq f'_c 7 \leq 30 \text{ kg/cm}^2: \text{Arietamiento de muy leve a leve.} \\ 30 \text{ kg/cm}^2 &\leq f'_c 7 \leq 40 \text{ kg/cm}^2: \text{Arietamiento de leve a moderado.} \\ 40 \text{ kg/cm}^2 &\leq f'_c 7 \leq 55 \text{ kg/cm}^2: \text{Arietamiento moderado a alto.} \\ f'_c 7 &\geq 60 \text{ kg/cm}^2: \text{Arietamiento de alto a severo.} \end{aligned}$$

Conviene comentar que el agrietamiento de la base estabilizada, especialmente a un nivel igual o inferior al que aquí se señala como moderado, no afecta negativamente, ni la vida útil ni el desempeño a largo plazo de la estructura del pavimento, siempre y cuando el diseño en laboratorio así como el proceso constructivo y de control de calidad de la base se haya ejecutado correctamente.

Para reducir el agrietamiento debido al secamiento prematuro, se debe curar la base estabilizada mediante el uso de un riego de asfalto diluido de curado rápido o de asfalto emulsionado.

Desde luego se supone que el diseño estructural y el mantenimiento del pavimento se realizan de forma adecuada. Sobre este tópico conviene ampliar la investigación con el propósito de lograr un mejor aprovechamiento de las bases estabilizadas de alta resistencia.

### 2.3.4. Propiedades a considerar en el diseño de mezcla con cemento MH.

- Módulo de elasticidad estático de 4000 a 7000 MPa cuando se usan suelos granulares.
- La resistencia a compresión simple de la mezcla la cual aumenta continuamente con el tiempo.
- Resistencias mínimas recomendadas en pavimentos por tipo de estructura cuando se utiliza el cemento MH para la estabilización y mejora de los suelos (Tabla 2).

Tabla 2.  
*Resistencia mínima a compresión simple.*

<b>Capa de suelo estabilizada</b>	<b>Pavimento rígido (MPa)</b>	<b>Pavimento flexible (MPa)</b>
Base	3.5	5.2
Sub-Base	1.4	1.7

**Nota.**  $f'_c$  mínimo a 7 días en Mpa empleada por el cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. *Fuente:* ACI (230.1R-09 TABLA 6.3)

- Alta durabilidad, vida útil de los caminos y bajos costos de conservación, por pérdidas inferiores al 20% después de 12 ciclos de humedecimiento y secado con proporciones de 8% y 4% para suelos plásticos y granulares respectivamente.
- Resistencias mínimas recomendadas para la estabilización y mejora de los diferentes tipos de suelos con el uso del cemento MH (Tabla 3 y 4)<sup>4</sup>.

Tabla 3.  
*Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.*

<b>Capa estabilizada</b>	<b>Pavimento (MPa)</b>
Base de agregado estabilizado con cemento hidráulico	2.5
Base de suelo cemento hidráulico	1.8

**Nota.**  $f'_c$  mínima en Mpa. Fuente: Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MTOP 2002.

<sup>4</sup> Holcim, Base Vial, ACI 230.1R-09 tabla 4.1 y 5.1.

Tabla 4.  
Resistencias mínimas por tipo de suelo estabilizado con cemento MH.

Clasificación SUCS.	Descripción	$f'_c$ mínima a 7 días (Mpa).	$f'_c$ mínima a 28 días (Mpa).	% De cemento (en peso)
Gw, GC, GP, GM, SW, SC, SP, SM.	Suelos arenosos y gravas	2.1	2.7	4 a 11
CL, ML	Suelos limosos	1.8	2.1	7 a 12
MH, CH	Suelos arcillosos	1.4	1.7	10 a 16

**Figura 4.** Resistencias mínimas por tipo de suelo estabilizado con cemento MH.

**Fuente:** Holcim, Base Vial, ACI 230.1R-09 tabla 4.1 y 5.1.

- Densidad de la mezcla con cemento MH, medida en términos del peso volumétrico seco máximo (densidad máxima) y la humedad óptima.

### 2.3.5. Proceso de compactación en sitio.

Una vez terminada la nivelación y la conformación de la capa estabilizada con cemento, se deberá compactar, dentro de un lapso no mayor de cuatro horas a partir de haber realizado el proceso de mezclado e hidratación final del cemento.

Para lo cual, se utilizarán rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, rodillos neumáticos en caso que se desee tener una superficie más fina, u otro tipo de compactadores aprobados. Si, por alguna razón, la mezcla permanece por más de las cuatro horas indicadas sin que haya sido compactada, deberá ser removida y desalojada.

Para lograr un curado completo de la capa estabilizada con cemento, no se construirá con espesores mayores a 30 centímetros. Si el espesor de la base terminada fuere mayor, la construcción deberá dividirse en capas de espesor aproximadamente igual.

“Para la mezcla se fijaran los procesos constructivos, la energía de compactación a aplicarse y la resistencia mínima que se debe obtener, en base al ensayo de compresión simple, en probetas de 100 mm de diámetro y 7 días de edad.”<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> MOP-001F-2002. 815-2.02. Base de Suelo – Cemento, pág. VIII-98

# CAPÍTULO III

## ESTUDIO DE TRÁNSITO Y ESTUDIO DE SUELO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO

### **3.1. Introducción.**

Un pavimento debe ser diseñado para resistir el tránsito inicial y el tránsito que circule durante toda su vida de servicio. Puesto que el volumen de tránsito puede aumentar conforme avance el número de pobladores de un sector.

Uno de los factores más importantes en el diseño de una vía es el tránsito, por lo cual se realiza el respectivo estudio de Tráfico el cual tiene como finalidad cuantificar, clasificar y determinar el volumen de los vehículos que se movilizan por la vía a partir del conteo vehicular, debido a que las dimensiones y volúmenes de los vehículos influyen en el diseño geométrico de la vía, y el peso de los ejes de los vehículos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

Para obtener el dimensionamiento es necesario determinar los efectos que las cargas de estos vehículos causarán sobre el pavimento, para lo cual se debe conocer el número y tipo de vehículos que circularan por la vía, así como la intensidad de la carga y la configuración del eje que la aplica. Asimismo, se debe realizar el debido estudio de suelos, ya que este permite conocer todas las características físicas y geológicas del suelo, como lo son los diferentes tipos de estratos con sus respectivos espesores, la capacidad de resistencia, etc. Todos estos parámetros son muy importantes para el diseño de estructuras de pavimento, ya que permite conocer el tipo de estructura más adecuado para el tipo de obra a construir.

Es de suma importancia realizar el estudio de suelo para evitar fallas a futuro, la falta de un estudio de suelo podría ocasionar el colapso de la estructura de pavimento mucho antes de cumplir el periodo para el que fue diseñado y significaría un desperdicio de recursos que podrían ser usados por los gobierno municipales, en nuevos tramos de vías alternas.

### 3.2. Volumen de tránsito.

El volumen de tránsito es el número de vehículos que pasa por un punto en un tiempo determinado. El cálculo de este volumen no es tan sencillo como aparenta ser, a consecuencia de tomar en consideración todos los vehículos que circulan por la calle, ya sea en un solo sentido o en ambos.

La forma para determinar el volumen de tránsito es haciendo recuentos por medio de contadores automáticos de tránsito, por desgracia este método no permite la clasificación de los vehículos, parámetro que es muy importante para realizar el diseño de estructura de pavimento.

El conteo vehicular de este proyecto de investigación se lo hizo de forma manual durante la semana del 3 al 9 de Diciembre del 2018, periodo de tiempo donde hay un mayor número de vehículos en la Provincia De Santa Elena producto de cercanías de las festividades de navidad y fin de año (Tabla 5).

Tabla 5.  
*Resultados del conteo vehicular.*

TIPO DE VEHÍCULO	LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO	TOTAL	%
Livianos	182	178	176	164	172	227	225	1324	90%
Buses	13	12	12	13	13	11	11	85	6%
Camiones	10	6	9	7	8	8	9	57	4%
<i>TOTAL</i>	<i>205</i>	<i>196</i>	<i>197</i>	<i>184</i>	<i>193</i>	<i>246</i>	<i>245</i>	<i>1466</i>	<i>100%</i>

**Nota:** El número de vehículos se lo tomó en ambos sentidos. Las motos no se consideraron para el presente estudio. **Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

El volumen de tránsito varía según el día de la semana, varían según la semana del mes, cambian según la estación o época del año, cambian según los días de descansos, etc. Por lo que es necesario hasta donde sea posible, contar con estadísticas de periodos largos de evaluación del tránsito, para poder analizar el comportamiento de los distintos volúmenes y tipos de vehículos, que nos permitirán evaluar en mejor forma las cargas que serán aplicadas a la estructura del pavimento.

### 3.3. Volúmenes de tránsito promedio diario (TPD).

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD) como una medida definida por el número total de vehículos que pasa por un punto y en un periodo determinado. Dicho periodo en mención debe estar dado como días completos (24 horas) los 365 días del año.

En función del número de días, el tránsito promedio diario se clasifica en:

- Tránsito promedio diario semanal (TPDS)
- Tránsito promedio diario mensual (TPDM)
- Tránsito promedio diario anual (TPDA)

El presente estudio se basa en el tránsito promedio diario semanal (TPDS) y el tránsito promedio diario anual (TPDA) puesto que el TPDA está dado en función del TPDS.

#### 3.3.1. Tránsito promedio diario semanal (TPDS).

Es la cantidad total de vehículos que pasan por un punto determinado de la vía durante el periodo de una semana, se determina el TPDS con la siguiente formula:

$$T.P.D.S = \frac{5}{7} * \sum \frac{D_n}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{D_e}{m}$$

**Ec. 3.1**

Donde:

- T.P.D.S. : Tráfico Promedio Diario Semanal
- Dn: Días Normales (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)
- De: Días Feriados (sábado, domingo)
- m: Número de días que se realizó el conteo.

Los resultados del cálculo del T.P.D.S se muestran en la Tabla 6:

Tabla 6.  
*Calculo T.P.D. S. en ambos sentidos.*

Tipo de Vehículos.	Conteo diario durante 24h.							T.P.D.S
	Lun	Ma	Mi	Jue	Vie	Sab	Dom	
Vehículos livianos	182	178	176	164	172	227	225	<b>189</b>
Buses y vehículos pesados	23	18	21	20	21	19	20	<b>20</b>
Total								<b>209</b>

*Fuente:* Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

Aplicando la ecuación 3.1 se obtuvo el valor del T.P.D.S 189 y 20 para vehículos livianos, buses y vehículos pesados respectivamente. Sumando ambos valores nos da un T.P.D.S. igual a **209 vehículos por día** (número de vehículos total en ambos sentidos).

### 3.3.2. Tránsito promedio diario anual (TPDA).

Para la obtención del tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se deberán utilizar factores de variación.

Para este proyecto, la muestra representativa del volumen de tránsito se lo tomó por 1 semana; como el mismo tuvo una duración de 7 días, el promedio de los volúmenes diarios dará lo que se denomina Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS).

Para la determinación del TPDA, el TPDS se afecta por los siguientes factores:

$$TPDA_a = TPDS_{VEH.LIV.} (Fm_{VEH.LIV.})x(Fd) + TPDS_{VEH.B-P} (Fm_{VEH.B-P})x(Fd)$$

**Ec.3.2**

Donde:

- T.P.D.S.: Tráfico Promedio Diario Semanal.
- Fm: Factor de Estacionamiento mensual.
- Fd: Factor de ajuste diario.

*El factor de estacionamiento mensual (Fm)* es calculado en base al consumo de combustibles correspondiente al mes y a la provincia donde se realiza el estudio. El Fm para motos y vehículos livianos en base al consumo de gasolina y diésel por mes y provincia, así como para buses y vehículos pesados, son presentados en la Tabla 7.

Tabla 7.

*Factor de ajuste mensual en base al consumo de gasolina y diésel en la provincia de Santa Elena.*

<b>MES</b>	<b>Fm para motos y livianos</b>	<b>Fm para buses y pesados</b>
Enero	1,02622	1,0464
Febrero	0,96127	1,0288
Marzo	0,82676	0,9906
Abril	1,01689	1,0964
Mayo	1,03732	1,0500
Junio	1,06429	1,0223
Julio	1,04422	1,0207
Agosto	0,93577	0,9080
Septiembre	1,07779	1,0144
Octubre	1,09676	1,0047
Noviembre	1,00867	0,9834
Diciembre	0,96958	0,8807

**Nota.** Vehículos pesados de dos o más ejes. **Fuente:** Dirección de estudio del MTOP 2017.

Para este proyecto de investigación se tomó como referencia el factor de ajuste mensual correspondiente al año 2017, considerando que el presente estudio se realizó a finales del año 2018, por lo que aún no se tiene una muestra significativa del factor estacionamiento mensual para cada provincia. Por lo tanto, el factor de ajuste para el mes de diciembre (mes en que se realizó el estudio de tránsito) es de 0,96958 correspondiente a los vehículos livianos y 0,8807 para los buses y vehículos pesados de dos o más ejes.

*El factor de ajuste diario (Fd)* se determina en base al promedio de la semana, en pocas palabras, es el resultado de dividir el TPDS sobre el TD, como lo muestra la ecuación 3.3:

$$Fd = TPDS/TD \quad \text{Ec. 3.3}$$

Donde:

-TPDS es igual a 209 VPD (Sección 3.3.1.)

-TD es el tránsito diario las 24 horas (Tabla 5).

Los resultados del factor de ajuste diario (Fd) se muestran en la Tabla 8:

Tabla 8.  
*Determinación del factor de ajuste diario.*

<b>Día de la Semana</b>	<b>TD</b>	<b>TD/TPDS</b>	<b>Factor Diario <math>Fd = 1/(TD/TPDS)</math></b>
Lunes	205	0,98	1,02160
Martes	196	0,94	1,06851
Miércoles	197	0,94	1,06309
Jueves	184	0,88	1,13820
Viernes	193	0,92	1,08512
Sábado	246	1,17	0,85134
Domingo	245	1,17	0,85481
<b>Total</b>	<b>1466</b>		<b>1,000</b>

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Como no hubo interrupciones durante los días de conteo, el Factor de Ajuste Diario (Fd) será igual a:

$$Fd = 1 \text{ (en ambos sentidos).}$$

Y una vez obtenidos los valores del TPDS para vehículos livianos y pesados (Tabla 7); y los factores de ajuste diario y mensual (Tabla 8 y 9); se puede proceder a calcular el T.P.D.A actual con la ecuación 3.2.

$$T.P.D.A \text{ (Actual)} = [(189 * 0,96958 * 1) + (20 * 0,8807 * 1)]$$

$$T.P.D.A \text{ (Actual)} = 201 \text{ VPD (vehículos por día en ambos sentidos)}$$

### **3.4. Determinación de la demanda proyectada.**

Es el incremento de tránsito que se espera en la carretera en el año futuro para el que fue diseñada. Este incremento se compone del Tránsito Generado (T<sub>G</sub>), Tránsito por Desarrollo (T<sub>d</sub>) y el Tránsito Futuro (TF).

#### **3.4.1. Tránsito generado (T<sub>G</sub>).**

Es el tránsito de viajes totalmente nuevos y viajes que antes se hacían por medio de transporte, está constituido por el número de viajes que se efectuaran solo si las mejoras propuestas ocurren.

Se le asignan tasas de incremento entre los valores de 5% y el 25% del T.P.D.A. (Actual), con un periodo de generación de uno o dos años después de que la vía ha sido abierta para su respectivo uso; para los demás periodos de diseño, el tránsito generado se estima que crecerá a la misma tasa del tránsito normal.

Para el presente estudio se utilizará una tasa de incremento del 25% por lo tanto:

$$T_G = 25\% * T.P.D.A. \text{ (Actual)} \quad \text{Ec. 3.5}$$

$$T_G = 0,25 * 201 = 50 \text{ VPD (Ambos Sentidos)}$$

#### **3.4.2. Tránsito por desarrollo (T<sub>d</sub>).**

El tránsito desarrollado continúa actuando incluso muchos años después de que la vía ha sido puesta en servicio. Por lo general, el crecimiento normal del tránsito se considera el valor del 5% del T.P.D.A. (Actual).

Entonces el tránsito por desarrollo T<sub>d</sub> es igual a:

$$T_d = 5\% * T.P.D.A. \text{ (Actual)} \quad \text{E.c 3.6}$$

$$T_d = 0,05 * 201 = 10 \text{ VPD (Ambos Sentidos)}$$

### 3.4.3. Tránsito futuro (TF).

El pronóstico del volumen de tránsito futuro, deberá basarse no solamente en los volúmenes normales actuales, sino también incrementos del tránsito que se espera utilicen la vía existente.

Así el tránsito futuro (TF) se calcula con la siguiente formula:

$$TF = T.P.D.S. + Tg + Td \quad \text{Ec. 3.7}$$

$$TF = 209 + 50 + 10 = 270 \text{ VPD (ambos sentidos)}$$

### 3.4.4. Pronóstico del volumen del tránsito futuro.

El volumen de tránsito futuro calculado en la sección 3.4.3. De este documento, no está contemplando los valores de ajuste mensual y ajuste diario. Para calcular el tránsito futuro con (Fm y Fd) se utiliza la siguiente formula:

$$TF = T.P.D.A. (\text{Actual}) + Tg + Td \quad \text{Ec. 3.8}$$

$$TF = 201 + 50 + 10 = 262 \text{ VPD (ambos sentidos)}$$

Tránsito que se distribuirá porcentualmente más adelante en el pronóstico de volumen de tránsito futuro para la vía en estudio y que será afectado por los valores de daño para la obtención posterior de los Esal's de diseño por la metodología aún vigente en nuestro medio AASTHO-93.

La proyección del tránsito se efectúa utilizando el modelo exponencial expresado mediante la siguiente formula de interés:

$$TPDA_f = TF \times (1 + t)^n \quad \text{Ec. 3.9}$$

Donde:

- TPDA<sub>f</sub>: Tránsito Promedio Diario Anual Futuro
- TF: Tránsito futuro
- T: Tasa de crecimiento anual del tránsito
- n: Número de Años.

Con la finalidad de prevenir cualquier incremento futuro, se ha considerado en el presente estudios los factores de crecimiento establecidos por el Departamento de Factibilidad del MTOP (Tabla 9).

Tabla 9.  
*Tasas de crecimiento de tránsito anual.*

Tipo de vehículos	Año de proyección			
	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025	2025 - 2030
Livianos	4,21%	3,75%	3,37%	3,06%
Buses	2,24%	1,99%	1,80%	1,63%
Camiones livianos	2,52%	2,24%	2,02%	1,84%
Camiones pesados	2,52%	2,24%	2,02%	1,84%

**Nota.** Debido a la falta de información del parque automotor de Santa Elena, se trabajará con las tasas de crecimiento vehicula del Guayas.<sup>6</sup> **Fuente:** “Departamento de Factibilidad del MTOP”<sup>7</sup>

Por lo tanto, la tasa de crecimiento para los vehículos liviano es de 3,75%, para buses 1,99% y para vehículos pesados 2,24%. Con estos valores, se procede a calcular el tránsito futuro proyectado a 20 años.

Sin embargo, como el Departamento de Factibilidad del MTOP solo tiene proyecciones hasta el 2030, el presente estudio asume la tasa de crecimiento de tránsito anual del 2030 igual hasta el año 2039, que es la fecha límite para el que fue diseñada la vía. El cálculo del crecimiento vehicular se puede observar en el Anexo A1 y A2 de este proyecto de investigación.

<sup>6</sup> MOP-001-F-2002. Capítulo 4. Modelación del Trafico de la Red Vial Estatal. Capítulo 4.9 Tabla 4.21.  
<sup>7</sup><https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/175200000.1074.7152.pdf>

### 3.4.5. Clasificación del tipo de carretera de acuerdo al volumen de tránsito proyectado.

Para conocer el tipo de vía en estudio, el MTOP las clasifica en base a TPDA esperado (Tabla 10). El TPDA Esperado se confronta con el TPDA futuro calculado en la sección 3.4.4 de este documento.

Tabla 10.  
*Clasificación de la vía según el tráfico proyectado.*

<b>FUNCION</b>	<b>CATEGORIA DE LA VIA</b>		<b>TPDA Esperado</b>
	R - I o R - II	Tipo	> 8000
Corredor Arterial	I	Todos	3000 - 8000
	II	Todos	1000 - 3000
Colectora	III	Todos	300 - 1000
	IV	5,5E,6 y 7	100 - 300
Vecinal	V	4 y 4E	< 100

**Fuente:** Ministerio de transporte y obras públicas (MTOP)

Como el volumen de tráfico futuro fue de 262 vehículos promedio diario (VPD) para el 2019, y 457 VPD para el 2039 (Anexo A), la vía de la Ciudadela La Milina, Muey, será un Colectora Clase III.

Las carreteras deberán ser diseñadas con las características geométricas correspondientes a su clase y construirse por etapas en función del incremento del tráfico de acuerdo a la jerarquía atribuida en la red.

### 3.5. Estudio de suelos para carreteras de pavimento flexible.

En toda obra vial es primordial conocer las características del suelo o terreno, los estudios del suelo deben suministrar datos exactos del subsuelo que permitan definir las propiedades geotécnicas más importantes de los suelos y estratos por los

que atraviesa la obra vial. Además de señalar la geomorfología a las que pertenecen la cual queda determinada por dos factores: las profundas entalladuras de las rías y el efecto antiguo de las variaciones del nivel marino.

Por ellos se realizan los estudios de suelos garantizando la calidad del material en donde se va a ejecutar la obra vial, de no realizar los estudios pertinentes, la vía presentará fallas e incluso el colapso de la misma. En el presente capítulo se dará a conocer de forma sencilla y práctica cada uno de los ensayos del suelo con el fin de obtener datos reales para el análisis de suelos aplicado a las vías del Sector La Milina, Parroquia José Luis Tamayo, Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena.

### 3.5.1. Lecturas con tecnología GeoGauge previo al análisis de suelo.

Previamente a la extracción de las muestras del suelo en las vías del Sector La Milina, Parroquia José Luis Tamayo, para ser llevadas al laboratorio para sus respectivos ensayos, se procedió a tomar las lecturas del GeoGauge previniendo cualquier tipo de vibración ya sea de paso vehicular o de la retroexcavadora.

Pero antes de usar el equipo es necesaria su calibración usando el verificador de masa el cual garantiza su funcionamiento. La calibración del GeoGauge es bastante fácil de realizar por lo que no amerita un técnico que lo realice, el verificador de masa pesa alrededor de 10 kg.



Figura 5. Verificador de masa GeoGauge.  
Fuente: Humboldt 2018.

Para calibrar el GeoGauge se coloca la base calibradora sobre una superficie completamente plana, después se coloca el GeoGauge sobre la base calibradora dando un pequeño giro para que quede bien estabilizada. Se toman de 3 a 5 lecturas en una sola ubicación, este coeficiente de variación debe ser del <10%. Una vez calibrado el equipo ya puede ser utilizado en campo.

El GeoGauge debe ser usado en superficies donde se pueda ver impresa el pie del aparato, ocasionalmente la superficie es lo suficientemente dura y lisa, o rugosa e

irregular como para que no se pueda ver la huella del pie del GeoGauge. En estos casos, se procede a colocar una fina capa de arena de mortero limpia según ASTM C144-02, de 5 a 10 mm de grosor (1/8” a 1/4 pulgada) en el lugar para ser medido. Se nivela y palmea firmemente con la mano hasta aproximadamente 10 mm de grosor.

Se coloca el GeoGauge sobre la arena compacta, se gira el GeoGauge no más de 1/4 de revolución sosteniendo el lateral o la parte inferior del medidor y se procede tomar la medida correspondiente.

Las lecturas del GeoGauge de propiedad del laboratorio Ingeotop, se tomaron en cada uno de los estratos de suelo de cada calicata, como lo muestra la Figura 8.



**Figura 6.** Toma de lecturas con tecnología GeoGauge.

**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

El GeoGauge dará el Módulo Elástico del suelo en mega pascales (MPa) y la Rigidez en Mega Newton Metro (Mn/m).

Con el valor de la rigidez, se puede calcular el valor aproximado de CBR de cada estrato para posteriormente ser comparados con los resultados adquiridos en laboratorio y así confirmar la confiabilidad del aparato.

“El CBR puede ser calculado a partir de los resultados obtenidos con el GeoGauge mediante la ecuación:

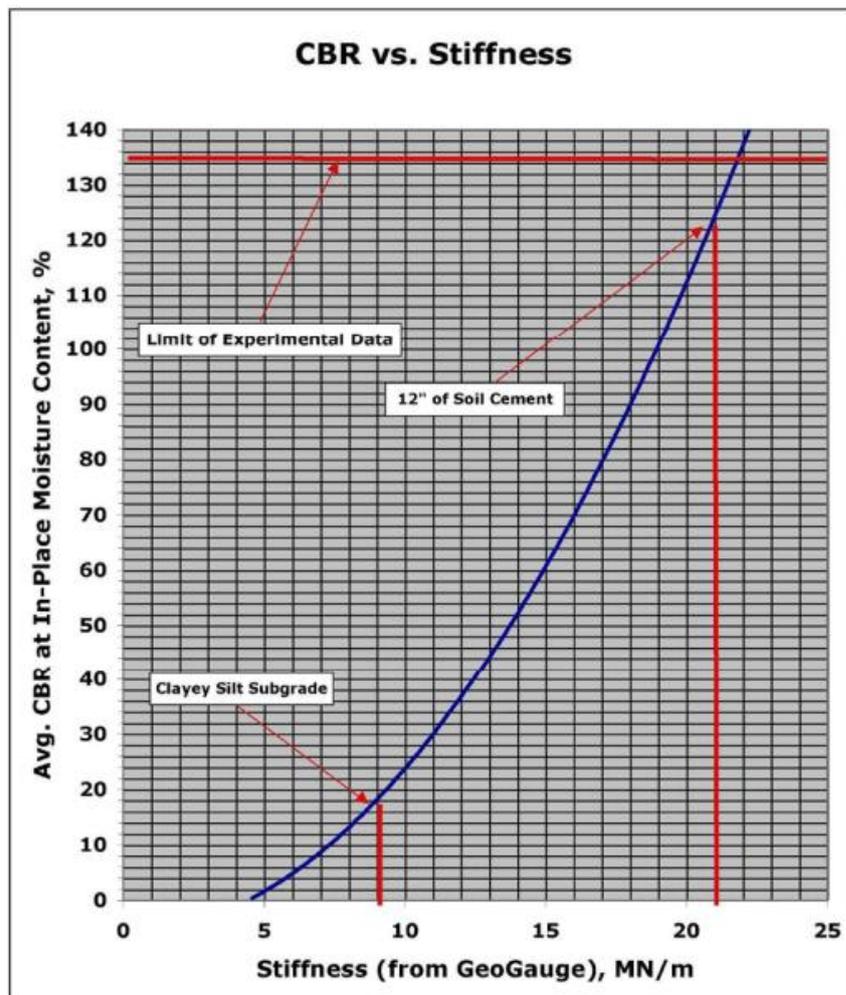
$$\text{CBR} = 0,0039*(8,672\text{Kg})^2 - 5,75 \qquad \text{Ec 3.8.1}$$

Donde:

- CBR está dado en porcentajes (%)
- $K_g$  es la rigidez (Mn/m) dada por el GeoGauge.

Esta ecuación fue establecida por Louisiana Department of Transportation & Development, con una relación  $R_2$  de 0,84, al correlacionar las mediciones de GeoGauge realizadas en sitios completamente compactados con la obtención del CBR según la norma ASTM D1883-99.<sup>8</sup>

En la Figura 7 se puede observar la relación que existe entre los valores de rigidez dada por el aparato GeoGauge (Mn/m) y el CBR de los suelos expresada en porcentajes.



**Figura 7.** Relación CBR vs Rigidez dada por el GeoGauge.  
Fuente: Humboldt 2017

<sup>8</sup> Designatio: H-4140-CBR. Test Method for using the Humboldt GeoGauge as an In-Place Index of CBR.

La relación presentada en este método entre el CBR y el GeoGauge es de carácter general, por lo tanto, no está garantizada para todos los materiales en todas las condiciones. Este método de prueba puede usarse para evaluar la resistencia del material de base, sub-base y subrasante, incluidos los materiales tratados para uso en carreteras y terraplenes.

El valor de CBR estimado en este método forma parte integral de varios métodos de diseño de pavimentos flexibles, específicamente la determinación empírica del espesor de capa. Los Resultado de las lecturas del GeoGauge se muestran en la Tabla 11:

Tabla 11.

*Lecturas en campo de Rigidez y módulo elástico con GeoGauge.*

	<b>Calicata 1</b>	<b>Calicata 2</b>	<b>Calicata 3</b>	<b>Calicata 4</b>	<b>Observación</b>
Estrato 1	11,83	11,09	11,47	11,94	Rigidez (Mn/m)
	102,62	102,83	107,42	102,84	Modulo (Mpa)
Estrato 2	5,49	5,55	5,6	14,97	Rigidez (Mn/m)
	28,18	27,8	27,92	129,84	Modulo (Mpa))
Estrato 3	10,89	5,2	5,65	5,2	Rigidez (Mn/m)
	27,8	27,94	27,91	45,08	Modulo (Mpa)
Estrato 4	4,75	5,02	7,12	5,75	Rigidez (Mn/m)
	26,51	27,91	23,83	49,86	Modulo (Mpa)
Estrato 5			4,65		Rigidez (Mn/m)
			22,74		Modulo (Mpa)

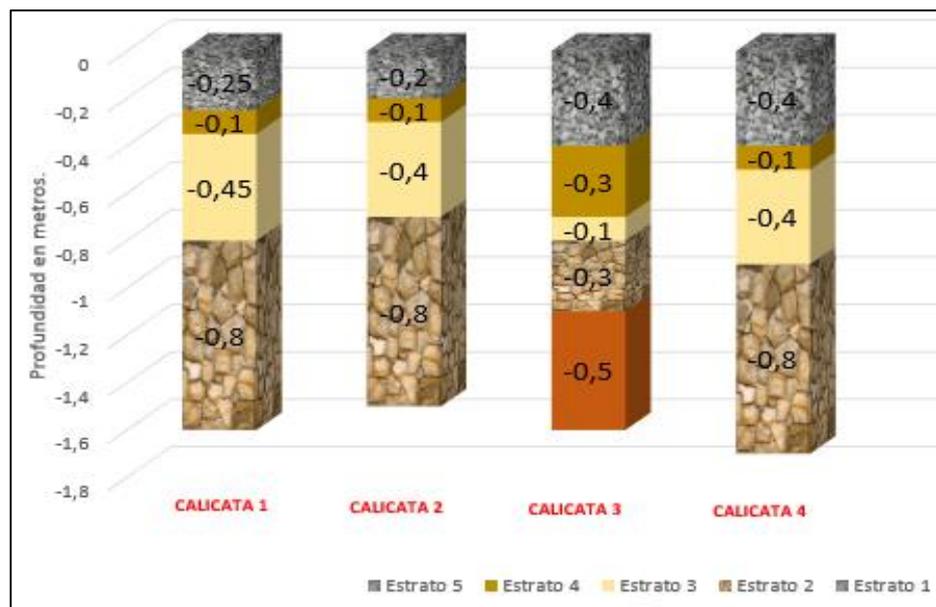
Nota. 52 – 5 (Rigidez); 51 – Y (Módulo Elástico). *Fuente:* Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

### **3.5.2. Extracción de muestras de suelo para estudio en laboratorio.**

Para la extracción de las muestras del suelo, el GAD Municipal De Salinas facilitó una retroexcavadora para la realización de cuatro calicatas en diferentes puntos de la vía del sector La Milina, Muey, que estuvieron separadas 500m. Muestras que fueron protegidas para evitar perdida de humedad y posteriormente ser llevadas al laboratorio de suelos ubicado en la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

La excavación se realizó a una profundidad promedio de 1,5m. Asimismo, alcanzada dicha profundidad, se procedió a realizar la extracción de la muestra con moldes CBR para su posterior ensayo en laboratorio, sellando la muestra con fundas plásticas cuidando que no se pierda la humedad del sitio.

A continuación se muestra la Figura 8 con los datos obtenidos de la toma de muestras en el sector La Milina, Muey.



**Figura 8.** Espesores de estratos de cada calicata.  
**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá

### 3.5.3. Cuarteo de muestras.

Las humedades naturales de cada estrato fueron tomadas en campo, previo a la colocación y expansión de las muestras en la superficie plana del laboratorio de la universidad, todo con el objetivo de que las muestras no pierdan su humedad natural al ser secadas al ambiente por unos cuantos días.

El cuarteo de muestras es la etapa inicial para un estudio del suelo, una vez que se extrajeron las diferentes muestras de cada calicata del sector La Milina, Muey, son llevadas al laboratorio de suelos ubicado en la Universidad Estatal Península De Santa Elena (Figura 9). Donde fueron expuestas al ambiente con el fin de que pierdan humedad y así poder realizar sus respectivos ensayos.



**Figura 9.** Proceso de cuarteo de muestras.

**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

Los ensayos de laboratorio que se realizaron, se detallan a continuación:

- Ensayo de humedad
- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Ensayo Proctor Modificado
- CBR
- Abrasión
- Sulfatos
- Diseño Suelo Cemento

#### **3.5.4. Determinación del contenido de humedad.**

Este ensayo consiste en determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco (ASTM D 2216, AASHTO T 265).

Con este ensayo se determina la humedad natural que contiene cada estrato, cuyo valor es el resultado de la relación entre el peso de la muestra húmeda y el peso de la muestra después de ser secada al horno, representada en porcentajes.

Los porcentajes de contenido de humedad de cada estrato fueron:

Tabla 12.  
*Contenido De Humedad De Cada Calicata.*

	<b>Calicata 1</b>	<b>Calicata 2</b>	<b>Calicata 3</b>	<b>Calicata 4</b>
Estrato 1	10,94%	14,11%	16,97%	11,48%
Estrato 2	10,54%	7,48%	15,05%	10,97%
Estrato 3	20,31%	15,22%	13,73%	14,99%
Estrato 4	22,23%	19,05%	9,84%	16,24%
Estrato 5			16,9%	

**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

Como se puede observar en la Tabla 12, el contenido de humedad del primer estrato (material de préstamo de la cantera “La Negrita” Punta Carnero) de cada calicata varía entre 11% y 16%. Humedad que será considerada para los estudios pertinentes.

### **3.5.5. Límite líquido y plásticos.**

El límite líquido (LL) se define como la condición en la que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir. (ASTM D 4318, AASHTO T 89).

El límite plástico (LP) es la frontera entre el estado plástico y el semisólido de un suelo. En este estado el suelo puede ser deformado rápidamente o moldeado sin recuperación elástica, existen cambios de volumen, agrietamiento o desmoronamiento (ASTM D 4318, AASHTO T 90). Los resultados se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 13.  
*Límite Líquido y Plástico Calicata 1.*

<b>Calicata 1</b>	<b>Límite Líquido</b>	<b>Límite Plástico</b>	<b>Índice Plasticidad</b>
Estrato 1	42,38%	24,87%	17,51%
Estrato 2	31,05%	22,06%	9%
Estrato 3	36,86%	25,24%	11,63%
Estrato 4	25,39%	17,45%	7,94%

**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

Tabla 14.  
*Límite Líquido y Plástico Calicata 2.*

<b>Calicata 2</b>	<b>Límite Líquido</b>	<b>Límite Plástico</b>	<b>Índice Plasticidad</b>
Estrato 1	47,05%	33,39%	13,66%
Estrato 2	24,90%	17,81%	7,09%
Estrato 3	26%	18,36%	7,65%
Estrato 4	34,09%	21,85%	12,24%

**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

Tabla 15.  
*Límite Líquido y Plástico Calicata 3.*

<b>Calicata 3</b>	<b>Límite Líquido</b>	<b>Límite Plástico</b>	<b>Índice Plasticidad</b>
Estrato 1	50,81%	34,22%	16,59%
Estrato 2	41,65%	27,92%	13,72%
Estrato 3	21,19%	18,59%	2,60%
Estrato 4	NP	NP	NP
Estrato 5	30,45%	19,95%	10,50%

**Nota.** El estrato 4 es un suelo no plástico. *Fuente:* Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

Tabla 16.  
*Límite Líquido y Plástico Calicata 4.*

<b>Calicata 4</b>	<b>Límite Líquido</b>	<b>Límite Plástico</b>	<b>Índice Plástico</b>
Estrato 1	52%	34,56%	17,44%
Estrato 2	30,89%	22,46%	8,43%
Estrato 3	26,05%	18,47%	7,57%
Estrato 4	21,06%	16,57%	4,49%

*Fuente:* Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

Con los valores del LL y LP se determina el índice de plasticidad (IP) que se define como la diferencia entre estos dos límites (Anexo B).

### **3.5.6. Granulometría.**

La granulometría de partículas se determina por un análisis de tamices efectuado sobre las muestras de agregado (ASTM D 422, AASHTO T 88). Consiste en hacer pasar la muestra por una serie de tamices de diferentes aberturas (MOP – 001 – F – 2002).

La granulometría se determina al calcular el peso retenido en cada tamiz, después de haber efectuado el análisis de tamices. Luego se resta el peso retenido en cada tamiz del peso total de la muestra.

Para la serie fina se cogieron 300gr del material pasando tamiz N°4 para ser lavado y secado al horno, obteniendo así la granulometría de la serie fina tamizado por los tamices correspondientes (Anexo C).

### **3.5.7. Ensayo de proctor modificado ASTM D 1557, AASHTO T 180.**

El ensayo del proctor modificado ayudará a determinar la humedad óptima que se debe usar para un suelo compactado a una fuerza determinada, es decir, la cantidad de agua necesaria para la cual la densidad del suelo es máxima con una energía concreta ya que, al reducir el volumen de la muestra, se aumenta su densidad.

Por tal motivo es conveniente la compactación de un suelo ya que reduce su compresibilidad, incrementa su resistencia al esfuerzo cortante y lo hace más impermeable.

De esta forma se halla las diferentes densidades de cada muestra de suelo con sus respectivas humedades. Interpolando en las tablas de Excel se puede obtener la humedad óptima y la densidad seca máxima de cada estrato de suelo.

En la Tabla 17 se presenta la humedad óptima y la densidad seca máxima del material de préstamo de la vía del sector La Milina, Muey correspondiente al primer estrato de cada calicata.

Tabla 17.  
*Humedad óptima y densidad seca máxima del primer estrato de cada calicata.*

	<b>W óptima</b>	<b>Densidad seca máxima (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
Calicata 1	17,9%	1682
Calicata 2	22,5%	1439
Calicata 3	25,9%	1485
Calicata 4	23,75%	1825

**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

### **3.5.8. Ensayo C.B.R.**

El ensayo de CBR consiste en la relación entre la carga vs la penetración en un espécimen con una muestra de suelo con humedad y densidad conseguida en el ensayo de proctor. Con este método se puede medir la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada. El valor de CBR puede clasificarse de la siguiente manera:

Tabla 18.  
*Clasificación del CBR.*

<b>CBR</b>	<b>Descripción</b>
1% – 5%	Muy malo
5% – 8%	Malos
8% – 15%	Regular
15% – 20%	Bueno
20% – 30%	Muy Bueno

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

El equipo y procedimiento para la realización de este ensayo se describen en las normas:

- CBR de campo ASTM D 4429.
- CBR de laboratorio ASTM D 1883, AASHTO T 193.

Los resultados del CBR natural y del material de préstamo se muestran en la Tabla 19, estos servirán para el cálculo del CBR de diseño promedio, que a su vez se utilizará para el cálculo empírico del módulo resiliente de la subrasante.

Tabla 19.  
*CBR Estrato Natural y Material de Préstamo.*

	<b>Calicata 1</b>	<b>Calicata 2</b>	<b>Calicata 3</b>	<b>Calicata 4</b>
Material de préstamo	53,62%	44,23%	37,98%	42,08%
CBR estrato natural	0,95%	1,9%	1,73%	3,61%

**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa - Darwin Pozo Tomalá.

### **3.5.9. Ensayo de abrasión de los Ángeles.**

Este ensayo ayudará a determinar la resistencia al desgaste de agregados gruesos, mayores a 19 mm, mediante “La Máquina de los Ángeles”.

El equipo y procedimiento para la realización de este ensayo se describen en las normas:

- ASTM C-131 y C-535
- AASHTO T – 96
- INEN 860 Y 861

Los resultados del ensayo en cada calicata se muestran a continuación:

Tabla 20.  
*% De pérdida del material de préstamo de la cantera La Negrita.*

	<b>% De perdida</b>
Calicata 1	44,94%
Calicata 2	44,14%
Calicata 3	43,64%
Calicata 4	45,24%

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal de la Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

### 3.5.10. Ensayo de desgaste a los sulfatos.

Este ensayo determina el grado de desintegración de una muestra, sumergiéndola repetidas veces en soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Seguido de un secado al horno con el fin de deshidratar parcialmente las sales precipitadas en los poros permeables del árido. Este procedimiento se lo realiza en cinco ciclos de secado y humedecimiento en un lapso respectivamente de 4 y 16 horas como mínimo.

Los equipos y procedimiento del ensayo de desgaste a los sulfatos, llamado también ensayo de durabilidad, se describen en la norma ASTM C88 – 99; que indica que se puede utilizar como sustancia agresiva al sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Para este presente estudio se utilizó sulfato de magnesio.

Tabla 21.

*Resultados del ensayo de durabilidad.*

<b>Ensayo de durabilidad (Sulfato de magnesio)</b>	
Descripción	% desgaste
Material de préstamo	62,34%

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

### 3.6. Criterio para el diseño de suelo cemento.

Una vez obtenidos los resultados del estudio de suelos se puede clasificar y caracterizar el suelo granular existente en la vía por el método SUCS y AASHTO. Este parámetro ayudará a determinar el porcentaje de cemento a usar para realizar las probetas de suelo cemento, probetas que serán ensayadas a compresión simple a los 7 días.

La resistencia a la compresión simple deberá ser igual o mayor a 18 Kg/cm<sup>2</sup> para suelo cemento, en el caso de ser un estudio de graba cemento, el MTOP especifica que la resistencia a los 7 días debe ser igual o mayor a 25 Kg/cm<sup>2</sup>. La clasificación y los porcentajes de cemento se dan en las siguientes tablas:

Tabla 22.  
Clasificación del material existente en la vía (0 – 0,40m).

	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
Calicata 1	GW - GC	A - 2 - 7 (0)
Calicata 2	GW - GM	A - 2 - 7 (0)
Calicata 3	GW	A - 2 - 7 (0)
Calicata 4	GP - GM	A - 2 - 7 (0)

**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Tabla 23.  
Requerimientos típicos de cemento, según los tipos de suelos.

<b>Clasificación</b>		<b>Rangos típicos de Cemento para Test:</b>		
<b>AASHTO</b>	<b>ASTM</b>	<b>Requerido (%)</b>	<b>Humedad – densidad (%)</b>	<b>Durabilidad (%)</b>
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM	3-5	5	3-5-7
A-1-b	GM, GP, SM, SP	5-8	6	4-6-8
A-2	GM, GC, SM, SC	5-9	7	5-7-9
A-3	SP	7-11	9	7-9-11
A-4	CL, ML	7-12	10	8-10-12
A-5	ML, MH, CH	8-13	10	8-10-12
A-6	CL, CH	9-15	12	10-12-14
A-7	MH, CH	10-16	13	11-13-15

**Nota.** Rangos típicos del peso de cemento por %. Contenido de cemento para test humedad – densidad (ASTM D558) % por peso. Contenido típico de cemento para test de durabilidad (ASTM D559 y D506) % por peso. **Fuente:** Holcim Base Vial. Reporte del Comité del ACI.

Con estos porcentajes se procede a la realización de las probetas de suelo cemento en función del peso volumétrico seco máximo del suelo, obtenido por el ensayo de proctor modificado.

Para obtener el diseño de suelo cemento, se mezcló las muestras 1 de todas las calicatas para obtener una muestra homogénea y de acuerdo al requerimiento típico de cemento según el tipo de suelo (Tabla 23) se realizaron probetas con porcentajes de cemento de 5%, 7% y 9% por peso de suelo a ensayar en laboratorio, ya que en la clasificación de suelos por el método de la AASHTO, (Tabla 22), dio como resultado un suelo tipo A - 2 - 7 y en la clasificación SUCS dio como resultado suelo tipo GW-GM.

La cantidad de agua será definida como la necesaria para llegar a la humedad óptima dada del ensayo del proctor modificado. Sin embargo, en obra se deberá agregar el agua necesaria hasta conseguir 2% sobre la humedad óptima y nunca en menos de la humedad óptima; esto facilitará obtener la densidad máxima de compactación, la hidratación del cemento y la resistencia especificada.

La dosificación de los cilindros se estableció en base a los resultados de la calicata 3. Los resultados dieron un contenido de humedad de 16,97%, la humedad óptima de 25,9% y la densidad seca máxima 1.485 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente (Anexo H).

### **3.6.1. Procedimiento para realizar las probetas de suelo cemento.**

Se tamiza el material granular a mejorar por el tamiz ¾", una vez tamizado de acuerdo a los cálculos se procedió a pesar la cantidad de material granular necesaria para elaborar 8 probetas cilíndricas, así mismo la cantidad de agua a utilizar y porcentaje de cemento, luego se procede a mezclar los materiales utilizados para que la mezcla sea homogénea, una vez que la mezcla sea homogénea se procede a llenar las probetas con la mezcla en 4 capas.

Para la compactación de los cilindros se utilizó un martillo vibrador de masa (sin placa de protección ni eje) igual a  $10 \pm 1,5$  kg. Con una potencia mínima de 900 Watts proporcionando entre  $2000 \pm 200$  impactos por minuto. Por último se cubre el molde en la parte superior con plástico para evitar la pérdida de humedad.

A los dos días se procede con el desencofrado de los moldes cilíndricos para posteriormente cubrirlos los cilindros con plásticos evitando la pérdida de humedad.



**Figura 10.** Martillo Vibrador Para Probetas Suelo Cemento.  
**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

### **3.6.2. Ensayo compresión simple probetas de suelo cemento.**

Antes de realizar el ensayo de resistencia a compresión simple se debe refrentar los extremos de las probetas. La capa de refrentado debe ser lo más delgada posible y se debe mantener la humedad constante de las probetas. Se realiza el ensayo de resistencia a compresión simple (ASTM D 1633) de las probetas cilíndricas a los 7, 14 y 28 días, ya que está directamente relacionada con la densidad y se ve afectada por el grado de compactación y por el contenido de agua de la mezcla.

Dependiendo de la resistencia a la compresión se obtendrá un criterio para determinar el porcentaje óptimo de cemento para ser utilizada en la vía a estabilizar. Debido a que muchos suelos contienen minerales compuestos que pueden atrasar o acelerar el proceso de endurecimiento cuando los mismos reaccionan con el cemento y el agua, es conveniente realizar ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días, lo que permitirá determinar la tendencia del endurecimiento, permitiendo estimar valores de  $f'_c$  para edades mayores.

### **3.6.3. Módulo Young y relación de Poisson en probetas de suelo cemento.**

Este ensayo permite determinar el módulo elástico (módulo de Young) y la relación de Poisson de cilindros moldeados en laboratorio, en este caso, cilindros moldeados con suelo cemento, cuando se aplica un esfuerzo de compresión longitudinal. “El módulo elástico es la pendiente de una recta trazada entre dos puntos específicos de la parte elástica de la curva esfuerzo deformación unitario.”<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> ASTM C469/C469M - 14

Antes del ensayo, se toman las medidas del espécimen cilíndrico de suelo cemento. Además, se debe ensayar a compresión simple otro espécimen con el mismo porcentaje de cemento para determinar la resistencia última.

Una vez obtenido estos datos, se coloca el espécimen en el aparato de medición (compresómetro – extensómetro) y se ajusta los diales para tomar la deformación.

Se coloca el espécimen en la máquina de ensayo y se carga inicialmente para comprobar su funcionamiento. Se carga una segunda vez y se toman las deformaciones hasta llegar al 40% de la resistencia última.

Si se quiere determinar el módulo de Poisson, se debe registrar las deformaciones transversales en los mismos puntos respectivos y si es requerido la curva esfuerzo deformación (Anexo K).

Tabla 24.  
*Módulo de Young y Relación de Poisson.*

<b>Suelo Cemento</b>	<b>Módulo Elástico (GPa)</b>	<b>Módulo Elástico (PSI)</b>	<b>Relación De Poisson</b>
5%	3,6	515.300	0,39
7%	6,7	974.533	0,29
9%	18,6	2'646.871	0,25

**Fuente:** Enrique Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

# CAPÍTULO IV

## DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA CARRETERA

### 4.1. Introducción.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo el análisis de alternativas para la selección de un óptimo diseño de pavimento, en base a consideraciones técnicas y económicas para ser aplicadas en las vías del sector La Milina, Muey.

El diseño del pavimento flexible se lo hará por el método tradicional AASHTO 93, método que hasta la actualidad sigue vigente en este entorno. Asimismo, se usará el software DISAASHTO 93 <sup>10</sup>cuya última actualización data del año 2016. Este programa ayudará con un cálculo más preciso de los espesores de pavimento. Por lo tanto esto permitirá determinar si la estructura necesita o no un mejoramiento de subrasante.

Por su parte, para la estabilización del material granular existente con cemento MH, y diseño del pavimento flexible en las calles del sector La Milina, Muey, se utilizará la metodología expuesta por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) y Holcim Ecuador S.A. métodos que también se basan en los establecido por la AASHTO 93 y el ACI 230.1R-09.

Se especificará si la capa de rodadura estará sujeta a esfuerzos de flexo-tracción por la estabilización con suelo cemento. Para ello se utiliza el software Alize el cual ayudará a determinar los esfuerzos inducidos en la estructura de pavimento, ya que al ser estabilizada con suelo cemento, en teoría no presentará mayores deformaciones en la capa asfáltica a consecuencia de que las cargas son trasladadas a la capa estabilizada. Para ello se realizará sus respectivas verificaciones con el fin de demostrar cuál de los dos métodos es el más factible para la estructura del pavimento flexible teniendo como criterio seleccionar el diseño más económico y conservador.

---

<sup>10</sup> DISAASHTO 93. Ing. Andres R. Garcia M.

## **4.2. Diseño estructural del pavimento flexible por el método AASHTO 93.**

Para el diseño de pavimento se debe tener en cuenta el comportamiento del pavimento debido a la carga del tránsito, puesto que éste incrementa conforme avanza el desarrollo de la población de un determinado sector, lo que a su vez trae una mayor cantidad de repetición de cargas de tránsito.

Los factores para el diseño de estructuras de pavimento son:

- Factor de distribución por carril.
- Factor de distribución por dirección.
- Número de ejes equivalentes ( $E_{sal}$ 's)
- Módulo resiliente ( $M_r$ ) a partir del CBR de diseño.
- Periodo de diseño ( $n$ )
- Índice de confiabilidad ( $R$ )
- Desviación normal estándar ( $Z_r$ )
- Desviación estándar ( $S_o$ )
- Índice de servicio ( $P_o$  y  $P_t$ )
- Drenaje ( $M_i$ )
- Coeficientes estructurales ( $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$ )

### **4.2.1. Factor de distribución por carril.**

Se define por el carril de diseño aquel que recibe el mayor número de ejes equivalentes ( $ESAL$ 'S de diseño). Para un camino de dos carriles, cualquiera de los dos puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección inevitablemente se orienta por ese carril.

Para vías de varios carriles, el de diseño será el externo, por el hecho de que los vehículos pesados circulan en ese carril. La guía para diseño de estructuras de pavimento AASHTO 93 da una tabla con la cual se puede determinar el factor por carril dependiendo del número de carril de la vía en estudio. Para este proyecto se utiliza el valor de 0,8 como factor de distribución por carril.

Tabla 25.  
Factor de distribución por carril

Números de carriles en una sola dirección	LC''
1	1
2	0.8 – 1
3	0.6 – 0.8
4 o más	0.5 – 0.75

Fuente: AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993, pág. II-9.

#### 4.2.2. Factor de distribución por dirección.

Normalmente, el factor de distribución por dirección es de 0,5 debido a que la mitad de los vehículos va en un sentido y la otra mitad en el otro sentido. Para este proyecto se utiliza el factor de distribución por dirección de 50 (Tabla 26).

Tabla 26.  
Factor de distribución por dirección.

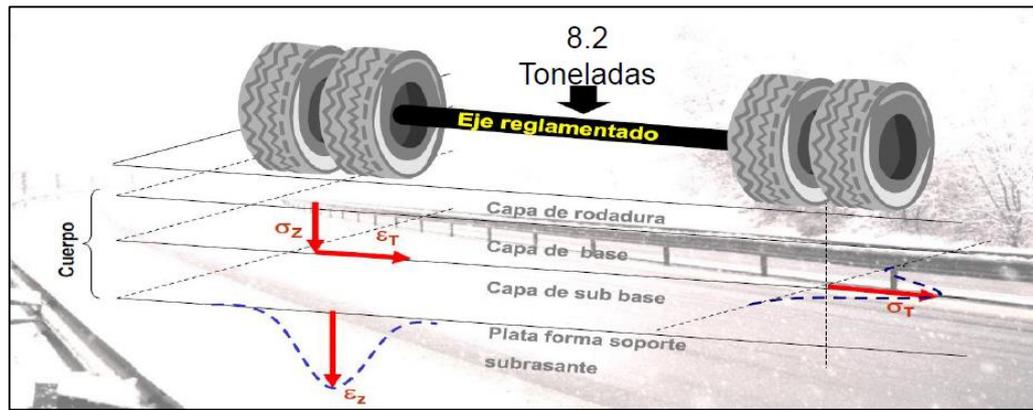
Número de carriles en ambas direcciones	LD <sup>10</sup>
2	50
4	45
6 o mas	40

Fuente: AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993.

#### 4.2.3. Determinación del número de ejes equivalentes de diseño (ESAL'S).

Los pavimentos deben diseñarse en función del daño que produce el paso del tránsito durante toda su vida útil; como el tránsito está compuesto por diferentes tipos de vehículos con diferentes pesos y número de ejes, es necesario transformarlo en lo que se conoce como “número de ejes equivalentes” por sus siglas en inglés “Equivalent Simple Axial Load (ESAL) de 80kn o 18kips.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> 18000lb ó 8,2Tn ó 80KN ó 18Kips.



**Figura 11.** Carga de ruedas de 8 Ton. Sobre el pavimento.  
**Fuente:** Método de Diseño, Holcim.

Para convertir el efecto que se produce sobre la capa de rodadura emitida por un vehículo a la carga estándar de 8,2 ton (18.000lb), es de mucha importancia conocer la carga y volumen de tráfico ya que estos datos influyen mucho en el diseño de la vía, para lo cual se utiliza el “factor de equivalencia de carga”, que es el elemento por el cual se debe multiplicar cualquier número de ejes, para transformarlo en un eje simple de 8,2 ton.

La norma AASTHO ha desarrollado factores de ejes equivalentes los cuales se darán a conocer a continuación en la Tabla 27.

Tabla 27.  
*Factores de equivalencia de carga.*

Eje Simple	$F_s = (L_s / 8,2)^4$
Eje Tándem	$F_t = (L_t / 15)^4$
Eje Tridem	$F_{tr} = (L_{tr} / 18,2)^4$

**Fuente:** Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO 1993

En el estudio para este trabajo de investigación se obtuvo un ESAL'S de diseño para 20 años de 474.543 (Ver Anexo A. 3).

Para obtener el Esal's de carril de diseño, basta con multiplicar los dos factores de distribución por el Esal's de diseño:

$$\text{Esals's de carril de diseño} = 474.543 * 0,8 * 0,5 = \mathbf{189.817}$$

#### 4.2.4. Módulo resiliente a partir del CBR de diseño.

Cuando no sea posible efectuar los ensayos necesarios para calcular el módulo resiliente por no tener los equipos de laboratorio, se acude a los ensayos tradicionales de resistencia (CBR), mediante estas relaciones es posible determinar el valor aproximado de resistencia de un suelo utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{Mr (psi)} &= 1500 * \text{CBR} && \rightarrow \text{CBR} \leq 10\% \text{ (AASHTO 93)} \\ \text{Mr (psi)} &= 3000 * \text{CBR}^{0,65} && \rightarrow 7,2\% \leq \text{CBR} \leq 20\% \text{ (Sudáfrica)} \\ \text{Mr (psi)} &= 4362 * \text{LnCBR} + 241 && \rightarrow \text{Para suelo granulares} \\ \text{Mr (psi)} &= 2555 * \text{CBR}^{0,64} && \rightarrow \text{Amplia gama de valores (AASHTO 2004)} \end{aligned}$$

En función del tránsito esperado, el instituto del asfalto recomienda los siguientes valores porcentuales para calcular el módulo resiliente de diseño de la capa de sub-rasante.

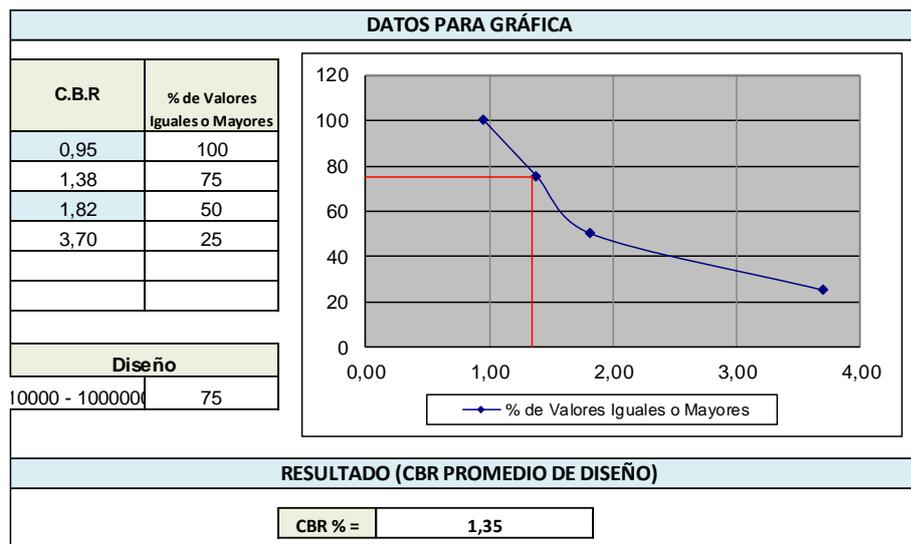
Tabla 28.  
Límites de selección de resistencia

No. de ejes de 8,2 Ton en el carril de Diseño (N)	Porcentaje a Seleccionar para hallar la Resistencia
< 1000	60
1000 – 1'000.000	75
> 1'000.000	87,5

**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993, pág. II – 77.

El ESAL'S de diseño de este proyecto de investigación es de 336.129. Por lo tanto, el valor promedio del CBR de diseño es afectado por el 75% que está en función del número de ejes equivalentes.

La capacidad portante CBR de la sub-rasante dio como promedio 1,35% catalogando su capacidad portante como muy mala. Este valor es el resultado promedio de los CBR del estrato natural y que fueron afectados por el límite de selección de resistencia de la AASHTO, como lo muestra la figura:



**Figura 12.** CBR Promedio de diseño.

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

A partir de este parámetro se obtuvo el módulo resiliente usando la primera ecuación ( $M_r = 1500 * CBR$ ) puesto que es la ecuación más desfavorable para el terreno de estudio:

$$M_{r_{\text{subrasante}}} = 1,35 * 1500 = 2025 \text{ Psi.}^{12}$$

Por otra parte, el MTOP (403.1.02. Materiales) especifica que para la sub-base, la capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor al 30%. Asimismo, el MTOP (404-1.02. Materiales) especifica que para la capa de base, el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%. Por lo tanto, para el diseño espesores de pavimento de este estudio se tomó los valores de 30% y 80% para la sub-base y base respectivamente correlacionando con las tablas del MOP así obteniendo los valores de los coeficientes de capa y el de módulo elástico.

#### 4.2.5. Periodo de diseño (n).

Para este diseño se tomará un periodo de análisis de 20 años, debido a que la vía de comunicación cumplirá con las necesidades de distintas poblaciones de una misma ciudad, por lo que se está hablando de una carretera interurbana de tránsito elevado, como lo muestra la Tabla 29.

<sup>12</sup> Guide for design of pavement structures. AASHTO 93. Roadbed soil, pag I-14.

Tabla 29.  
*Periodo de diseño en función del tipo de carretera.*

<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Periodo de Diseño (Años)</b>
Urbana de tránsito elevado	30 – 50
Interurbana de tránsito elevado	20 – 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 – 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentada con grava	10 – 20

**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993, pág. II – 7.

#### **4.2.6. Índice de confiabilidad (R).**

Es una variable mediante la cual se incluye un grado de seguridad en este proceso y que permite certificar, que las alternativas durarán el periodo para el cual fueron creados, bajo las condiciones que tienen lugar en ese lapso de tiempo para la cual fue diseñada la vía.

En la siguiente tabla se muestran los niveles de confiabilidad recomendados para los diferentes tipos de vías.

Tabla 30.  
*Niveles de confiabilidad para diferentes tipos de vías.*

<b>Tipo de Camino</b>	<b>Confiabilidad Recomendada</b>	
	<b>Zona Urbana</b>	<b>Zona Rural</b>
Rutas Interestatales y autopistas	85 a 99,9	80 a 99,9
Arterias Principales	80 a 99	75 a 95
Colectoras	80 a 95	75 a 95
Locales	50 a 80	50 a 80

**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993, pág. II-9.

Un coeficiente alto representaría un costo más alto pero pasaría más tiempo para que se realice una reparación, en contraparte, si el coeficiente es bajo representaría un menor costo pero pasaría menos tiempo para que se realice una intervención en la vía

Por lo tanto, para realizar el diseño del pavimento en las calles del sector de La Milina, se adoptó un nivel de confiabilidad (R) de 90% debido a que el tipo de carretera del sector es una arteria principal, en zona urbana. Además de ser un valor entre 80 y 100%.

#### 4.2.7. Desviación normal estándar (Zr) en función de la confiabilidad (R).

Una vez adoptada el nivel de confiabilidad (R) se procede a seleccionar la Desviación Normal Estándar (Zr) a partir del nivel de confiabilidad seleccionado.

El valor del Nivel de Confiabilidad (R) para este proyecto de investigación es de 90%, por lo tanto el valor de la Desviación Normal Estándar (Zr) es de -1.282.

Asimismo, la guía de diseño de estructura de pavimento AASTHO 93, ofrece una tabla donde se relaciona la confiabilidad con la desviación estándar. Estos valores serán de mucha importancia al momento de realizar los cálculos de espesores de pavimento con ayuda del software DISAASHTO 93.

Tabla 31.  
*Desviación Normal Estándar.*

<b>Confiabilidad</b>	<b>Desviación Normal Estándar</b>	<b>Confiabilidad</b>	<b>Desviación Normal Estándar</b>
50	0.000	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.340	99.9	-3.090
92	-1.405	99.99	-3.750

**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993, pág. I-62

#### 4.2.8. Desviación estándar (So).

La desviación estándar (So) se combina con la desviación estándar media de los errores de predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento estructural del pavimento. La guía AASHTO 93 ofrece una tabla donde se puede determinar la desviación estándar (So) dependiendo del tipo de estructura de pavimento (Tabla32).

Tabla 32.  
*Valores de desviación estándar (So).*

Descripción	Valores de So
<b>Para Pavimento Rígido:</b>	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.35
Sobrecapa	0.40
<b>Para Pavimentos Flexibles:</b>	0.40 – 0.50
Construcción nueva	0.45
Sobrecapa	0.5

**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993, pág. I-62.

Para el presente estudio, el diseño de pavimento flexible va a ser de construcción nueva, por lo tanto se escoge el valor de 0,45 según lo recomendado por la guía de diseño de estructura de pavimento, AASHTO 93.

#### 4.2.9. Índice de servicio.

El índice de servicio de un pavimento es la capacidad que tiene el mismo para servir a la clase de tránsito que lo va a utilizar durante su tiempo de vida útil. En otras palabras, este parámetro provee un manejo seguro y confortable.

Tabla 33.  
*Indice de servicio inicial y final.*

Índice de Servicio	Po	Pt
Pavimento Rígido	4,5	2
Pavimento flexible	4,2	2,5

**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993, pág. II-47.

La guía sugiere un Índice de Servicio Inicial  $P_o$  de 4,2 y un índice de Servicio Final  $P_t$  de 2,5 para los pavimentos flexibles. Teniendo esto en cuenta, se puede determinar fácilmente el índice de servicio  $\Delta PSI$  simplemente restando el índice de servicio inicial ( $P_o$ ) menos el índice de servicio final ( $P_t$ ):

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4,2 - 2,5$$

$$\Delta PSI = 1,7$$

#### 4.2.10. Drenaje.

El coeficiente de drenaje se fija de acuerdo al tiempo que tarde el agua en ser evacuada del pavimento, y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación en el transcurso del año.

La guía AASHTO 93 define cinco capacidades de drenaje, como se muestran en la Tabla 34:

Tabla 34.

*Valores recomendados de coeficientes de drenaje (mi)*

Estado	Agua evacuada	Porcentaje de tiempo en el año, que la estructura de pavimento está expuesta a un nivel de humedad			
		< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	2 horas	1,40 – 1,35	1,35 -1,30	1,30 – 1,20	1,2
Bueno	1 Día	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,0
Regular	1 Semana	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,8
Pobre	1 Mes	1,15 – 1,05	1,05 – 0,8	0,80 – 0,60	0,6
Muy malo	No drena	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,4

**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993, pág. II-25

Para el cálculo de drenaje se propone la siguiente ecuación:

$$P = \frac{S + R}{365} * 100$$

Donde:

-P: porcentaje de tiempo en el año, del pavimento expuesto a un nivel de humedad.

-S: días de deshielo de primavera.

-R: días de lluvia si el pavimento puede drenar hasta el 85% del grado de saturación en 24 horas o menos.

Como en este entorno no hay deshielo, el valor de “S” va a ser igual a cero. Para el valor de “R” el instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) para la Provincia de Santa Elena, establece un valor de 44. Con estos valores, la ecuación queda de la siguiente manera:

$$P = \frac{0 + 44}{365} * 100$$

$$P = 12,05\%$$

Según la Tabla 34 propuesta por la AASHTO, el valor del drenaje se ubica entre 5% y 25%. Por lo tanto, según las experiencias de este medio, se adopta un coeficiente de drenaje de 0,9 para las capas de base y subbase. Dado que a pesar de que la capa de asfalto protege a la capa de base y subbase de la estructura de pavimento, el agua suele filtrarse por los costados de la vía. Por lo que, por motivos de seguridad estructural, se tomó un coeficiente que esté entre 0,8 y 1.

#### **4.2.11. Coeficientes estructurales de capas en función del módulo resiliente.**

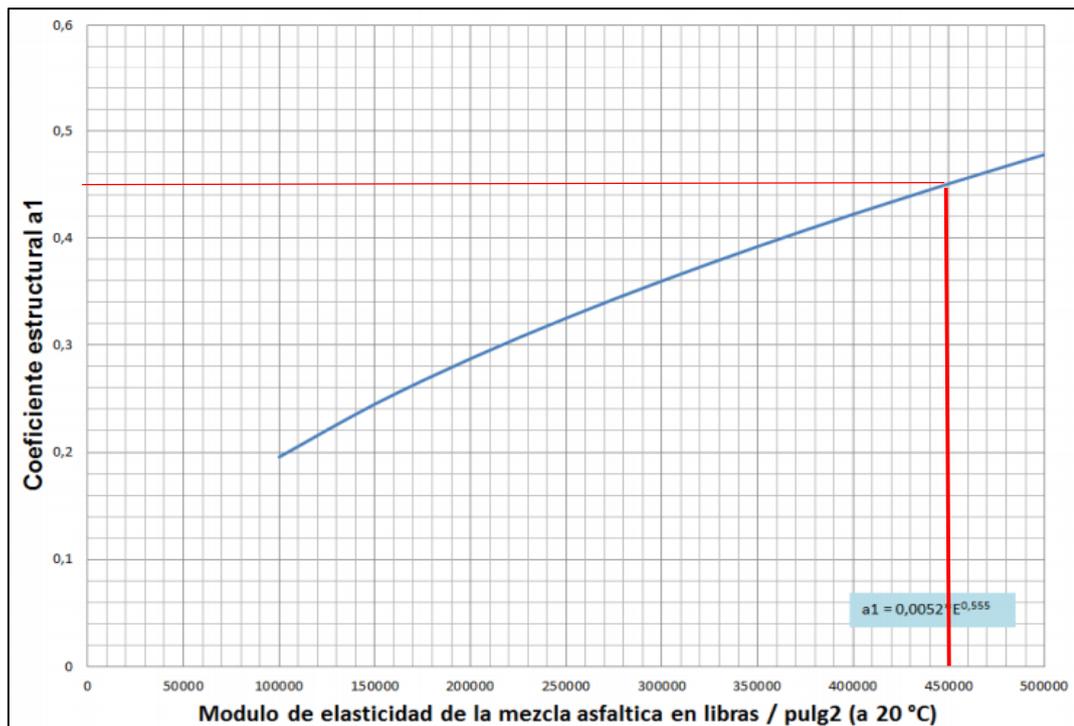
Se le asigna a cada capa del pavimento un coeficiente ( $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ), los cuales son necesarios para el diseño de cada capa de la estructura de pavimento flexible ya que como se vio anteriormente, estos coeficientes al ser multiplicados por el espesor de capa y por el coeficiente de drenaje, da como resultado un número estructural SN.

En otras palabras, estos coeficientes consienten transformar los espesores reales de las estructura de pavimento a números estructurales (SN), siendo cada uno de los

coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada uno de los materiales, para funcionar como parte de la estructura del pavimento.

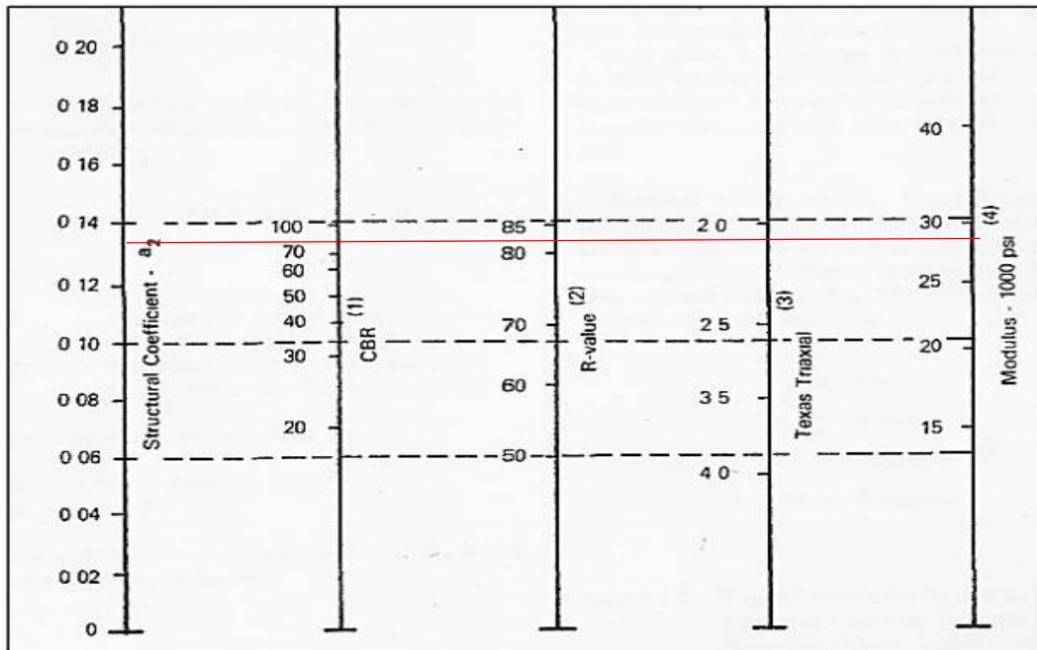
**Coeficiente estructural  $a_1$ .**- para la obtención del coeficiente estructural de la mezcla asfáltica ( $a_1$ ), se emplea la Figura 13, que es un gráfico establecido por la guía de diseño de estructura de pavimento AASHTO 93, la cual está en función del módulo de la mezcla asfáltica en  $\text{lb}/\text{in}^2$ .

Comúnmente para hallar este coeficiente, los diseñadores utilizan un módulo de 400.000 PSI para la mezcla asfáltica. Sin embargo, El AASHO Road Test especifica que para la mezcla asfáltica se estima un valor entre 450.000 PSI. Por lo tanto, para este proyecto de investigación se tendrá un coeficiente de aporte estructural ( $a_1$ ) = 0,425 como lo indica la Figura 13:



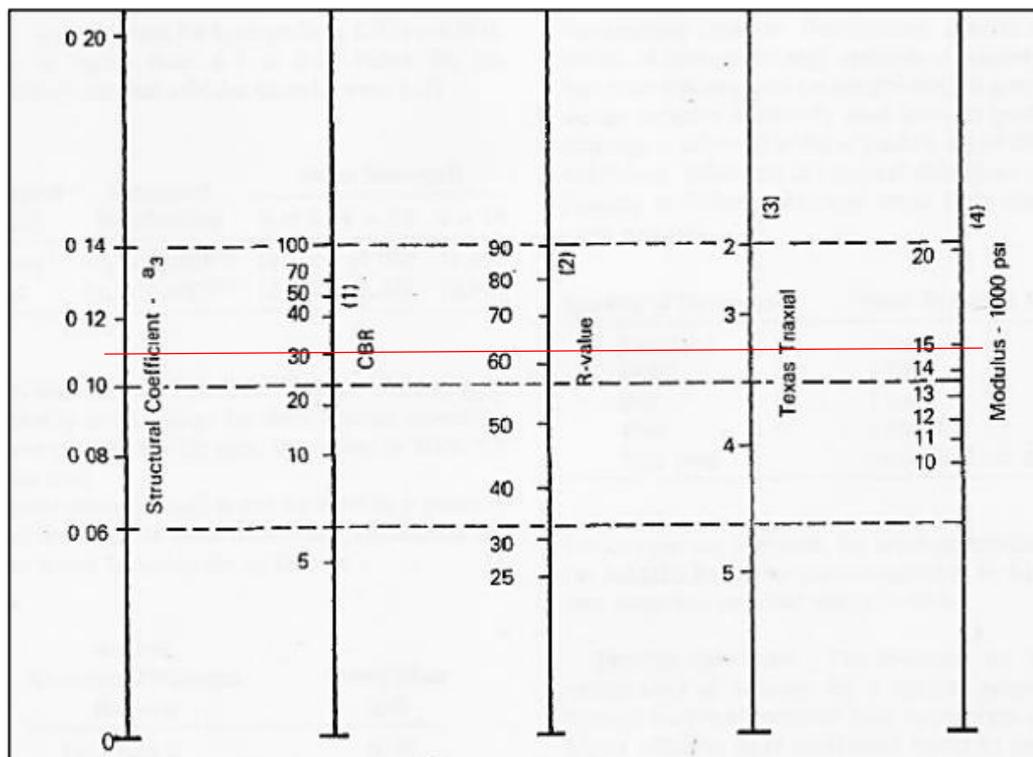
**Figura 13.** Gráfico para determinar el coeficiente estructural ( $a_1$ ) de la mezcla asfáltica.  
**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993.

**Coeficiente estructural  $a_2$ .**- para la obtención del coeficiente estructural de la Base granular ( $a_2$ ), El MTOP establece un valor de CBR mayor o igual al 80%, por lo tanto, el módulo resiliente es igual a 28.000 PSI el coeficiente de la base granular ( $a_2$ ) es igual a 0,134 aproximadamente (Figura 14).



**Figura 14.** Gráfico para determinar el coeficiente estructural ( $a_2$ ) de la base granular.  
**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993.

*Coeficiente estructural  $a_3$* - para la obtención del coeficiente estructural de la sub-base granular ( $a_3$ ), primero se debe conocer el valor CBR de la sub-base. El MTOP establece que para material de sub-base, el CBR debe ser igual o mayor al 30%.



**Figura 15.** Gráfico para determinar el coeficiente estructural ( $a_3$ ) de la Sub-base granular.  
**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993.

Para este proyecto de investigación, se optó por diseñar la estructura de pavimento con una sub-base del 30%, por lo tanto el coeficiente estructural se lo obtiene con el monograma establecido por la AASHTO 93 (Figura 15).

En consecuencia, el módulo resiliente sería igual a 15.000 PSI y el coeficiente de la Sub-base granular ( $a_2$ ) es igual a 0,11 aproximadamente.

#### 4.2.12. Diseño de los espesores de capa de la estructura de pavimento.

El método AASHTO 93 emplea una ecuación a través de la cual se obtiene el número estructural (SN) el cual es fundamental para la determinación de los espesores de las capas que conforman el pavimento.

Esta ecuación está en función de algunas variables de diseño tales como el tránsito, la desviación estándar, desviación estándar normal, etc. La ecuación deriva de la información obtenida empíricamente por la AASHTO.

La AASHTO 93 establece la siguiente ecuación para pavimento flexible:

$$\log W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Donde:

- $W_{18}$  = Esal's de diseño.
- $Z_r$  = Desviación estándar
- $S_o$  = Error estándar combinado
- $\Delta PSI$  = Diferencia del índice de servicio inicial y final
- $M_r$  = Módulo resiliente
- $SN$  = Número estructural

De la ecuación se obtiene el número estructural (SN) para luego calcular un conjunto de espesores de capa ( $d_1$ ) que igualen o superen el número estructural

calculado a partir del módulo resiliente de la subrasante. Para ellos la AASHTO 93 recomienda la siguiente ecuación:

$$SN = a_1.d_1 + a_2.d_2.m_2 + a_3.d_3.m_3 \quad ^{13}$$

Donde:

- $a_1, a_2, a_3$  = coeficiente estructural de la capa de rodadura, base, y sub-base respectivamente.
- $d_1, d_2, d_3$  = espesor de la capa de rodadura, base, y sub-base respectivamente en pulgadas.
- $m_1, m_2$  = coeficiente de drenaje de la capa de base y sub-base respectivamente.

La AASHTO 93 recomienda estimar los espesores de las diferentes capas de la estructura de pavimento, siguiendo los siguientes criterios:

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* \geq SN_1$$

$$D_2^* \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 m_2}$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3}$$

Donde:

- $a, D, m$  y  $SN$  corresponden a los valores mínimos requeridos.

---

<sup>13</sup> AASHTO 93 Guide for design of pavement structures. 3.1.4. Selection of layer thicknesses, pag. II-35.

- El asterisco en D y SN corresponden al valor realmente usado el cual deber ser mayor al requerido.

Con todos los datos seleccionados en esta sección, se procede a calcular el espesor de las capas de la estructura de pavimento utilizando la herramienta DISAAHTO 93 (Anexo L), los parámetros que se establecieron previamente para el cálculo de los espesores de pavimento y que deben ser ingresados en el programa, se presentan a continuación:

Esal's	= 189.817		
So	= 0,45		
$\Delta$ PSI	= 1,7		
Zr	= -1,282		
Mr asfalto	= 450.000 Psi	a <sub>1</sub> = 0,425	m <sub>i</sub> = 1
Mr base	= 28.000 Psi	a <sub>2</sub> = 0,135	m <sub>i</sub> = 0,90
Mr sub base	= 15.000 Psi	a <sub>3</sub> = 0,107	m <sub>i</sub> = 0,90
Mr <sub>sub-rasante</sub>	= 2025 Psi		



**Figura 16.** Diseño de la estructura de pavimento AASHTO 93.  
**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal de la Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Como se puede observar en la figura, el diseño de espesores de pavimento cumple con lo requerido por la AASHTO 93. Sin embargo, en el aspecto económico, la capa de rodadura es más costosa que la capa de base. Por lo tanto, los espesores de

la capa de rodadura, base y sub-base fueron modificados siempre y cuando cumplan con lo establecido en la guía de diseño. Además, la capa de sub-base sobrepasa lo permitido en este medio por lo que será necesario un mejoramiento de sub-rasante.

La guía también establece los espesores mínimos de capa en base al Esal's de diseño (Tabla 35). Para éste proyecto el Esal's de diseño es de 189.817 por lo tanto se encuentra entre el rango 150.001 – 500.000 lo que da como resultado espesores mínimos de 2,5" y 4" para la capa de rodadura y la capa de base respectivamente.

Tabla 35.

*Espesores mínimos para carpetas asfálticas y base granulares.*

Tráfico, ESAL'S	Espesores Mínimos (pulg)	
	Concreto Asfáltico	Agregado de Base
> 50.000	1	4
50.001 – 150.000	2	4
150.001 – 500.000	2,5	4
500.001 – 2'000.000	3	6
2'000.001 – 7'000.000	3,5	6
> 7'000.000	4	6

**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993. Pág. II-35

En general, se recomienda que cuando se presenten sub-rasante clasificadas como muy pobre y pobre (CBR < 6%), se proceda a eliminar el material inadecuado y a colocar un material granular de reemplazo con CBR mayor a 10% e IP menor a 10. El espesor de una capa de sub-rasante mejorada no debe ser menor del espesor determinado. Tal como se indicó el Número Estructural (SN), según la AASHTO 93 está dada por:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Teniendo esto en cuenta, se añade a la ecuación la capa de sub-rasante mejorada, expresada en términos de:

$$a_4 * D_4 * m_4$$

Donde  $a_4$  es igual a:

- 0,024, para reemplazar la sub-rasante muy pobre y pobre, por una sub-rasante regular con CBR 6 – 10%
- 0,030, para reemplazar la sub-rasante muy pobre y pobre, por una sub-rasante buena con CBR 11 – 19%
- 0,037, para reemplazar la sub-rasante muy pobre y pobre, por una sub-rasante muy buena con CBR > 20%
- 0,035, para reemplazar la sub-rasante muy pobre y pobre, por una sub-rasante regular, con la adición mínima de 3% de cal en peso de los suelos.<sup>14</sup>

Asimismo, la estructura de pavimento debe cumplir con el siguiente parámetro:

$$SN1^* + SN2^* + SN3^* + SN4 \geq SN3 \text{ (donde } SN3 = 4,333)$$

En consecuencia, para este estudio se optó por un coeficiente de 0,037 la cual clasifica a la sub-rasante como muy buena, además de una capacidad portante mayor al 20%. El cálculo de los espesores de la estructura de pavimento se indica en la siguiente tabla:

Tabla 36.  
*Espesores de capas en pulgadas.*

Capa	$d_i$	$a_i$	$m_i$	$SN_i$
Asfalto	3	0,425	-	1,275
Base	11	0,135	0,9	1,337
Sub-base	12	0,107	0,9	1,156
Mejoramiento	18	0,037	0,9	0,599
				<b>4,367</b>

**Nota.** El mejoramiento de sub-rasante deberá tener un IP no mayor de 9 y un límite líquido hasta 35% siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%. <sup>15</sup>**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

$$4,367 > 4,333 \text{ (OK)}$$

<sup>14</sup> Diseño estructural de pavimento hidráulico y asfáltico. MSc. Ing. Marco Montalvo Farfán

<sup>15</sup> MTOP-001F-2002. 402-2 Mejoramiento con suelo seleccionado, pag IV-16.

Con el programa DISAASHTO93 se puede estimar los espesores de capa en base al número estructural SN. Esto sirve para estimar los valores de diseño más convencionales en el aspecto económico y de seguridad estructural.

#### **4.3. Diseño estructural del pavimento flexible con suelo cemento.**

Al igual que el método tradicional, los pavimentos deben diseñarse en función del daño que produce el paso del tránsito durante toda su vida útil, para este método se considera los siguientes parámetros:

- Módulo resiliente de la base estabilizada con cemento.
- Coeficiente de aporte estructural
- Esfuerzos admisibles
- Esfuerzos inducidos

##### **4.3.1. Módulo resiliente y coeficiente estructural de la base estabilizada con cemento.**

Para el presente estudio, el porcentaje de cemento óptimo para la estabilización del material granular con cemento fue del 5%, con una resistencia promedio de  $f'_c = 10,42 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días y un módulo elástico de 515.300 PSI según el ensayo de módulo de Young (sección 3.6.3) realizado a los 34 días.

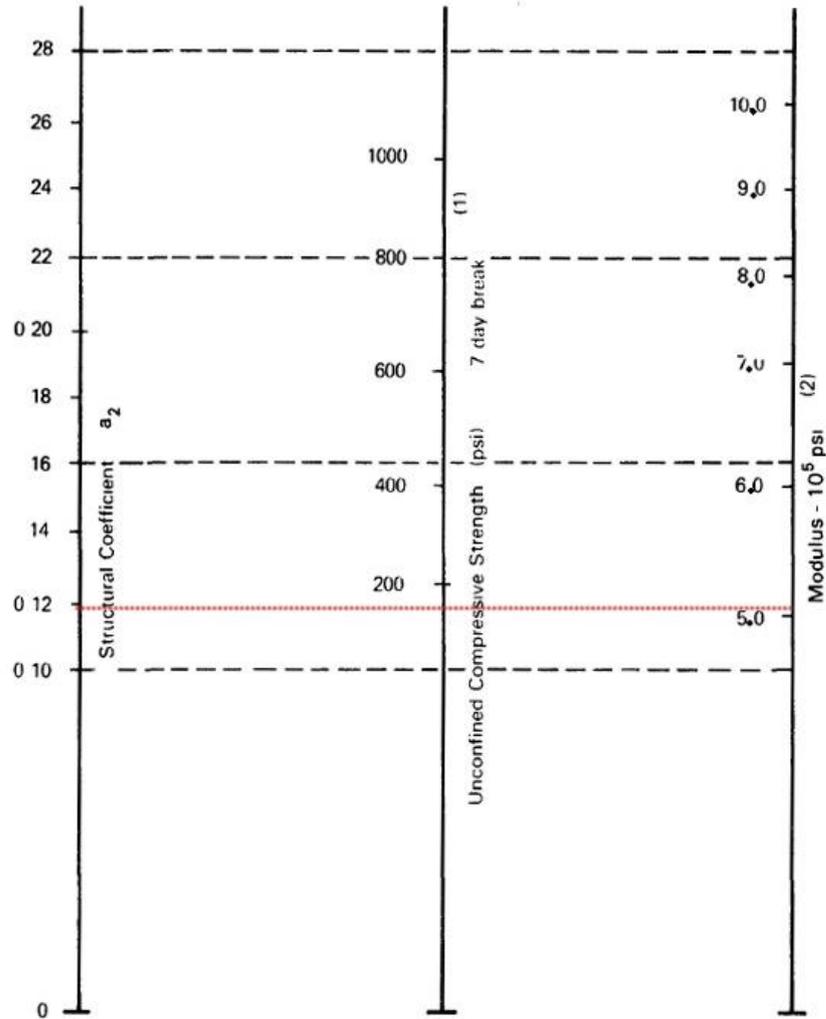
La Guía AASHTO 93 Sección 2.4. Tiene monogramas que relacionan la resistencia a compresión simple de la base estabilizada con cemento (BEC) con el módulo resiliente (Figura 17).

Teniendo un  $f'_c = 10,42 \text{ kg/cm}^2$  ó  $148,27 \text{ PSI}$ <sup>16</sup> a los 7 días, en el monograma da un módulo resiliente de más 500.000 PSI. Por lo tanto, se deduce que el módulo elástico de **515.300 PSI** obtenido por el ensayo de módulo de Young en el centro técnico del hormigón de Holcim S.A. está acorde con el módulo resiliente del monograma propuesto por la ASSHTO 93.

---

<sup>16</sup>  $f'_c = 10.42 \text{ kg/cm}^2 = 148.27 \text{ PSI} = 1,02 \text{ MPa}$

**Coefficiente estructural  $a_2$ .**- para la obtención del coeficiente estructural de la base estabilizada con cemento ( $a_2$ ), se emplea el monograma en función del módulo resiliente y la resistencia a la compresión simple a los 7 días.



**Figura 17.** Coeficiente estructural  $a_2$ , resistencia compresión simple y módulo resiliente BEC. **Nota.** Para la estabilización de suelos con cemento, es recomendable realizar el ensayo de módulo de Young de acuerdo al ASTM C 469. **Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993, pág. II-23

Como el módulo elástico a los 34 días de la mezcla de suelo cemento es de 515.300 PSI, se lo puede adoptar como Módulo Resiliente y con una resistencia promedio a los 7 días de  $f'_c = 148,27$  PSI. Se traza una línea horizontal la cual especifica que el coeficiente estructural ( $a_2$ ), para una base estabilizada con cemento va a ser igual a 0,118 (Figura 17).

Este valor del coeficiente estructural para una base estabilizada con cemento ( $a_2$ ) se puede corroborar con la siguiente formula:

$$a = (750 + 386r + 8,83r^2) * 10^{-4} \quad \text{E.c. 4.3.1.}^{17}$$

Donde:

- $r$ : la resistencia a la compresión simple en MPa a los 7 días.

Reemplazando el valor promedio de la resistencia a los 7 días (1,02 MPa) en la ecuación, se obtiene lo siguiente:

$$a = [750 + 386(1,02) + 8,83(1,02)^2] * 10^{-4}$$

$$a = \mathbf{0,115}$$

El coeficiente de aporte estructural  $a_2 = \mathbf{0,115}$  coincide satisfactoriamente con el monograma expuesto por la AASHTO 93.

#### **4.3.2. Resistencia a la ruptura por flexo-tracción del suelo cemento.**

El MTOP sección 404.6.1 y 815-2.02 especifican que el ensayo a compresión simple en las probetas de suelo cemento deben dar un valor mínima de resistencia de 18 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días. Según los resultados de laboratorio, las probetas con un 7% de cemento cumplen con esta normativa. Sin embargo, por razones técnicas y económicas se optó por el 5% de cemento. Para determinar la resistencia a la ruptura por flexo-tracción, utilizamos la siguiente formula:

$$f = 0,51 * (UC^{0,88}) \quad \text{Ec. 4.3.2.}^{18}$$

---

<sup>17</sup> La ecuación está indicada en el folleto del cemento Holcim Base Vial y debe ser utilizada para el cálculo del aporte estructural de la capa estabilizada cuando se trabaje con este cemento.

<sup>18</sup> Desarrollo de leyes de fatiga para bases estabilizadas con cemento. <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/banco-de-informacion-digital-on-line/INFORMES/2005/LM-PI-PV-IN-16B-05D.pdf>

Donde:

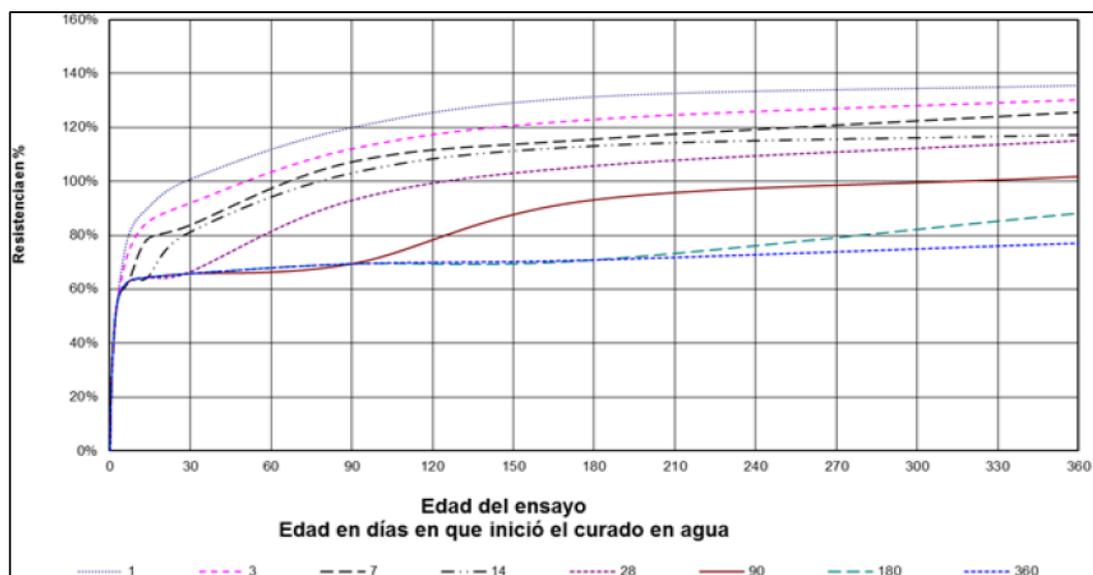
- $f$  = resistencia a la flexión (PSI)
- UC = la resistencia a la compresión simple a los 28 días (PSI)

Reemplazando el valor promedio de la resistencia a compresión simple a los 28 días, obtenida en laboratorio para la dosificación seleccionada (5% de cemento) igual a 16,11 kg/cm<sup>2</sup> ó 229,18 PSI (Anexo J), se obtiene el valor de la resistencia a la ruptura por flexo-tracción de la siguiente manera:

$$f = 0,51 * (229,18^{0,88}) \text{ PSI}$$

$$f = \mathbf{Mr}_{(28\text{días})} = \mathbf{60,89 \text{ PSI} = 0,42 \text{ Mpa}}$$

El diseño de materiales estabilizados con cemento mediante metodología racional, usualmente se trabaja con valores de resistencia a 1 año. Las probetas de suelo cemento de este proyecto fueron ensayadas a compresión simple a los 7, 14 y 28 días (Capítulo 3). Por tal motivo se debe hacer una proyección entre la resistencia al año obtenida de la Figura 18 del estudio del método de diseño racional realizado por la empresa Holcim S.A con la resistencia alcanzadas a los 28 días en laboratorio, considerando que el inicio del curado fue después de las 24 horas de la fabricación de la mezcla de suelo cemento.



**Figura 18.** Estudio de influencia del curado sobre el crecimiento de resistencia.  
**Fuente.** Método de diseño racional. Holcim 2018.

Como se ve en la figura, el crecimiento de resistencia a la tracción de 7 a 360 días es del 75% aproximadamente. Por lo tanto, la resistencia a la ruptura por flexo-tracción al año será el resultado de multiplicar la resistencia a la flexión  $f$  (en MPa) por 1,75.

$$Mr_{(\text{al año})} = 1,75 (0,42) = \mathbf{0,73 \text{ MPa}}$$

#### 4.3.3. Esfuerzos admisibles en la estructura de suelo cemento.

Para determinar si los espesores propuestos de suelo cemento son suficientes para soportar los esfuerzos de flexo-tracción admisibles, se utiliza la siguiente ecuación<sup>19</sup>:

$$\sigma = \left[ 1 - \frac{\text{Log}(N)}{a} \right] * Mr \quad \text{Ec. 4.3.3.}$$

Donde:

- N: número de repeticiones de ejes equivalentes (8,2 Ton) para la falla.
- $\sigma$ : tensión producida en la fibra interior de la capa de grava cemento por carga de eje equivalente de 8,2 Ton.
- a: El coeficiente de ajuste que depende del tipo de estructura (Tabla 37).
- Mr: Resistencia a la ruptura por flexo-tracción en un año (sección 4.3.1)

El coeficiente de ajuste “a” se lo determina de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 37.  
*Coeficiente de ajuste.*

<b>Tipo de estructura</b>	<b>a</b>
Suelo cemento	12
Grava cemento	15

**Fuente.** Desarrollo de leyes de fatiga para base estabilizadas con cemento. 2005, pág. 8

<sup>19</sup> <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/banco-de-informacion-digital-on-line/INFORMES/2005/LM-PI-PV-IN-16B-05D.pdf>

Aplicando la fórmula 4.3.3 se obtiene lo siguiente:

$$\sigma = \left[ 1 - \frac{\text{Log}(189.817)}{12} \right] * 0,73$$

$$\sigma = 0,412 \text{ MPa}$$

Por otra parte, la deformación vertical admisible o esfuerzo admisible en la subrasante se determina mediante la siguiente ecuación<sup>20</sup>:

$$\varepsilon_{\text{zad}} = 0,028 * (N_{8,2\text{Ton}})^{-0,25} * 1'000.000 \quad \text{Ec. 4.3.4.}$$

Donde:

-N: número de repeticiones de ejes equivalentes (8,2 Ton) para la falla.

Aplicando la ecuación 4.3.4. se obtiene un esfuerzo de<sup>21</sup>:

$$\varepsilon_{\text{zad}} = 0,028 * (189.817)^{-0,25} * 1'000.000$$

$$\varepsilon_{\text{zad}} = 1.341,45 \text{ Millonésimas}$$

El esfuerzo vertical calculado en esta sección será comparado con el esfuerzo inducido de la estructura de pavimento (Alize).

#### **4.3.4. Metodología racional para diseño de estructuras de pavimento con suelo cemento.**

La metodología para este diseño se basa en lo establecido por Holcim Ecuador S.A. metodología que se basa en los parámetros de la AASHTO 93 y el MTOP. Para este método, son necesarios los siguientes parámetros:

---

<sup>20</sup> EpsZ: deformación vertical en la capa análisis. ( $\mu$ ) Permite determinar las deformaciones verticales en la subrasante.

<sup>21</sup> Ecuación de la empresa Shell:  
<http://www.camineros.com/docs/Presentaci%F3n%20RESUMEN%20LEYES%202008.pdf>

- Módulo resiliente de los materiales
- Coeficiente de Poisson de los materiales
- Cargas (ejes simples de 8,2 Ton)
- Estructura preliminar

La información requerida para el diseño, fueron obtenidos de los ensayos de módulo elástico y coeficiente de Poisson, realizados en el laboratorio del centro técnico del hormigón Holcim S.A.

Las características de los materiales obtenidos en laboratorio, las cargas de tránsito obtenidas del estudio de tráfico y la estructura preliminar para este análisis se muestran a continuación<sup>22</sup>:

Tabla 38.  
*Características de los materiales.*

<b>Material</b>	<b>Módulo resiliente (MPa)</b>	<b>Relación de Poisson</b>
Asfalto	3102	0,35
Base suelo cemento	3553	0,39
Suelo (CBR=1,35)	13,96	0,35

**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement Structures 1993, pág. II-23. Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Tabla 39.  
*Cargas*

<b>Tráfico</b>	<b>Acumulado 20 años</b>
Ejes simples de 8,2 Ton	189.817

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

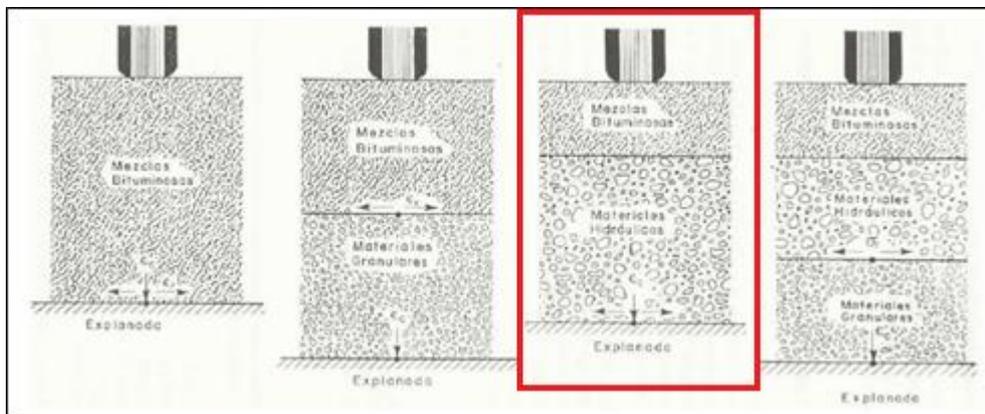
Tabla 40.  
*Estructura preliminar*

<b>Capa</b>	<b>Espesor en in</b>	<b>Espeso en cm</b>	<b>Espesor en m</b>
Asfalto	3	7,62	0,0762
Suelo cemento	12	30,48	0,31

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

<sup>22</sup> Para convertir el Mr de PSI a MPa, basta con dividir el valor de presión por 145,038.

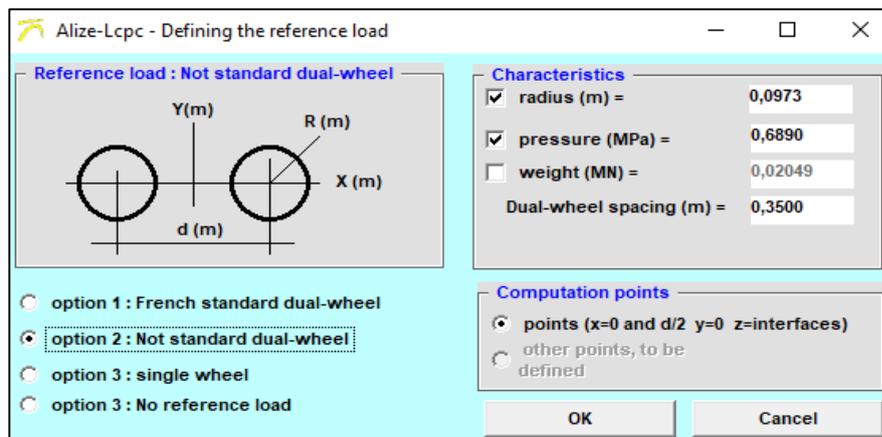
La estructura se evalúa utilizando el software Alize el cual permite determinar los esfuerzos y deformaciones en cada capa del pavimento. Los esfuerzos y deformaciones no deben sobrepasar los máximos admisibles determinados para cada capa acorde al modelo correspondiente. El modelo de falla para la estructura preliminar corresponde al #3 (de izquierda a derecha de la Figura 19) puesto que para este diseño no habrá mejoramiento de sub-rasante ya que las cargas solo llegarán hasta la capa estabilizada con cemento, por consiguiente, no se colocará una sub-base en el sitio, más bien se estabilizará el material granular de préstamo existente en la vía, para ser usado como un material de base.



**Figura 19.** Modelos de falla en pavimentos - metodología racional.

**Fuente:** Metodología de diseño BEC. Holcim 2018.

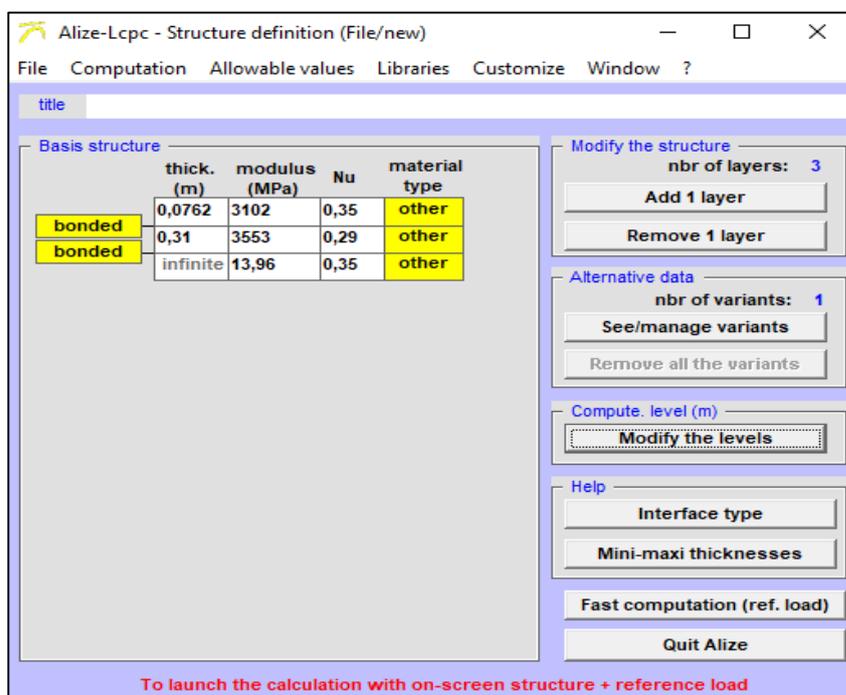
Para el análisis se consideró un eje estándar de 8,2 Ton con llantas de presión de inflado de 0,689 MPa (100PSI), un radio de 0,0973 m y un espacio entre ejes de 0,35 m (Figura 20).



**Figura 20.** Carga de referencia

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Una vez establecida la carga de referencia de 8,2 Ton, se procede a introducir los datos de cada capa de la estructura de pavimento de la siguiente manera:



**Figura 21.** Determinación de esfuerzos inducidos.

**Fuente:** Alize.

Para el análisis con este software, las capas deben estar sobrepuestas, por sus siglas en inglés “bonded” de no ser así el programa deducirá que las capas no están una sobre la otra, lo que indicará un alto nivel de esfuerzos. Una vez que los datos fueron ingresados, se procede al cálculo de las cargas del tránsito sobre la estructura de pavimento (Fast computation) quedando de la siguiente manera:

thick. (m)	modulus (MPa)	Poisson coeff.	Zcalcul (m)	EpsT (μdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (μdef)	SigmaZ (MPa)
0,076	3102,0	0,350	0,000	33,1	0,219	32,7	0,674
	<b>bonded</b>		0,076	2,2	0,202	101,7	0,527
0,310	3553,0	0,290	0,076	2,2	0,198	110,1	0,527
	<b>bonded</b>		0,386	-82,8	-0,393	61,6	0,005
infinite	14,0	0,350	0,386	-82,8	0,001	294,3	0,005

**Figura 22.** Esfuerzos inducidos<sup>23 24 25 26</sup>.

**Fuente:** Alize.

<sup>23</sup> EpsT: deformación por flexo-tracción en la capa análisis (μ).

<sup>24</sup> SigmaT: esfuerzo de flexo-tracción en la capa análisis. (MPa) Permite determinar los esfuerzos por flexo-tracción en la capa de grava-cemento (negativo indica tracción).

<sup>25</sup> EpsZ: deformación vertical en la capa análisis (μ). Permite determinar las deformaciones verticales en la subrasante.

<sup>26</sup> SigmaZ: esfuerzo vertical en la capa análisis (MPa).

La rigidez de la capa estabilizada con cemento, no permite mayores deformaciones en la capa asfáltica, trasladando las cargas hacia la capa estabilizada como se espera de acuerdo a los modelos tradicionales. En el análisis se determina que la carpeta asfáltica no está sujeta a esfuerzos de flexo-tracción ya que  $\sigma_T$  es positivo (0,202), lo que significa que no se requiere análisis de fatiga.

Por otra parte, el esfuerzo de flexo-tracción producido por las cargas estándar (8,2 Ton) en el suelo cemento es de -0,393, cuyo valor absoluto se comprueba con el esfuerzo admisible calculado con la fórmula 4.3.3, cuyo valor es de 0,412, es decir, el esfuerzo admisible es mayor que el esfuerzo inducido por el programa Alize.

Asimismo, el esfuerzo vertical (294,3) está muy por debajo del esfuerzo vertical admisible (1.341) según los cálculos obtenidos a partir de la fórmula 4.3.4; por lo que la estructura cumple con el criterio de ahuellamiento en la sub-rasante.

*Tabla 41.*

*Resultados del análisis de la estructura con Software Alize.*

<b>Material</b>	<b>Cargas inducidas</b>	<b>Cargas admisibles</b>
Suelo cemento	0,393 MPa	0,412 MPa
Sub-rasante	294,3 Millonésima	1.341 Millonésima

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomala.

La metodología también expone valores mínimos de espesores de la estructura de pavimento en base al CBR y al módulo resiliente de la sub-rasante; y en base al ESAL's de diseño. Los espesores de capa de este análisis cumplen con los espesores mínimos de esta metodología (Anexo M).

#### **4.3.5. Consideraciones en el proceso constructivos de la base estabilizada con cemento MH.**

En el ensayo de módulo elástico realizado en Holcim S.A., se obtuvo un módulo elástico de 3553 Mpa para una mezcla con el 5% de cemento MH. Sin embargo, para los procesos constructivos no siempre se cumple con los valores obtenidos en

laboratorio, por lo que se recomienda castigar el módulo obtenido en laboratorio en un 15%. Así el módulo de la base estabilizada con suelo cemento será de 3000 Mpa.

A continuación se presenta los esfuerzos con un módulo elástico menor al obtenido en Holcim S.A.

thick. (m)	modulus (MPa)	Poisson coeff.	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,077	3102,0 <b>bonded</b>	0,350	0,000 0,076	31,8	0,225	21,4	0,674
				-3,0	0,204	104,9	0,514
0,310	3000,0 <b>bonded</b>	0,290	0,076 0,387	-3,0	0,170	131,9	0,514
				-93,2	-0,373	69,3	0,005
infinite	14,0	0,350	0,387	-93,2	0,001	320,7	0,005

**Figura 23.** Esfuerzos inducidos por flexo-tracción.

**Fuente:** Alize.

Como se observa en la figura, el esfuerzo inducido de la base estabilizada con cemento (0,373) está por debajo de la carga admisible (0,412) y el esfuerzo vertical inducido (320,7) está por debajo del esfuerzo vertical admisible (1.341). Por lo tanto, la estructura es óptima para un módulo de 3.000 Mpa.

Si existiera una mala maniobra en el proceso constructivo y el módulo de 3.000 Mpa descendiera a 2.000 Mpa, se comprueba que el cálculo de los espesores de pavimento con el programa Alize sigue siendo factible para el tráfico esperado en esta vía como lo demuestra la figura:

thick. (m)	modulus (MPa)	Poisson coeff.	Zcalcul (m)	EpsT (µdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (µdef)	SigmaZ (MPa)
0,077	3102,0 <b>bonded</b>	0,350	0,000 0,076	26,4	0,235	-8,7	0,674
				-20,6	0,161	118,2	0,480
0,310	2000,0 <b>bonded</b>	0,290	0,076 0,387	-20,6	0,114	199,6	0,480
				-123,7	-0,329	92,2	0,006
infinite	14,0	0,350	0,387	-123,7	0,001	395,0	0,006

**Figura 24.** Esfuerzos inducidos por flexo-tracción.

**Fuente:** Alize.

Como se observa en la figura, los esfuerzos inducidos siguen por debajo de los esfuerzos admisibles. En el peor de los casos, se considera un módulo de 1500 Mpa y la estructura de pavimento sigue siendo factible como lo demuestra la figura.

thick. (m)	modulus (MPa)	Poisson coeff.	Zcalcul (m)	EpsT (μdef)	SigmaT (MPa)	EpsZ (μdef)	SigmaZ (MPa)
0,077	3102,0 <b>bonded</b>	0,350	0,000 0,076	20,5	0,236	-32,8	0,674
				-40,3	0,054	133,2	0,452
0,310	1500,0 <b>bonded</b>	0,290	0,076 0,387	-40,3	0,081	262,3	0,452
				-151,2	-0,300	113,1	0,007
infinite	14,0	0,350	0,387	-151,2	0,001	459,0	0,007

**Figura 25.** Esfuerzos inducidos por flexo-tracción.

**Fuente:** Alize.

Sin embargo, como se observa en la Figura 25, la carpeta asfáltica tiende a sufrir una falla por flexo-tracción de 0,054 que es un valor próximo a 0. Por lo tanto, para el proceso constructivo se esperan valores del módulo elástico que oscilen entre 2.000 Mpa y 3.000 Mpa a los 34 días.

# **CAPÍTULO V**

## **PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **5.1. Análisis de precios unitarios.**

En el presente proyecto se realizó la comparación de dos diseños de pavimentos flexible; el primer diseño se trató del diseño convencional de pavimento con sus respectivas capas de sub-base, base, de la capa de rodadura y el mejoramiento de la sub-rasante y el segundo diseño fue el de estabilización del material granular existente en sitio con cemento base vial tipo MH. El análisis de precios unitarios obtenidos de ambos estudios se muestra en los anexos de este trabajo de investigación.

En el diseño de suelo cemento ya no se requiere de la utilización de la capa de sub-base, debido a que el material granular existente será estabilizada con cemento tipo MH, mediante por el cual este material granular mejorará sus características y resistencia haciéndola óptima para ser utilizada como material de base para el pavimento (Anexo N).

El objetivo de este proyecto es el de realizar un análisis económico de los dos tipos de diseños y obtener cuál de ellos resulta económico, cumpliendo con las normas y especificaciones técnicas establecidas en los esquemas respectivos, para que los gobiernos locales puedan ejecutar obras viales estabilizando el material granular existente en sitio con cemento tipo MH en las diferentes vías de los sectores y del país.

### **5.2. Análisis de resultados del estudio de tránsito.**

El estudio de tránsito durante siete días, 24 horas de conteo vehicular realizados en la estación 1, ubicado en la calle SN, Lomas Costa De Oro Av 8, sector La Milina, Muey, se pudo tener una muestra significativa del volumen de tránsito de la zona, la cual dio como resultado un tránsito futuro de 262 vehículos promedio diario (VPD) para el año 2019. El periodo de diseño fue establecido a 20 años por lo que la vida útil de la vía será proyectada hasta el 2039 con un tránsito proyectado de 457 VPD.

El valor del tránsito promedio diario anual futuro (TPDA<sub>f</sub>) calculado, según las especificaciones técnicas del MTOP dio como resultado una colectora clase III. Las proyecciones o pronóstico del tránsito fueron estimados en base a las especificaciones técnicas del MTOP y a una metodología que toma diferentes variables que aseguran la vida útil de la vía en estudio.

Las cargas del tránsito de la vía del sector La Milina, Muey, influyen de manera significativa en los espesores de la estructura de pavimentos a consecuencia de que la capacidad portante del suelo resultó ser de mala calidad, por lo que se tomaron todas las seguridades del caso, es decir, espesor de capa que disipen las cargas de tránsito, además de la necesidad de un mejoramiento de subrasante. Los espesores de la estructura de pavimento, cumplen con las normativas establecidas por la guía de diseño AASHTO 93, garantizando la vida útil de la vía en estudio.

### 5.3. Análisis de resultados del estudio de suelo.

Antes del análisis comparativo, según las experiencias en laboratorio, con los suelos de la provincia de Santa Elena, se estimaba que el material de préstamo del sector La Milina, Muey, iba a presentar problemas en la plasticidad, así como en el ensayo de durabilidad frente a agentes químicos como lo es el sulfato de magnesio (Tabla 42).

Tabla 42.

*Resultados promedios del ensayo de durabilidad.*

<b>Ensayo de durabilidad (Sulfato)</b>			
Descripción	% Prom. desgaste	Norma Sub-base	Cumplimiento
Material de préstamo	62,34%	< 18%	No Cumple

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Como se observa en la tabla, los resultados del ensayo de sulfato determinan que el material de préstamo existente de la cantera “La Negrita” no es apto como material de base, ya que el INEN 863 especifica que el material de base no tendrá una pérdida de peso mayor al 18% en el ensayo de durabilidad. La exigencia granulométrica de la norma, el material de préstamo existente en la vía del sector en estudio ubicada en la

Milina, Muey cumple como una sub-base de clase III, a excepción del pasante del tamiz N°3 y de acuerdo a lo determinado en los resultados promedios de los ensayos granulométricos del primer estrato de cada calicata (Tabla 43). Es necesario recalcar que en la calicata No 2 si cumplía con la exigencia del 100% del pasante del tamiz de 3” exigido en la normativa.

Tabla 43.

*Resultado promedio del ensayo granulométrico del material de préstamo existente.*

<b>Granulometría</b>			
Tamiz	% Prom. Pasante	Norma Sub-base Clase III	Cumplimiento
3”	92,75	100	No Cumple
N° 4	35,47	30 – 70	Cumple
N° 200	8,84	0 – 20	Cumple

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Asimismo, las especificaciones técnicas del Ministerio de transporte y obras Públicas especifica que: “Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%”<sup>27</sup>

Tabla 44.

*Resultado Promedio Ensayo De Abrasión.*

<b>Abrasión de los Ángeles</b>			
Descripción	% de perdida	Norma Sub-base	Cumplimiento
Material de préstamo	44,49%	< 50%	Cumple

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Tabla 45.

*Resultados promedio límites de Atterberg.*

<b>Límites de Atterberg</b>				
Descripción	LL	IP	Norma Sub-base	Cumplimiento

<sup>27</sup> MOP-001F-2002. Sección 403.1.02. Materiales, pág. IV-38

Material de préstamo	48,06	16,3	LL < 25 IP < 6	No Cumple
----------------------	-------	------	-------------------	-----------

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Tabla 46.  
*Resultados Promedio CBR.*

<b>Capacidad de soporte CBR</b>			
Descripción	% Promedio	Norma Sub-base	Cumplimiento
Material de préstamo	44,48	> 30%	Cumple

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Como se ve en las tablas, el único parámetro que no cumple con las especificaciones técnicas del MTOP es el de plasticidad, puesto que la norma establece una plasticidad menor que 6% y límite líquido máximo de 25%, obteniendo 16% de plasticidad y 48% del límite líquido. La capacidad de soporte, el módulo resiliente y la abrasión junto con la granulometría corresponde a un material de sub-base; por tal motivo fue que este trabajo de titulación escogió el mejoramiento de suelo con cemento para cumplir con las exigencias para material de Base – Estabilizada con cemento y aumentar de esta manera la capacidad de soporte, Módulo Resiliente y bajar la plasticidad, para garantizar el tiempo de vida útil de la vía

Estos parámetros, son confirmados con el uso de la tecnología GeoGauge el cual arroja valores de Rigidez y módulo de Young correspondientes a un material de sub-base como lo muestra la Tabla 47.

Tabla 47.  
*CBR y Módulo de Young promedio con GeoGauge.*

<b>CBR y Módulo de Young</b>				
Descripción	% CBR Prom.	Módulo de Young (PSI)	CBR (30%)	Cumplimiento
Material de préstamo	33,59	15073,41	15000	Cumple

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

Para un CBR del 30% el módulo elástico es de 15.000 PSI; el CBR promedio calculado con tecnología GeoGauge fue de 33,59% y un módulo elástico de 15.073,41 PSI, el cual cumple satisfactoriamente con las especificaciones técnicas de sub-base. Esto puede ser comprobado, en el monograma de la AASHTO 93, visto en la sección 4.2 de este proyecto de investigación.

#### **5.4. Diseño estructural del pavimento por el método tradicional y por el método de estabilización del suelo con cemento.**

##### **5.4.1. Diseño tradicional AASHTO 93.**

El diseño por el método tradicional se lo efectuó por la metodología AASHTO 93, además también se lo reviso con el programa Alize. Con los resultados del ensayo CBR de la sub-rasante (Tabla 48), se pudo estimar que el terreno natural es de mala calidad. Como era de esperarse, éste parámetro influye en que los espesores de la estructura de pavimento sean de grandes dimensiones, por lo tanto, se optó por hacer un mejoramiento de sub-rasante bajo las especificaciones técnicas de MTOP.

Tabla 48.  
*Resultado promedio CBR subrasante.*

<b>CBR de la subrasante.</b>		
<b>% CBR Prom.</b>	<b>% Rango CBR</b>	<b>Descripción</b>
1,35	1 - 5	Muy Malo

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

##### **5.4.2. Estabilización del material de préstamo con cemento MH.**

Para la realización de las probetas de suelo cemento, se mezclaron los cuatro estratos del material de préstamo, debido a que en obra, se tendrá que levantar el material para mezclarlo con cemento hasta el punto de tener una mezcla homogénea.

Como se vio en la sección 3.6 de este trabajo de investigación y según el reporte del comité del ACI, los porcentajes de cemento están determinados por la clasificación

granulométrica del material de préstamo, resultados que dieron una dosificación de 5%, 7% y 9% de cemento.

Por su parte, la cantidad de agua a utilizar se determina en función de la humedad óptima obtenida de los ensayos de proctor modificado en laboratorio.

El resultado promedio de las roturas a los 7 días fueron:

Tabla 49.

*Resultados promedios de la rotura probetas suelo cemento a los 7 días.*

<b>% de cemento</b>	<b>Resistencia kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Norma MTOP</b>	<b>Cumplimiento</b>
5%	10,03		No Cumple
7%	14,41	18 kg/cm <sup>2</sup>	No Cumple
9%	30,15		Si Cumple

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

A pesar de que no se cumplió con las especificaciones técnicas del MTOP de 18 kg/cm<sup>2</sup>, se optó por el 5% de cemento, puesto que, el módulo elástico de las probetas de suelo cemento son casi idénticos al módulo elástico de la carpeta asfáltica (Tabla 50)

Tabla 50.

*Módulo de probetas de suelo cemento y carpeta asfáltica.*

<b>Módulo Suelo Cemento (PSI)</b>	<b>Módulo Asfalto (PSI)</b>
515.300	450.000

**Fuente:** Enrique Fernando Carvajal De La Rosa – Darwin Pozo Tomalá.

# CAPÍTULO VI

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones.

- La construcción de una estructura de pavimento por el método tradicional implica un alto costo para este medio debido a que en la provincia no existen materiales que cumplan las especificaciones técnicas y en consecuencia importar estos materiales de otras canteras, produciría un costo elevado por acarreo en la Provincia de Santa Elena.
- La estabilización del material existente del sitio con suelo cemento, garantiza la reducción de los espesores de la estructura de pavimento y su tiempo de vida útil.
- Se determinó que el porcentaje de cemento óptimo fue del 5%, alcanzando una resistencia promedio a compresión simple de 10,42 Kg/cm<sup>2</sup> y 16,11 Kg/cm<sup>2</sup> a los 7 y 28 días respectivamente, con un módulo elásticos de 3553 Mpa a los 34 días de edad.
- El espesor de la base estabilizada con cemento MH para soportar las cargas de tránsito es de 30 cm.
- Como refleja el análisis del presupuesto, resulta más económico la estabilización del material granular existente en sitio con cemento vial tipo MH, con una reducción del 47,27% en relación con el presupuesto de realizar una vía con un diseño tradicional.

### 6.2. Recomendaciones.

- Se recomienda usar base estabilizada con cemento con un porcentaje del 5% de cemento MH y comprobar su módulo elástico utilizando tecnología Geogauge. De existir alguna mala maniobra en el proceso constructivo se podría aceptar un módulo elástico mínimo de 2000 Mpa a los 34 días.
- Para las lecturas del GeoGauge en superficies rígidas, se recomienda usar arena de mortero no mayor a 5mm de grosor, y asegurarse que quede marcada la base del aparato sobre la superficie, caso contrario el aparato tomará lecturas de la

arena de mortero y no las lecturas correspondientes al estrato de suelo a estudiar.

- Para la realización de probetas con suelo cemento, se recomienda usar un martillo vibrador, de masa (sin placa de protección ni eje) igual a  $10 \pm 1,5$  kg. Asimismo, una potencia mínima de 900 Watts proporcionando entre  $2000 \pm 200$  impactos por minuto.
- En obra se deberá desechar o triturar el material del sitio que se quede retenido en el tamiz  $\frac{3}{4}$ .
- Los espesores y la densidad de la base estabilizada deben ser medidos luego de la compactación final del material, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino.
- La base estabilizada debe ser protegida contra el secamiento prematuro mediante la aplicación de un riego de asfalto diluido de curado rápido o de asfalto emulsionado. En caso de requerirse dar tráfico, se podrá colocar una fina capa de arena sobre la superficie con asfalto.
- No utilizar porcentajes altos de cemento con respecto al peso del material en la estabilización de suelo para ser utilizado de base ya que podría ocasionar agrietamiento y ocasionar daños en la capa de rodadura.
- La capa de base estabilizada con cemento no será mayor a 30 cm, ya que de ser mayor no se obtendría una buena compactación y un curado completo.

## BIBLIOGRAFÍA

Ministerio De Transporte y Obras Públicas (MTO). Normas y especificaciones técnicas del sector vial. Recuperado de <http://www.obraspublicas.gob.ec/mtop-actualiza-y-complementa-las-normas-y-especificaciones-tecnicas-del-sector-vial/>

Ministerio De Obras Publicas y Comunicaciones (MOP 2002)- Especificaciones Generales Para La Construcción De Caminos y Puentes. Recuperado de [http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013\\_ConcursoPublico\\_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf](http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/01-07-2013_ConcursoPublico_StoDomingo-Esmeraldas-Especificaciones-Tecnicas.pdf)

NEVI-12-MTOP (2013). Norma Ecuatoriana Vial, Volumen 6. Recuperado de [http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_6.pdf](http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf)

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). <https://www.transportation.org/>

A.C.I. Committee 440 (2008), “Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures (ACI 440.2R-08)

Fabricio Leiva, Mario Arce y Pedro Castro (2005). Desarrollo de leyes de fatiga para bases estabilizadas con cemento. <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/banco-de-informacion-digital-on-line/INFORMES/2005/LM-PI-PV-IN-16B-05D.pdf>

Fredy Alberto Reyes Lizcano. Bogotá (2003). Diseño Racional de pavimentos.

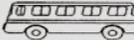
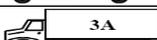
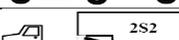
Humboldt GeoGauge (2007). Designation: H-4140-CBR, “Test Method for Using The Humboldt GeoGauge as an In-Place Index of CBR”. Recuperado de: [http://www.hanmicorp.net/MFG/Humboldt/GeoGauge/GeoGauge%20-%20As%20CBR%20Index\[1\].pdf](http://www.hanmicorp.net/MFG/Humboldt/GeoGauge/GeoGauge%20-%20As%20CBR%20Index[1].pdf)

Instituto Nacional De Vías (INVIAS 2012). Estabilización de suelo. Recuperado de: <ftp://ftp.ani.gov.co/Licitaci%C3%B3n%20VJVGCLP%20001-2016-M-1/Normas%20de%20Ensayo%20de%20materiales%20para%20carreteras/SECCI%C3%93N%20600.pdf>

# ANEXOS

## Anexo A. Estudio De Tránsito.

### Anexo A. 1: Análisis de tránsito.

ANÁLISIS DEL TRAFICO															
TIPOS DE VEHICULOS				% Vehículos	CANTIDAD			CONDICIONES DE CARGA	CARGAS MAXIMAS ESTIMADAS POR EJES (Ton)						TRANSITO ACUMULADO %
					Número de Vehículos	Factor de Distribución por Carril (F.D.C)	Total de Vehículos		Delantero		Intermedio		Trasero		
Livianos				90,31 %	236,3	0,80	189,03	W <sub>vac</sub>	0,5				1,0		
				W <sub>carg</sub>	(Simple)	1,0			(Simple)	3,0	29,56				
Buseta				1,23 %	3,2	0,80	2,57	W <sub>vac</sub>	1,7				5,0	24,51	
				W <sub>carg</sub>	(Simple)	5,5			(Simple)	10,0	24,51				
Bus				1,67 %	4,4	0,80	3,50	W <sub>vac</sub>	4,6				8,5	24,51	
				W <sub>carg</sub>	(Simple)	6,5			(Simple)	12,0	24,51				
VOLQUETAS Y CAMIONES LIVIANOS	C2P	2 EJES		0,58 %	1,5	0,80	1,21	W <sub>vac</sub>	1,20				2,50	25,16	
				W <sub>carg</sub>	(Simple)	3,0			(Simple)	7,0	25,16				
	C2G	2 EJES		W <sub>vac</sub>	2,50			W <sub>vac</sub>	2,50				4,00	25,16	
				W <sub>carg</sub>	(Simple)	7,0			(Simple)	11,0	25,16				
	C3	3 EJES		W <sub>vac</sub>	2,50			W <sub>vac</sub>	2,50				4,80	25,16	
				W <sub>carg</sub>	(Simple)	7,0	(Simple)		(Tandém)	20,0	25,16				
CAMIONES PESADOS	C3-S1	3 EJES		W <sub>vac</sub>	3,50			W <sub>vac</sub>	3,50		5,20		4,00	25,16	
				W <sub>carg</sub>	(Simple)	7,0	(Tandém)		(Simple)	11,0	25,16				
	C2-S1	3 EJES		W <sub>vac</sub>	3,50			W <sub>vac</sub>	3,50		4,00		4,00	25,16	
				W <sub>carg</sub>	(Simple)	7,0	(Simple)		(Simple)	11,0	25,16				
	C2-S2	4 EJES		W <sub>vac</sub>	4,60			W <sub>vac</sub>	4,60		4,00		4,80	25,16	
				W <sub>carg</sub>	(Simple)	7,0	(Simple)		(Simple)	11,0	(Tandém)	20,0	25,16		
	C2-S3	4 EJES		W <sub>vac</sub>	4,60			W <sub>vac</sub>	4,60		4,00		6,20	25,16	
				W <sub>carg</sub>	(Simple)	7,0	(Simple)		(Simple)	11,0	(Tridem)	24,0	25,16		
C3-S2	5 EJES		1,364 %	4	1	2,86	W <sub>vac</sub>	4,60		5,20		4,80	25,16		
			W <sub>carg</sub>	(Simple)	7,0	(Tandém)		(Tandém)	20,0	25,16					
C3-S3	6 EJES		1,36 %	4	1	2,86	W <sub>vac</sub>	4,60		6,20		6,20	25,16		
			W <sub>carg</sub>	(Simple)	7,0	(Tandém)		(Tandém)	20,0	(Tridem)	24,0	25,16			
<b>Totales:</b>				100,0%	<b>262</b>		<b>209</b>	W <sub>carg</sub>	(Simple)	7,0	(Tandém)	20,0	(Tridem)	24,0	25,16

<b>Nomenclatura:</b>			
W <sub>carg</sub> :	Vehículo Cargado		
W <sub>vac</sub> :	Vehículo Vacíos.		
T.P.D (Tráfico promedio diario inicial)	262	veh/día	n (período de diseño) 20
Nº de carriles en cada Dirección	2	En cada Sentido	F.D.C = 0,8
r (Tasa anual de crecimiento promedio)	3,75%	1,99%	F.C = $((1+r)^n - 1) / Ln(1+r)$
MTOP	2,24%	2,24%	



**PESOS DE VEHICULOS**  
Ministerio de Transporte y Obras Públicas

**Anexo A. 2: Proyección del tránsito y su composición.**

PROYECCION DEL TRÁNSITO Y SU COMPOSICION A 20 AÑOS ( 2039 )														
ESTACION 1 -EN 2 DIRECCIONES-														
AÑOS	Livianos		Buses		CAMIONES LIVIANOS			CAMIONES PESADOS					$TPDA_f = TF x (1 + t)^n$	
	Automovil	Camioneta	Buseta	Bus	C2P	C2G	C3	C3-S1	C2-S1	C2-S2	C2-S3	C3-S2		C3-S3
2019	952	372	36	49	17	-	-	-	-	-	-	40	-	262
2020	1086	425	40	55	19	-	-	-	-	-	-	45	-	290
2021	1119	437	41	56	19	-	-	-	-	-	-	46	-	296
2022	1157	452	42	57	20	-	-	-	-	-	-	47	-	304
2023	1196	467	43	58	20	-	-	-	-	-	-	48	-	312
2024	1236	483	43	59	21	-	-	-	-	-	-	49	-	320
2025	1278	499	44	60	21	-	-	-	-	-	-	50	-	328
2026	1293	505	44	60	21	-	-	-	-	-	-	50	-	332
2027	1333	521	45	61	22	-	-	-	-	-	-	51	-	340
2028	1374	537	46	62	22	-	-	-	-	-	-	52	-	348
2029	1416	553	47	63	22	-	-	-	-	-	-	53	-	356
2030	1459	570	47	64	23	-	-	-	-	-	-	54	-	365
2031	1504	588	48	65	23	-	-	-	-	-	-	55	-	374
2032	1550	605	49	67	24	-	-	-	-	-	-	56	-	383
2033	1597	624	50	68	24	-	-	-	-	-	-	57	-	393
2034	1646	643	50	69	25	-	-	-	-	-	-	58	-	403
2035	1696	663	51	70	25	-	-	-	-	-	-	59	-	413
2036	1748	683	52	71	25	-	-	-	-	-	-	60	-	423
2037	1802	704	53	72	26	-	-	-	-	-	-	61	-	434
2038	1857	726	54	73	26	-	-	-	-	-	-	62	-	445
2039	1914	748	55	74	27	-	-	-	-	-	-	63	-	457
<b>COMPOSICION PORCENTUAL DEL TRANSITO</b>													<b>TOTAL</b>	
	64,94%	25,38%	2,46%	3,34%	1,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,73%	0,00%	100,00%

La Proyección del tránsito se ha efectuado utilizando el modelo exponencial expresado mediante la siguiente fórmula de interés:

$$TPDA_f = TF x (1 + t)^n$$

Donde:  $TPDA_f$ : Tránsito Promedio Diario Anual Futuro  
 $TF$ : Tránsito Futuro  
 $t$ : Tasa de Crecimiento anual del Tránsito  
 $n$ : Número de Años

PROYECCION DEL TRANSITO	
HORA PICO =	18 Veph en 2 direcciones
TPDA <sub>f</sub> 2029 =	356 Veph en 2 direcciones
TPDA <sub>f</sub> 2039 =	457 Veph en 2 direcciones

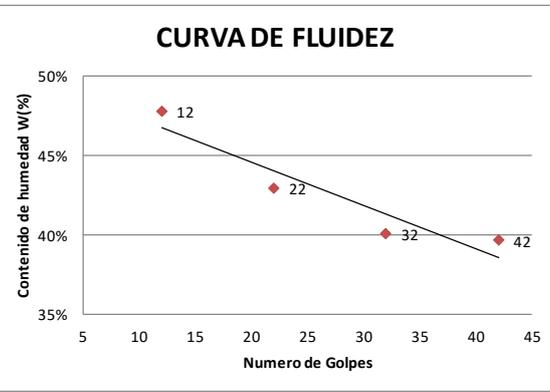
Composición % del tránsito	
Liviano=	90,31%
Buses=	5,80%
Camiones=	3,89%
Suma =	100,00%

### Anexo A. 3: Calculo de ESAL's de Diseño.

Peso Ejes		Número de Ejes	Factores de Crecimiento	Tráfico de Diseño	Factor Equivalente de Carga o Factor Camión (FECC)	Nº. de ESAL's de Diseño
Ton	Kips					
1,00	2,2	189,03	29,56	2.039.404	0,0002	451,07
1,20	2,6	1,21	25,16	11.147	0,0005	5,11
1,70	3,7	2,57	24,51	22.994	0,0018	42,48
2,00	4,4					
2,50	5,5	1,21	25,16	11.147	0,0086	96,30
3,00	6,6	190,24	25,16	1.747.392	0,0179	31.305,45
3,50	7,7		25,16		0,0332	
4,00	8,8		25,16		0,0566	
4,50	9,9					
4,60	10,1	6,35	24,51	56.847	0,0990	5.629,72
4,80	10,6	2,86				
5,00	11,0	2,57	24,51	22.994	0,1382	3.178,69
5,50	12,1	2,57	24,51	22.994	0,2024	4.653,92
6,50	14,3	3,50	24,51	31.298	0,3948	12.357,06
7,00	15,4	4,07	25,16	37.374	0,5311	19.847,45
8,50	18,7	3,50	24,51	31.298	1,1546	36.135,78
10,00	22,0	2,57	24,51	22.994	2,2118	50.859,04
11,00	24,3		25,16		3,2383	
12,00	26,5	3,50	24,51	31.298	4,5864	143.544,56
<b>Ejes Tandem</b>						
4,80	10,6	2,86	25,16	26.227	0,0105	275,01
5,20	11,5	2,86	25,16	26.227	0,0144	378,79
6,20	13,7					
20,00	44,1	5,71	25,16	52.455	3,1605	165.782,27
<b>Ejes Tridem</b>						
6,20	13,7					
24,00	52,9					
<b>Total</b>		<b>427,18</b>			<b>ESAL's diseño</b>	<b>474.543</b>
<b>F.C =</b>	<b>0,80</b>				<b>ESAL's EN CARRIL DE DISEÑO =</b>	<b>189.817</b>
<b>F.D=</b>	<b>0,50</b>				<b>Espesor de la carpeta asfáltica (D) =</b>	<b>5"</b>
						<b>1,90E+05</b>

## Anexo B. Ensayos Límites de Atterberg.

### Anexo B. 1: Límites líquidos y Límite plástico de la calicata 1.

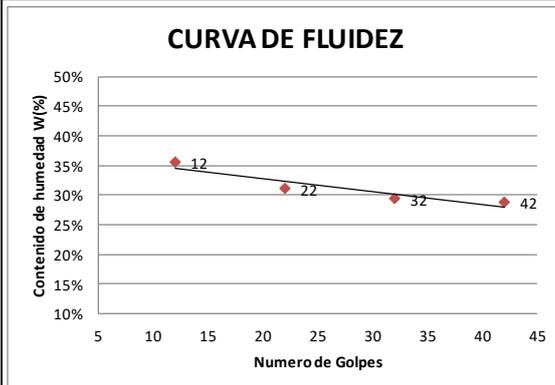
	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>									
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>									
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>									
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>									
<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo								
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE		<b>CONTRATISTA:</b>								
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.		<b># DE CALICATA:</b> 1 <b>MUESTRA:</b> 1								
<b>LIMITE LIQUIDO</b>										
<b>N° ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>						
N° de recipiente	P2	W	6	2						
Peso de recipiente (Wr)	9,22	9,14	9,31	9,32						
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	22,89	24,65	26,05	23,90						
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	18,47	19,99	21,26	19,76						
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,42	4,66	4,79	4,14						
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	9,25	10,85	11,95	10,44						
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	47,78	42,95	40,08	39,66						
Numero de Golpes	12	22	32	42						
<b>LIMITE PLASTICO</b>										
<b>N° ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>						
N° de recipiente	N4	12	W1	14						
Peso de recipiente (Wr)	9,28	9,45	9,05	9,11						
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	12,30	12,45	11,88	12,79						
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	11,68	11,86	11,34	12,04						
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,62	0,59	0,54	0,75						
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	2,40	2,41	2,29	2,93						
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	25,83	24,48	23,58	25,60						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 45%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">LIMITE LIQUIDO</td> <td style="text-align: right;">42,38</td> </tr> <tr> <td>LIMITE PLASTICO</td> <td style="text-align: right;">24,87</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD</td> <td style="text-align: right;">17,51</td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">Clasificación según la catra de plasticidad: ASTM D2487 SUCS = CL</p> </div> </div>					LIMITE LIQUIDO	42,38	LIMITE PLASTICO	24,87	INDICE DE PLASTICIDAD	17,51
LIMITE LIQUIDO	42,38									
LIMITE PLASTICO	24,87									
INDICE DE PLASTICIDAD	17,51									
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>		<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>							
Enrique Carvajal - Darwin Pozo		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018							

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>	
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>	

<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 1 <b>MUESTRA:</b> 2

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	W5	W6	P4	V2
Peso de recipiente (Wr)	9,71	9,46	9,14	9,15
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	27,04	27,23	25,67	21,74
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	22,49	23,02	21,91	18,92
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,55	4,21	3,76	2,82
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	12,78	13,56	12,77	9,77
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	35,60	31,05	29,44	28,86
Numero de Golpes	12	22	32	42

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	2	J	8	4
Peso de recipiente (Wr)	9,32	9,13	9,13	9,23
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	12,53	13,20	13,03	13,97
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	11,96	12,45	12,33	13,11
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,57	0,75	0,70	0,86
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	2,64	3,32	3,20	3,88
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	21,59	22,59	21,88	22,16



RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	31,05
LIMITE PLASTICO	22,06
INDICE DE PLASTICIDAD	9,00

Clasificación según la carta de plasticidad:  
ASTM D2487 SUCS = CL

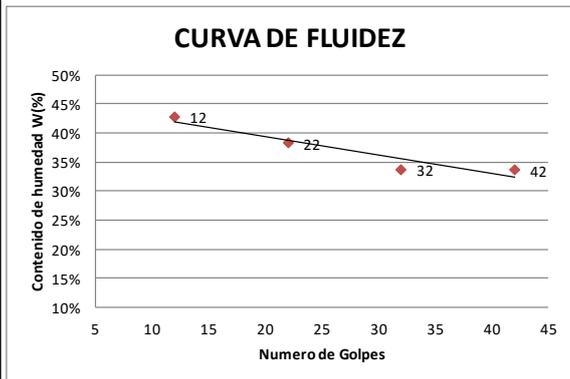
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>	
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>	

<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 1 <b>MUESTRA:</b> 3

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	3	L1	P5	N1
Peso de recipiente (Wr)	9,22	9,34	8,98	9,12
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	21,96	28,72	26,55	23,39
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	18,14	23,35	22,12	19,80
Peso de agua (Ww=W1-W2)	3,82	5,37	4,43	3,59
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	8,92	14,01	13,14	10,68
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	42,83	38,33	33,71	33,61
Numero de Golpes	12	22	32	42

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	5	14	12	N2
Peso de recipiente (Wr)	9,28	9,11	9,45	9,33
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	12,16	11,86	12,65	12,26
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	11,59	11,30	12,00	11,67
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,57	0,56	0,65	0,59
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	2,31	2,19	2,55	2,34
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	24,68	25,57	25,49	25,21



RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	36,86
LIMITE PLASTICO	25,24
INDICE DE PLASTICIDAD	11,63

Clasificación según la carta de plasticidad:  
ASTM D2487 SUCS = ML

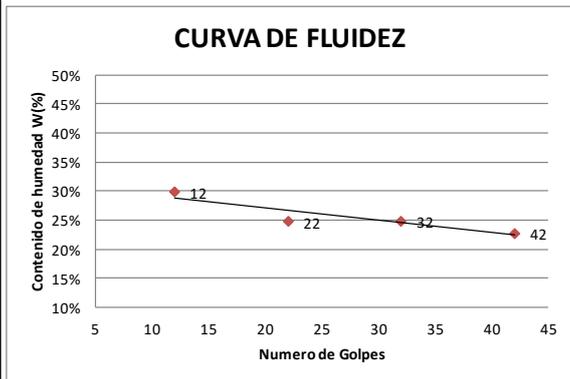
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>	
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>	

<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 1 <b>MUESTRA:</b> 4

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	15	P	6	N4
Peso de recipiente (Wr)	9,20	9,52	9,31	9,28
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	27,84	26,24	23,29	22,77
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	23,55	22,92	20,51	20,27
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,29	3,32	2,78	2,50
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	14,35	13,40	11,20	10,99
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	29,90	24,78	24,82	22,75
Numero de Golpes	12	22	32	42

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	1	W1	9	6
Peso de recipiente (Wr)	9,20	9,05	9,43	9,27
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	12,06	13,05	13,79	14,05
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	11,65	12,48	13,13	13,30
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,41	0,57	0,66	0,75
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	2,45	3,43	3,70	4,03
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	16,73	16,62	17,84	18,61



RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	25,39
LIMITE PLASTICO	17,45
INDICE DE PLASTICIDAD	7,94

Clasificación según la carta de plasticidad:  
ASTM D2487 SUCS = CL

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018

## Anexo B. 2: Límites líquidos y Límite plástico de la calicata 2.

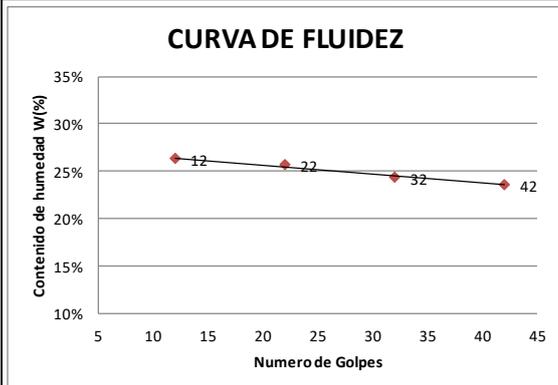
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA										
	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL										
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS										
	DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO										
OBRA: TESIS SUELO CEMENTO		UBICACIÓN: La Milina - Jose Luis Tamayo									
ENTIDAD CONTRATANTE: UPSE		CONTRATISTA:									
FECHA: Octubre 2018.		# DE CALICATA: 2 MUESTRA: 1									
<b>LIMITE LIQUIDO</b>											
<b>N° ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>							
N° de recipiente	7	N2	6	15							
Peso de recipiente (Wr)	9,08	9,33	9,27	9,20							
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	24,11	23,12	25,54	26,44							
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	19,13	18,68	20,35	20,99							
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,98	4,44	5,19	5,45							
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	10,05	9,35	11,08	11,79							
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	49,55	47,49	46,84	46,23							
Numero de Golpes	11	20	30	42							
<b>LIMITE PLASTICO</b>											
<b>N° ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>							
N° de recipiente	4	P4	5	8							
Peso de recipiente (Wr)	9,23	9,14	9,28	9,13							
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	11,82	12,67	12,60	11,92							
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	11,16	11,78	11,78	11,23							
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,66	0,89	0,82	0,69							
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	1,93	2,64	2,50	2,10							
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	34,20	33,71	32,80	32,86							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LIMITE LIQUIDO</td> <td>47,05</td> </tr> <tr> <td>LIMITE PLASTICO</td> <td>33,39</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD</td> <td>13,66</td> </tr> </tbody> </table>		RESULTADOS		LIMITE LIQUIDO	47,05	LIMITE PLASTICO	33,39	INDICE DE PLASTICIDAD	13,66
RESULTADOS											
LIMITE LIQUIDO	47,05										
LIMITE PLASTICO	33,39										
INDICE DE PLASTICIDAD	13,66										
<p>Clasificación según la carta de plasticidad: ASTM D2487 SUCS = ML</p>											
REALIZADO Y CALCULADO POR:		REVISADO POR:	FECHA DE ENSAYO:								
Enrique Carvajal - Darwin Pozo		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018								

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>	
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>	

<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 2 <b>MUESTRA:</b> 2

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	W2	P8	W4	V1
Peso de recipiente (Wr)	9,03	9,07	9,14	9,06
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	27,13	28,93	26,97	26,28
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	23,36	24,87	23,48	22,99
Peso de agua (Ww=W1-W2)	3,77	4,06	3,49	3,29
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	14,33	15,80	14,34	13,93
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	26,31	25,70	24,34	23,62
Numero de Golpes	12	22	32	42

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	V2	P4	9	6
Peso de recipiente (Wr)	9,15	9,14	9,43	9,31
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	13,61	13,43	13,01	13,80
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	12,95	12,78	12,46	13,12
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,66	0,65	0,55	0,68
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	3,80	3,64	3,03	3,81
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	17,37	17,86	18,15	17,85



RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	24,90
LIMITE PLASTICO	17,81
INDICE DE PLASTICIDAD	7,09

Clasificación según la carta de plasticidad:  
ASTM D2487 SUCS = CL

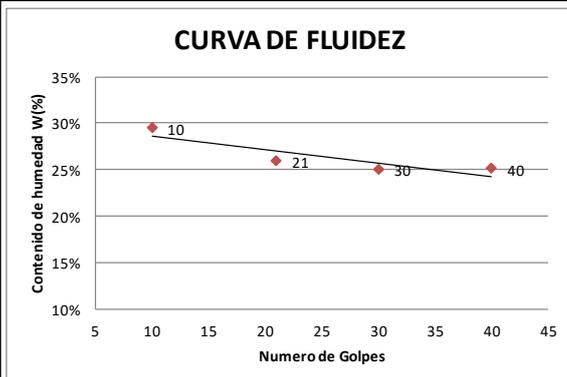
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>	
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>	

<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 2 <b>MUESTRA:</b> 3

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	P4	W4	N2	1
Peso de recipiente (Wr)	9,14	9,14	9,33	9,20
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	29,86	35,17	36,41	34,86
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	25,14	29,81	30,98	29,71
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,72	5,36	5,43	5,15
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	16,00	20,67	21,65	20,51
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	29,50	25,93	25,08	25,11
Numero de Golpes	10	21	30	40

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	N1	P6	W1	W2
Peso de recipiente (Wr)	9,12	9,20	9,05	9,03
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	13,15	12,75	12,99	13,12
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	12,51	12,19	12,40	12,49
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,64	0,56	0,59	0,63
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	3,39	2,99	3,35	3,46
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	18,88	18,73	17,61	18,21



RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	26,00
LIMITE PLASTICO	18,36
INDICE DE PLASTICIDAD	7,65

Clasificación según la carta de plasticidad:  
ASTM D2487 SUCS = CL

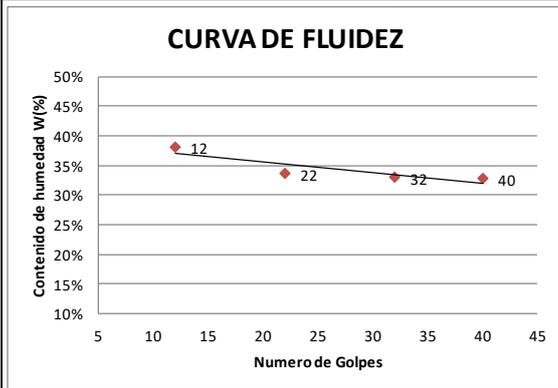
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>	
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>	

<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 2 <b>MUESTRA:</b> 4

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	W6	WJ	P	L1
Peso de recipiente (Wr)	9,46	9,71	9,52	9,34
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	26,04	24,80	24,83	27,07
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	21,47	21,01	21,04	22,70
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,57	3,79	3,79	4,37
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	12,01	11,30	11,52	13,36
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	38,05	33,54	32,90	32,71
Numero de Golpes	12	22	32	40

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	W1	N2	12	N4
Peso de recipiente (Wr)	9,05	9,33	9,45	9,28
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	13,57	13,72	14,61	13,67
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	12,72	12,95	13,69	12,90
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,85	0,77	0,92	0,77
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	3,67	3,62	4,24	3,62
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	23,16	21,27	21,70	21,27

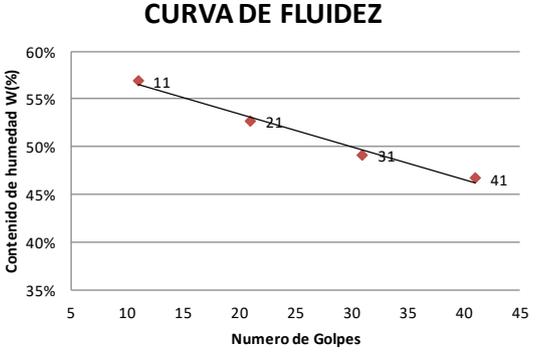


RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	34,09
LIMITE PLASTICO	21,85
INDICE DE PLASTICIDAD	12,24

Clasificación según la carta de plasticidad:  
ASTM D2487 SUCS = CL

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018

### Anexo B. 3: Límites líquidos y Límite plástico de la calicata 3.

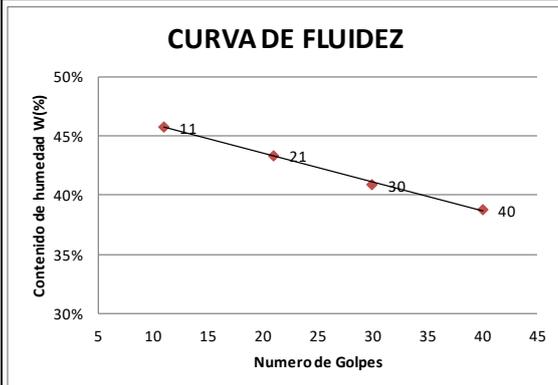
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA										
	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL										
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS										
	DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO										
OBRA: TESIS SUELO CEMENTO		UBICACIÓN: La Milina - Jose Luis Tamayo									
ENTIDAD CONTRATANTE: UPSE		CONTRATISTA:									
FECHA: Octubre 2018.		# DE CALICATA: 3	MUESTRA: 1								
<b>LIMITE LIQUIDO</b>											
<b>N° ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>							
N° de recipiente	1	9	N1	W4							
Peso de recipiente (Wr)	9,20	9,43	9,19	9,14							
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	21,38	19,83	21,63	20,98							
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	16,96	16,24	17,53	17,21							
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,42	3,59	4,10	3,77							
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	7,76	6,81	8,34	8,07							
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	56,96	52,72	49,16	46,72							
Numero de Golpes	11	21	31	41							
<b>LIMITE PLASTICO</b>											
<b>N° ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>							
N° de recipiente	P	L2	P1	J							
Peso de recipiente (Wr)	9,52	9,46	9,24	9,13							
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	13,50	12,92	12,51	13,03							
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	12,46	12,06	11,69	12,02							
Peso de agua (Ww=W1-W2)	1,04	0,86	0,82	1,01							
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	2,94	2,60	2,45	2,89							
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	35,37	33,08	33,47	34,95							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LIMITE LIQUIDO</td> <td>50,81</td> </tr> <tr> <td>LIMITE PLASTICO</td> <td>34,22</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD</td> <td>16,59</td> </tr> </tbody> </table>		RESULTADOS		LIMITE LIQUIDO	50,81	LIMITE PLASTICO	34,22	INDICE DE PLASTICIDAD	16,59
RESULTADOS											
LIMITE LIQUIDO	50,81										
LIMITE PLASTICO	34,22										
INDICE DE PLASTICIDAD	16,59										
<p>Clasificación según la carta de plasticidad: ASTM D2487 SUCS = MH</p>											
REALIZADO Y CALCULADO POR:		REVISADO POR:	FECHA DE ENSAYO:								
Enrique Carvajal - Darwin Pozo		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018								

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>	
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>	

<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 3 <b>MUESTRA:</b> 2

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	W3	7	M1	5
Peso de recipiente (Wr)	9,14	9,08	9,08	9,49
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	24,18	22,77	25,74	29,91
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	19,46	18,63	20,91	24,21
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,72	4,14	4,83	5,70
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	10,32	9,55	11,83	14,72
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	45,74	43,35	40,83	38,72
Numero de Golpes	11	21	30	40

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	P	V2	V1	6
Peso de recipiente (Wr)	9,52	9,15	9,06	9,27
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	12,96	12,30	12,96	12,84
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	12,23	11,60	12,08	12,08
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,73	0,70	0,88	0,76
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	2,71	2,45	3,02	2,81
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	26,94	28,57	29,14	27,05



RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	41,65
LIMITE PLASTICO	27,92
INDICE DE PLASTICIDAD	13,72

Clasificación según la carta de plasticidad:  
ASTM D2487 SUCS = ML

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018



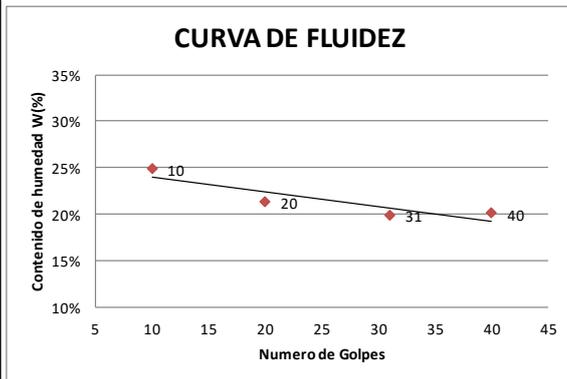
**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO**



<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 3 <b>MUESTRA:</b> 3

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	N3	W	7	4
Peso de recipiente (Wr)	9,26	9,14	9,28	9,18
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	27,92	36,48	29,92	36,07
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	24,20	31,68	26,49	31,57
Peso de agua (Ww=W1-W2)	3,72	4,80	3,43	4,50
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	14,94	22,54	17,21	22,39
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	24,90	21,30	19,93	20,10
Numero de Golpes	10	20	31	40

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	15	P8	5	L1
Peso de recipiente (Wr)	9,20	9,07	9,28	9,34
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	12,91	12,70	12,72	12,86
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	12,34	12,14	12,17	12,30
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,57	0,56	0,55	0,56
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	3,14	3,07	2,89	2,96
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	18,15	18,24	19,03	18,92



RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	21,19
LIMITE PLASTICO	18,59
INDICE DE PLASTICIDAD	2,60

Clasificación según la carta de plasticidad:  
 ASTM D2487 SUCS = ML

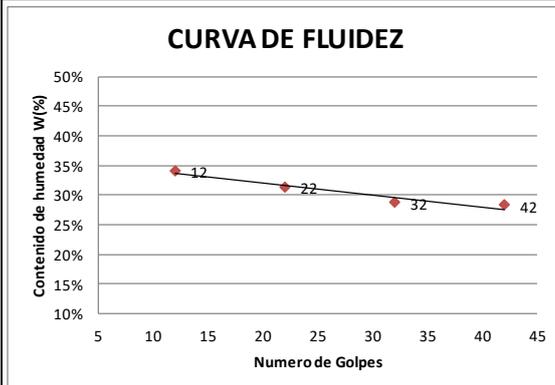
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>	
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>	

<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 3 <b>MUESTRA:</b> 5

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	2	15	1	14
Peso de recipiente (Wr)	9,32	9,20	9,20	9,11
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	23,36	25,40	25,59	33,08
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	19,79	21,53	21,93	27,80
Peso de agua (Ww=W1-W2)	3,57	3,87	3,66	5,28
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	10,47	12,33	12,73	18,69
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	34,10	31,39	28,75	28,25
Numero de Golpes	12	22	32	42

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	N1	5	3	4
Peso de recipiente (Wr)	9,12	9,28	9,22	9,23
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	13,66	13,53	13,38	13,29
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	12,89	12,85	12,67	12,62
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,77	0,68	0,71	0,67
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	3,77	3,57	3,45	3,39
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	20,42	19,05	20,58	19,76

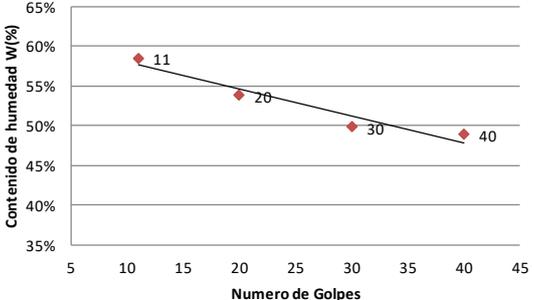


RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	30,45
LIMITE PLASTICO	19,95
INDICE DE PLASTICIDAD	10,50

Clasificación según la carta de plasticidad:  
ASTM D2487 SUCS = CL

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018

## Anexo B. 4: Límites líquidos y Límite plástico de la calicata 4.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>			
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>			
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>			
<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo		
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE		<b>CONTRATISTA:</b>		
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.		<b># DE CALICATA:</b> 4 <b>MUESTRA:</b> 1		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>				
<b>N° ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
N° de recipiente	P8	L1	V1	N3
Peso de recipiente (Wr)	9,07	9,34	9,06	9,26
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	22,29	22,43	24,49	26,26
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	17,41	17,85	19,36	20,68
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,88	4,58	5,13	5,58
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	8,34	8,51	10,30	11,42
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	58,51	53,82	49,81	48,86
Numero de Golpes	11	20	30	40
<b>LIMITE PLASTICO</b>				
<b>N° ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
N° de recipiente	14	V2	5	4
Peso de recipiente (Wr)	9,11	9,15	9,28	9,18
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	11,42	11,31	11,48	11,31
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	10,82	10,74	10,93	10,77
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,60	0,57	0,55	0,54
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	1,71	1,59	1,65	1,59
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	35,09	35,85	33,33	33,96
<b>CURVA DE FLUIDEZ</b>				
				
<b>RESULTADOS</b>				
<b>LIMITE LIQUIDO</b>			52,00	
<b>LIMITE PLASTICO</b>			34,56	
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>			17,44	
Clasificación según la carta de plasticidad: ASTM D2487 SUCS = MH				
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>		<b>REVISADO POR:</b>		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.		Octubre 2018



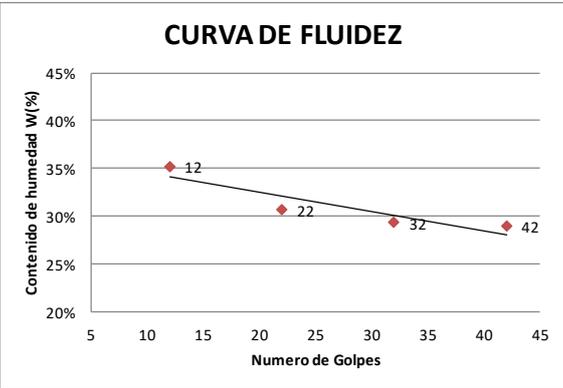
**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO**



<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 4 <b>MUESTRA:</b> 2

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	A	G	E	R
Peso de recipiente (Wr)	9,70	9,41	9,20	9,12
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	27,01	27,24	25,66	21,75
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	22,50	23,05	21,93	18,91
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,51	4,19	3,73	2,84
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	12,80	13,64	12,73	9,79
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	35,23	30,72	29,30	29,01
Numero de Golpes	12	22	32	42

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	A	V2	S	
Peso de recipiente (Wr)	9,24	9,14	9,14	
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	13,95	13,04	13,19	
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	13,10	12,32	12,44	
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,85	0,72	0,75	
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	3,86	3,18	3,30	
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	22,02	22,64	22,73	



RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	30,89
LIMITE PLASTICO	22,46
INDICE DE PLASTICIDAD	8,43

Clasificación según la carta de plasticidad:  
 ASTM D2487 SUCS = CL

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018



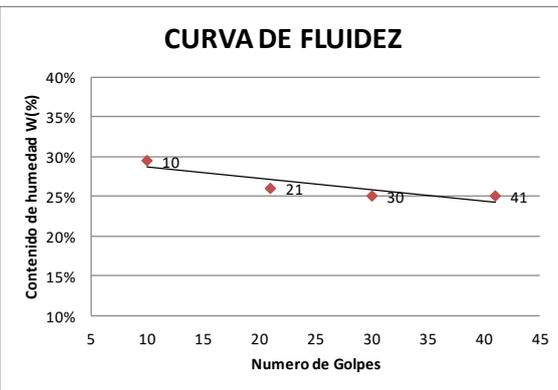
**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO**



<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 4 <b>MUESTRA:</b> 3

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	A	S	D	F
Peso de recipiente (Wr)	9,14	9,14	9,33	9,32
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	29,85	35,18	36,40	36,41
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	25,13	29,80	30,97	30,98
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,72	5,38	5,43	5,43
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	15,99	20,66	21,64	21,66
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	29,52	26,04	25,09	25,07
Numero de Golpes	10	21	30	41

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	14	V2	W2	
Peso de recipiente (Wr)	9,11	9,21	9,03	
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	13,14	12,76	13,12	
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	12,50	12,21	12,49	
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,64	0,55	0,63	
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	3,39	3,00	3,46	
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	18,88	18,33	18,21	



RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	26,05
LIMITE PLASTICO	18,47
INDICE DE PLASTICIDAD	7,57

Clasificación según la carta de plasticidad:  
 ASTM D2487 SUCS = CL

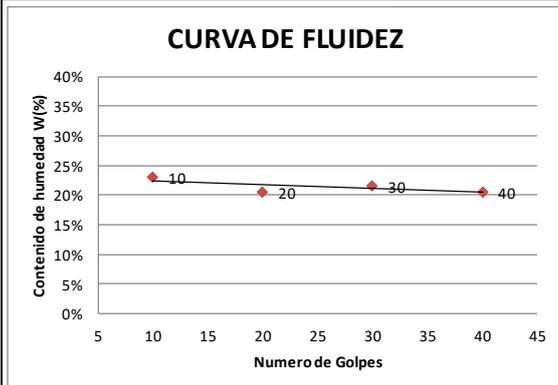
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b>	
	<b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	
	<b>DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO</b>	

<b>OBRA:</b> TESIS SUELO CEMENTO	<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo
<b>ENTIDAD CONTRATANTE:</b> UPSE	<b>CONTRATISTA:</b>
<b>FECHA:</b> Octubre 2018.	<b># DE CALICATA:</b> 4 <b>MUESTRA:</b> 4

LIMITE LIQUIDO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	W6	9	N1	6
Peso de recipiente (Wr)	9,46	9,43	9,12	9,31
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	35,01	32,36	24,71	30,99
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	30,23	28,46	21,95	27,30
Peso de agua (Ww=W1-W2)	4,78	3,90	2,76	3,69
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	20,77	19,03	12,83	17,99
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	23,01	20,49	21,51	20,51
Numero de Golpes	10	20	30	40

LIMITE PLASTICO				
N° ENSAYOS	1	2	3	4
N° de recipiente	W3	P1	L1	
Peso de recipiente (Wr)	9,14	9,24	9,34	
Peso de Rec. + Peso de Suelo hum. (W1)	13,67	13,53	13,89	
Peso de Rec. + Peso de Suelo Seco (W2)	13,03	12,91	13,25	
Peso de agua (Ww=W1-W2)	0,64	0,62	0,64	
Peso de suelo seco (Ws=W2-Wr)	3,89	3,67	3,91	
Contenido de humedad (%) $\omega = (Ww/Ws) \times 100$	16,45	16,89	16,37	



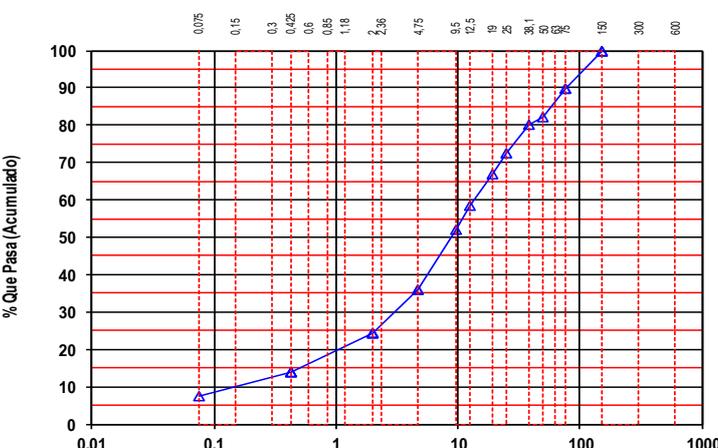
RESULTADOS	
LIMITE LIQUIDO	21,06
LIMITE PLASTICO	16,57
INDICE DE PLASTICIDAD	4,49

Clasificación según la carta de plasticidad:  
ASTM D2487 SUCS = CL - ML

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	Octubre 2018

## Anexo C. Ensayos Granulométricos.

### Anexo C. 1: Granulometría calicata 1.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTO</b>																																																																																																																				
<b>Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos</b>																																																																																																																					
TESIS: ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>CALICATA</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA N° :</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>PROFUNDIDAD :</td> <td style="text-align: center;">1,6</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">COORDENADAS:</td> <td>NORTE: 0507560</td> </tr> <tr> <td>ESTE: 9754210</td> </tr> </table>	CALICATA	1	MUESTRA N° :	1	PROFUNDIDAD :	1,6	COORDENADAS:	NORTE: 0507560	ESTE: 9754210																																																																																																										
CALICATA	1																																																																																																																				
MUESTRA N° :	1																																																																																																																				
PROFUNDIDAD :	1,6																																																																																																																				
COORDENADAS:	NORTE: 0507560																																																																																																																				
	ESTE: 9754210																																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ensayo de Contenido de Humedad</th> <th colspan="2">Material Serie</th> </tr> <tr> <th>Gruesa</th> <th>Fina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td style="text-align: center;">G</td> <td style="text-align: center;">Pp</td> </tr> <tr> <td>Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )</td> <td style="text-align: right;">723,00</td> <td style="text-align: right;">426,00</td> </tr> <tr> <td>Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )</td> <td style="text-align: right;">674,00</td> <td style="text-align: right;">398,00</td> </tr> <tr> <td>Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )</td> <td style="text-align: right;">49,00</td> <td style="text-align: right;">28,00</td> </tr> <tr> <td>Masa del Recipiente ( P4 )</td> <td style="text-align: right;">89,77</td> <td style="text-align: right;">104,11</td> </tr> <tr> <td>Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )</td> <td style="text-align: right;">584,23</td> <td style="text-align: right;">293,89</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )</td> <td style="text-align: right;">8,39</td> <td style="text-align: right;">9,53</td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie		Gruesa	Fina	Recipiente N°	G	Pp	Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	723,00	426,00	Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	674,00	398,00	Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	49,00	28,00	Masa del Recipiente ( P4 )	89,77	104,11	Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	584,23	293,89	% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	8,39	9,53	OBSERVACIONES : <i>Normas de Referencia</i> INEN 154-1986 INEN 696-1982 INEN 697-1982 ASTM C 117-95 ASTM C 136-96a ASTM C 1140-98 AASHTO T 11-91 AASHTO T 27-93																																																																																										
Ensayo de Contenido de Humedad		Material Serie																																																																																																																			
	Gruesa	Fina																																																																																																																			
Recipiente N°	G	Pp																																																																																																																			
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	723,00	426,00																																																																																																																			
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	674,00	398,00																																																																																																																			
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	49,00	28,00																																																																																																																			
Masa del Recipiente ( P4 )	89,77	104,11																																																																																																																			
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	584,23	293,89																																																																																																																			
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	8,39	9,53																																																																																																																			
<b>SERIE GRUESA</b>	<b>SERIE FINA</b>																																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamiz ASTM Abertura / N°.</th> <th colspan="2">Masa Retenida</th> <th rowspan="2">% Pasante Acumulado</th> </tr> <tr> <th>Parcial</th> <th>Acumulada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>600, mm. 24 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>300, mm. 12 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>150, mm. 6 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>75, mm. 3 "</td><td style="text-align: right;">1020</td><td style="text-align: right;">941,1</td><td style="text-align: right;">89,67</td></tr> <tr><td>63, mm. 2 ½ "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>50, mm. 2 "</td><td style="text-align: right;">731</td><td style="text-align: right;">1615,5</td><td style="text-align: right;">82,26</td></tr> <tr><td>38,1 mm. 1 ½ "</td><td style="text-align: right;">223</td><td style="text-align: right;">1821,2</td><td style="text-align: right;">80,00</td></tr> <tr><td>25, mm. 1 "</td><td style="text-align: right;">724</td><td style="text-align: right;">2489,2</td><td style="text-align: right;">72,67</td></tr> <tr><td>19, mm. ¾ "</td><td style="text-align: right;">570</td><td style="text-align: right;">3015,1</td><td style="text-align: right;">66,90</td></tr> <tr><td>12,5 mm. 1/2 "</td><td style="text-align: right;">816</td><td style="text-align: right;">3768,0</td><td style="text-align: right;">58,63</td></tr> <tr><td>9,5 mm. 3/8 "</td><td style="text-align: right;">662</td><td style="text-align: right;">4378,7</td><td style="text-align: right;">51,92</td></tr> <tr><td>4,75 mm. No. 4</td><td style="text-align: right;">1575</td><td style="text-align: right;">5831,9</td><td style="text-align: right;">35,97</td></tr> <tr><td>Pasa No. 4</td><td style="text-align: right;">3588</td><td style="text-align: right;">3276</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado	Parcial	Acumulada	600, mm. 24 "				300, mm. 12 "				150, mm. 6 "				75, mm. 3 "	1020	941,1	89,67	63, mm. 2 ½ "				50, mm. 2 "	731	1615,5	82,26	38,1 mm. 1 ½ "	223	1821,2	80,00	25, mm. 1 "	724	2489,2	72,67	19, mm. ¾ "	570	3015,1	66,90	12,5 mm. 1/2 "	816	3768,0	58,63	9,5 mm. 3/8 "	662	4378,7	51,92	4,75 mm. No. 4	1575	5831,9	35,97	Pasa No. 4	3588	3276		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamiz ASTM Abertura / N°.</th> <th colspan="2">Masa Retenida</th> <th rowspan="2">% Pasante</th> <th rowspan="2">% Pasante</th> </tr> <tr> <th>Parcial</th> <th>Acumulada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,36 mm. No. 8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2, mm. No. 10</td><td style="text-align: right;">88,46</td><td style="text-align: right;">88,46</td><td style="text-align: right;">67,70</td><td style="text-align: right;">24,35</td></tr> <tr><td>1,18 mm. No. 16</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,85 mm. No. 20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,60 mm. No. 30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,425 mm. No. 40</td><td style="text-align: right;">81,37</td><td style="text-align: right;">169,83</td><td style="text-align: right;">38,00</td><td style="text-align: right;">13,67</td></tr> <tr><td>0,3 mm. No. 50</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,15 mm. No. 100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,075 mm. No. 200</td><td style="text-align: right;">46,55</td><td style="text-align: right;">216,38</td><td style="text-align: right;">21,00</td><td style="text-align: right;">7,55</td></tr> <tr><td>Pasa No. 200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Masa inicial del material para Lavac 300 gr.                  Masa final corregida por Humedad de los finc 273,9 gr.                  Masa Total del Material utilizados para el Ensayo 9107,8</p>		Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante	Parcial	Acumulada	2,36 mm. No. 8					2, mm. No. 10	88,46	88,46	67,70	24,35	1,18 mm. No. 16					0,85 mm. No. 20					0,60 mm. No. 30					0,425 mm. No. 40	81,37	169,83	38,00	13,67	0,3 mm. No. 50					0,15 mm. No. 100					0,075 mm. No. 200	46,55	216,38	21,00	7,55	Pasa No. 200				
Tamiz ASTM Abertura / N°.		Masa Retenida			% Pasante Acumulado																																																																																																																
	Parcial	Acumulada																																																																																																																			
600, mm. 24 "																																																																																																																					
300, mm. 12 "																																																																																																																					
150, mm. 6 "																																																																																																																					
75, mm. 3 "	1020	941,1	89,67																																																																																																																		
63, mm. 2 ½ "																																																																																																																					
50, mm. 2 "	731	1615,5	82,26																																																																																																																		
38,1 mm. 1 ½ "	223	1821,2	80,00																																																																																																																		
25, mm. 1 "	724	2489,2	72,67																																																																																																																		
19, mm. ¾ "	570	3015,1	66,90																																																																																																																		
12,5 mm. 1/2 "	816	3768,0	58,63																																																																																																																		
9,5 mm. 3/8 "	662	4378,7	51,92																																																																																																																		
4,75 mm. No. 4	1575	5831,9	35,97																																																																																																																		
Pasa No. 4	3588	3276																																																																																																																			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante																																																																																																																	
	Parcial	Acumulada																																																																																																																			
2,36 mm. No. 8																																																																																																																					
2, mm. No. 10	88,46	88,46	67,70	24,35																																																																																																																	
1,18 mm. No. 16																																																																																																																					
0,85 mm. No. 20																																																																																																																					
0,60 mm. No. 30																																																																																																																					
0,425 mm. No. 40	81,37	169,83	38,00	13,67																																																																																																																	
0,3 mm. No. 50																																																																																																																					
0,15 mm. No. 100																																																																																																																					
0,075 mm. No. 200	46,55	216,38	21,00	7,55																																																																																																																	
Pasa No. 200																																																																																																																					
<b>CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA</b> TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)																																																																																																																					
																																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Distribución del Tamaño de las Partículas</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Valores expresados en Porcentajes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pedrón Rodado (&gt; 12")</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,0</td> </tr> <tr> <td>Canto Rodado (12" - 3")</td> <td></td> <td style="text-align: center;">10,3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Grava (3" - N°4)</td> <td>Gruesa (3" - N°4)</td> <td style="text-align: center;">22,8</td> </tr> <tr> <td>Fina (3" - N°4)</td> <td style="text-align: center;">30,9</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Arena (N°4 - N°200)</td> <td>Gruesa (N°4 - N°10)</td> <td style="text-align: center;">11,6</td> </tr> <tr> <td>Media (N°10 - N°40)</td> <td style="text-align: center;">10,7</td> </tr> <tr> <td>Fina (N°40 - N°200)</td> <td style="text-align: center;">6,1</td> </tr> <tr> <td>Finos (&gt; N°200)</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7,6</td> </tr> </tbody> </table>		Distribución del Tamaño de las Partículas			Valores expresados en Porcentajes			Pedrón Rodado (> 12")		0,0	Canto Rodado (12" - 3")		10,3	Grava (3" - N°4)	Gruesa (3" - N°4)	22,8	Fina (3" - N°4)	30,9	Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 - N°10)	11,6	Media (N°10 - N°40)	10,7	Fina (N°40 - N°200)	6,1	Finos (> N°200)		7,6	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Condiciones de Filtro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D15 = 0,516</td> <td>Cu = 25,99</td> </tr> <tr> <td>D30 = 3,046</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D60 = 13,399</td> <td>Cc = 1,34</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">                     Cu &gt;= 4 OK                      1 &lt;= Cc &lt;= 3 OK                 </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro                 </td> </tr> </tbody> </table>	Condiciones de Filtro		D15 = 0,516	Cu = 25,99	D30 = 3,046		D60 = 13,399	Cc = 1,34	Cu >= 4 OK 1 <= Cc <= 3 OK		<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro																																																																													
Distribución del Tamaño de las Partículas																																																																																																																					
Valores expresados en Porcentajes																																																																																																																					
Pedrón Rodado (> 12")		0,0																																																																																																																			
Canto Rodado (12" - 3")		10,3																																																																																																																			
Grava (3" - N°4)	Gruesa (3" - N°4)	22,8																																																																																																																			
	Fina (3" - N°4)	30,9																																																																																																																			
Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 - N°10)	11,6																																																																																																																			
	Media (N°10 - N°40)	10,7																																																																																																																			
	Fina (N°40 - N°200)	6,1																																																																																																																			
Finos (> N°200)		7,6																																																																																																																			
Condiciones de Filtro																																																																																																																					
D15 = 0,516	Cu = 25,99																																																																																																																				
D30 = 3,046																																																																																																																					
D60 = 13,399	Cc = 1,34																																																																																																																				
Cu >= 4 OK 1 <= Cc <= 3 OK																																																																																																																					
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro																																																																																																																					
<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> Roger Magallanes	<b>Fecha Toma Muestra:</b> 27/9/2018	<b>Fecha Ensayo:</b> 1/10/2018																																																																																																																		



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	<b>CALICATA</b>	1
	<b>MUESTRA N° :</b>	2
	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,6
	<b>COORDENADAS:</b>	<b>NORTE:</b> 0507560 <b>ESTE:</b> 9754210

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	R1	R1
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	96,69	96,69
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	89,06	89,06
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	7,63	7,63
Masa del Recipiente ( P4 )	16,67	16,67
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	72,39	72,39
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	10,54	10,54

**OBSERVACIONES :**

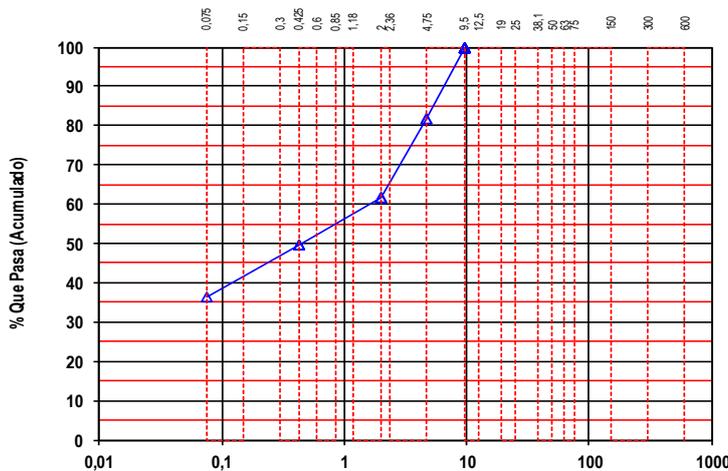
*Normas de Referencia*

INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 1140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA				
Tamiz ASTM Abertura / N°	Masa Retenida		% Pasante Acumulado	
	Parcial	Acumulado		
600, mm. 24 "				
300, mm. 12 "				
150, mm. 6 "				
75, mm. 3 "				
63, mm. 2 ½ "				
50, mm. 2 "				
38,1 mm. 1 ½ "				
25, mm. 1 "				
19, mm. ¾ "				
12,5 mm. 1/2 "				
9,5 mm. 3/8 "				
4,75 mm. No. 4	14,51	13,1	81,87	
Pasa No. 4				

SERIE FINA					
Tamiz ASTM Abertura / N°	Masa Retenida		% Pasante	%	
	Parcial	Acumulado			
2,36 mm. No. 8					
2, mm. No. 10	4,93	18,06	75,06	61,45	
1,18 mm. No. 16					
0,85 mm. No. 20					
0,60 mm. No. 30					
0,425 mm. No. 40	10,40	28,46	60,69	49,69	
0,3 mm. No. 50					
0,15 mm. No. 100					
0,075 mm. No. 200	11,88	40,34	44,28	36,25	
Pasa No. 200					
Masa inicial del material para Lavac 80 gr.					
Masa final corregida por Humedad de los fino 72,4 gr.					
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo					

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA**  
 TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



Distribución del tamaño de las Partículas			
Valores expresados en Porcentajes			
Pedrón Rodado (> 12")			0,0
Canto Rodado (12"-3")			0,0
Grava (3"-N°4)	Gruesa (3"-	0,0	18,1
	Fina (3/4"-	18,1	
Arena (N°4-N°200)	Gruesa (N°4-	20,4	45,6
	Media (N°10-	11,8	
	Fina (N°40-	13,4	
Finos (> N°200)			36,2

Condiciones de Filtro	
D15 =	Cu =
D30 =	Cc =
D60 = 1,653	
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro	

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> Roger Magallanes	<b>Fecha Toma Muestra:</b> 27/9/2018	<b>Fecha Ensayo:</b> 1/10/2018
---	---	---	-----------------------------------



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

**TESIS:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

<b>CALICATA</b>	1
<b>MUESTRA N° :</b>	3
<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,6
<b>COORDENADAS:</b>	NORTE: 0507560 ESTE: 9754210

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	K	K
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	82,24	82,24
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	71,24	71,24
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	11,00	11,00
Masa del Recipiente ( P4 )	17,09	17,09
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	54,15	54,15
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	20,31	20,31

**OBSERVACIONES :**

Normas de Referencia

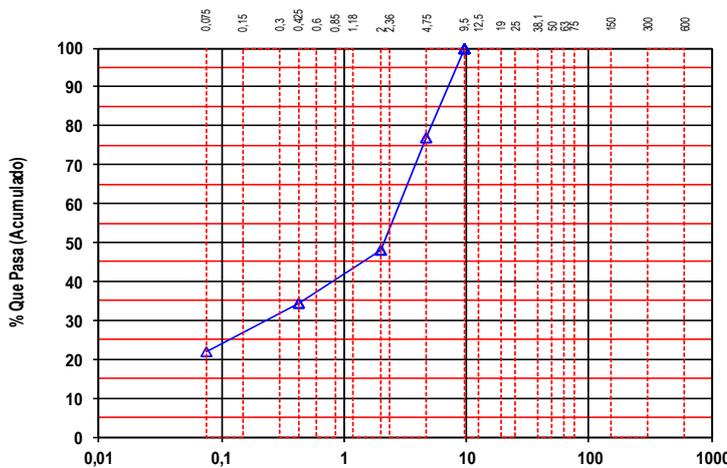
INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. ¾ "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	15,11	12,6	76,81
Pasa No. 4			

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante
	Parcial	Acumulada		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	7,79	20,35	62,42	47,94
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	9,71	30,06	44,49	34,17
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	8,75	38,81	28,33	21,76
Pasa No. 200				
Masa inicial del material para Lavac 65 gr.				
Masa final corregida por Humedad de los fino 54,2 gr.				
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo				

### CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA

TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



Distribución del Tamaño de las Partículas		
Valores expresados en Porcentajes		
Pedregón Rodado (> 12")		0,0
Canto Rodado (12"-3")		0,0
Grava (¾"-N°4)	Gruesa (¾"-3")	0,0
	Fina (¾"-3/4")	23,2
Arena (N°4-N°200)	Gruesa (N°4-Media)	28,9
	Media (N°4-N°10)	13,8
	Fina (N°10-N°40)	12,4
Finos (> N°200)		21,8

Condiciones de Filtro	
D15 =	Cu =
D30 = 0,237	Cc =
D60 = 2,870	
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro	

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> Roger Magallanes	<b>Fecha Toma Muestra:</b> 27/9/2018	<b>Fecha Ensayo:</b> 2/10/2018
---	---	---	-----------------------------------



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	<b>CALICATA</b>	1
	<b>MUESTRA N° :</b>	4
	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,6
	<b>COORDENADAS:</b>	NORTE: 0507560 ESTE: 9754210

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	0	0
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	117,89	117,89
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	99,31	99,31
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	18,58	18,58
Masa del Recipiente ( P4 )	15,72	15,72
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	83,59	83,59
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	22,23	22,23

**OBSERVACIONES :**

*Normas de Referencia*

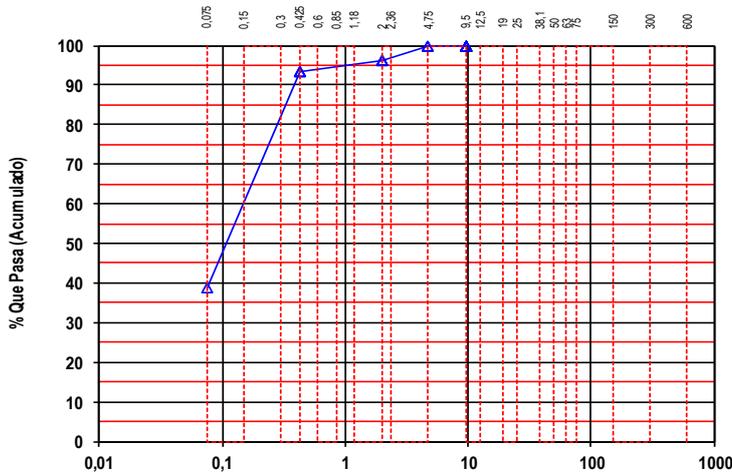
INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 1140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. 3/4 "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	0,1	0,1	99,90
Pasa No. 4			

SERIE FINA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante
	Parcial	Acumulada	
2,36 mm. No. 8			
2, mm. No. 10	3,13	3,21	96,19
1,18 mm. No. 16			
0,85 mm. No. 20			
0,60 mm. No. 30			
0,425 mm. No. 40	2,31	5,52	93,45
0,3 mm. No. 50			
0,15 mm. No. 100			
0,075 mm. No. 200	45,98	51,50	38,87
Pasa No. 200			

Masa inicial del material para Lavac 103 gr.  
 Masa final corregida por Humedad de los finos 84,2 gr.  
 Masa Total del Material utilizados para el Ensayo

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA**  
 TAMICESASTM (Abertura en milímetros)



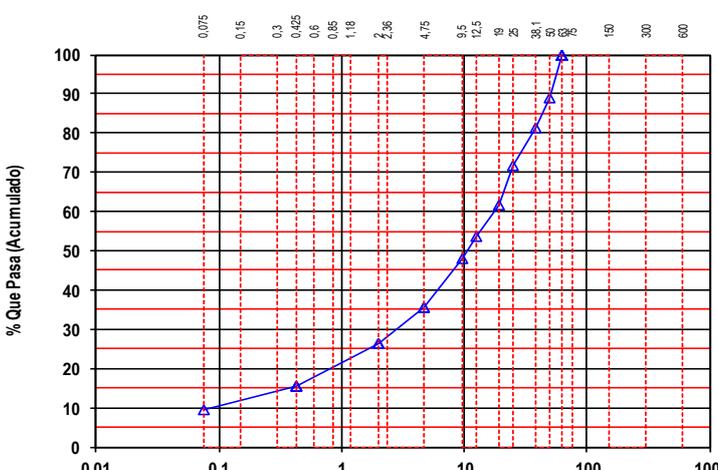
Distribución del Tamaño de las Partículas		
Valores expresados en Porcentajes		
Pedrón Rodado (> 12")		0,0
Canto Rodado (12" - 3")		0,0
Grava (3" - N°4)	Gruesa (3" -)	0,0
	Fina (3/4" -)	0,1
Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 -)	3,8
	Media (N°10 -)	2,7
	Fina (N°40 -)	54,5
Finos (> N°200)		38,8

Condiciones de Filtro	
D15 =	Cu =
D30 =	
D60 = 0,147	Cc =

Calcular condiciones de Filtro

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboradorista:</b> Roger Magallanes	<b>Fecha Toma Muestra:</b> 27/9/2018	<b>Fecha Ensayo:</b> 2/10/2018
---	---	---	-----------------------------------

## Anexo C. 2: Granulometría calicata 2.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTO</b>																																																																																																																												
<b>Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos</b>																																																																																																																													
<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>CALICATA</b> : 2																																																																																																																											
		<b>MUESTRA N°</b> : 1																																																																																																																											
		<b>PROFUNDIDAD</b> : 1,5																																																																																																																											
		<b>COORDENADAS</b> : NORTE: 0507851 ESTE: 9754140																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ensayo de Contenido de Humedad</th> <th colspan="2">Material Serie</th> </tr> <tr> <th>Gruesa</th> <th>Fina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">D</td> </tr> <tr> <td>Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )</td> <td style="text-align: right;">847,00</td> <td style="text-align: right;">750,00</td> </tr> <tr> <td>Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )</td> <td style="text-align: right;">771,00</td> <td style="text-align: right;">679,00</td> </tr> <tr> <td>Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )</td> <td style="text-align: right;">76,00</td> <td style="text-align: right;">71,00</td> </tr> <tr> <td>Masa del Recipiente ( P4 )</td> <td style="text-align: right;">88,85</td> <td style="text-align: right;">87,51</td> </tr> <tr> <td>Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )</td> <td style="text-align: right;">682,15</td> <td style="text-align: right;">591,49</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )</td> <td style="text-align: right;">11,14</td> <td style="text-align: right;">12,00</td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie		Gruesa	Fina	Recipiente N°	A	D	Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	847,00	750,00	Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	771,00	679,00	Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	76,00	71,00	Masa del Recipiente ( P4 )	88,85	87,51	Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	682,15	591,49	% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	11,14	12,00	<b>OBSERVACIONES :</b> <i>Normas de Referencia</i> INEN 154-1986 INEN 696-1982 INEN 697-1982 ASTM C 117-95 ASTM C 136-96a ASTM C 1140-98 AASHTO T 11-91 AASHTO T 27-93																																																																																																		
Ensayo de Contenido de Humedad		Material Serie																																																																																																																											
	Gruesa	Fina																																																																																																																											
Recipiente N°	A	D																																																																																																																											
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	847,00	750,00																																																																																																																											
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	771,00	679,00																																																																																																																											
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	76,00	71,00																																																																																																																											
Masa del Recipiente ( P4 )	88,85	87,51																																																																																																																											
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	682,15	591,49																																																																																																																											
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	11,14	12,00																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #92d050;"> <th colspan="4">SERIE GRUESA</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Tamiz ASTM Abertura / N°.</th> <th colspan="2">Masa Retenida</th> <th rowspan="2">% Pasante Acumulado</th> </tr> <tr> <th>Parcial</th> <th>Acumulada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>600, mm. 24 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>300, mm. 12 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>150, mm. 6 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>75, mm. 3 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>63, mm. 2 ½ "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>50, mm. 2 "</td><td style="text-align: right;">1105</td><td style="text-align: right;">994,2</td><td style="text-align: right;">88,92</td></tr> <tr><td>38,1 mm. 1 ½ "</td><td style="text-align: right;">746</td><td style="text-align: right;">1665,4</td><td style="text-align: right;">81,44</td></tr> <tr><td>25, mm. 1 "</td><td style="text-align: right;">992</td><td style="text-align: right;">2558,0</td><td style="text-align: right;">71,49</td></tr> <tr><td>19, mm. 3/4 "</td><td style="text-align: right;">984</td><td style="text-align: right;">3443,4</td><td style="text-align: right;">61,62</td></tr> <tr><td>12,5 mm. 1/2 "</td><td style="text-align: right;">809</td><td style="text-align: right;">4171,3</td><td style="text-align: right;">53,51</td></tr> <tr><td>9,5 mm. 3/8 "</td><td style="text-align: right;">547</td><td style="text-align: right;">4663,4</td><td style="text-align: right;">48,02</td></tr> <tr><td>4,75 mm. No. 4</td><td style="text-align: right;">1245</td><td style="text-align: right;">5783,6</td><td style="text-align: right;">35,54</td></tr> <tr><td>Pasa No. 4</td><td style="text-align: right;">3571</td><td style="text-align: right;">3188</td><td></td></tr> </tbody> </table>	SERIE GRUESA				Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado	Parcial	Acumulada	600, mm. 24 "				300, mm. 12 "				150, mm. 6 "				75, mm. 3 "				63, mm. 2 ½ "				50, mm. 2 "	1105	994,2	88,92	38,1 mm. 1 ½ "	746	1665,4	81,44	25, mm. 1 "	992	2558,0	71,49	19, mm. 3/4 "	984	3443,4	61,62	12,5 mm. 1/2 "	809	4171,3	53,51	9,5 mm. 3/8 "	547	4663,4	48,02	4,75 mm. No. 4	1245	5783,6	35,54	Pasa No. 4	3571	3188		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #92d050;"> <th colspan="5">SERIE FINA</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Tamiz ASTM Abertura / N°.</th> <th colspan="2">Masa Retenida</th> <th rowspan="2">% Pasante</th> <th rowspan="2">% Pasante</th> </tr> <tr> <th>Parcial</th> <th>Acumulada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,36 mm. No. 8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2, mm. No. 10</td><td style="text-align: right;">68,48</td><td style="text-align: right;">68,48</td><td style="text-align: right;">74,43</td><td style="text-align: right;">26,45</td></tr> <tr><td>1,18 mm. No. 16</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,85 mm. No. 20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,60 mm. No. 30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,425 mm. No. 40</td><td style="text-align: right;">81,56</td><td style="text-align: right;">150,04</td><td style="text-align: right;">43,98</td><td style="text-align: right;">15,63</td></tr> <tr><td>0,3 mm. No. 50</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,15 mm. No. 100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,075 mm. No. 200</td><td style="text-align: right;">45,39</td><td style="text-align: right;">195,43</td><td style="text-align: right;">27,04</td><td style="text-align: right;">9,61</td></tr> <tr><td>Pasa No. 200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Masa inicial del material para Lavado 300 gr.                  Masa final corregida por Humedad de los finos 267,8 gr.                  Masa Total del Material utilizados para el Ensayo 8971,9</p>	SERIE FINA					Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante	Parcial	Acumulada	2,36 mm. No. 8					2, mm. No. 10	68,48	68,48	74,43	26,45	1,18 mm. No. 16					0,85 mm. No. 20					0,60 mm. No. 30					0,425 mm. No. 40	81,56	150,04	43,98	15,63	0,3 mm. No. 50					0,15 mm. No. 100					0,075 mm. No. 200	45,39	195,43	27,04	9,61	Pasa No. 200				
SERIE GRUESA																																																																																																																													
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado																																																																																																																										
	Parcial	Acumulada																																																																																																																											
600, mm. 24 "																																																																																																																													
300, mm. 12 "																																																																																																																													
150, mm. 6 "																																																																																																																													
75, mm. 3 "																																																																																																																													
63, mm. 2 ½ "																																																																																																																													
50, mm. 2 "	1105	994,2	88,92																																																																																																																										
38,1 mm. 1 ½ "	746	1665,4	81,44																																																																																																																										
25, mm. 1 "	992	2558,0	71,49																																																																																																																										
19, mm. 3/4 "	984	3443,4	61,62																																																																																																																										
12,5 mm. 1/2 "	809	4171,3	53,51																																																																																																																										
9,5 mm. 3/8 "	547	4663,4	48,02																																																																																																																										
4,75 mm. No. 4	1245	5783,6	35,54																																																																																																																										
Pasa No. 4	3571	3188																																																																																																																											
SERIE FINA																																																																																																																													
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante																																																																																																																									
	Parcial	Acumulada																																																																																																																											
2,36 mm. No. 8																																																																																																																													
2, mm. No. 10	68,48	68,48	74,43	26,45																																																																																																																									
1,18 mm. No. 16																																																																																																																													
0,85 mm. No. 20																																																																																																																													
0,60 mm. No. 30																																																																																																																													
0,425 mm. No. 40	81,56	150,04	43,98	15,63																																																																																																																									
0,3 mm. No. 50																																																																																																																													
0,15 mm. No. 100																																																																																																																													
0,075 mm. No. 200	45,39	195,43	27,04	9,61																																																																																																																									
Pasa No. 200																																																																																																																													
<b>CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA</b> TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)																																																																																																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #92d050;"> <th colspan="3">Distribución del Tamaño de las Partículas</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Valores expresados en Porcentajes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Pedrón Rodado (&gt; 12 ")</td> <td style="text-align: right;">0,0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Canto Rodado (12 "- 3 ")</td> <td style="text-align: right;">0,0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Grava (3 "- N°4)</td> <td>Gruesa (3 "- 3/4 "-)</td> <td style="text-align: right;">38,4</td> </tr> <tr> <td>Fina (3/4 "- - N°4)</td> <td style="text-align: right;">26,1</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Arena (N°4 - N°200)</td> <td>Gruesa (N°4 - Media)</td> <td style="text-align: right;">9,1</td> </tr> <tr> <td>Media (N°10 - N°40)</td> <td style="text-align: right;">10,8</td> </tr> <tr> <td>Fina (N°40 - N°200)</td> <td style="text-align: right;">6,0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Finos (&gt; N°200)</td> <td style="text-align: right;">9,6</td> </tr> </tbody> </table>	Distribución del Tamaño de las Partículas			Valores expresados en Porcentajes			Pedrón Rodado (> 12 ")		0,0	Canto Rodado (12 "- 3 ")		0,0	Grava (3 "- N°4)	Gruesa (3 "- 3/4 "-)	38,4	Fina (3/4 "- - N°4)	26,1	Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 - Media)	9,1	Media (N°10 - N°40)	10,8	Fina (N°40 - N°200)	6,0	Finos (> N°200)		9,6																																																																																																
Distribución del Tamaño de las Partículas																																																																																																																													
Valores expresados en Porcentajes																																																																																																																													
Pedrón Rodado (> 12 ")		0,0																																																																																																																											
Canto Rodado (12 "- 3 ")		0,0																																																																																																																											
Grava (3 "- N°4)	Gruesa (3 "- 3/4 "-)	38,4																																																																																																																											
	Fina (3/4 "- - N°4)	26,1																																																																																																																											
Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 - Media)	9,1																																																																																																																											
	Media (N°10 - N°40)	10,8																																																																																																																											
	Fina (N°40 - N°200)	6,0																																																																																																																											
Finos (> N°200)		9,6																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #92d050;"> <th colspan="4">Condiciones de Filtro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D15 = 0,354</td> <td>Cu = 49,30</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D30 = 2,804</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D60 = 17,475</td> <td>Cc = 1,27</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr style="background-color: #92d050;"> <td colspan="4" style="text-align: center;">Cu &gt;= 4 OK</td> </tr> <tr style="background-color: #92d050;"> <td colspan="4" style="text-align: center;">1 &lt;= Cc &lt;= 3 OK</td> </tr> </tbody> </table>			Condiciones de Filtro				D15 = 0,354	Cu = 49,30			D30 = 2,804				D60 = 17,475	Cc = 1,27			Cu >= 4 OK				1 <= Cc <= 3 OK																																																																																																						
Condiciones de Filtro																																																																																																																													
D15 = 0,354	Cu = 49,30																																																																																																																												
D30 = 2,804																																																																																																																													
D60 = 17,475	Cc = 1,27																																																																																																																												
Cu >= 4 OK																																																																																																																													
1 <= Cc <= 3 OK																																																																																																																													
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro																																																																																																																													
<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> ROGER MAGALLANES	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018																																																																																																																										



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	<b>CALICATA</b>	2	
	<b>MUESTRA N° :</b>	2	
	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,5	
	<b>COORDENADAS:</b>	<b>NORTE:</b>	0507851
		<b>ESTE:</b>	9754140

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	P	P
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P4 )	92,77	92,77
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	87,51	87,51
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	5,26	5,26
Masa del Recipiente ( P4 )	17,15	17,15
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	70,36	70,36
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	7,48	7,48

**OBSERVACIONES :**

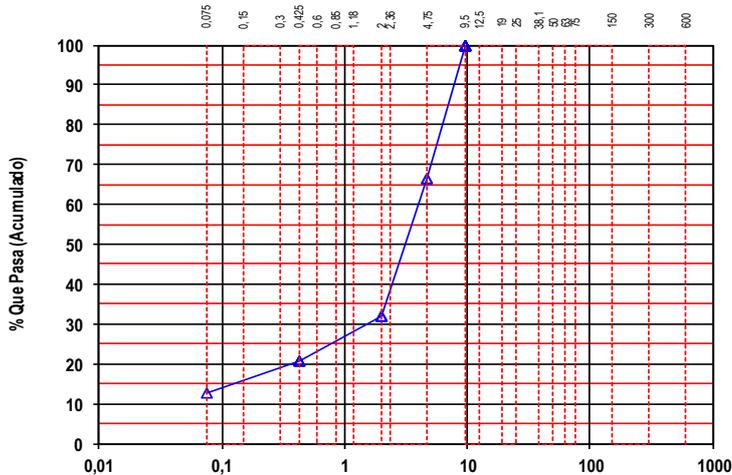
*Normas de Referencia*

INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 1140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. ¾ "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	25,26	23,5	66,60
<b>Pasa No. 4</b>			

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante
	Parcial	Acumulada		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	12,93	36,43	48,22	32,11
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	12,21	48,64	30,87	20,56
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	8,22	56,86	19,18	12,78
<b>Pasa No. 200</b>				
Masa inicial del material para Lavado 76 gr.				
Masa final corregida por Humedad de los finos 70,4 gr.				
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo				

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA**  
 TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



Distribución del Tamaño de las Partículas		
Valores expresados en Porcentajes		
Pedregón Rodado (> 12 ")		0,0
Canto Rodado (12 "- 3 ")		0,0
Grava (¾ "- N°4)	Gruesa (¾ "- 3 ")	0,0
	Fina (¾ "- 3/4 ")	33,4
Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 - Media)	34,5
	Media (N°10 - Fina)	11,6
	Fina (N°40 - Fina)	7,8
Finos (> N°200)		12,8

Condiciones de Filtro	
D15 = 0,123	Cu = 32,68
D30 = 1,507	
D60 = 4,026	Cc = 4,58
<b>Cu &gt;= 6 OK</b>	
<b>1 &gt; Cc &gt; 3 No Cumple</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro	

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> ROGER MAGALLANES	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018
---	---	---	---



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

**TESIS:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

<b>CALICATA</b>	2
<b>MUESTRA N° :</b>	3
<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,5
<b>COORDENADAS:</b>	NORTE: 0507851 ESTE: 9754140

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	F	F
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	90,00	90,00
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	80,38	80,38
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	9,62	9,62
Masa del Recipiente ( P4 )	17,18	17,18
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	63,20	63,20
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	15,22	15,22

**OBSERVACIONES :**

Normas de Referencia

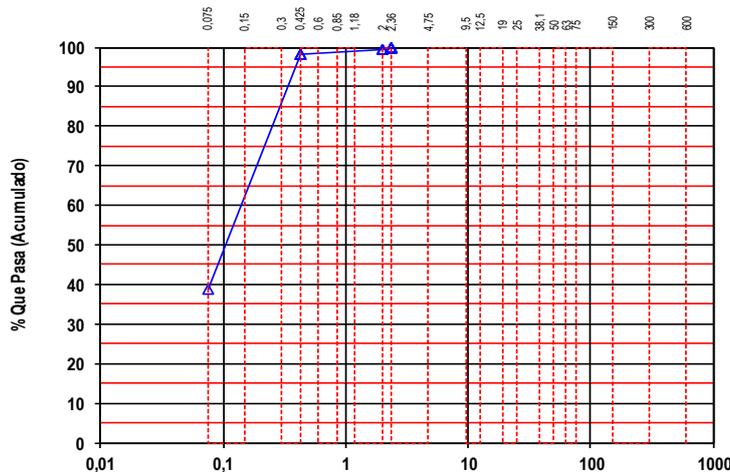
INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 1140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. ¾ "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	0	0,0	100,00
Pasa No. 4			

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante
	Parcial	Acumulada		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	0,44	0,44	99,30	
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	0,77	1,21	98,09	
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	37,38	38,59	38,94	
Pasa No. 200				
Masa inicial del material para Lavac 73 gr.				
Masa final corregida por Humedad de los fino 63,2 gr.				
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo				

### CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA

TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



Distribución del Tamaño de las Partículas		
Valores expresados en Porcentajes		
<b>Pedrón Rodado (&gt; 12")</b>		<b>0,0</b>
<b>Canto Rodado (12"-3")</b>		<b>0,0</b>
<b>Grava (3"-N°4)</b>	Gruesa (3"-N°4)	0,0
	Fina (3/4"-N°10)	0,0
<b>Arena (N°4-N°200)</b>	Gruesa (N°4-N°10)	0,7
	Media (N°10-N°40)	1,2
	Fina (N°40-N°200)	59,1
<b>Finos (&gt; N°200)</b>		<b>38,9</b>

Condiciones de Filtro	
D15 =	Cu =
D30 =	Cc =
D60 = 0,139	
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro	

<b>Responsable:</b> Ing. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> ROGER MAGALLANES	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018
--	---	---	---



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	<b>CALICATA</b>	2	
	<b>MUESTRA N° :</b>	4	
	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,5	
	<b>COORDENADAS:</b>	<b>NORTE:</b>	0507851
		<b>ESTE:</b>	9754140

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	C1	C2
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	85,36	85,36
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	74,31	74,31
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	11,05	11,05
Masa del Recipiente ( P4 )	16,29	16,29
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	58,02	58,02
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	19,05	19,05

**OBSERVACIONES :**

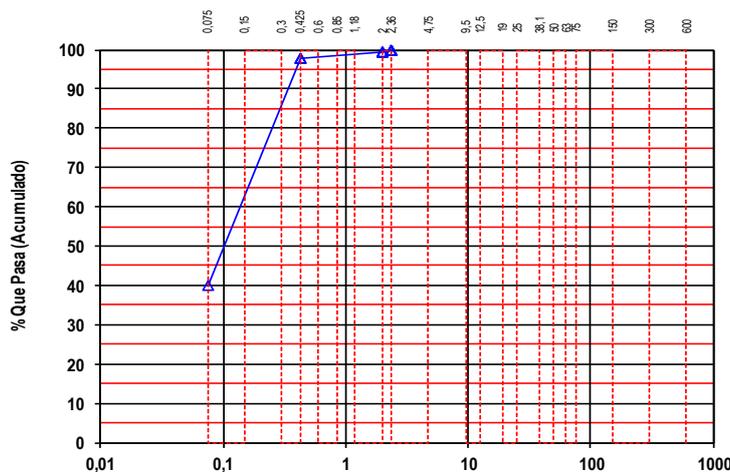
*Normas de Referencia*

INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 1140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. ¾ "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	0	0,0	100,00
Pasa No. 4			

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante
	Parcial	Acumulada		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	0,46	0,46	99,21	
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	0,71	1,17	97,98	
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	33,75	34,92	39,81	
Pasa No. 200				
Masa inicial del material para Lavac 69 gr.				
Masa final corregida por Humedad de los finos 58,0 gr.				
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo				

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA**  
TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)

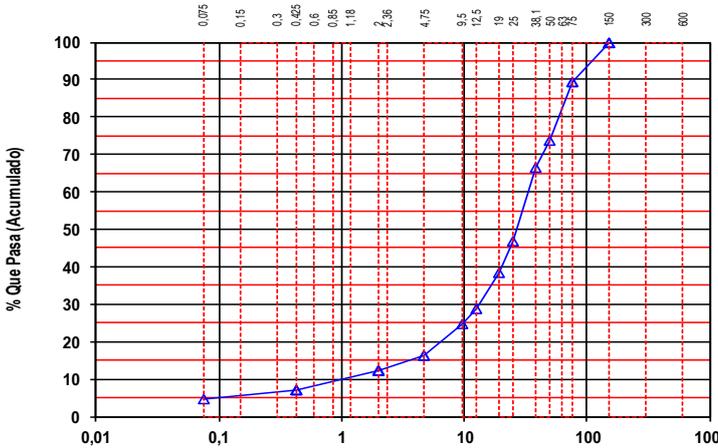


Distribución del Tamaño de las Partículas			
Valores expresados en Porcentajes			
Pedrón Rodado (> 12")			0,0
Canto Rodado (12"-3")			0,0
Grava (3"-N°4)	Gruesa (3"-3/4")	0,0	0,0
	Fina (3/4"-N°10)	0,0	
Arena (N°4-N°200)	Gruesa (N°4-N°10)	0,8	60,2
	Media (N°10-N°40)	1,2	
	Fina (N°40-N°200)	58,2	
Finos (> N°200)			39,8

Condiciones de Filtro	
D15 =	Cu =
D30 =	Cc =
D60 = 0,137	
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro	

<b>Responsable:</b> Ing. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> ROGER MAGALLANES	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018
--	---	---	---

### Anexo C. 3: Granulometría calicata 3.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTO</b>																																																																																																																													
<b>Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos</b>																																																																																																																														
<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><b>CALICATA</b></td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td><b>MUESTRA N° :</b></td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td><b>PROFUNDIDAD :</b></td> <td style="text-align: center;">1,6</td> </tr> <tr> <td><b>COORDENADAS:</b></td> <td> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: none;"><b>NORTE:</b></td> <td style="border: none; text-align: center;">0508104</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><b>ESTE:</b></td> <td style="border: none; text-align: center;">9754097</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	<b>CALICATA</b>	3	<b>MUESTRA N° :</b>	1	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,6	<b>COORDENADAS:</b>	<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: none;"><b>NORTE:</b></td> <td style="border: none; text-align: center;">0508104</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><b>ESTE:</b></td> <td style="border: none; text-align: center;">9754097</td> </tr> </table>	<b>NORTE:</b>	0508104	<b>ESTE:</b>	9754097																																																																																																																
<b>CALICATA</b>	3																																																																																																																													
<b>MUESTRA N° :</b>	1																																																																																																																													
<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,6																																																																																																																													
<b>COORDENADAS:</b>	<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: none;"><b>NORTE:</b></td> <td style="border: none; text-align: center;">0508104</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"><b>ESTE:</b></td> <td style="border: none; text-align: center;">9754097</td> </tr> </table>	<b>NORTE:</b>	0508104	<b>ESTE:</b>	9754097																																																																																																																									
<b>NORTE:</b>	0508104																																																																																																																													
<b>ESTE:</b>	9754097																																																																																																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="background-color: #92d050;">Ensayo de Contenido de Humedad</th> <th colspan="2" style="background-color: #92d050;">Material Serie</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #92d050;">Gruesa</th> <th style="background-color: #92d050;">Fina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">D</td> </tr> <tr> <td>Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )</td> <td style="text-align: center;">811,00</td> <td style="text-align: center;">711,00</td> </tr> <tr> <td>Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )</td> <td style="text-align: center;">727,00</td> <td style="text-align: center;">650,00</td> </tr> <tr> <td>Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )</td> <td style="text-align: center;">84,00</td> <td style="text-align: center;">61,00</td> </tr> <tr> <td>Masa del Recipiente ( P4 )</td> <td style="text-align: center;">94,25</td> <td style="text-align: center;">95,00</td> </tr> <tr> <td>Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )</td> <td style="text-align: center;">632,75</td> <td style="text-align: center;">555,00</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )</td> <td style="text-align: center;">13,28</td> <td style="text-align: center;">10,99</td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie		Gruesa	Fina	Recipiente N°	A	D	Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	811,00	711,00	Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	727,00	650,00	Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	84,00	61,00	Masa del Recipiente ( P4 )	94,25	95,00	Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	632,75	555,00	% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	13,28	10,99	<b>OBSERVACIONES :</b> <i>Normas de Referencia</i> INEN 154-1986 INEN 696-1982 INEN 697-1982 ASTM C 117-95 ASTM C 136-96a ASTM C 1140-98 AASHTO T 11-91 AASHTO T 27-93																																																																																																			
Ensayo de Contenido de Humedad		Material Serie																																																																																																																												
	Gruesa	Fina																																																																																																																												
Recipiente N°	A	D																																																																																																																												
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	811,00	711,00																																																																																																																												
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	727,00	650,00																																																																																																																												
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	84,00	61,00																																																																																																																												
Masa del Recipiente ( P4 )	94,25	95,00																																																																																																																												
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	632,75	555,00																																																																																																																												
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	13,28	10,99																																																																																																																												
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #92d050;">SERIE GRUESA</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="background-color: #92d050;">Tamiz ASTM Abertura / N°.</th> <th colspan="2" style="background-color: #92d050;">Masa Retenida</th> <th rowspan="2" style="background-color: #92d050;">% Pasante Acumulado</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #92d050;">Parcial</th> <th style="background-color: #92d050;">Acumulada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>600, mm. 24 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>300, mm. 12 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>150, mm. 6 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>75, mm. 3 "</td><td style="text-align: center;">1095</td><td style="text-align: center;">966,7</td><td style="text-align: center;">89,44</td></tr> <tr><td>63, mm. 2 ½ "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>50, mm. 2 "</td><td style="text-align: center;">1623</td><td style="text-align: center;">2399,5</td><td style="text-align: center;">73,80</td></tr> <tr><td>38,1 mm. 1 ½ "</td><td style="text-align: center;">769</td><td style="text-align: center;">3078,3</td><td style="text-align: center;">66,38</td></tr> <tr><td>25, mm. 1 "</td><td style="text-align: center;">2038</td><td style="text-align: center;">4877,5</td><td style="text-align: center;">46,74</td></tr> <tr><td>19, mm. ¾ "</td><td style="text-align: center;">876</td><td style="text-align: center;">5650,8</td><td style="text-align: center;">38,29</td></tr> <tr><td>12,5 mm. 1/2 "</td><td style="text-align: center;">1009</td><td style="text-align: center;">6541,6</td><td style="text-align: center;">28,56</td></tr> <tr><td>9,5 mm. 3/8 "</td><td style="text-align: center;">405</td><td style="text-align: center;">6899,1</td><td style="text-align: center;">24,66</td></tr> <tr><td>4,75 mm. No. 4</td><td style="text-align: center;">881</td><td style="text-align: center;">7676,9</td><td style="text-align: center;">16,17</td></tr> <tr><td><b>Pasa No. 4</b></td><td style="text-align: center;"><b>1643</b></td><td style="text-align: center;"><b>1480</b></td><td></td></tr> </tbody> </table>	SERIE GRUESA				Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado	Parcial	Acumulada	600, mm. 24 "				300, mm. 12 "				150, mm. 6 "				75, mm. 3 "	1095	966,7	89,44	63, mm. 2 ½ "				50, mm. 2 "	1623	2399,5	73,80	38,1 mm. 1 ½ "	769	3078,3	66,38	25, mm. 1 "	2038	4877,5	46,74	19, mm. ¾ "	876	5650,8	38,29	12,5 mm. 1/2 "	1009	6541,6	28,56	9,5 mm. 3/8 "	405	6899,1	24,66	4,75 mm. No. 4	881	7676,9	16,17	<b>Pasa No. 4</b>	<b>1643</b>	<b>1480</b>		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="background-color: #92d050;">SERIE FINA</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="background-color: #92d050;">Tamiz ASTM Abertura / N°.</th> <th colspan="2" style="background-color: #92d050;">Masa Retenida</th> <th rowspan="2" style="background-color: #92d050;">% Pasante</th> <th rowspan="2" style="background-color: #92d050;">% Pasante</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #92d050;">Parcial</th> <th style="background-color: #92d050;">Acumulada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,36 mm. No. 8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2, mm. No. 10</td><td style="text-align: center;">68,48</td><td style="text-align: center;">68,48</td><td style="text-align: center;">74,66</td><td style="text-align: center;">12,07</td></tr> <tr><td>1,18 mm. No. 16</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,85 mm. No. 20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,60 mm. No. 30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,425 mm. No. 40</td><td style="text-align: center;">81,56</td><td style="text-align: center;">150,04</td><td style="text-align: center;">44,49</td><td style="text-align: center;">7,19</td></tr> <tr><td>0,3 mm. No. 50</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,15 mm. No. 100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,075 mm. No. 200</td><td style="text-align: center;">45,39</td><td style="text-align: center;">195,43</td><td style="text-align: center;">27,70</td><td style="text-align: center;">4,48</td></tr> <tr><td><b>Pasa No. 200</b></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Masa inicial del material para Lavac 300 gr.                  Masa final corregida por Humedad de los finc 270,3 gr.                  Masa Total del Material utilizados para el Ensayo 9157,2</p>		SERIE FINA					Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante	Parcial	Acumulada	2,36 mm. No. 8					2, mm. No. 10	68,48	68,48	74,66	12,07	1,18 mm. No. 16					0,85 mm. No. 20					0,60 mm. No. 30					0,425 mm. No. 40	81,56	150,04	44,49	7,19	0,3 mm. No. 50					0,15 mm. No. 100					0,075 mm. No. 200	45,39	195,43	27,70	4,48	<b>Pasa No. 200</b>				
SERIE GRUESA																																																																																																																														
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado																																																																																																																											
	Parcial	Acumulada																																																																																																																												
600, mm. 24 "																																																																																																																														
300, mm. 12 "																																																																																																																														
150, mm. 6 "																																																																																																																														
75, mm. 3 "	1095	966,7	89,44																																																																																																																											
63, mm. 2 ½ "																																																																																																																														
50, mm. 2 "	1623	2399,5	73,80																																																																																																																											
38,1 mm. 1 ½ "	769	3078,3	66,38																																																																																																																											
25, mm. 1 "	2038	4877,5	46,74																																																																																																																											
19, mm. ¾ "	876	5650,8	38,29																																																																																																																											
12,5 mm. 1/2 "	1009	6541,6	28,56																																																																																																																											
9,5 mm. 3/8 "	405	6899,1	24,66																																																																																																																											
4,75 mm. No. 4	881	7676,9	16,17																																																																																																																											
<b>Pasa No. 4</b>	<b>1643</b>	<b>1480</b>																																																																																																																												
SERIE FINA																																																																																																																														
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante																																																																																																																										
	Parcial	Acumulada																																																																																																																												
2,36 mm. No. 8																																																																																																																														
2, mm. No. 10	68,48	68,48	74,66	12,07																																																																																																																										
1,18 mm. No. 16																																																																																																																														
0,85 mm. No. 20																																																																																																																														
0,60 mm. No. 30																																																																																																																														
0,425 mm. No. 40	81,56	150,04	44,49	7,19																																																																																																																										
0,3 mm. No. 50																																																																																																																														
0,15 mm. No. 100																																																																																																																														
0,075 mm. No. 200	45,39	195,43	27,70	4,48																																																																																																																										
<b>Pasa No. 200</b>																																																																																																																														
<b>CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA</b> TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)																																																																																																																														
																																																																																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #92d050;">Distribución del Tamaño de las Partículas</th> </tr> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #92d050;">Valores expresados en Porcentajes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Pedrón Rodado (&gt; 12 ")</td> <td></td> <td style="text-align: center; background-color: #92d050;">0,0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Canto Rodado (12"-3")</td> <td></td> <td style="text-align: center; background-color: #92d050;">10,6</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: #92d050;">Grava (3"-N°4)</td> <td style="background-color: #92d050;">Gruesa (3"-)</td> <td style="text-align: center;">51,2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Fina (3/4"-)</td> <td style="text-align: center;">22,1</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="background-color: #92d050;">Arena (N°4-N°200)</td> <td style="background-color: #92d050;">Gruesa (N°4-)</td> <td style="text-align: center;">4,1</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Media (N°10-)</td> <td style="text-align: center;">4,9</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Fina (N°40-)</td> <td style="text-align: center;">2,7</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Finos (&gt; N°200)</td> <td></td> <td style="text-align: center; background-color: #92d050;">4,5</td> </tr> </tbody> </table>		Distribución del Tamaño de las Partículas			Valores expresados en Porcentajes			Pedrón Rodado (> 12 ")		0,0	Canto Rodado (12"-3")		10,6	Grava (3"-N°4)	Gruesa (3"-)	51,2	Fina (3/4"-)	22,1	Arena (N°4-N°200)	Gruesa (N°4-)	4,1	Media (N°10-)	4,9	Fina (N°40-)	2,7	Finos (> N°200)		4,5	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #92d050;">Condiciones de Filtro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D15 = 3,714</td> <td style="text-align: right;">Cu = 8,95</td> </tr> <tr> <td>D30 = 13,297</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D60 = 33,226</td> <td style="text-align: right;">Cc = 1,43</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #92d050;">                     Cu &gt;= 4 OK                      1 &lt;= Cc &lt;= 3 OK                 </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro                 </td> </tr> </tbody> </table>	Condiciones de Filtro		D15 = 3,714	Cu = 8,95	D30 = 13,297		D60 = 33,226	Cc = 1,43	Cu >= 4 OK 1 <= Cc <= 3 OK		<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro																																																																																						
Distribución del Tamaño de las Partículas																																																																																																																														
Valores expresados en Porcentajes																																																																																																																														
Pedrón Rodado (> 12 ")		0,0																																																																																																																												
Canto Rodado (12"-3")		10,6																																																																																																																												
Grava (3"-N°4)	Gruesa (3"-)	51,2																																																																																																																												
	Fina (3/4"-)	22,1																																																																																																																												
Arena (N°4-N°200)	Gruesa (N°4-)	4,1																																																																																																																												
	Media (N°10-)	4,9																																																																																																																												
	Fina (N°40-)	2,7																																																																																																																												
Finos (> N°200)		4,5																																																																																																																												
Condiciones de Filtro																																																																																																																														
D15 = 3,714	Cu = 8,95																																																																																																																													
D30 = 13,297																																																																																																																														
D60 = 33,226	Cc = 1,43																																																																																																																													
Cu >= 4 OK 1 <= Cc <= 3 OK																																																																																																																														
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro																																																																																																																														
<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> ROGER MAGALLANES	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018																																																																																																																											



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	<b>CALICATA</b>	3	
	<b>MUESTRA N° :</b>	2	
	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,6	
	<b>COORDENADAS:</b>	<b>NORTE:</b>	0508104
		<b>ESTE:</b>	9754097

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	P	P
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	88,87	88,87
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	79,38	79,38
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	9,49	9,49
Masa del Recipiente ( P4 )	16,33	16,33
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	63,05	63,05
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	15,05	15,05

**OBSERVACIONES :**

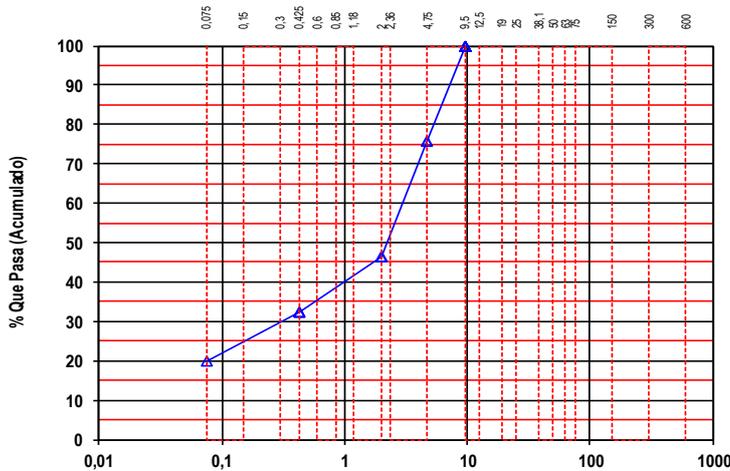
*Normas de Referencia*

INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. 3/4 "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	17,49	15,2	75,89
Pasa No. 4			

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante
	Parcial	Acumulada		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	9,28	24,48	61,17	46,42
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	11,81	36,29	42,44	32,21
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	10,11	46,40	26,40	20,04
Pasa No. 200				
Masa inicial del material para Lavac 73 gr.				
Masa final corregida por Humedad de los finc 63,1 gr.				
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo				

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA**  
 TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



Distribución del Tamaño de las Partículas		
Valores expresados en Porcentajes		
Pedrón Rodado (> 12 ")		0,0
Canto Rodado (12" - 3")		0,0
Grava (3" - N°4)	Gruesa (3" - 3/4")	0,0
	Fina (3/4" - N°4)	24,1
Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 - Media)	29,5
	Media (N°10 - Fina)	14,2
	Fina (N°40 - N°200)	12,2
Finos (> N°200)		20,0

Condiciones de Filtro	
D15 = 0,15	Cu = 0,310
D30 = 0,310	Cc = 0,0
D60 = 2,979	
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro	

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> ROGER MAGALLANES	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018
---	---	---	---



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	<b>CALICATA</b>	3
	<b>MUESTRA N° :</b>	3
	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,6
	<b>COORDENADAS:</b>	NORTE: 0508104 ESTE: 9754097

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	T	T
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	86,63	86,63
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	78,20	78,20
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	8,43	8,43
Masa del Recipiente ( P4 )	16,78	16,78
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	61,42	61,42
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	13,73	13,73

**OBSERVACIONES :**

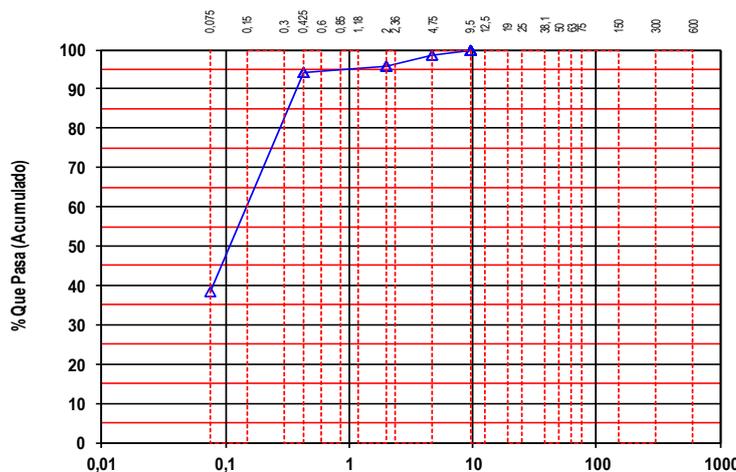
*Normas de Referencia*

INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 1140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. ¾ "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	1,1	1,0	98,43
Pasa No. 4			

SERIE FINA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante
	Parcial	Acumulada	
2,36 mm. No. 8			
2, mm. No. 10	0,59	1,56	97,46
1,18 mm. No. 16			
0,85 mm. No. 20			
0,60 mm. No. 30			
0,425 mm. No. 40	1,12	2,68	95,64
0,3 mm. No. 50			
0,15 mm. No. 100			
0,075 mm. No. 200	34,71	37,39	39,13
Pasa No. 200			
Masa inicial del material para Lavac 70 gr.			
Masa final corregida por Humedad de los finc 61,4 gr.			
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo			

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA**  
TAMICESASTM (Abertura en milímetros)



Distribución del Tamano de las Partículas		
Valores expresados en Porcentajes		
Pedrón Rodado (> 12 ")		0,0
Canto Rodado (12 "-3 ")		0,0
Grava (3 "-N°4)	Gruesa (3 "-3/4")	0,0
	Fina (3/4"-N°10)	1,6
Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 - N°10)	2,5
	Media (N°10 - N°40)	1,8
	Fina (N°40 - N°200)	55,6
Finos (> N°200)		38,5

Condiciones de Filtro	
D15 =	Cu =
D30 =	Cc =
D60 = 0,147	
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro	

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> ROGER MAGALLANES	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018
---	---	---	---



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	<b>CALICATA</b>	3
	<b>MUESTRA N° :</b>	4
	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,6
	<b>COORDENADAS:</b>	<b>NORTE:</b> 0508104 <b>ESTE:</b> 9754097

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	D	D
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	86,46	86,46
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	80,22	80,22
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	6,24	6,24
Masa del Recipiente ( P4 )	16,83	16,83
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	63,39	63,39
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	9,84	9,84

**OBSERVACIONES :**

*Normas de Referencia*

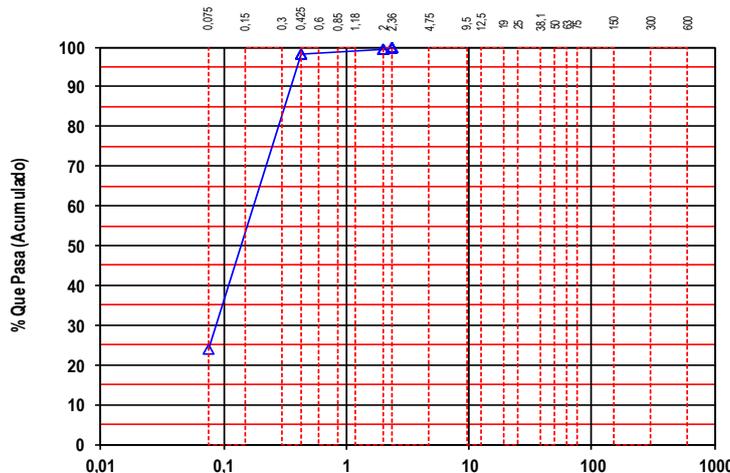
INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 1140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. 3/4 "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	0	0,0	100,00
<b>Pasa No. 4</b>			

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante
	Parcial	Acumulada		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	0,36	0,36	99,43	
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	0,71	1,07	98,31	
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	47,17	48,24	23,90	
<b>Pasa No. 200</b>				

Masa inicial del material para Lavac 70 gr.  
 Masa final corregida por Humedad de los finc 63,4 gr.  
 Masa Total del Material utilizados para el Ensayo

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA**  
 TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



Distribución del Tamaño de las Partículas			
Valores expresados en Porcentajes			
Pedrón Rodado (> 12 ")			0,0
Canto Rodado (12 " - 3 ")			0,0
Grava (3 " - N°4)	Gruesa (3 " - N°4)	0,0	0,0
	Fina (3/4 " - N°10)	0,0	
Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 - N°10)	0,6	76,1
	Media (N°10 - N°40)	1,1	
	Fina (N°40 - N°200)	74,4	
Finos (> N°200)			23,9

Condiciones de Filtro	
D15 = 0,075	Cu = 0,075
D30 = 0,086	
D60 = 0,174	Cc = 0,075

Calcular condiciones de Filtro

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> ROGER MAGALLANES	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018
---	---	---	---



### Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	<b>CALICATA</b>	3	
	<b>MUESTRA N° :</b>	5	
	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,6	
	<b>COORDENADAS:</b>	<b>NORTE:</b>	0508104
		<b>ESTE:</b>	9754097

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	Y	Y
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	88,01	88,01
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	77,76	77,76
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	10,25	10,25
Masa del Recipiente ( P4 )	17,12	17,12
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	60,64	60,64
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	16,90	16,90

**OBSERVACIONES :**

*Normas de Referencia*

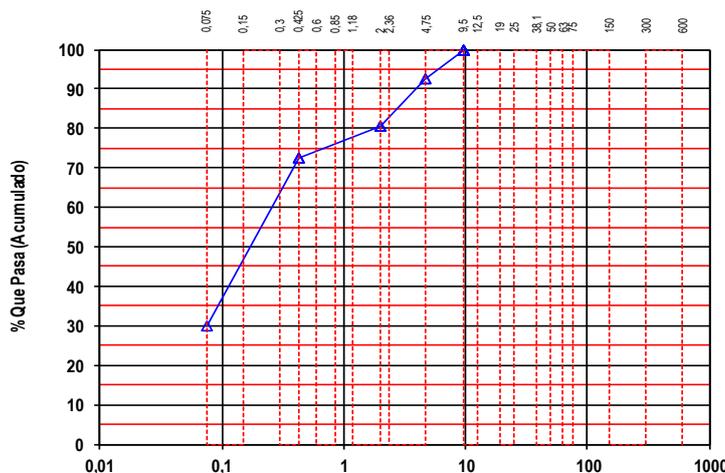
INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulado	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. 3/4 "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	5,14	4,4	92,75
Pasa No. 4			

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante
	Parcial	Acumulado		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	3,55	7,95	86,90	80,59
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	5,22	13,17	78,29	72,61
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	28,00	41,17	32,11	29,78
Pasa No. 200				

Masa inicial del material para Lavado 71 gr.  
 Masa final corregida por Humedad de los finos 60,6 gr.  
 Masa Total del Material utilizados para el Ensayo

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA**  
 TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



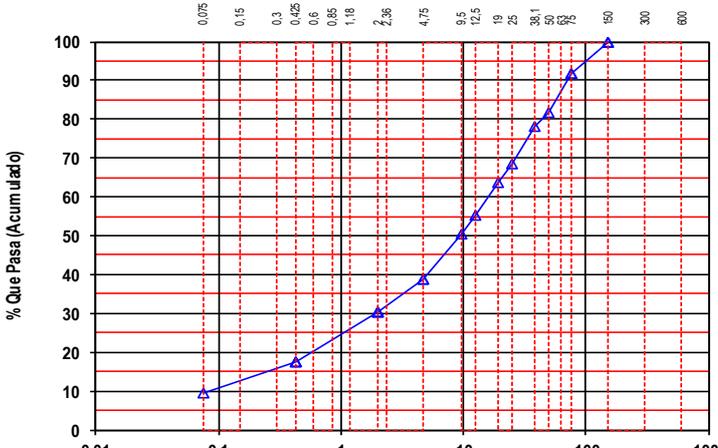
Distribución del Tamaño de las Partículas		
Valores expresados en Porcentajes		
Pedrón Rodado (> 12")		0,0
Canto Rodado (12"-3")		0,0
Grava (3"-N°4)	Gruesa (3"-Fina (3/4"-	0,0
		7,3
Arena (N°4-N°200)	Gruesa (N°4-Media (N°10-Fina (N°40-	12,2
		8,0
		42,8
Finos (> N°200)		29,8

Condiciones de Filtro	
D15 =	Cu =
D30 = 0,076	Cc =
D60 = 0,255	

Calcular condiciones de Filtro

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> ROGER MAGALLANES	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE DEL 2018
---	---	---	---

## Anexo C. 4: Granulometría calicata 4.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTO</b>																																																																																																																				
<b>Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos</b>																																																																																																																					
<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><b>CALICATA</b></td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td><b>MUESTRA N° :</b></td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td><b>PROFUNDIDAD :</b></td> <td style="text-align: center;">1,5</td> </tr> <tr> <td><b>COORDENADAS:</b></td> <td>                 NORTE: 0508307                  ESTE: 9754074             </td> </tr> </table>	<b>CALICATA</b>	4	<b>MUESTRA N° :</b>	1	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,5	<b>COORDENADAS:</b>	NORTE: 0508307 ESTE: 9754074																																																																																																											
<b>CALICATA</b>	4																																																																																																																				
<b>MUESTRA N° :</b>	1																																																																																																																				
<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,5																																																																																																																				
<b>COORDENADAS:</b>	NORTE: 0508307 ESTE: 9754074																																																																																																																				
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ensayo de Contenido de Humedad</th> <th colspan="2">Material Serie</th> </tr> <tr> <th>Gruesa</th> <th>Fina</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td style="text-align: center;">R</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td>Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )</td> <td style="text-align: right;">1089,00</td> <td style="text-align: right;">746,00</td> </tr> <tr> <td>Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )</td> <td style="text-align: right;">965,00</td> <td style="text-align: right;">664,00</td> </tr> <tr> <td>Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )</td> <td style="text-align: right;">124,00</td> <td style="text-align: right;">82,00</td> </tr> <tr> <td>Masa del Recipiente ( P4 )</td> <td style="text-align: right;">89,77</td> <td style="text-align: right;">104,11</td> </tr> <tr> <td>Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )</td> <td style="text-align: right;">875,23</td> <td style="text-align: right;">559,89</td> </tr> <tr> <td>% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )</td> <td style="text-align: right;">14,17</td> <td style="text-align: right;">14,65</td> </tr> </tbody> </table>	Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie		Gruesa	Fina	Recipiente N°	R	A	Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	1089,00	746,00	Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	965,00	664,00	Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	124,00	82,00	Masa del Recipiente ( P4 )	89,77	104,11	Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	875,23	559,89	% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	14,17	14,65	<b>OBSERVACIONES :</b> <i>Normas de Referencia</i> INEN 154-1986 INEN 696-1982 INEN 697-1982 ASTM C 117-95 ASTM C 136-96a ASTM C 140-98 AASHTO T 11-91 AASHTO T 27-93																																																																																										
Ensayo de Contenido de Humedad		Material Serie																																																																																																																			
	Gruesa	Fina																																																																																																																			
Recipiente N°	R	A																																																																																																																			
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	1089,00	746,00																																																																																																																			
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	965,00	664,00																																																																																																																			
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	124,00	82,00																																																																																																																			
Masa del Recipiente ( P4 )	89,77	104,11																																																																																																																			
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	875,23	559,89																																																																																																																			
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	14,17	14,65																																																																																																																			
<b>SERIE GRUESA</b>	<b>SERIE FINA</b>																																																																																																																				
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamiz ASTM Abertura / N°</th> <th colspan="2">Masa Retenida</th> <th rowspan="2">% Pasante Acumulado</th> </tr> <tr> <th>Parcial</th> <th>Acumulada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>600, mm. 24 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>300, mm. 12 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>150, mm. 6 "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>75, mm. 3 "</td><td style="text-align: right;">810</td><td style="text-align: right;">709,5</td><td style="text-align: right;">91,84</td></tr> <tr><td>63, mm. 2 ½ "</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>50, mm. 2 "</td><td style="text-align: right;">984</td><td style="text-align: right;">1571,4</td><td style="text-align: right;">81,93</td></tr> <tr><td>38,1 mm. 1 ½ "</td><td style="text-align: right;">363</td><td style="text-align: right;">1889,3</td><td style="text-align: right;">78,27</td></tr> <tr><td>25, mm. 1 "</td><td style="text-align: right;">968</td><td style="text-align: right;">2737,2</td><td style="text-align: right;">68,52</td></tr> <tr><td>19, mm. ¾ "</td><td style="text-align: right;">497</td><td style="text-align: right;">3172,5</td><td style="text-align: right;">63,51</td></tr> <tr><td>12,5 mm. 1/2 "</td><td style="text-align: right;">813</td><td style="text-align: right;">3884,6</td><td style="text-align: right;">55,32</td></tr> <tr><td>9,5 mm. 3/8 "</td><td style="text-align: right;">494</td><td style="text-align: right;">4317,3</td><td style="text-align: right;">50,34</td></tr> <tr><td>4,75 mm. No. 4</td><td style="text-align: right;">1150</td><td style="text-align: right;">5324,6</td><td style="text-align: right;">38,76</td></tr> <tr><td>Pasa No. 4</td><td style="text-align: right;">3863</td><td style="text-align: right;">3370</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Tamiz ASTM Abertura / N°	Masa Retenida		% Pasante Acumulado	Parcial	Acumulada	600, mm. 24 "				300, mm. 12 "				150, mm. 6 "				75, mm. 3 "	810	709,5	91,84	63, mm. 2 ½ "				50, mm. 2 "	984	1571,4	81,93	38,1 mm. 1 ½ "	363	1889,3	78,27	25, mm. 1 "	968	2737,2	68,52	19, mm. ¾ "	497	3172,5	63,51	12,5 mm. 1/2 "	813	3884,6	55,32	9,5 mm. 3/8 "	494	4317,3	50,34	4,75 mm. No. 4	1150	5324,6	38,76	Pasa No. 4	3863	3370		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamiz ASTM Abertura / N°</th> <th colspan="2">Masa Retenida</th> <th rowspan="2">% Pasante</th> <th rowspan="2">% Pasante</th> </tr> <tr> <th>Parcial</th> <th>Acumulada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,36 mm. No. 8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2, mm. No. 10</td><td style="text-align: right;">56,87</td><td style="text-align: right;">56,87</td><td style="text-align: right;">78,27</td><td style="text-align: right;">30,33</td></tr> <tr><td>1,18 mm. No. 16</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,85 mm. No. 20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,60 mm. No. 30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,425 mm. No. 40</td><td style="text-align: right;">86,18</td><td style="text-align: right;">143,05</td><td style="text-align: right;">45,33</td><td style="text-align: right;">17,57</td></tr> <tr><td>0,3 mm. No. 50</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,15 mm. No. 100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0,075 mm. No. 200</td><td style="text-align: right;">54,91</td><td style="text-align: right;">197,96</td><td style="text-align: right;">24,35</td><td style="text-align: right;">9,44</td></tr> <tr><td>Pasa No. 200</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Masa inicial del material para Lavac 300 gr.                  Masa final corregida por Humedad de los finc 261,7 gr.                  Masa Total del Material utilizados para el Ensayo 8694,1</p>		Tamiz ASTM Abertura / N°	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante	Parcial	Acumulada	2,36 mm. No. 8					2, mm. No. 10	56,87	56,87	78,27	30,33	1,18 mm. No. 16					0,85 mm. No. 20					0,60 mm. No. 30					0,425 mm. No. 40	86,18	143,05	45,33	17,57	0,3 mm. No. 50					0,15 mm. No. 100					0,075 mm. No. 200	54,91	197,96	24,35	9,44	Pasa No. 200				
Tamiz ASTM Abertura / N°		Masa Retenida			% Pasante Acumulado																																																																																																																
	Parcial	Acumulada																																																																																																																			
600, mm. 24 "																																																																																																																					
300, mm. 12 "																																																																																																																					
150, mm. 6 "																																																																																																																					
75, mm. 3 "	810	709,5	91,84																																																																																																																		
63, mm. 2 ½ "																																																																																																																					
50, mm. 2 "	984	1571,4	81,93																																																																																																																		
38,1 mm. 1 ½ "	363	1889,3	78,27																																																																																																																		
25, mm. 1 "	968	2737,2	68,52																																																																																																																		
19, mm. ¾ "	497	3172,5	63,51																																																																																																																		
12,5 mm. 1/2 "	813	3884,6	55,32																																																																																																																		
9,5 mm. 3/8 "	494	4317,3	50,34																																																																																																																		
4,75 mm. No. 4	1150	5324,6	38,76																																																																																																																		
Pasa No. 4	3863	3370																																																																																																																			
Tamiz ASTM Abertura / N°	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante																																																																																																																	
	Parcial	Acumulada																																																																																																																			
2,36 mm. No. 8																																																																																																																					
2, mm. No. 10	56,87	56,87	78,27	30,33																																																																																																																	
1,18 mm. No. 16																																																																																																																					
0,85 mm. No. 20																																																																																																																					
0,60 mm. No. 30																																																																																																																					
0,425 mm. No. 40	86,18	143,05	45,33	17,57																																																																																																																	
0,3 mm. No. 50																																																																																																																					
0,15 mm. No. 100																																																																																																																					
0,075 mm. No. 200	54,91	197,96	24,35	9,44																																																																																																																	
Pasa No. 200																																																																																																																					
<b>CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA</b> TAMICESASTM (Abertura en milímetros)																																																																																																																					
																																																																																																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Distribución del tamaño de las Partículas</th> </tr> <tr> <th colspan="3">Valores expresados en Porcentajes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pedrón Rodado (&gt; 12")</td> <td></td> <td style="text-align: right;">0,0</td> </tr> <tr> <td>Canto Rodado (12"-3")</td> <td></td> <td style="text-align: right;">8,2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Grava (3"-N°4)</td> <td>Gruesa (3"-3/4")</td> <td style="text-align: right;">28,3</td> </tr> <tr> <td>Fina (3/4"-3/8")</td> <td style="text-align: right;">24,8</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Arena (N°4-N°200)</td> <td>Gruesa (N°4-N°10)</td> <td style="text-align: right;">8,4</td> </tr> <tr> <td>Media (N°10-N°40)</td> <td style="text-align: right;">12,8</td> </tr> <tr> <td>Fina (N°40-N°200)</td> <td style="text-align: right;">8,1</td> </tr> <tr> <td>Finos (&gt; N°200)</td> <td></td> <td style="text-align: right;">9,4</td> </tr> </tbody> </table>		Distribución del tamaño de las Partículas			Valores expresados en Porcentajes			Pedrón Rodado (> 12")		0,0	Canto Rodado (12"-3")		8,2	Grava (3"-N°4)	Gruesa (3"-3/4")	28,3	Fina (3/4"-3/8")	24,8	Arena (N°4-N°200)	Gruesa (N°4-N°10)	8,4	Media (N°10-N°40)	12,8	Fina (N°40-N°200)	8,1	Finos (> N°200)		9,4	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Condiciones de Filtro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D15 = 0,246</td> <td>Cu = 64,63</td> </tr> <tr> <td>D30 = 1,921</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D60 = 15,879</td> <td>Cc = 0,95</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <b>Cu &gt;= 4 OK</b>  <b>1 &gt; Cc &gt; 3 No Cumple</b> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro                 </td> </tr> </tbody> </table>	Condiciones de Filtro		D15 = 0,246	Cu = 64,63	D30 = 1,921		D60 = 15,879	Cc = 0,95	<b>Cu &gt;= 4 OK</b> <b>1 &gt; Cc &gt; 3 No Cumple</b>		<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro																																																																													
Distribución del tamaño de las Partículas																																																																																																																					
Valores expresados en Porcentajes																																																																																																																					
Pedrón Rodado (> 12")		0,0																																																																																																																			
Canto Rodado (12"-3")		8,2																																																																																																																			
Grava (3"-N°4)	Gruesa (3"-3/4")	28,3																																																																																																																			
	Fina (3/4"-3/8")	24,8																																																																																																																			
Arena (N°4-N°200)	Gruesa (N°4-N°10)	8,4																																																																																																																			
	Media (N°10-N°40)	12,8																																																																																																																			
	Fina (N°40-N°200)	8,1																																																																																																																			
Finos (> N°200)		9,4																																																																																																																			
Condiciones de Filtro																																																																																																																					
D15 = 0,246	Cu = 64,63																																																																																																																				
D30 = 1,921																																																																																																																					
D60 = 15,879	Cc = 0,95																																																																																																																				
<b>Cu &gt;= 4 OK</b> <b>1 &gt; Cc &gt; 3 No Cumple</b>																																																																																																																					
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro																																																																																																																					
<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboradorista:</b> Roger Magallanes	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE 2018																																																																																																																		



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

**TESIS:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

CALICATA	4
MUESTRA N° :	2
PROFUNDIDAD :	1,7
COORDENADAS:	NORTE: 0508307
	ESTE: 9754074

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	A	A
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	97,01	97,01
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	89,05	89,05
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	7,96	7,96
Masa del Recipiente ( P4 )	16,51	16,51
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	72,54	72,54
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	10,97	10,97

**OBSERVACIONES :**

*Normas de Referencia*

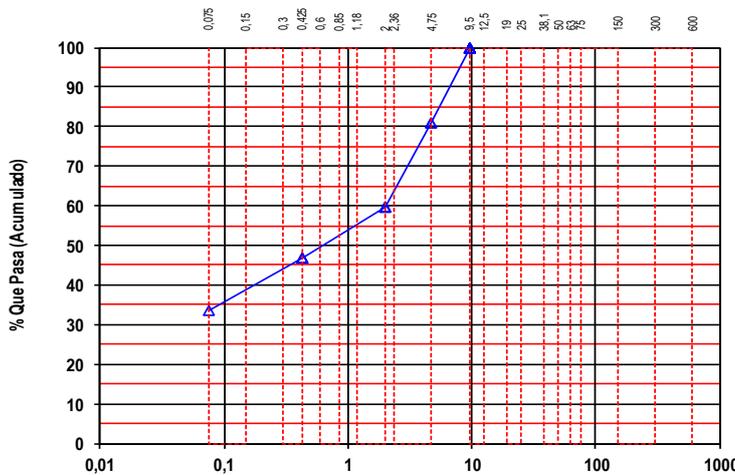
INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 1140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulado	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. 3/4 "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	15,4	13,9	80,75
Pasa No. 4			

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante
	Parcial	Acumulado		
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	5,12	19,00	73,65	59,47
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	11,50	30,50	57,70	46,59
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	11,77	42,27	41,37	33,40
Pasa No. 200				

Masa inicial del material para Lavado 80 gr.  
 Masa final corregida por Humedad de los finos 72,1 gr.  
 Masa Total del Material utilizados para el Ensayo

### CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



Distribución del Tamaño de las Partículas		
Valores expresados en Porcentajes		
Pedrón Rodado (> 12 ")	0,0	
Canto Rodado (12 " - 3 ")	0,0	
Grava (3 " - N°4)	Gruesa (3 " - N°4)	0,0
	Fina (3/4 " - N°4)	19,3
Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 - N°10)	21,3
	Media (N°10 - N°40)	12,9
	Fina (N°40 - N°200)	13,2
Finos (> N°200)	33,4	

Condiciones de Filtro	
D15 =	Cu =
D30 =	Cc =
D60 = 2,044	Cc =
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro	

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> Roger Magallanes	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE 2018
---	---	---	---



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	<b>CALICATA</b>	4
	<b>MUESTRA N° :</b>	3
	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,7
	<b>COORDENADAS:</b>	NORTE: 0508307 ESTE: 9754074

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	R	R
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	91,00	91,00
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	81,38	81,38
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	9,62	9,62
Masa del Recipiente ( P4 )	17,20	17,20
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	64,18	64,18
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	14,99	14,99

**OBSERVACIONES :**

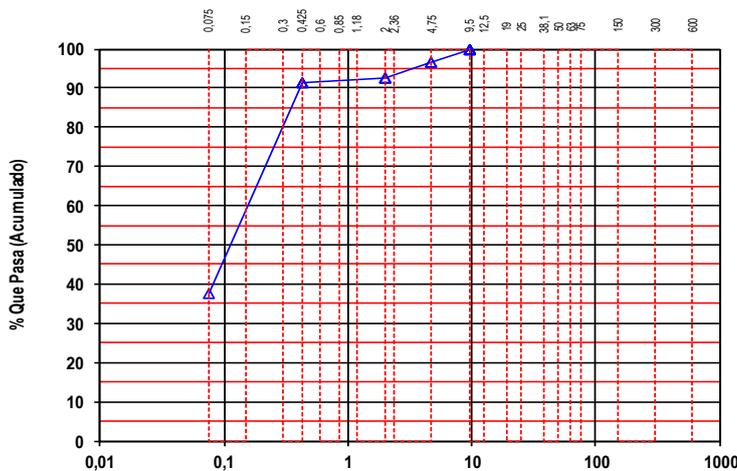
*Normas de Referencia*

INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 1140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24 "			
300, mm. 12 "			
150, mm. 6 "			
75, mm. 3 "			
63, mm. 2 ½ "			
50, mm. 2 "			
38,1 mm. 1 ½ "			
25, mm. 1 "			
19, mm. ¾ "			
12,5 mm. 1/2 "			
9,5 mm. 3/8 "			
4,75 mm. No. 4	2,51	2,2	96,65
Pasa No. 4			

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	% Pasante
	Parcial	Acumulada		
2,36 mm. No. 8				
2 mm. No. 10	0,46	2,64	95,95	92,74
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	0,81	3,45	94,71	91,54
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	36,31	39,76	39,04	37,73
Pasa No. 200				
Masa inicial del material para Lavado 75 gr.				
Masa final corregida por Humedad de los finos 65,2 gr.				
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo				

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA**  
 TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



Distribución del tamaño de las Partículas		
Valores expresados en Porcentajes		
Pedrón Rodado (> 12 ")		0,0
Canto Rodado (12 " - 3 ")		0,0
Grava (3 " - N°4)	Gruesa (3 " -	0,0
	Fina (3/4 " -	3,3
Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 -	3,9
	Media (N°10 -	1,2
	Fina (N°40 -	53,8
Finos (> N°200)		37,7

Condiciones de Filtro	
D15 =	Cu =
D30 =	Cc =
D60 = 0,154	
<input checked="" type="checkbox"/> Calcular condiciones de Filtro	

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> Roger Magallanes	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE 2018
---	---	---	---



## Determinación de la Distribución Granulométrica de Suelos y Agregados Gruesos y Finos

<b>TESIS:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	<b>CALICATA</b>	4	
	<b>MUESTRA N° :</b>	4	
	<b>PROFUNDIDAD :</b>	1,7	
	<b>COORDENADAS:</b>	<b>NORTE:</b>	0508307
		<b>ESTE:</b>	9754074

Ensayo de Contenido de Humedad	Material Serie	
	Gruesa	Fina
Recipiente N°	T	T
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	346,94	346,94
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	302,27	302,27
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	44,67	44,67
Masa del Recipiente ( P4 )	27,25	27,25
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	275,02	275,02
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	16,24	16,24

**OBSERVACIONES :**

*Normas de Referencia*

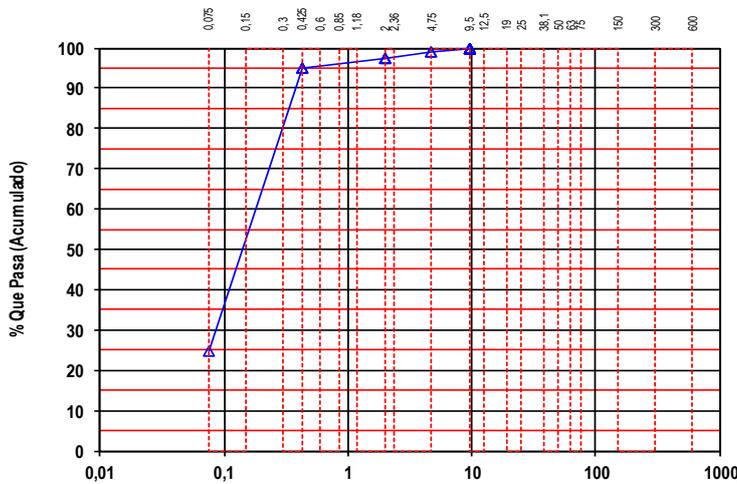
INEN 154-1986  
 INEN 696-1982  
 INEN 697-1982  
 ASTM C 117-95  
 ASTM C 136-96a  
 ASTM C 1140-98  
 AASHTO T 11-91  
 AASHTO T 27-93

SERIE GRUESA				
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante	
	Parcial	Acumulada	Acumulada	Acumulada
600, mm. 24 "				
300, mm. 12 "				
150, mm. 6 "				
75, mm. 3 "				
63, mm. 2 ½ "				
50, mm. 2 "				
38,1 mm. 1 ½ "				
25, mm. 1 "				
19, mm. ¾ "				
12,5 mm. 1/2 "				
9,5 mm. 3/8 "				
4,75 mm. No. 4	2,46	2,1	99,19	
<b>Pasa No. 4</b>				

SERIE FINA					
Tamiz ASTM Abertura / N°.	Masa Retenida		% Pasante		%
	Parcial	Acumulada	Acumulada	Acumulada	
2,36 mm. No. 8					
2, mm. No. 10	2,75	4,87	98,13	97,33	
1,18 mm. No. 16					
0,85 mm. No. 20					
0,60 mm. No. 30					
0,425 mm. No. 40	6,67	11,54	95,56	94,79	
0,3 mm. No. 50					
0,15 mm. No. 100					
0,075 mm. No. 200	183,61	195,15	24,95	24,75	
<b>Pasa No. 200</b>					

Masa inicial del material para Lavado 302 gr.  
 Masa final corregida por Humedad de los finos 260,0 gr.  
 Masa Total del Material utilizados para el Ensayo

**CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA**  
 TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



Distribución del tamaño de las Partículas		
Valores expresados en Porcentajes		
Pedrón Rodado (> 12 ")		0,0
Canto Rodado (12 " - 3 ")		0,0
Grava (¾ " - N°4)	Gruesa (¾ " - 3 ")	0,0
	Fina (¾ " - 3/4 ")	0,8
Arena (N°4 - N°200)	Gruesa (N°4 - N°10)	1,9
	Media (N°10 - N°40)	2,5
	Fina (N°40 - N°200)	70,0
Finos (> N°200)		24,8

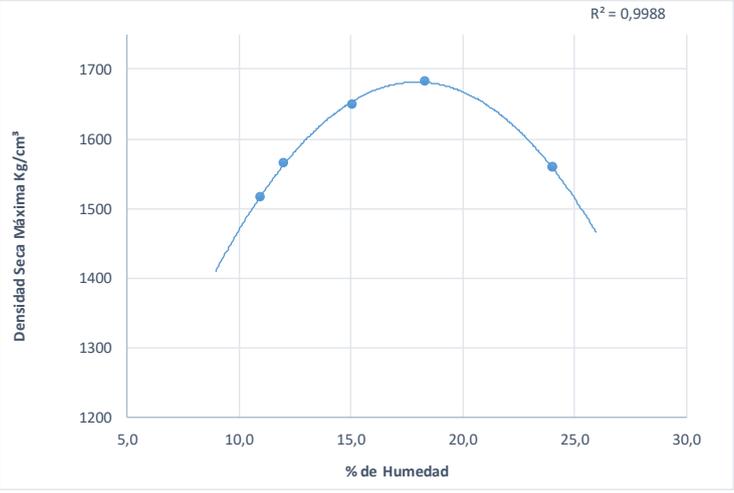
Condiciones de Filtro	
D15 = 0,085	Cu = 0,085
D30 = 0,180	Cc = 0,180
D60 = 0,180	

Calcular condiciones de Filtro

<b>Responsable:</b> Mg. Lucrecia Moreno A.	<b>Laboratorista:</b> Roger Magallanes	<b>Fecha Toma Muestra:</b> SEPTIEMBRE 2018	<b>Fecha Ensayo:</b> SEPTIEMBRE 2018
---	---	---	---

## Anexo D. Ensayos proctor modificado.

### Anexo D. 1: Proctor modificado calicata 1.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DE PROCTOR</b>															
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Camero <b>CALICATA:</b> 1 <b>MUESTRA:</b> 1														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MASA DEL CILINDRO (P7)</td><td style="text-align: right;">5372</td></tr> <tr><td>VOLUMEN DEL CILINDRO (V)</td><td style="text-align: right;">2127,92</td></tr> <tr><td>MASA DEL MARTILLO (Kg.)</td><td style="text-align: right;">4,54</td></tr> <tr><td>ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)</td><td style="text-align: right;">45,72</td></tr> <tr><td>TIPO DEL ENSAYO</td><td style="text-align: right;">C.Modificado Met. C; Ø=6"; 18"-4.5"</td></tr> <tr><td># DE CAPAS</td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td># DE GOLPES POR CAPA</td><td style="text-align: right;">56</td></tr> </table>	MASA DEL CILINDRO (P7)	5372	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2127,92	MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54	ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72	TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6"; 18"-4.5"	# DE CAPAS	5	# DE GOLPES POR CAPA	56	Modificado Metodo C;      Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)	
MASA DEL CILINDRO (P7)	5372															
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2127,92															
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54															
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72															
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6"; 18"-4.5"															
# DE CAPAS	5															
# DE GOLPES POR CAPA	56															
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>																
PUNTO #	1	2	3	4	5	6										
Material para ensayo	Grueso Fino	Grueso Fino	Grueso Fino	Grueso Fino	Grueso Fino	Grueso Fino										
RECIPIENTE #	K1	F	M	B	Q											
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	89,9	78,81	77,7	70,3	71,7											
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	82,7	72,2	69,7	62	61,14											
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	7	7	8	8	11											
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17	17	17	17	17											
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	66	55	53	45	44											
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	10,9	12,0	15,0	18,3	24,0											
% DE HUMEDAD PROMEDIO	10,94	12,00	15,04	18,32	23,98											
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN	100	200	400	600											
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	8952	9102	9410	9611	9486											
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	3580	3730	4038	4239	4114											
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1682	1753	1898	1992	1933											
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1516	1565	1650	1684	1559											
																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">RESULTADOS</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><b>Densidad Seca Máxima</b> <b>1682 Kg./m³</b></td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><b>% de Humedad Optima</b> <b>17,9 %</b></td></tr> </table>							RESULTADOS	<b>Densidad Seca Máxima</b> <b>1682 Kg./m³</b>	<b>% de Humedad Optima</b> <b>17,9 %</b>							
RESULTADOS																
<b>Densidad Seca Máxima</b> <b>1682 Kg./m³</b>																
<b>% de Humedad Optima</b> <b>17,9 %</b>																
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>		<b>FECHA DE ENSAYO</b>													
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.		OCTUBRE 2018													



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 1

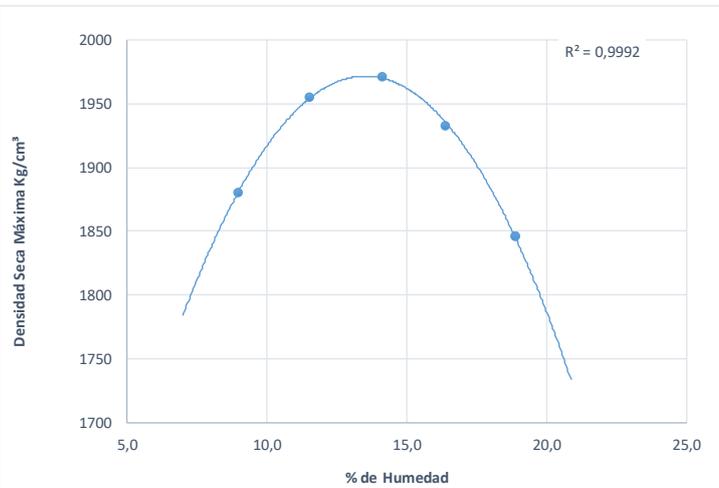
**MUESTRA:** 2

MASA DEL CILINDRO (P7)	5364
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	K		F		D		P		W			
RECIPIENTE #	K		F		D		P		W			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	74,92		61,81		69,47		70,76		97,85			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	70,16		57,2		62,95		63,21		85			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5		5		7		8		13			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		17		17		17		17			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	53		40		46		46		68			
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	9,0		11,5		14,1		16,4		18,9			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	8,98		11,52		14,14		16,39		18,87			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		200		400		600			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9581		9850		9994		9992		9880			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4217		4486		4630		4628		4516			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	2049		2180		2250		2249		2195			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1881		1955		1971		1932		1846			



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 1972 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 13,5 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO</b> OCTUBRE 2018
---	---	--



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 1

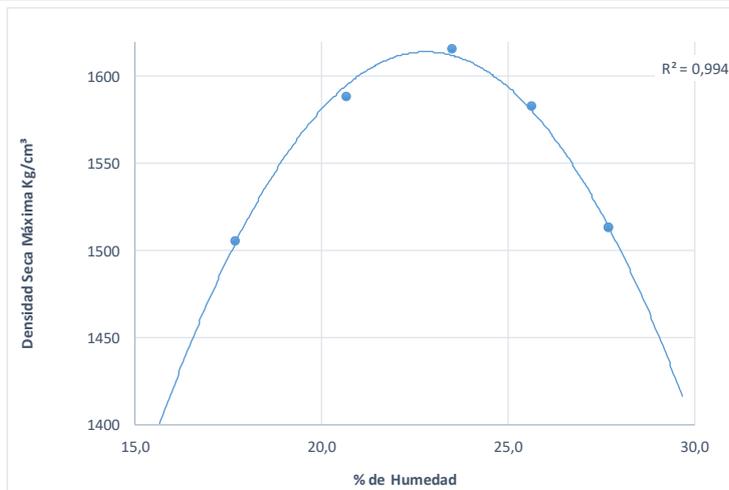
**MUESTRA:** 3

MASA DEL CILINDRO (P7)	5364
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C, Ø=6' ; 18'-4.5'
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	TN		Y		O		C1		RM			
RECIPIENTE #												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	59,68		57,39		70,04		70,92		73,23			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	53,24		50,5		59,7		59,77		61,07			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	6		7		10		11		12			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		17		16		16		17			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	36		33		44		43		44			
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	17,7		20,6		23,5		25,6		27,7			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	17,66		20,64		23,51		25,64		27,68			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		200		300		400			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9010		9308		9470		9456		9341			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	3646		3944		4106		4092		3977			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1772		1917		1995		1989		1933			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1506		1589		1616		1583		1514			



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 1614 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 22,8 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE 2018
---	---	---



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 1

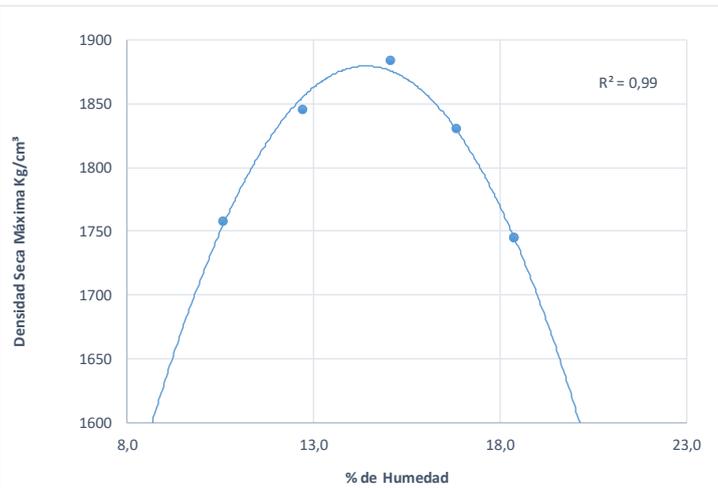
**MUESTRA:** 4

MASA DEL CILINDRO (P7)	5364
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

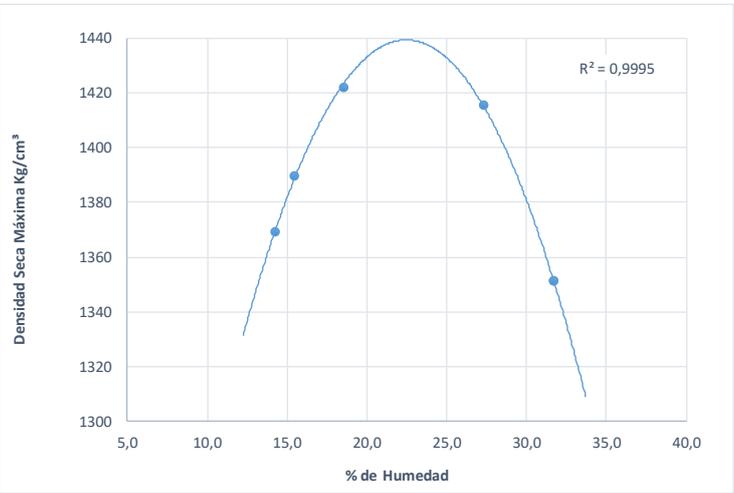
PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	Y		F		M		F		R1			
RECIPIENTE #												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	61,31		68,26		72,59		70,61		78,82			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	57,09		62,5		65,25		62,9		69,18			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	4		6		7		8		10			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		17		17		17		17			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	40		45		49		46		52			
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	10,6		12,7		15,1		16,8		18,4			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	10,55		12,72		15,06		16,83		18,37			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		200		300		400			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9486		9751		9814		9668		9614			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	3999		4280		4459		4400		4250			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1943		2080		2167		2138		2065			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1758		1845		1883		1830		1745			



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 1879 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 14,4 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE 2018
---	---	---

## Anexo D. 2: Proctor modificado calicata 2.

 <b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DE PROCTOR</b>																
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Camero <b>CALICATA:</b> 2 <b>MUESTRA:</b> 1														
<table border="1"> <tr><td>MASA DEL CILINDRO (P7)</td><td>5364</td></tr> <tr><td>VOLUMEN DEL CILINDRO (V)</td><td>2057,73</td></tr> <tr><td>MASA DEL MARTILLO (Kg.)</td><td>4,54</td></tr> <tr><td>ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)</td><td>45,72</td></tr> <tr><td>TIPO DEL ENSAYO</td><td>C.Modificado Met. C; Ø=6"; 18"-4.5"</td></tr> <tr><td># DE CAPAS</td><td>5</td></tr> <tr><td># DE GOLPES POR CAPA</td><td>56</td></tr> </table>	MASA DEL CILINDRO (P7)	5364	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73	MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54	ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72	TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6"; 18"-4.5"	# DE CAPAS	5	# DE GOLPES POR CAPA	56	Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)	
MASA DEL CILINDRO (P7)	5364															
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73															
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54															
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72															
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6"; 18"-4.5"															
# DE CAPAS	5															
# DE GOLPES POR CAPA	56															
DATOS DEL ENSAYO																
PUNTO #	1		2		3		4		5		6					
Material para ensayo	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino				
RECIPIENTE #	C1		R1		O		P		T							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	87,82		93,14		70,01		73,89		70,11							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	78,91		82,9		61,53		61,52		57,28							
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	9		10		8		12		13							
MASA DE RECIPIENTE (P4)	16		17		16		16		17							
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	63		66		46		45		40							
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	14,2		15,5		18,5		27,4		31,7							
% DE HUMEDAD PROMEDIO	14,23		15,47		18,50		27,36		31,69							
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		150		400		600		1000							
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	8582		8666		8832		9073		9026							
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	3218		3302		3468		3709		3662							
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1564		1605		1685		1802		1780							
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1369		1390		1422		1415		1351							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;">  </div> <div style="width: 35%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Densidad Seca Máxima</b> <b>1439 Kg./m³</b></p> <p style="text-align: center;"><b>% de Humedad Optima</b> <b>22,5 %</b></p> </div> </div>																
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>				<b>REVISADO POR:</b>				<b>FECHA DE ENSAYO</b>								
Enrique Carvajal - Darwin Pozo				Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.				OCTUBRE 2018								



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 2

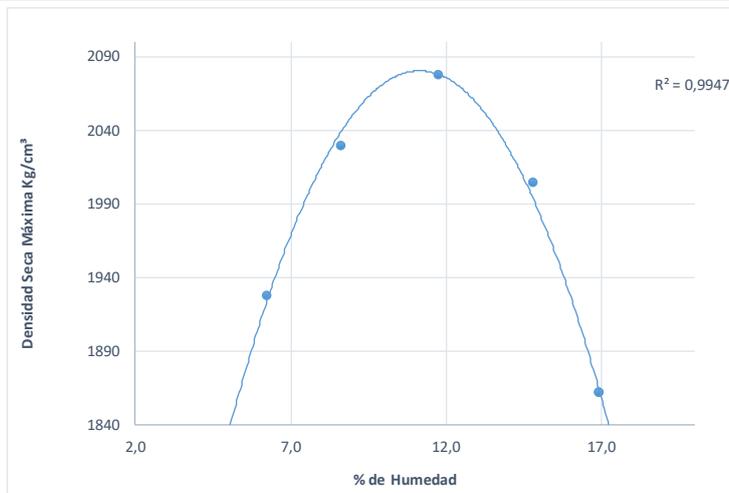
**MUESTRA:** 2

MASA DEL CILINDRO (P7)	5364
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6"; 18"-4.5"
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	R		K		F		D		Z			
RECIPIENTE #												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	83,82		72,17		67,39		90,72		90,75			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	79,92		67,8		62,1		81,2		80,05			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	4		4		5		10		11			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		17		17		17		17			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	63		51		45		64		63			
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	6,2		8,6		11,8		14,8		16,9			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	6,22		8,62		11,75		14,79		16,92			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		250		450		600			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9578		9901		10142		10099		9845			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4214		4537		4778		4735		4481			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	2048		2205		2322		2301		2178			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1928		2030		2078		2005		1863			



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 2080 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 11,2 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE 2018
---	---	---



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 2

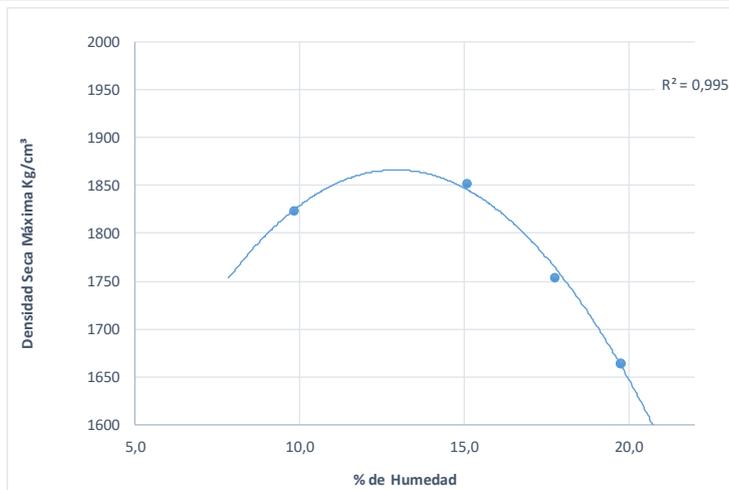
**MUESTRA:** 3

MASA DEL CILINDRO (P7)	5382
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2127,92
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6"; 18"-4.5"
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	C12		C1		Y2		R2					
RECIPIENTE #	C12		C1		Y2		R2					
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	75,33		67,42		66,67		73,92					
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	70,21		60,98		59,11		64,37					
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5		6		8		10					
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18		18		17		16					
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	52		43		43		48					
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	9,8		15,1		17,8		19,8					
% DE HUMEDAD PROMEDIO	9,84		15,10		17,75		19,75					
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		200		300					
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9645		9918		9778		9624					
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4263		4536		4396		4242					
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	2003		2132		2066		1993					
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1824		1852		1754		1665					



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima</b> <b>1866 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima</b> <b>12,9 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE 2018
---	---	---



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 2

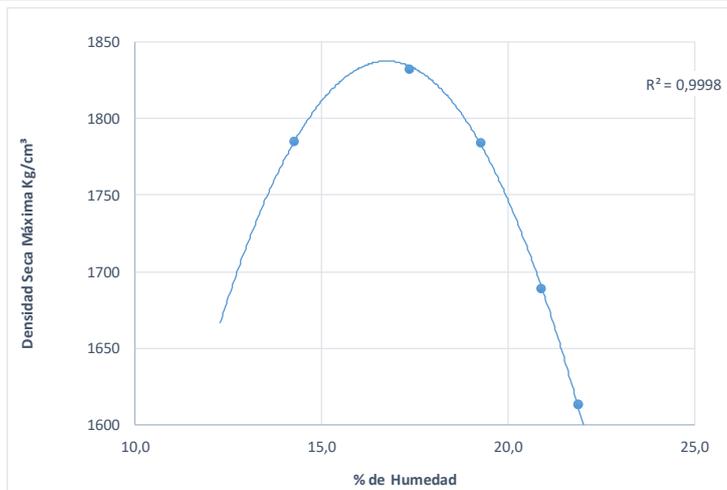
**MUESTRA:** 4

MASA DEL CILINDRO (P7)	5364
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

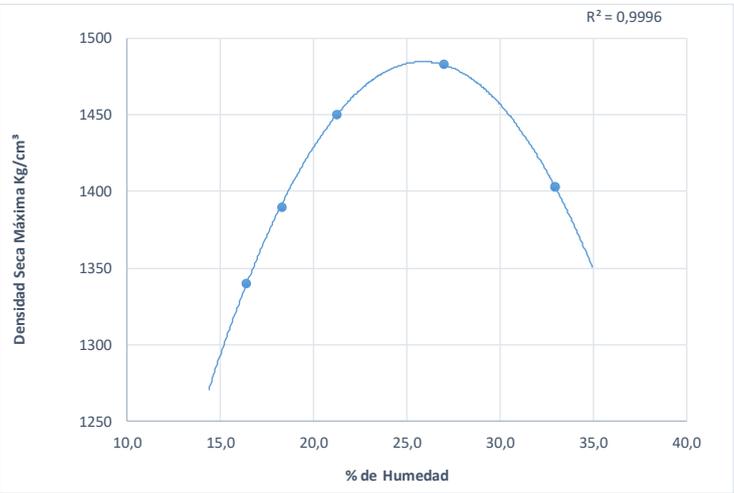
PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	D		P		RM		M2		AS			
RECIPIENTE #												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	60,16		57,72		69,22		66,66		66,8			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	54,75		51,6		60,8		58,13		57,9			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5		6		8		9		9			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		16		17		17		17			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	38		35		44		41		41			
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	14,3		17,4		19,3		20,9		21,9			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	14,27		17,35		19,29		20,90		21,87			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		250		450		600			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9562		9789		9744		9566		9410			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4198		4425		4380		4202		4046			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	2040		2150		2129		2042		1966			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1785		1832		1784		1689		1613			



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 1837 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 16,7 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO</b> OCTUBRE 2018
---	---	--

### Anexo D. 3: Proctor modificado calicata 3.

 <b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DE PROCTOR</b>																
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Camero <b>CALICATA:</b> 3 <b>MUESTRA:</b> 1														
<table border="1"> <tr><td>MASA DEL CILINDRO (P7)</td><td>5364</td></tr> <tr><td>VOLUMEN DEL CILINDRO (V)</td><td>2057,73</td></tr> <tr><td>MASA DEL MARTILLO (Kg.)</td><td>4,54</td></tr> <tr><td>ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)</td><td>45,72</td></tr> <tr><td>TIPO DEL ENSAYO</td><td>C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'</td></tr> <tr><td># DE CAPAS</td><td>5</td></tr> <tr><td># DE GOLPES POR CAPA</td><td>56</td></tr> </table>	MASA DEL CILINDRO (P7)	5364	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73	MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54	ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72	TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'	# DE CAPAS	5	# DE GOLPES POR CAPA	56	Modificado Metodo C;      Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)	
MASA DEL CILINDRO (P7)	5364															
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73															
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54															
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72															
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'															
# DE CAPAS	5															
# DE GOLPES POR CAPA	56															
DATOS DEL ENSAYO																
PUNTO #	1		2		3		4		5		6					
Material para ensayo	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino				
RECIPIENTE #	F		W		Y		P		D							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	88,88		71,7		61,05		60,19		60,99							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	78,8		63,24		53,36		51,05		50,04							
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	10		8		8		9		11							
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		17		17		17		17							
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	62		46		36		34		33							
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	16,4		18,3		21,2		27,0		33,0							
% DE HUMEDAD PROMEDIO	16,36		18,26		21,22		26,96		32,97							
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		250		400		700							
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	8572		8745		8981		9239		9202							
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	3208		3381		3617		3875		3838							
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1559		1643		1758		1883		1865							
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1340		1389		1450		1483		1403							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 0.5; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Densidad Seca Máxima</b> <b>1485 Kg./m³</b></p> <p style="text-align: center;"><b>% de Humedad Optima</b> <b>25,9 %</b></p> </div> </div>																
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>				<b>REVISADO POR:</b>				<b>FECHA DE ENSAYO</b>								
Enrique Carvajal - Darwin Pozo				Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.				OCTUBRE 2018								



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 3

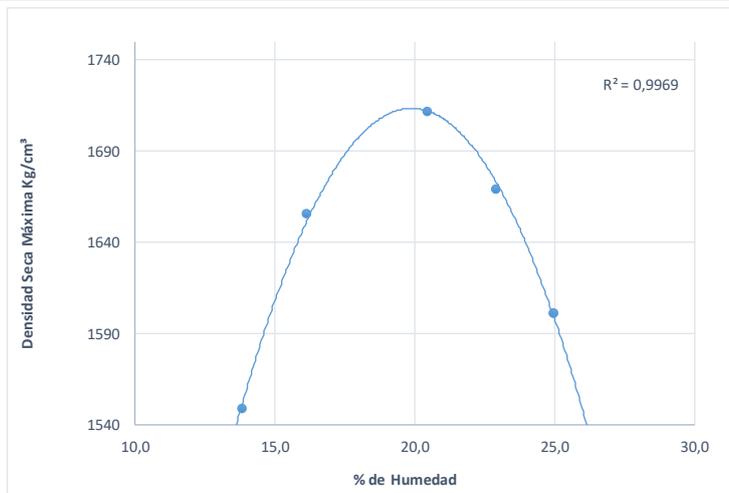
**MUESTRA:** 2

MASA DEL CILINDRO (P7)	5364
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C, Ø=6" ; 18"-4.5"
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	M2		R2		P		Q		B			
RECIPIENTE #												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	65,15		54,94		64,48		72,04		80,93			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	59,34		49,6		56,3		61,8		68,11			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	6		5		8		10		13			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		16		16		17		17			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	42		33		40		45		51			
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	13,8		16,1		20,5		22,9		25,0			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	13,83		16,12		20,47		22,88		24,96			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		200		300		400			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	8993		9320		9607		9585		9482			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	3629		3956		4243		4221		4118			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1764		1923		2062		2051		2001			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1549		1656		1712		1669		1602			



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 1713 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 19,9 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO</b> OCTUBRE 2018
---	---	--



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 3

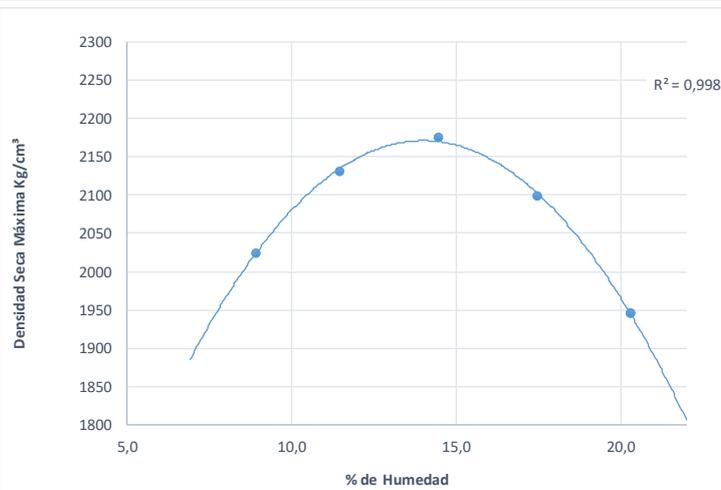
**MUESTRA:** 3

MASA DEL CILINDRO (P7)	5364
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino
Material para ensayo	B	S	RB	W	S1							
RECIPIENTE #												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	112	70,1	86,63	81,98	85,65							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	104,2	64,58	77,8	72,3	74,11							
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	8	6	9	10	12							
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17	16	17	17	17							
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	87	48	61	55	57							
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	8,9	11,4	14,5	17,5	20,3							
% DE HUMEDAD PROMEDIO	8,89	11,45	14,46	17,48	20,31							
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN	150	300	450	600							
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9900	10250	10487	10436	10180							
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4536	4886	5123	5072	4816							
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	2204	2374	2490	2465	2340							
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	2024	2131	2175	2098	1945							



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 2171 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 14,0 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE 2018
---	---	---



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 3

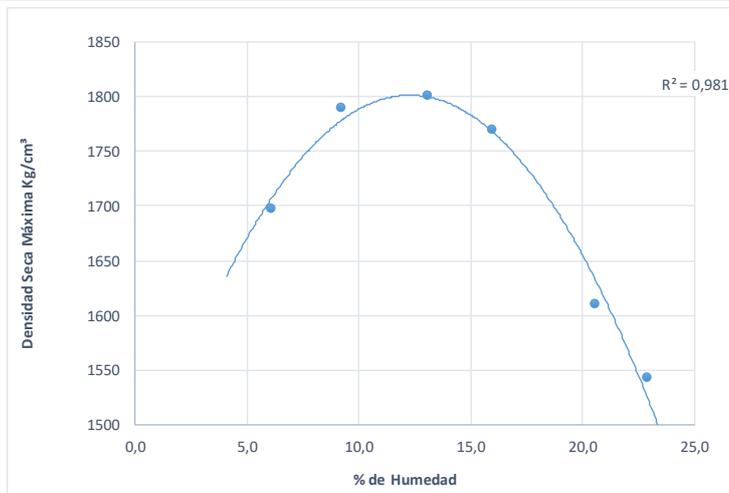
**MUESTRA:** 4

MASA DEL CILINDRO (P7)	5381
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2127,92
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo												
RECIPIENTE #	C6		W3		X1		R3		V1		R1	
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	73,91		65,39		71,69		74		89,71		78,71	
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	70,72		61,3		65,32		66,15		77,23		67,19	
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	3		4		6		8		12		12	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	18		17		17		17		17		17	
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	53		44		49		49		61		50	
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	6,1		9,2		13,0		15,9		20,6		22,9	
% DE HUMEDAD PROMEDIO	6,07		9,20		13,05		15,93		20,55		22,86	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		150		300		500		750		850	
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9213		9542		9715		9748		9512		9416	
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	3832		4161		4334		4367		4131		4035	
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1801		1955		2037		2052		1941		1896	
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1698		1791		1802		1770		1610		1543	



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 1801 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 12,3 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO</b> OCTUBRE 2018
---	---	--



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 3

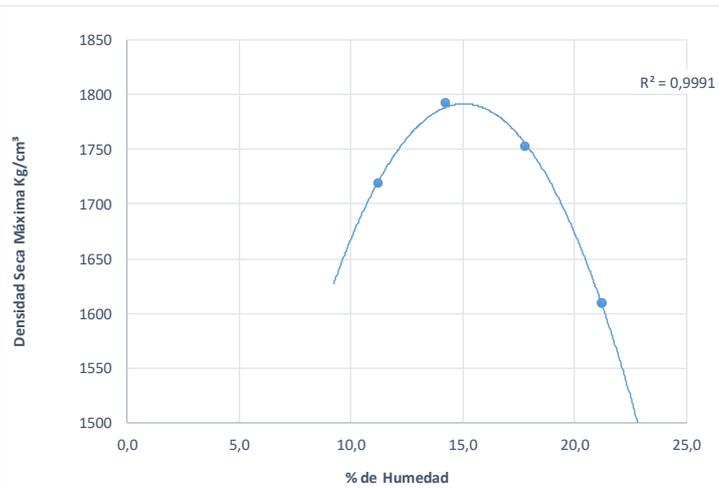
**MUESTRA:** 5

MASA DEL CILINDRO (P7)	5358
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2127,92
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C, Ø=6' ; 18'-4.5'
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

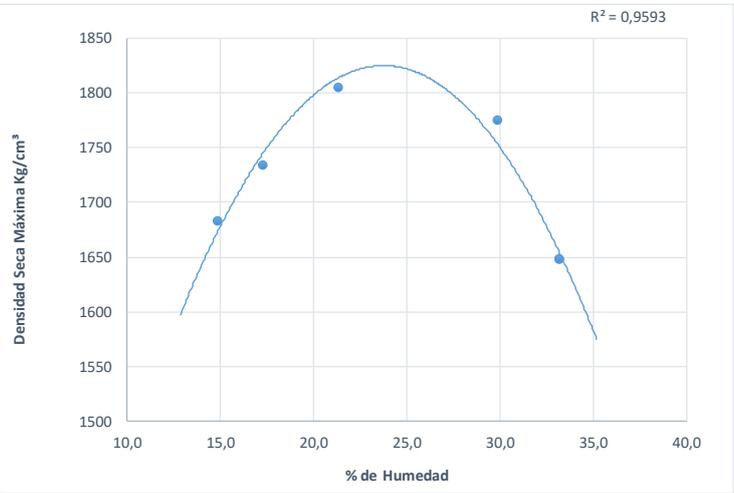
PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	X1		R1		C10		T3					
RECIPIENTE #												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	78,84		77,75		77,43		82,04					
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	72,55		70,15		68,29		70,6					
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	6		8		9		11					
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		17		17		17					
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	56		53		51		54					
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	11,2		14,2		17,8		21,2					
% DE HUMEDAD PROMEDIO	11,23		14,24		17,75		21,20					
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		150		300		450					
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9427		9715		9750		9510					
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4069		4357		4392		4152					
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1912		2048		2064		1951					
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1719		1792		1753		1610					



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 1791 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 15,1 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO</b> OCTUBRE 2018
---	---	--

## Anexo D. 4: Proctor modificado calicata 4.

 <b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DE PROCTOR</b>																
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Camero <b>CALICATA:</b> 4 <b>MUESTRA:</b> 1														
<table border="1"> <tr><td>MASA DEL CILINDRO (P7)</td><td>5364</td></tr> <tr><td>VOLUMEN DEL CILINDRO (V)</td><td>2057,73</td></tr> <tr><td>MASA DEL MARTILLO (Kg.)</td><td>4,54</td></tr> <tr><td>ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)</td><td>45,72</td></tr> <tr><td>TIPO DEL ENSAYO</td><td>C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'</td></tr> <tr><td># DE CAPAS</td><td>5</td></tr> <tr><td># DE GOLPES POR CAPA</td><td>56</td></tr> </table>	MASA DEL CILINDRO (P7)	5364	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73	MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54	ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72	TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'	# DE CAPAS	5	# DE GOLPES POR CAPA	56	Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)	
MASA DEL CILINDRO (P7)	5364															
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73															
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54															
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72															
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'															
# DE CAPAS	5															
# DE GOLPES POR CAPA	56															
DATOS DEL ENSAYO																
PUNTO #	1		2		3		4		5		6					
Material para ensayo	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino				
RECIPIENTE #	F		M2		K		B		A							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	96,8		92,1		84,57		98,45		111							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	86,51		81,1		72,71		79,66		87,52							
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	10		11		12		19		23							
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		17		17		17		17							
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	69		64		56		63		71							
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	14,8		17,2		21,3		29,9		33,2							
% DE HUMEDAD PROMEDIO	14,82		17,25		21,34		29,86		33,19							
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		150		300		550		900							
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9342		9547		9870		10109		9880							
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	3978		4183		4506		4745		4516							
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1933		2033		2190		2306		2195							
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1684		1734		1805		1776		1648							
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">RESULTADOS</p> <p style="text-align: center;"><b>Densidad Seca Máxima</b> <b>1825 Kg./m³</b></p> <p style="text-align: center;"><b>% de Humedad Optima</b> <b>23,7 %</b></p> </div> </div>																
REALIZADO Y CALCULADO POR:			REVISADO POR:					FECHA DE ENSAYO								
Enrique Carvajal - Darwin Pozo			Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.					OCTUBRE 2018								



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 4

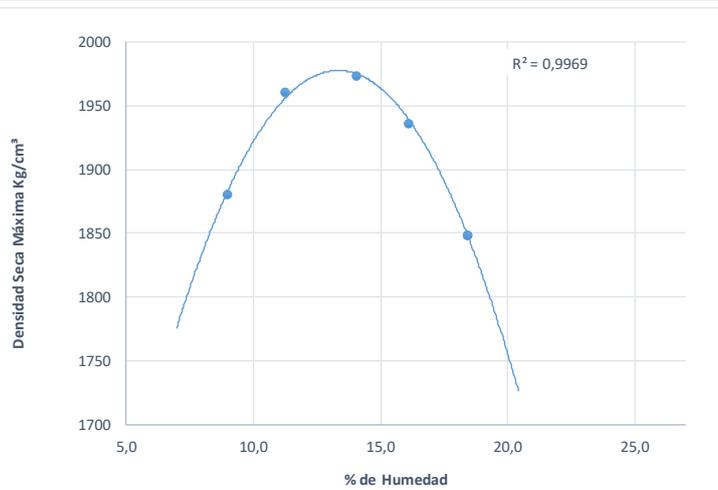
**MUESTRA:** 2

MASA DEL CILINDRO (P7)	5364
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	A		S		D		F		K			
RECIPIENTE #	A		S		D		F		K			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	74,91		61,8		69,48		70,75		97,86			
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	70,15		57,3		63		63,22		85,2			
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5		5		6		8		13			
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		17		17		17		17			
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	53		40		46		47		69			
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	9,0		11,2		14,1		16,1		18,4			
% DE HUMEDAD PROMEDIO	8,97		11,22		14,06		16,12		18,44			
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		200		400		600			
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9580		9851		9995		9990		9870			
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4216		4487		4631		4626		4506			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	2049		2181		2251		2248		2190			
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1880		1961		1973		1936		1849			



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 1977 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 13,3 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO</b> OCTUBRE 2018
---	---	--



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo

**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero

**CALICATA:** 4

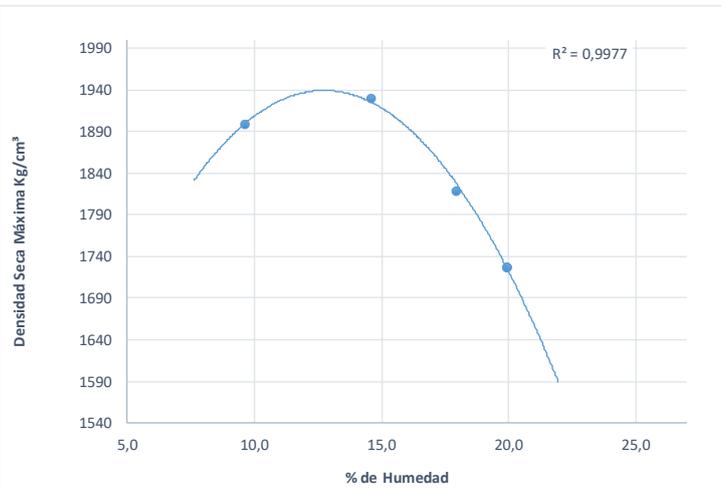
**MUESTRA:** 3

MASA DEL CILINDRO (P7)	5364
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6' ; 18'-4.5'
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,0 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	Z		X		C		V					
RECIPIENTE #												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	75,3		67,4		66,68		73,9					
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	70,2		61		59,1		64,35					
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5		6		8		10					
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		17		17		17					
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	53		44		42		48					
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	9,6		14,6		18,0		20,0					
% DE HUMEDAD PROMEDIO	9,60		14,61		17,96		19,96					
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		200		300					
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9644		9915		9779		9625					
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	4280		4551		4415		4261					
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	2080		2212		2146		2071					
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1898		1930		1819		1726					



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima 1939 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima 12,7 %</b>

<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> OCTUBRE 2018
---	---	---



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS  
DETERMINACIÓN DE PROCTOR**



**PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

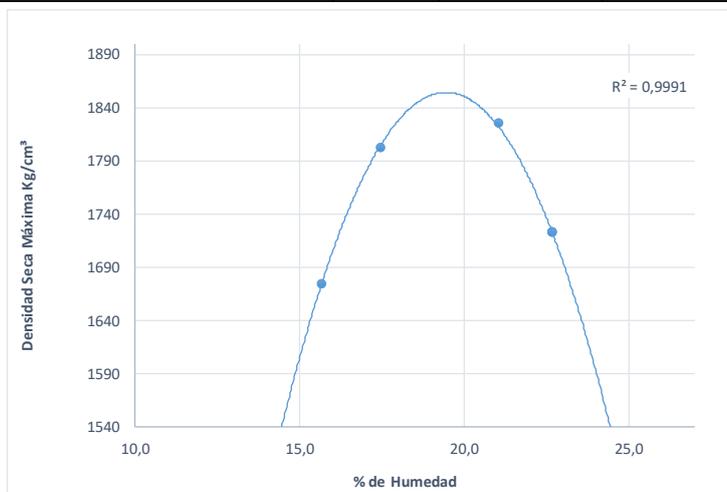
**UBICACIÓN:** La Milina - Jose Luis Tamayo  
**CANTERA:** La Negrita - Punta Camero  
**CALICATA:** 4  
**MUESTRA:** 4

MASA DEL CILINDRO (P7)	5364
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2057,73
MASA DEL MARTILLO (Kg.)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	C.Modificado Met. C; Ø=6" ; 18"-4.5"
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	56

Modificado Metodo C; Porcion que pasa en la malla No 3/4. Puede usarse si mas de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9,5mm (3/4 pulg) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19,00 mm (3/4 pulg)

**DATOS DEL ENSAYO**

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
	Grueso	Fino										
Material para ensayo	F		X		30		R					
RECIPIENTE #												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	98,46		88,38		102,2		97,82					
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	87,45		77,8		87,38		82,79					
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	11		11		15		15					
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17		17		17		17					
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	70		61		70		66					
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	15,7		17,5		21,0		22,7					
% DE HUMEDAD PROMEDIO	15,65		17,46		21,03		22,67					
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		200		300					
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	9349		9720		9910		9713					
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	3985		4356		4546		4349					
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1937		2117		2209		2113					
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1675		1802		1825		1723					



<b>RESULTADOS</b>
<b>Densidad Seca Máxima</b> <b>1854 Kg./m³</b>
<b>% de Humedad Optima</b> <b>19,4 %</b>

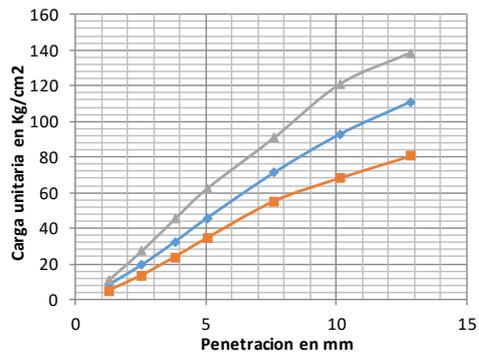
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b> Enrique Carvajal - Darwin Pozo	<b>REVISADO POR:</b> Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	<b>FECHA DE ENSAYO</b> OCTUBRE 2018
---	---	--

## Anexo E. Ensayo CBR.

### Anexo E. 1: Ensayo CBR calicata 1 material de préstamo.

 UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS DETERMINACIÓN DE C.B.R.	 INGENIERIA CIVIL UPSE						
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo					
		<b>CANTERA:</b> La Negra - Punta Carnero.					
		<b>CALICATA:</b> 1					
		<b>MUESTRA:</b> 1					
<b>MOLDE Nº</b>	XIV	XV	XX				
<b>PESO MOLDE</b>	6,45	5,970	6,730	PESO DEL MARTILLO:	10 Lb.		
<b>VOLUMEN MOLDE</b>	0,00232273	0,0023254	0,0023145	ALTURA DEL MARTILLO:	18"		
<b>No DE GOLPES CAPA:</b>	12	25	56				
Nº de ensayo:		1	2	3			
<b>ANTES DE LA INMERSION</b>							
<b>No DE GOLPES CAPA:</b>		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa			
<b>HUMEDAD</b>	Nº recipiente	C	R	D			
	Wh + r	82,99	90,32	82,48			
	Ws + r	72,76	78,74	72,01			
	Ww	10,23	11,58	10,47			
	r	17,87	17,95	17,87			
	Ws	54,89	60,79	54,14			
	w (%)	18,64	19,05	19,34			
<b>MOLDE NUMERO</b>		XIV	XV	XX			
<b>Molde + suelo humedo (P)</b>		10,17	10,48	11,34			
<b>Molde</b>		6,450	5,970	6,730			
<b>Suelo humedo (W)</b>		3,720	4,510	4,610			
<b>Suelo seco (Ws)</b>		3,136	3,788	3,863			
<b>Contenido de agua (w)</b>		18,64	19,05	19,34			
<b>Densidad humeda (H)</b>		1602	1939	1992			
<b>Densidad seca (S)</b>		1350	1629	1669			
<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>							
<b>HUMEDAD</b>	Nº recipiente	ARRIBA Y	ABAJO CB	ARRIBA 5	ABAJO C	ARRIBA C9	ABAJO C1
	Wh + r	100,02	89,54	99,66	98,61	95,21	94,69
	Ws + r	83,01	75,08	84,19	82,77	81,14	78,94
	Ww	17,01	14,46	15,47	15,84	14,07	15,75
	r	16,35	17,05	16,55	17,17	16,74	16,04
	Ws	66,66	58,03	67,64	65,60	64,40	62,90
	w (%)	25,52	24,92	22,87	24,15	21,85	25,04
	<b>Promedio w (%)</b>		25,22	23,51	23,44		
<b>Molde + suelo humedo (P)</b>		10,90	10,57	11,39			
<b>Molde</b>		6,450	5,970	6,730			
<b>Suelo humedo (W)</b>		4,449	4,597	4,664			
<b>Suelo seco (Ws)</b>		3,553	3,722	3,778			
<b>Contenido de agua (w)</b>		25,22	23,51	23,44			
<b>Densidad humeda (H)</b>		1915	1977	2015			
<b>Densidad seca (S)</b>		1530	1601	1632			
<b>HINCHAMIENTO</b>							
<b>Lectura inicial</b>		0,85	0,48	0,41			
<b>24 horas</b>		0,89	0,50	0,56			
<b>48 horas</b>		0,90	0,54	0,58			
<b>72 horas</b>		0,92	0,54	0,60			
<b>96 horas</b>		0,92	0,54	0,60			
<b>HINCHAMIENTO %</b>		1,40	1,20	3,80			
<b>PENETRACION</b>							
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	1	2	3	1	2	3	
<b>Tamiz ASTM Abertura / Nº.</b>	<b>CARGA DE PENETRACION EN Lb</b>			<b>CARGA DE PENETRACION EN Kg</b>			
1.27 mm (0.05")	202,84	365,64	467,72	92,2	166,2	212,6	
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>572,88</b>	<b>837,1</b>	<b>1162,26</b>	<b>260,4</b>	<b>380,5</b>	<b>528,3</b>	
3.81 mm (0.15")	1012,88	1387,1	1929,84	460,4	630,5	877,2	
<b>5.08 mm (0.20")</b>	<b>1474</b>	<b>1958</b>	<b>2662,88</b>	<b>670</b>	<b>890</b>	<b>1210,4</b>	
7.62 mm (0.30")	2358,62	3037,1	3876,84	1072,1	1380,5	1762,2	
10.16 mm (0.40")	2919,18	3960	5164,72	1326,9	1800	2347,6	
12.70 mm (0.50")	3447,84	4731,32	5909,64	1567,2	2150,6	2686,2	

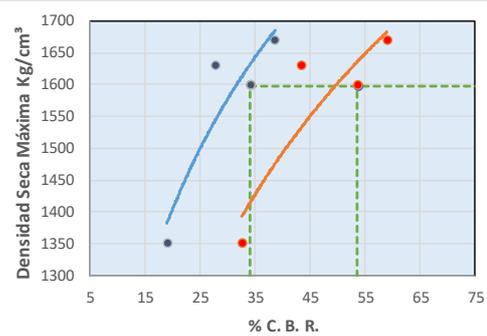
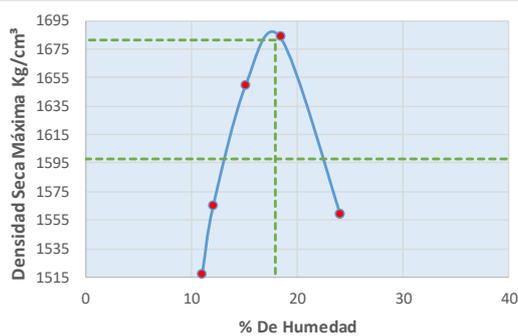
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Tamiz ASTM Abertura / N°.	CARGA UNITARIA EN Lb/pulg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA EN Kg/cm <sup>2</sup>		
1.27 mm (0.05")	67,47	121,63	155,58	4,754	8,569	10,962
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>190,57</b>	<b>278,46</b>	<b>386,62</b>	<b>13,426</b>	<b>19,619</b>	<b>27,239</b>
3.81 mm (0.15")	336,93	461,41	641,95	23,738	32,509	45,228
<b>5.08 mm (0.20")</b>	<b>490,32</b>	<b>651,32</b>	<b>885,79</b>	<b>34,545</b>	<b>45,888</b>	<b>62,408</b>
7.62 mm (0.30")	784,58	1010,27	1289,61	55,277	71,179	90,859
10.16 mm (0.40")	971,05	1317,27	1718,02	68,415	92,808	121,042
12.87 mm (0.50")	1146,90	1573,85	1965,81	80,805	110,885	138,500



N° de Golpes	Esfuerzo de penetración	
	0.10 pulg	0.20 pulg
12	13,426	34,545
25	19,619	45,888
56	27,239	62,408

C.B.R	%	
12	19,06	32,69
25	27,85	43,42
56	38,66	59,05

RELACION PROCTOR - C.B.R.



Densidad seca Máx. =	1682 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Óptima =	17,95%
95% Densidad seca Máx. =	1597 Kg/m <sup>3</sup>

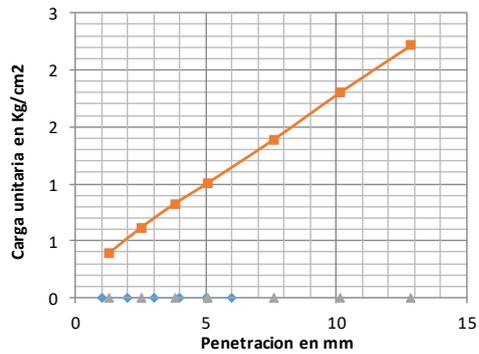
CRB PARA 0,10" =	34,21%
CRB PARA 0,20" =	53,62%

REALIZADO Y CALCULADO POR:	REVISADO POR:	FECHA:
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	OCTUBRE 2018

**Anexo E. 2: Ensayo CBR calicata 1 muestra 4 (terreno natural).**

 UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA UPSE	<b>UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DE C.B.R.</b>	 INGENIERIA CIVIL UPSE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Carnero. <b>CALICATA:</b> 1 <b>MUESTRA:</b> Estrato Natural																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:25%;">MOLDE Nº</td> <td style="width:25%;">XIV</td> <td style="width:25%;"></td> <td style="width:25%;"></td> </tr> <tr> <td>PESO MOLDE</td> <td>6,878</td> <td></td> <td>PESO DEL MARTILLO: 10 Lb.</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN MOLDE</td> <td>0,0023433</td> <td></td> <td>ALTURA DEL MARTILLO: 18"</td> </tr> <tr> <td>No DE GOLPES CAPA:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nº de ensayo:</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>ANTES DE LA INMERSION</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">No DE GOLPES CAPA:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="7" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">HUMEDAD</td> <td>Nº recipiente</td> <td>S</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wh + r</td> <td>119,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ws + r</td> <td>93,77</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ww</td> <td>25,23</td> <td></td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>16,64</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ws</td> <td>77,13</td> <td></td> </tr> <tr> <td>w (%)</td> <td>32,71</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MOLDE NUMERO</td> <td>XIV</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde + suelo humedo (P)</td> <td>10,69</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde</td> <td>6,878</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo humedo (W)</td> <td>3,812</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo seco (Ws)</td> <td>2,872</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de agua (w)</td> <td>32,71</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad humeda (H)</td> <td>1627</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (S)</td> <td>1226</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>DESPUES DE LA INMERSION</b></td> </tr> <tr> <td rowspan="9" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">HUMEDAD</td> <td>Nº recipiente</td> <td>ARRIBA</td> <td>ABAJO</td> <td>ARRIBA</td> <td>ABAJO</td> <td>ARRIBA</td> <td>ABAJO</td> </tr> <tr> <td>Wh + r</td> <td>83,11</td> <td>76,52</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ws + r</td> <td>67,03</td> <td>64,68</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ww</td> <td>16,08</td> <td>11,84</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>16,67</td> <td>16,92</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ws</td> <td>50,36</td> <td>47,76</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w (%)</td> <td>31,93</td> <td>24,79</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Promedio w (%)</td> <td colspan="2">28,36</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde + suelo humedo (P)</td> <td>10,69</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde</td> <td>6,878</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo humedo (W)</td> <td>3,812</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo seco (Ws)</td> <td>2,970</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de agua (w)</td> <td>28,36</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad humeda (H)</td> <td>1627</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (S)</td> <td>1267</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;"><b>HINCHAMIENTO</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Lectura inicial</td> <td colspan="2">0,08</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">24 horas</td> <td colspan="2">0,09</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">48 horas</td> <td colspan="2">0,10</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">72 horas</td> <td colspan="2">0,17</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">96 horas</td> <td colspan="2">0,18</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">HINCHAMIENTO %</td> <td colspan="2">2,00</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;"><b>PENETRACION</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NUMERO DE ENSAYO</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tamiz ASTM Abertura / Nº.</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">CARGA DE PENETRACION EN Lb</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">CARGA DE PENETRACION EN Kg</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.27 mm (0.05")</td> <td style="text-align: center;">16,5</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">7,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>2.54 mm (0.10")</b></td> <td style="text-align: center;"><b>26,4</b></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>12</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.81 mm (0.15")</td> <td style="text-align: center;">35,2</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">16</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.08 mm (0.20")</td> <td style="text-align: center;">42,9</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">19,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7.62 mm (0.30")</td> <td style="text-align: center;">59,4</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">27</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10.16 mm (0.40")</td> <td style="text-align: center;">77</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">35</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12.70 mm (0.50")</td> <td style="text-align: center;">94,6</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">43</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			MOLDE Nº	XIV			PESO MOLDE	6,878		PESO DEL MARTILLO: 10 Lb.	VOLUMEN MOLDE	0,0023433		ALTURA DEL MARTILLO: 18"	No DE GOLPES CAPA:				Nº de ensayo:		1	2	<b>ANTES DE LA INMERSION</b>				No DE GOLPES CAPA:				HUMEDAD	Nº recipiente	S		Wh + r	119,00		Ws + r	93,77		Ww	25,23		r	16,64		Ws	77,13		w (%)	32,71		MOLDE NUMERO	XIV			Molde + suelo humedo (P)	10,69			Molde	6,878			Suelo humedo (W)	3,812			Suelo seco (Ws)	2,872			Contenido de agua (w)	32,71			Densidad humeda (H)	1627			Densidad seca (S)	1226			<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>				HUMEDAD	Nº recipiente	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	Wh + r	83,11	76,52					Ws + r	67,03	64,68					Ww	16,08	11,84					r	16,67	16,92					Ws	50,36	47,76					w (%)	31,93	24,79					Promedio w (%)	28,36						Molde + suelo humedo (P)	10,69						Molde	6,878						Suelo humedo (W)	3,812						Suelo seco (Ws)	2,970						Contenido de agua (w)	28,36						Densidad humeda (H)	1627						Densidad seca (S)	1267						<b>HINCHAMIENTO</b>								Lectura inicial		0,08						24 horas		0,09						48 horas		0,10						72 horas		0,17						96 horas		0,18						HINCHAMIENTO %		2,00						<b>PENETRACION</b>								NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3		Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA DE PENETRACION EN Lb			CARGA DE PENETRACION EN Kg				1.27 mm (0.05")	16,5			7,5				<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>26,4</b>			<b>12</b>				3.81 mm (0.15")	35,2			16				5.08 mm (0.20")	42,9			19,5				7.62 mm (0.30")	59,4			27				10.16 mm (0.40")	77			35				12.70 mm (0.50")	94,6			43			
MOLDE Nº	XIV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
PESO MOLDE	6,878		PESO DEL MARTILLO: 10 Lb.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
VOLUMEN MOLDE	0,0023433		ALTURA DEL MARTILLO: 18"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
No DE GOLPES CAPA:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Nº de ensayo:		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<b>ANTES DE LA INMERSION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
No DE GOLPES CAPA:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
HUMEDAD	Nº recipiente	S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Wh + r	119,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Ws + r	93,77																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Ww	25,23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	r	16,64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Ws	77,13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	w (%)	32,71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
MOLDE NUMERO	XIV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Molde + suelo humedo (P)	10,69																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Molde	6,878																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Suelo humedo (W)	3,812																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Suelo seco (Ws)	2,872																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Contenido de agua (w)	32,71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Densidad humeda (H)	1627																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Densidad seca (S)	1226																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
HUMEDAD	Nº recipiente	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Wh + r	83,11	76,52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Ws + r	67,03	64,68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Ww	16,08	11,84																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	r	16,67	16,92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Ws	50,36	47,76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	w (%)	31,93	24,79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Promedio w (%)	28,36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Molde + suelo humedo (P)	10,69																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Molde	6,878																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Suelo humedo (W)	3,812																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Suelo seco (Ws)	2,970																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Contenido de agua (w)	28,36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Densidad humeda (H)	1627																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Densidad seca (S)	1267																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>HINCHAMIENTO</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Lectura inicial		0,08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
24 horas		0,09																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
48 horas		0,10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
72 horas		0,17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
96 horas		0,18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
HINCHAMIENTO %		2,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>PENETRACION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA DE PENETRACION EN Lb			CARGA DE PENETRACION EN Kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1.27 mm (0.05")	16,5			7,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>26,4</b>			<b>12</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3.81 mm (0.15")	35,2			16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
5.08 mm (0.20")	42,9			19,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
7.62 mm (0.30")	59,4			27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
10.16 mm (0.40")	77			35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
12.70 mm (0.50")	94,6			43																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA UNITARIA EN Lb/pulg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA EN Kg/cm <sup>2</sup>		
1.27 mm (0.05")	5,49			0,387		
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>8,78</b>			<b>0,619</b>		
3.81 mm (0.15")	11,71			0,825		
<b>5.08 mm (0.20")</b>	<b>14,27</b>			<b>1,005</b>		
7.62 mm (0.30")	19,76			1,392		
10.16 mm (0.40")	25,61			1,805		
12.87 mm (0.50")	31,47			2,217		



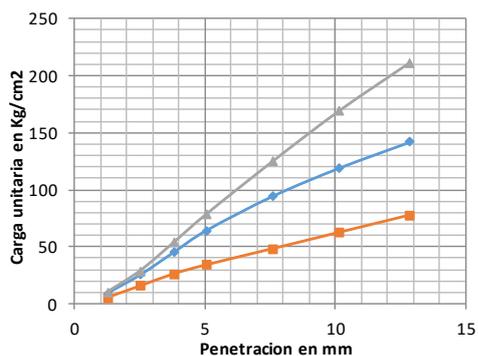
Nº de Golpes	Esfuerzo de penetración	
	0.10 pulg	0.20 pulg
12	0,619	1,005
25	0,000	0,000
56	0,000	0,000

C.B.R	%	
12	0,88	0,95
25	0,00	0,00
56	0,00	0,00

### Anexo E. 3: Ensayo CBR calicata 2 material de préstamo.

		<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DE C.B.R.</b>					
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.				<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Carnero. <b>CALICATA:</b> 2 <b>MUESTRA:</b> 1			
<b>MOLDE Nº</b>	XIV	II	I				
<b>PESO MOLDE</b>	6,065	5,943	5,855	<b>PESO DEL MARTILLO:</b> 10 Lb.			
<b>VOLUMEN MOLDE</b>	0,0023443	0,0023446	0,0023529	<b>ALTURA DEL MARTILLO:</b> 18"			
<b>No DE GOLPES CAPA:</b>	12	25	56				
Nº de ensayo:		1	2	3			
<b>ANTES DE LA INMERSION</b>							
<b>No DE GOLPES CAPA:</b>		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa			
<b>HUMEDAD</b>	Nº recipiente	AS	T	R			
	Wh + r	95,90	96,71	98,83			
	Ws + r	80,59	80,15	84,02			
	Ww	15,31	16,56	14,81			
	r	16,40	16,53	16,04			
	Ws	64,19	63,62	67,98			
	w (%)	23,85	26,03	21,79			
<b>MOLDE NUMERO</b>	XIV	II	I				
Molde + suelo humedo (P)	9,70	10,11	10,26				
Molde	6,065	5,943	5,855				
Suelo humedo (W)	3,635	4,167	4,405				
Suelo seco (Ws)	2,935	3,306	3,617				
Contenido de agua (w)	23,85	26,03	21,79				
Densidad humeda (H)	1551	1777	1872				
Densidad seca (S)	1252	1410	1537				
<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>							
<b>HUMEDAD</b>	Nº recipiente	ARRIBA A	ABAJO S	ARRIBA C	ABAJO 5	ARRIBA V	ABAJO A
	Wh + r	98,8	94,2	95,34	106,92	89,25	97,03
	Ws + r	80,2	77,03	79,8	85,35	74,42	78,99
	Ww	18,60	17,17	15,54	21,57	14,83	18,04
	r	17,02	17,17	17,95	16,64	16,62	16,85
	Ws	63,18	59,86	61,85	68,71	57,80	62,14
	w (%)	29,44	28,68	25,13	31,39	25,66	29,03
	Promedio w (%)	29,06	28,26	27,34			
	Molde + suelo humedo (P)	10,16	10,30	10,45			
Molde	6,065	5,943	5,855				
Suelo humedo (W)	4,095	4,357	4,595				
Suelo seco (Ws)	3,173	3,397	3,608				
Contenido de agua (w)	29,06	28,26	27,34				
Densidad humeda (H)	1747	1858	1953				
Densidad seca (S)	1353	1449	1534				
<b>HINCHAMIENTO</b>							
Lectura inicial	0,31	0,40	0,32				
24 horas	0,32	0,52	0,40				
48 horas	0,35	0,54	0,42				
72 horas	0,45	0,59	0,45				
96 horas	0,45	0,59	0,45				
<b>HINCHAMIENTO</b> %	2,80	3,80	2,60				
<b>PENETRACION</b>							
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	1	2	3	1	2	3	
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	<b>CARGA DE PENETRACION EN Lb</b>			<b>CARGA DE PENETRACION EN Kg</b>			
1.27 mm (0.05")	223,96	383,24	421,96	101,8	174,2	191,8	
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>662,42</b>	<b>1080,42</b>	<b>1228,04</b>	<b>301,1</b>	<b>491,1</b>	<b>558,2</b>	
3.81 mm (0.15")	1106,82	1921,92	2279,42	503,1	873,6	1036,1	
5.08 mm (0.20")	1445,4	2741,86	3337,62	657	1246,3	1517,1	
7.62 mm (0.30")	2052,16	4038,98	5330,38	932,8	1835,9	2422,9	
10.16 mm (0.40")	2661,56	5092,78	7218,42	1209,8	2314,9	3281,1	
12.70 mm (0.50")	3308,36	6074,42	9028,36	1503,8	2761,1	4103,8	

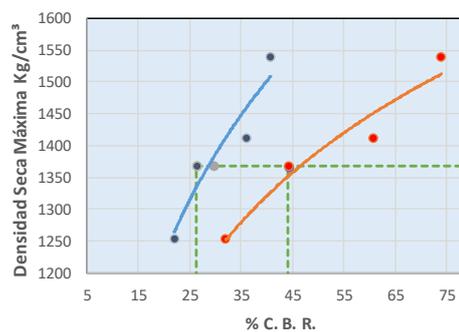
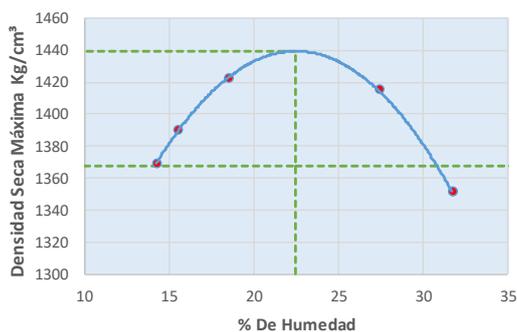
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA UNITARIA EN Lb/pulg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA EN Kg/cm <sup>2</sup>		
1.27 mm (0.05")	74,50	127,48	140,36	5,249	8,982	9,889
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>220,35</b>	<b>359,40</b>	<b>408,50</b>	<b>15,525</b>	<b>25,321</b>	<b>28,781</b>
3.81 mm (0.15")	368,18	639,32	758,24	25,940	45,043	53,421
<b>5.08 mm (0.20")</b>	<b>480,80</b>	<b>912,06</b>	<b>1110,24</b>	<b>33,875</b>	<b>64,259</b>	<b>78,222</b>
7.62 mm (0.30")	682,64	1343,54	1773,12	48,095	94,659	124,925
10.16 mm (0.40")	885,35	1694,09	2401,17	62,377	119,356	169,174
12.87 mm (0.50")	1100,51	2020,62	3003,23	77,536	142,362	211,592



Nº de Golpes	Esfuerzo de penetracion	
	0.10 pulg	0.20 pulg
12	15,525	33,875
25	25,321	64,259
56	28,781	78,222

C.B.R	%	
12	22,03	32,05
25	35,94	60,80
56	40,85	74,02

RELACION PROCTOR - C.B.R.



Densidad seca Máx. =	1439 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Optima=	22,47%
95% Densidad seca Máx. =	1367 Kg/m <sup>3</sup>

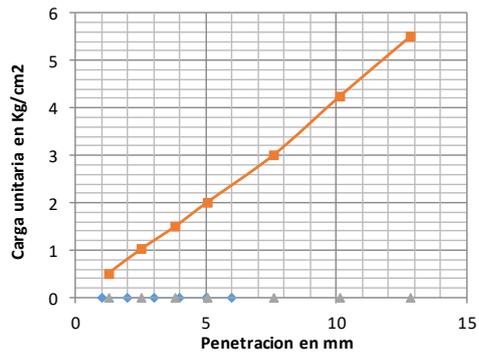
CRB PARA 0,10" =	26,44%
CRB PARA 0,20" =	44,23%

REALIZADO Y CALCULADO POR:	REVISADO POR:	FECHA:
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	OCTUBRE 2018

### Anexo E. 4: Ensayo CBR calicata 2 muestra 4 (terreno natural).

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DE C.B.R.</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Carnero. <b>CALICATA:</b> 2 <b>MUESTRA:</b> Estrato Natural																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">MOLDE Nº</td> <td style="width: 25%;">XIV</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>PESO MOLDE</td> <td>5,878</td> <td></td> <td>PESO DEL MARTILLO: 10 Lb.</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN MOLDE</td> <td>0,0023526</td> <td></td> <td>ALTURA DEL MARTILLO: 18"</td> </tr> <tr> <td>No DE GOLPES CAPA:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nº de ensayo:</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>ANTES DE LA INMERSION</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4">No DE GOLPES CAPA:</td> </tr> <tr> <td rowspan="7" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">HUMEDAD</td> <td>Nº recipiente</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">R</td> </tr> <tr> <td>Wh + r</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">74,90</td> </tr> <tr> <td>Ws + r</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">64,58</td> </tr> <tr> <td>Ww</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">10,32</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">17,21</td> </tr> <tr> <td>Ws</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">47,37</td> </tr> <tr> <td>w (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">21,79</td> </tr> <tr> <td>MOLDE NUMERO</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">XIV</td> </tr> <tr> <td>Molde + suelo humedo (P)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">10,17</td> </tr> <tr> <td>Molde</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">5,878</td> </tr> <tr> <td>Suelo humedo (W)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">4,292</td> </tr> <tr> <td>Suelo seco (Ws)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">3,524</td> </tr> <tr> <td>Contenido de agua (w)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">21,79</td> </tr> <tr> <td>Densidad humeda (H)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">1824</td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (S)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">1498</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>DESPUES DE LA INMERSION</b></td> </tr> <tr> <td rowspan="9" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">HUMEDAD</td> <td>Nº recipiente</td> <td style="text-align: center;">ARRIBA M</td> <td style="text-align: center;">ABAJO RM</td> <td style="text-align: center;">ARRIBA</td> <td style="text-align: center;">ABAJO</td> <td style="text-align: center;">ARRIBA</td> <td style="text-align: center;">ABAJO</td> </tr> <tr> <td>Wh + r</td> <td style="text-align: center;">81,68</td> <td style="text-align: center;">68,55</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ws + r</td> <td style="text-align: center;">66,73</td> <td style="text-align: center;">57,87</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ww</td> <td style="text-align: center;">14,95</td> <td style="text-align: center;">10,68</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>r</td> <td style="text-align: center;">16,52</td> <td style="text-align: center;">17,14</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ws</td> <td style="text-align: center;">50,21</td> <td style="text-align: center;">40,73</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w (%)</td> <td style="text-align: center;">29,77</td> <td style="text-align: center;">26,22</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Promedio w (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">28,00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde + suelo humedo (P)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">10,29</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">5,878</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo humedo (W)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">4,412</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo seco (Ws)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">3,447</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de agua (w)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">28,00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad humeda (H)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1875</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (S)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1465</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;"><b>HINCHAMIENTO</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Lectura inicial</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0,05</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">24 horas</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0,05</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">48 horas</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0,06</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">72 horas</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0,07</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">96 horas</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0,08</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">HINCHAMIENTO %</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0,60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;"><b>PENETRACION</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NUMERO DE ENSAYO</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tamiz ASTM Abertura / Nº.</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">CARGA DE PENETRACION EN Lb</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">CARGA DE PENETRACION EN Kg</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.27 mm (0.05")</td> <td style="text-align: center;">22</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">10</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>2.54 mm (0.10")</b></td> <td style="text-align: center;"><b>44</b></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>20</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.81 mm (0.15")</td> <td style="text-align: center;">63,8</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">29</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.08 mm (0.20")</td> <td style="text-align: center;">85,8</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">39</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7.62 mm (0.30")</td> <td style="text-align: center;">128,7</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">58,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10.16 mm (0.40")</td> <td style="text-align: center;">181,5</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">82,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12.70 mm (0.50")</td> <td style="text-align: center;">235,4</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">107</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			MOLDE Nº	XIV			PESO MOLDE	5,878		PESO DEL MARTILLO: 10 Lb.	VOLUMEN MOLDE	0,0023526		ALTURA DEL MARTILLO: 18"	No DE GOLPES CAPA:				Nº de ensayo:		1	2	<b>ANTES DE LA INMERSION</b>				No DE GOLPES CAPA:				HUMEDAD	Nº recipiente	R		Wh + r	74,90		Ws + r	64,58		Ww	10,32		r	17,21		Ws	47,37		w (%)	21,79		MOLDE NUMERO	XIV			Molde + suelo humedo (P)	10,17			Molde	5,878			Suelo humedo (W)	4,292			Suelo seco (Ws)	3,524			Contenido de agua (w)	21,79			Densidad humeda (H)	1824			Densidad seca (S)	1498			<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>				HUMEDAD	Nº recipiente	ARRIBA M	ABAJO RM	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	Wh + r	81,68	68,55					Ws + r	66,73	57,87					Ww	14,95	10,68					r	16,52	17,14					Ws	50,21	40,73					w (%)	29,77	26,22					Promedio w (%)	28,00						Molde + suelo humedo (P)	10,29						Molde	5,878						Suelo humedo (W)	4,412						Suelo seco (Ws)	3,447						Contenido de agua (w)	28,00						Densidad humeda (H)	1875						Densidad seca (S)	1465						<b>HINCHAMIENTO</b>								Lectura inicial		0,05						24 horas		0,05						48 horas		0,06						72 horas		0,07						96 horas		0,08						HINCHAMIENTO %		0,60						<b>PENETRACION</b>								NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3		Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA DE PENETRACION EN Lb			CARGA DE PENETRACION EN Kg				1.27 mm (0.05")	22			10				<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>44</b>			<b>20</b>				3.81 mm (0.15")	63,8			29				5.08 mm (0.20")	85,8			39				7.62 mm (0.30")	128,7			58,5				10.16 mm (0.40")	181,5			82,5				12.70 mm (0.50")	235,4			107			
MOLDE Nº	XIV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
PESO MOLDE	5,878		PESO DEL MARTILLO: 10 Lb.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
VOLUMEN MOLDE	0,0023526		ALTURA DEL MARTILLO: 18"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
No DE GOLPES CAPA:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Nº de ensayo:		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<b>ANTES DE LA INMERSION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
No DE GOLPES CAPA:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
HUMEDAD	Nº recipiente	R																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Wh + r	74,90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Ws + r	64,58																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Ww	10,32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	r	17,21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Ws	47,37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	w (%)	21,79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
MOLDE NUMERO	XIV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Molde + suelo humedo (P)	10,17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Molde	5,878																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Suelo humedo (W)	4,292																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Suelo seco (Ws)	3,524																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Contenido de agua (w)	21,79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Densidad humeda (H)	1824																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Densidad seca (S)	1498																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
HUMEDAD	Nº recipiente	ARRIBA M	ABAJO RM	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	Wh + r	81,68	68,55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Ws + r	66,73	57,87																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Ww	14,95	10,68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	r	16,52	17,14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Ws	50,21	40,73																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	w (%)	29,77	26,22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Promedio w (%)	28,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Molde + suelo humedo (P)	10,29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Molde	5,878																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Suelo humedo (W)	4,412																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Suelo seco (Ws)	3,447																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Contenido de agua (w)	28,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Densidad humeda (H)	1875																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Densidad seca (S)	1465																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>HINCHAMIENTO</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Lectura inicial		0,05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
24 horas		0,05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
48 horas		0,06																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
72 horas		0,07																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
96 horas		0,08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
HINCHAMIENTO %		0,60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>PENETRACION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA DE PENETRACION EN Lb			CARGA DE PENETRACION EN Kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1.27 mm (0.05")	22			10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>44</b>			<b>20</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
3.81 mm (0.15")	63,8			29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
5.08 mm (0.20")	85,8			39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
7.62 mm (0.30")	128,7			58,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
10.16 mm (0.40")	181,5			82,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
12.70 mm (0.50")	235,4			107																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA UNITARIA EN Lb/pulg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA EN Kg/cm <sup>2</sup>		
1.27 mm (0.05")	7,32			0,516		
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>14,64</b>			<b>1,031</b>		
3.81 mm (0.15")	21,22			1,495		
<b>5.08 mm (0.20")</b>	<b>28,54</b>			<b>2,011</b>		
7.62 mm (0.30")	42,81			3,016		
10.16 mm (0.40")	60,37			4,254		
12.87 mm (0.50")	78,30			5,517		



Nº de Golpes	Esfuerzo de penetración	
	0.10 pulg	0.20 pulg
12	1,031	2,011
25	0,000	0,000
56	0,000	0,000

C.B.R	%	
12	1,46	1,90
25	0,00	0,00
56	0,00	0,00

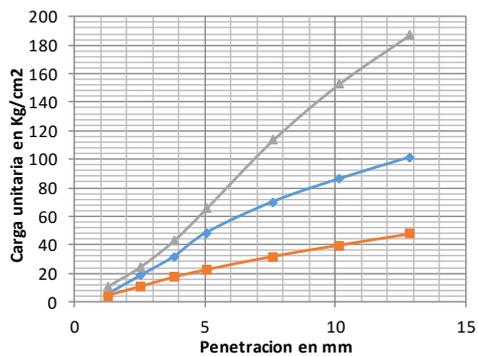
## Anexo E. 5: Ensayo CBR calicata 3 material de préstamo.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DE C.B.R.</b>	
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Carnero. <b>CALICATA:</b> 3 <b>MUESTRA:</b> 1

<b>MOLDE Nº</b>	XX	IX	XVII				
<b>PESO MOLDE</b>	6,065	6,878	6,858	PESO DEL MARTILLO: 10 Lb.			
<b>VOLUMEN MOLDE</b>	0,0023433	0,0023192	0,0023674	ALTURA DEL MARTILLO: 18"			
<b>No DE GOLPES CAPA:</b>	12	25	56				
Nº de ensayo:		1	2	3			
<b>ANTES DE LA INMERSION</b>							
<b>No DE GOLPES CAPA:</b>		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa			
<b>HUMEDAD</b>	Nº recipiente	Y2	G	W1			
	Wh + r	83,02	88,46	95,10			
	Ws + r	68,70	73,19	79,33			
	Ww	14,32	15,27	15,77			
	r	16,55	16,80	16,99			
	Ws	52,15	56,39	62,34			
	w (%)	27,46	27,08	25,30			
<b>MOLDE NUMERO</b>	XX	IX	XVII				
Molde + suelo humedo (P)	9,98	10,97	11,26				
Molde	6,065	6,878	6,858				
Suelo humedo (W)	3,915	4,092	4,402				
Suelo seco (Ws)	3,072	3,220	3,513				
Contenido de agua (w)	27,46	27,08	25,30				
Densidad humeda (H)	1671	1764	1859				
Densidad seca (S)	1311	1388	1484				
<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>							
<b>HUMEDAD</b>	Nº recipiente	ARRIBA 2	ABAJO JL	ARRIBA 30	ABAJO K	ARRIBA M	ABAJO JG
	Wh + r	96,54	90,61	87,35	97,66	100,39	92,23
	Ws + r	77,79	71,92	70,93	79,71	78,63	73,98
	Ww	18,75	18,69	16,42	17,95	21,76	18,25
	r	16,92	16,50	16,85	17,09	16,52	16,88
	Ws	60,87	55,42	54,08	62,62	62,11	57,10
	w (%)	30,80	33,72	30,36	28,66	35,03	31,96
	Promedio w (%)	32,26		29,51		33,50	
Molde + suelo humedo (P)	10,15		11,10		11,35		
Molde	6,065		6,878		6,858		
Suelo humedo (W)	4,085		4,222		4,492		
Suelo seco (Ws)	3,089		3,260		3,365		
Contenido de agua (w)	32,26		29,51		33,50		
Densidad humeda (H)	1743		1820		1897		
Densidad seca (S)	1318		1406		1421		
<b>HINCHAMIENTO</b>							
Lectura inicial		0,21		0,31		0,20	
24 horas		0,24		0,32		0,30	
48 horas		0,26		0,35		0,35	
72 horas		0,29		0,40		0,38	
96 horas		0,29		0,43		0,40	
HINCHAMIENTO %		1,60		2,40		4,00	
<b>PENETRACION</b>							
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	1	2	3	1	2	3	
<b>Tamiz ASTM</b>	<b>CARGA DE PENETRACION EN Lb</b>			<b>CARGA DE PENETRACION EN Kg</b>			
<b>Abertura / Nº.</b>							
1.27 mm (0.05")	187,66	230,34	457,82	85,3	104,7	208,1	
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>457,82</b>	<b>790,24</b>	<b>1052,92</b>	<b>208,1</b>	<b>359,2</b>	<b>478,6</b>	
3.81 mm (0.15")	737,88	1349,48	1825,12	335,4	613,4	829,6	
5.08 mm (0.20")	959,86	2064,92	2789,16	436,3	938,6	<b>1267,8</b>	
7.62 mm (0.30")	1360,04	2991,34	4839,34	618,2	1359,7	2199,7	
10.16 mm (0.40")	1696,64	3674,66	6525,64	771,2	1670,3	2966,2	
12.70 mm (0.50")	2035,66	4318,82	7995,68	925,3	1963,1	3634,4	

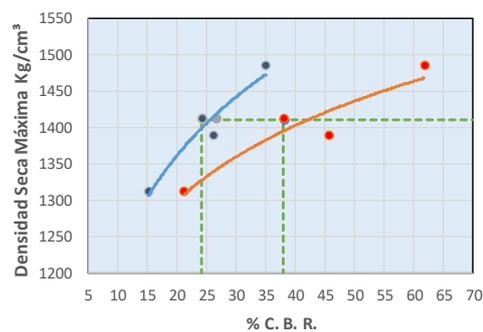
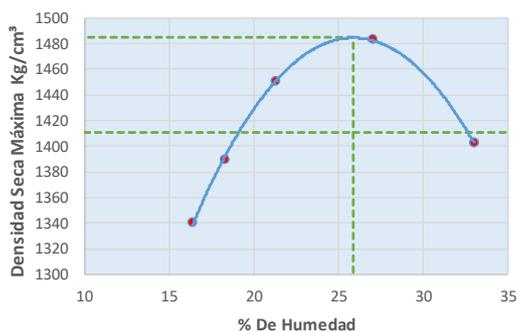
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA UNITARIA EN Lb/pulg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA EN Kg/cm <sup>2</sup>		
1.27 mm (0.05")	62,42	76,62	152,29	4,398	5,398	10,730
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>152,29</b>	<b>262,87</b>	<b>350,25</b>	<b>10,730</b>	<b>18,520</b>	<b>24,677</b>
3.81 mm (0.15")	245,45	448,90	607,12	17,293	31,627	42,774
<b>5.08 mm (0.20")</b>	<b>319,29</b>	<b>686,88</b>	<b>927,80</b>	<b>22,496</b>	<b>48,394</b>	<b>65,368</b>
7.62 mm (0.30")	452,41	995,05	1609,78	31,874	70,106	113,417
10.16 mm (0.40")	564,38	1222,36	2170,72	39,763	86,121	152,937
12.87 mm (0.50")	677,15	1436,63	2659,72	47,708	101,217	187,390



Nº de Golpes	Esfuerzo de penetración	
	0.10 pulg	0.20 pulg
12	10,730	22,496
25	18,520	48,394
56	24,677	65,368

C.B.R	%	
12	15,23	21,29
25	26,29	45,79
56	35,02	61,85

RELACION PROCTOR - C.B.R.



Densidad seca Máx. =	1485 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Optima=	25,86%
95% Densidad seca Máx. =	1410 Kg/m <sup>3</sup>

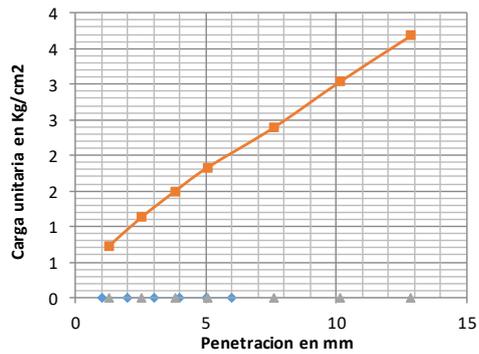
CRB PARA 0,10" =	24,25%
CRB PARA 0,20" =	37,98%

REALIZADO Y CALCULADO POR:	REVISADO POR:	FECHA:
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	OCTUBRE 2018

**Anexo E. 6: Ensayo CBR calicata 3 muestra 5 (terreno natural).**

 UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS DETERMINACIÓN DE C.B.R.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.	UBICACIÓN: La Milina - Jose Luis Tamayo CANTERA: La Negrita - Punta Carnero. CALICATA: 3 MUESTRA: Estrato Natural																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>MOLDE Nº</td> <td align="center">XIV</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO MOLDE</td> <td align="center">5,888</td> <td></td> <td></td> <td>PESO DEL MARTILLO:</td> <td align="center">10 Lb.</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN MOLDE</td> <td align="center">0,0023187</td> <td></td> <td></td> <td>ALTURA DEL MARTILLO:</td> <td align="center">18"</td> </tr> <tr> <td>No DE GOLPES CAPA:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº de ensayo:</td> <td align="center">1</td> <td align="center">2</td> <td align="center">3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="6"><b>ANTES DE LA INMERSION</b></td> </tr> <tr> <td colspan="6">No DE GOLPES CAPA:</td> </tr> <tr> <td rowspan="7" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">HUMEDAD</td> <td>Nº recipiente</td> <td align="center">R</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wh + r</td> <td align="center">77,85</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ws + r</td> <td align="center">66,13</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ww</td> <td align="center">11,72</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>r</td> <td align="center">16,47</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ws</td> <td align="center">49,66</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w (%)</td> <td align="center">23,60</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MOLDE NUMERO</td> <td align="center">XIV</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde + suelo humedo (P)</td> <td align="center">10,20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde</td> <td align="center">5,888</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo humedo (W)</td> <td align="center">4,312</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo seco (Ws)</td> <td align="center">3,489</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de agua (w)</td> <td align="center">23,60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad humeda (H)</td> <td align="center">1860</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (S)</td> <td align="center">1505</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="6"><b>DESPUES DE LA INMERSION</b></td> </tr> <tr> <td rowspan="10" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">HUMEDAD</td> <td>Nº recipiente</td> <td align="center">S</td> <td align="center">K</td> <td>ARRIBA</td> <td>ABAJO</td> <td>ARRIBA</td> <td>ABAJO</td> </tr> <tr> <td>Wh + r</td> <td align="center">86,54</td> <td align="center">94,26</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ws + r</td> <td align="center">70,94</td> <td align="center">78,43</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ww</td> <td align="center">15,60</td> <td align="center">15,83</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>r</td> <td align="center">16,64</td> <td align="center">17,13</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ws</td> <td align="center">54,30</td> <td align="center">61,30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w (%)</td> <td align="center">28,73</td> <td align="center">25,82</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Promedio w (%)</td> <td align="center">27,28</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde + suelo humedo (P)</td> <td align="center">10,33</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molde</td> <td align="center">5,888</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo humedo (W)</td> <td align="center">4,442</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo seco (Ws)</td> <td align="center">3,490</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de agua (w)</td> <td align="center">27,28</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad humeda (H)</td> <td align="center">1916</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (S)</td> <td align="center">1505</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="6"><b>HINCHAMIENTO</b></td> </tr> <tr> <td>Lectura inicial</td> <td align="center">0,07</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>24 horas</td> <td align="center">0,09</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>48 horas</td> <td align="center">0,11</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>72 horas</td> <td align="center">0,14</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>96 horas</td> <td align="center">0,16</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HINCHAMIENTO %</td> <td align="center">1,80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="6"><b>PENETRACION</b></td> </tr> <tr> <td>NUMERO DE ENSAYO</td> <td align="center">1</td> <td align="center">2</td> <td align="center">3</td> <td align="center">1</td> <td align="center">2</td> <td align="center">3</td> </tr> <tr> <td>Tamiz ASTM Abertura / Nº.</td> <td align="center" colspan="3">CARGA DE PENETRACION EN Lb</td> <td align="center" colspan="3">CARGA DE PENETRACION EN Kg</td> </tr> <tr> <td>1.27 mm (0.05")</td> <td align="center">30,8</td> <td></td> <td></td> <td align="center">14</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>2.54 mm (0.10")</b></td> <td align="center"><b>48,4</b></td> <td></td> <td></td> <td align="center"><b>22</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.81 mm (0.15")</td> <td align="center">63,8</td> <td></td> <td></td> <td align="center">29</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.08 mm (0.20")</td> <td align="center">78,1</td> <td></td> <td></td> <td align="center">35,5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.62 mm (0.30")</td> <td align="center">102,3</td> <td></td> <td></td> <td align="center">46,5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.16 mm (0.40")</td> <td align="center">129,8</td> <td></td> <td></td> <td align="center">59</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.70 mm (0.50")</td> <td align="center">157,3</td> <td></td> <td></td> <td align="center">71,5</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		MOLDE Nº	XIV					PESO MOLDE	5,888			PESO DEL MARTILLO:	10 Lb.	VOLUMEN MOLDE	0,0023187			ALTURA DEL MARTILLO:	18"	No DE GOLPES CAPA:						Nº de ensayo:	1	2	3			<b>ANTES DE LA INMERSION</b>						No DE GOLPES CAPA:						HUMEDAD	Nº recipiente	R				Wh + r	77,85				Ws + r	66,13				Ww	11,72				r	16,47				Ws	49,66				w (%)	23,60				MOLDE NUMERO	XIV					Molde + suelo humedo (P)	10,20					Molde	5,888					Suelo humedo (W)	4,312					Suelo seco (Ws)	3,489					Contenido de agua (w)	23,60					Densidad humeda (H)	1860					Densidad seca (S)	1505					<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>						HUMEDAD	Nº recipiente	S	K	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	Wh + r	86,54	94,26					Ws + r	70,94	78,43					Ww	15,60	15,83					r	16,64	17,13					Ws	54,30	61,30					w (%)	28,73	25,82					Promedio w (%)	27,28						Molde + suelo humedo (P)	10,33						Molde	5,888						Suelo humedo (W)	4,442						Suelo seco (Ws)	3,490						Contenido de agua (w)	27,28						Densidad humeda (H)	1916						Densidad seca (S)	1505						<b>HINCHAMIENTO</b>						Lectura inicial	0,07					24 horas	0,09					48 horas	0,11					72 horas	0,14					96 horas	0,16					HINCHAMIENTO %	1,80					<b>PENETRACION</b>						NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3	Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA DE PENETRACION EN Lb			CARGA DE PENETRACION EN Kg			1.27 mm (0.05")	30,8			14			<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>48,4</b>			<b>22</b>			3.81 mm (0.15")	63,8			29			5.08 mm (0.20")	78,1			35,5			7.62 mm (0.30")	102,3			46,5			10.16 mm (0.40")	129,8			59			12.70 mm (0.50")	157,3			71,5	
MOLDE Nº	XIV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
PESO MOLDE	5,888			PESO DEL MARTILLO:	10 Lb.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
VOLUMEN MOLDE	0,0023187			ALTURA DEL MARTILLO:	18"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
No DE GOLPES CAPA:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Nº de ensayo:	1	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<b>ANTES DE LA INMERSION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
No DE GOLPES CAPA:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
HUMEDAD	Nº recipiente	R																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	Wh + r	77,85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	Ws + r	66,13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	Ww	11,72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	r	16,47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	Ws	49,66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	w (%)	23,60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
MOLDE NUMERO	XIV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Molde + suelo humedo (P)	10,20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Molde	5,888																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Suelo humedo (W)	4,312																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Suelo seco (Ws)	3,489																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Contenido de agua (w)	23,60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Densidad humeda (H)	1860																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Densidad seca (S)	1505																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
HUMEDAD	Nº recipiente	S	K	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Wh + r	86,54	94,26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Ws + r	70,94	78,43																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Ww	15,60	15,83																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	r	16,64	17,13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Ws	54,30	61,30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	w (%)	28,73	25,82																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Promedio w (%)	27,28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	Molde + suelo humedo (P)	10,33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	Molde	5,888																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Suelo humedo (W)	4,442																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Suelo seco (Ws)	3,490																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Contenido de agua (w)	27,28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Densidad humeda (H)	1916																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Densidad seca (S)	1505																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<b>HINCHAMIENTO</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Lectura inicial	0,07																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
24 horas	0,09																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
48 horas	0,11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
72 horas	0,14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
96 horas	0,16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
HINCHAMIENTO %	1,80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<b>PENETRACION</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA DE PENETRACION EN Lb			CARGA DE PENETRACION EN Kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1.27 mm (0.05")	30,8			14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>48,4</b>			<b>22</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
3.81 mm (0.15")	63,8			29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
5.08 mm (0.20")	78,1			35,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
7.62 mm (0.30")	102,3			46,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
10.16 mm (0.40")	129,8			59																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
12.70 mm (0.50")	157,3			71,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA UNITARIA EN Lb/pulg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA EN Kg/cm <sup>2</sup>		
1.27 mm (0.05")	10,25			0,722		
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>16,10</b>			<b>1,134</b>		
3.81 mm (0.15")	21,22			1,495		
<b>5.08 mm (0.20")</b>	<b>25,98</b>			<b>1,830</b>		
7.62 mm (0.30")	34,03			2,398		
10.16 mm (0.40")	43,18			3,042		
12.87 mm (0.50")	52,32			3,687		



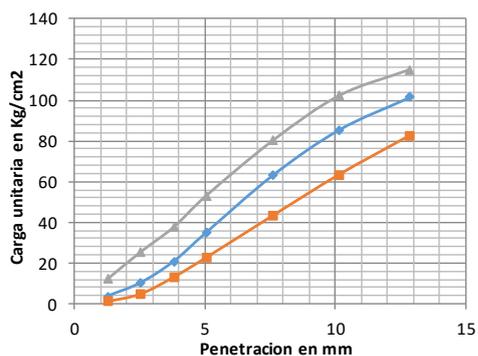
Nº de Golpes	Esfuerzo de penetración	
	0.10 pulg	0.20 pulg
12	1,134	1,830
25	0,000	0,000
56	0,000	0,000

C.B.R	%	
12	1,61	1,73
25	0,00	0,00
56	0,00	0,00

## Anexo E. 7: Ensayo CBR calicata 4 material de préstamo.

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DE C.B.R.</b>						
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Carnero. <b>CALICATA:</b> 4 <b>MUESTRA:</b> 1					
<b>MOLDE Nº</b>	VIII	XVIII	VII				
<b>PESO MOLDE</b>	6,408	6,559	5,879	<b>PESO DEL MARTILLO:</b> 10 Lb.			
<b>VOLUMEN MOLDE</b>	0,0023433	0,0023488	0,0023674	<b>ALTURA DEL MARTILLO:</b> 18"			
<b>No DE GOLPES CAPA:</b>	12	25	56				
<b>Nº de ensayo:</b>		1		2		3	
<b>ANTES DE LA INMERSION</b>							
<b>No DE GOLPES CAPA:</b>		12 Golpes x capa		25 Golpes x capa		56 Golpes x capa	
<b>HUMEDAD</b>	<b>Nº recipiente</b>	C4		Q1		V2	
	<b>Wh + r</b>	68,23		84,18		85,36	
	<b>Ws + r</b>	57,19		69,80		71,55	
	<b>Ww</b>	11,04		14,38		13,81	
	<b>r</b>	16,96		16,85		16,73	
	<b>Ws</b>	40,23		52,95		54,82	
	<b>w (%)</b>	27,44		27,16		25,19	
<b>MOLDE NUMERO</b>	VIII		XVIII		VII		
<b>Molde + suelo humedo (P)</b>	10,62		11,34		11,30		
<b>Molde</b>	6,408		6,559		5,879		
<b>Suelo humedo (W)</b>	4,212		4,781		5,421		
<b>Suelo seco (Ws)</b>	3,305		3,760		4,330		
<b>Contenido de agua (w)</b>	27,44		27,16		25,19		
<b>Densidad humeda (H)</b>	1797		2036		2290		
<b>Densidad seca (S)</b>	1410		1601		1829		
<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>							
<b>HUMEDAD</b>	<b>Nº recipiente</b>	ARRIBA HD	ABAJO M2	ARRIBA J	ABAJO RM	ARRIBA L	ABAJO R
	<b>Wh + r</b>	100,57	85,31	93,09	82,66	95,9	90,46
	<b>Ws + r</b>	77,3	69,58	76,06	68,64	78,83	71,69
	<b>Ww</b>	23,27	15,73	17,03	14,02	17,07	18,77
	<b>r</b>	16,53	17,32	17,13	17,14	17,21	16,47
	<b>Ws</b>	60,77	52,26	58,93	51,50	61,62	55,22
	<b>w (%)</b>	38,29	30,10	28,90	27,22	27,70	33,99
	<b>Promedio w (%)</b>	34,20		28,06		30,85	
	<b>Molde + suelo humedo (P)</b>	11,02		11,40		11,40	
<b>Molde</b>	6,408		6,559		5,879		
<b>Suelo humedo (W)</b>	4,612		4,841		5,521		
<b>Suelo seco (Ws)</b>	3,437		3,780		4,219		
<b>Contenido de agua (w)</b>	34,20		28,06		30,85		
<b>Densidad humeda (H)</b>	1968		2061		2332		
<b>Densidad seca (S)</b>	1467		1609		1782		
<b>HINCHAMIENTO</b>							
<b>Lectura inicial</b>		0,09		0,22		0,20	
<b>24 horas</b>		0,16		0,33		0,21	
<b>48 horas</b>		0,21		0,35		0,23	
<b>72 horas</b>		0,23		0,37		0,28	
<b>96 horas</b>		0,25		0,37		0,28	
<b>HINCHAMIENTO %</b>		3,20		3,00		1,60	
<b>PENETRACION</b>							
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	1	2	3	1	2	3	
<b>Tamiz ASTM Abertura / Nº.</b>	<b>CARGA DE PENETRACION EN Lb</b>			<b>CARGA DE PENETRACION EN Kg</b>			
<b>1.27 mm (0.05")</b>	57,86	156,2	515,02	26,3	71	234,1	
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>216,26</b>	<b>436,92</b>	<b>1083,28</b>	<b>98,3</b>	<b>198,6</b>	<b>492,4</b>	
<b>3.81 mm (0.15")</b>	567,16	885,28	1604,24	257,8	402,4	729,2	
<b>5.08 mm (0.20")</b>	976,14	1491,82	2262,7	443,7	678,1	<b>1028,5</b>	
<b>7.62 mm (0.30")</b>	1853,94	2693,46	3420,78	842,7	1224,3	1554,9	
<b>10.16 mm (0.40")</b>	2707,54	3644,08	4357,76	1230,7	1656,4	1980,8	
<b>12.70 mm (0.50")</b>	3522,86	4326,74	4903,14	1601,3	1966,7	2228,7	

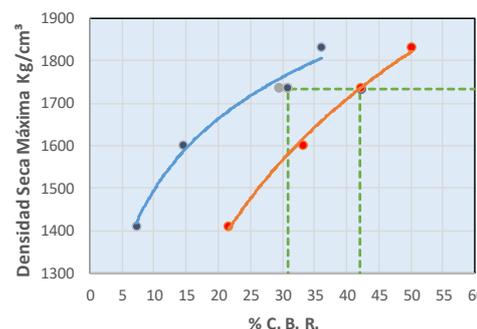
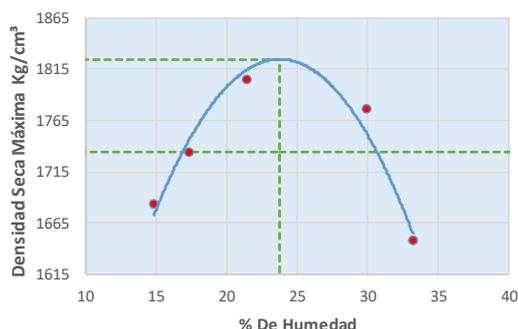
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA UNITARIA EN Lb/pulg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA EN Kg/cm <sup>2</sup>		
1.27 mm (0.05")	19,25	51,96	171,32	1,356	3,661	12,070
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>71,94</b>	<b>145,34</b>	<b>360,35</b>	<b>5,068</b>	<b>10,240</b>	<b>25,388</b>
3.81 mm (0.15")	188,66	294,48	533,64	13,292	20,748	37,598
<b>5.08 mm (0.20")</b>	<b>324,71</b>	<b>496,25</b>	<b>752,67</b>	<b>22,877</b>	<b>34,963</b>	<b>53,029</b>
7.62 mm (0.30")	616,70	895,96	1137,90	43,450	63,125	80,171
10.16 mm (0.40")	900,65	1212,18	1449,58	63,455	85,404	102,130
12.87 mm (0.50")	1171,86	1439,27	1631,00	82,563	101,403	114,912



Nº de Golpes	Esfuerzo de penetración	
	0.10 pulg	0.20 pulg
12	5,068	22,877
25	10,240	34,963
56	25,388	53,029

C.B.R	%	
12	7,19	21,65
25	14,53	33,08
56	36,03	50,18

RELACION PROCTOR - C.B.R.



Densidad seca Máx. =	1825 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Óptima=	23,75%
95% Densidad seca Máx. =	1734 Kg/m <sup>3</sup>

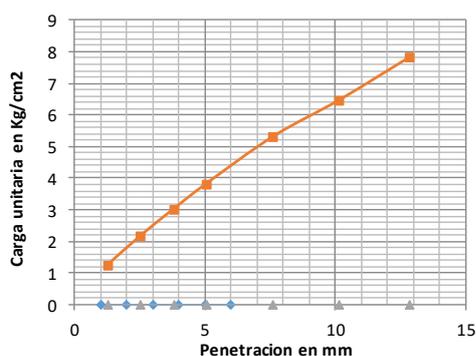
CRB PARA 0,10" =	30,84%
CRB PARA 0,20" =	42,08%

REALIZADO Y CALCULADO POR:	REVISADO POR:	FECHA:
Enrique Carvajal - Darwin Pozo	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.	OCTUBRE 2018

### Anexo E. 8: Ensayo CBR calicata 4 muestra 4 (terreno natural).

	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DE C.B.R.</b>						
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.		<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Carnero. <b>CALICATA:</b> 4 <b>MUESTRA:</b> Estrato Natural					
<b>MOLDE Nº</b>	XIV						
<b>PESO MOLDE</b>	6,878			<b>PESO DEL MARTILLO:</b>	10 Lb.		
<b>VOLUMEN MOLDE</b>	0,0023192			<b>ALTURA DEL MARTILLO:</b>	18"		
<b>No DE GOLPES CAPA:</b>							
Nº de ensayo:		1	2	3			
<b>ANTES DE LA INMERSION</b>							
<b>No DE GOLPES CAPA:</b>							
<b>HUMEDAD</b>	Nº recipiente	41					
	Wh + r	77,93					
	Ws + r	65,36					
	Ww	12,57					
	r	16,92					
	Ws	48,44					
	w (%)	25,95					
<b>MOLDE NUMERO</b>		XIV					
Molde + suelo humedo (P)		11,17					
Molde		6,878					
Suelo humedo (W)		4,292					
Suelo seco (Ws)		3,408					
Contenido de agua (w)		25,95					
Densidad humeda (H)		1851					
Densidad seca (S)		1469					
<b>DESPUES DE LA INMERSION</b>							
<b>HUMEDAD</b>	Nº recipiente	F	Y	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
	Wh + r	90,97	77,61				
	Ws + r	72,34	64,62				
	Ww	18,63	12,99				
	r	17,18	17,12				
	Ws	55,16	47,50				
	w (%)	33,77	27,35				
	Promedio w (%)		30,56				
	Molde + suelo humedo (P)		11,28				
Molde		6,878					
Suelo humedo (W)		4,402					
Suelo seco (Ws)		3,372					
Contenido de agua (w)		30,56					
Densidad humeda (H)		1898					
Densidad seca (S)		1454					
<b>HINCHAMIENTO</b>							
Lectura inicial		0,06					
24 horas		0,13					
48 horas		0,15					
72 horas		0,16					
96 horas		0,17					
HINCHAMIENTO %		2,20					
<b>PENETRACION</b>							
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	<b>CARGA DE PENETRACION EN Lb</b>			<b>CARGA DE PENETRACION EN Kg</b>			
1.27 mm (0.05")	52,8			24			
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>92,4</b>			<b>42</b>			
3.81 mm (0.15")	128,7			58,5			
5.08 mm (0.20")	162,8			74			
7.62 mm (0.30")	226,6			103			
10.16 mm (0.40")	276,1			125,5			
12.70 mm (0.50")	334,4			152			

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA UNITARIA EN Lb/pulg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA EN Kg/cm <sup>2</sup>		
1.27 mm (0.05")	17,56			1,237		
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>30,74</b>			<b>2,166</b>		
3.81 mm (0.15")	42,81			3,016		
<b>5.08 mm (0.20")</b>	<b>54,15</b>			<b>3,815</b>		
7.62 mm (0.30")	75,38			5,311		
10.16 mm (0.40")	91,84			6,471		
12.87 mm (0.50")	111,24			7,837		



Nº de Golpes	Esfuerzo de penetración	
	0.10 pulg	0.20 pulg
12	2,166	3,815
25	0,000	0,000
56	0,000	0,000

C.B.R	%	
12	3,07	3,61
25	0,00	0,00
56	0,00	0,00

## Anexo F. Ensayos de abrasión de Los Ángeles.

### Anexo F. 1: Ensayo de abrasión calicata 1.

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA			
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA				<b>DETERMINACION ABRACION DE LOS ANGELES</b>	
<b>CANtera:</b> LA NEGRITA				<b>CALICATA:</b>	1
<b>UBICACIÓN:</b> LA MILINA - JOSE LUIS TAMAYO				<b>MUESTRA:</b>	1
<b>COORDENADAS:</b> N 507560 E 9754210				<b>METODO:</b>	2
TAMIZ		PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO RETENIDO TAMIZ	% DE PERDIDA	
PASA	RETIENE				
2"	1 1/2"	5000			
1 1/2"	1"	5000			
		10000	5506		<b>44,94%</b>
		Base	%PERDIDA ≤ 40%		<b>NO CUMPLE</b>
		Subbase	%PERDIDA ≤ 50%		<b>SI CUMPLE</b>
<b>OBSERVACIONES:</b> NORMA INEN 860 Y861 AASHTO T - 96					
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>		<b>REVISADO POR:</b>		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	
Enrique Carvajal - Darwin Pozo		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.		Octubre 2018	

## Anexo F. 2: Ensayo de abrasión calicata 2.

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA			
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON				<b>DETERMINACION</b> <b>ABRASION DE LOS ANGELES</b>	
<b>CANtera:</b> LA NEGRITA				<b>CALICATA:</b>	2
<b>UBICACIÓN:</b> LA MILINA - JOSE LUIS TAMAYO				<b>MUESTRA:</b>	1
<b>COORDENADAS:</b> N 507851 E 9754140				<b>METODO:</b>	2
TAMIZ		PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO RETENIDO TAMIZ N°12	% DE PERDIDA	
PASA	RETIENE				
2"	1 1/2"	5000			
1 1/2"	1"	5000			
		10000	5586	<b>44,14%</b>	
		Base	%PERDIDA ≤ 40%	<b>NO CUMPLE</b>	
		Subbase	%PERDIDA ≤ 50%	<b>SI CUMPLE</b>	
		<b>OBSERVACIONES:</b> NORMA INEN 860 Y861 AASHTO T - 96			
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>		<b>REVISADO POR:</b>		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	
Enrique Carvajal - Darwin Pozo		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.		Octubre 2018	

## Anexo F. 3: Ensayo de abrasión calicata 3.

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA			
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON				<b>DETERMINACION</b> <b>ABRASION DE LOS ANGELES</b>	
<b>CANtera:</b> LA NEGRITA				<b>CALICATA:</b>	3
<b>UBICACIÓN:</b> LA MILINA - JOSE LUIS TAMAYO				<b>MUESTRA:</b>	1
<b>COORDENADAS:</b> N 508104 E 9754097				<b>METODO:</b>	1
TAMIZ		PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO RETENIDO TAMIZ N°12	% DE PERDIDA	
PASA	RETIENE				
3"	2 1/2"	2500			
2 1/2"	2"	2500			
2"	1 1/2"	5000			
		10000	5636	<b>43,64%</b>	
		Base	%PERDIDA ≤ 40%	<b>NO CUMPLE</b>	
		Subbase	%PERDIDA ≤ 50%	<b>SI CUMPLE</b>	
		<b>OBSERVACIONES:</b> NORMA INEN 860 Y861 AASHTO T - 96			
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>		<b>REVISADO POR:</b>		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	
Enrique Carvajal - Darwin Pozo		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.		Octubre 2018	

#### Anexo F. 4: Ensayo de abrasión calicata 4.

TAMIZ		PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES DEL ENSAYO RETENIDO TAMIZ N°12	% DE PERDIDA
PASA	RETIENE			
3"	2 1/2"	2500		
2 1/2"	2"	2500		
2"	1 1/2"	5000		
		10000	5476	45,24%
		Base	%PERDIDA ≤ 40%	NO CUMPLE
		Subbase	%PERDIDA ≤ 50%	SI CUMPLE
		<b>OBSERVACIONES:</b> NORMA INEN 860 Y861 AASHTO T - 96		
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>		<b>REVISADO POR:</b>		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>
Enrique Carvajal - Darwin Pozo		Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.		Octubre 2018

#### Anexo G. Ensayos de desgaste a los sulfatos.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA		CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS		DETERMINACIÓN DE DESGASTE.	
<b>SERIE FINA</b>				<b>MUESTRA PARA ENSAYO</b>			
<b>Masa de Material requerido de acuerdo a norma</b>				<b>Resultaos finales del ensayo</b>			
Tamiz	Especificado	Usado	Tamizado por	Masa retenida	% PASANTE	% DESGASTE	%DESGASTE TOTAL
3/8 - N4	100	100	N4	1,9	98,1	62,81	65,95
N4 - N8	100	100	N8	7,3	92,7	0,93	
N8 - N16	100	100	N16	15,9	84,1	0,84	
N16 - N30	100	100	N30	33	67	0,67	
N30 - N50	100	100	N50	29,9	70,1	0,70	
					<b>%Desgaste total ≤ 12%</b>		<b>NO CUMPLE</b>
<b>SERIE GRUESA</b>				<b>MUESTRA PARA ENSAYO</b>			
<b>Masa de Material requerido de acuerdo a norma</b>				<b>Resultaos finales del ensayo</b>			
Tamiz	Especificado	Usado	Tamizado por	Masa retenida	% PASANTE	% DESGASTE	%DESGASTE TOTAL
2 1/2" - 2"			5/8"				58,72
2" - 1 1/2"							
1 1/2" - 1"	1000	1000		9,2	99,08	27,08	
1" - 3/4"	500	500		22	95,6	31,64	
3/4" - 1/2"							
1/2" - 3/8"							
3/8 - N4							
					<b>%Desgaste total ≤ 12%</b>		<b>NO CUMPLE</b>
<b>REALIZADO Y CALCULADO POR:</b>				<b>REVISADO POR:</b>		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	
Enrique Carvajal - Darwin Pozo				Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.		Octubre 2018	

### Anexo H. Dosificaciones para probetas de suelo cemento.

ALTERNATIVA 1-A		ALTERNATIVA 1-A	
CEMENTO	5,0%	CEMENTO	7,0%
PESO DE SUELO	= 88000 gr	PESO DE SUELO	= 80000 gr
HUMEDAD OPTIMA	= 25,9%	HUMEDAD OPTIMA	= 25,9%
R ABSORCION DEL CEM	2,0%	R ABSORCION DEL CEM	2,0%
HUMEDAD NATURAL	= 16,97%	HUMEDAD NATURAL	= 16,97%
CEMENTO	= 5,0%	CEMENTO	= 7,0%
DENSIDAD SECA MAX	= 1485 Kg/m <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA MAX	= 1485 Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO		CEMENTO	
88000 gr	* 5,0% = 4400 gr	80000 gr	* 7,0% = 5600 gr
AGUA		AGUA	
92400 gr	* 10,9% = 10099 gr	85600 gr	* 10,9% = 9356,1 gr
SUELO	88000 gr	SUELO	80000 gr
CEMENTO	4400 gr	CEMENTO	5600 gr
AGUA	10099 ml	AGUA	9356 ml

ALTERNATIVA 1-A	
CEMENTO	9,0%
PESO DE SUELO	= 88000 gr
HUMEDAD OPTIMA	= 28,4%
R ABSORCION DEL CEM	2,0%
HUMEDAD NATURAL	= 16,21%
CEMENTO	= 9,0%
DENSIDAD SECA MAX	= 1493 Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO	
88000 gr	* 9,0% = 7920 gr
AGUA	
95920 gr	* 14,2% = 13611 gr
SUELO	88000 gr
CEMENTO	7920 gr
AGUA	13611 ml

## Anexo I. Resultados generales.

### Anexo I. 1: Resultados generales calicata 1.

 <b>RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO</b> 																			
<b>PROYECTO:</b>		ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS																	
<b>CALICATA #</b>		1		<b>Tesistas:</b>		Enrique Carvajal De La Rosa				<b>Coordenadas</b>		<b>Norte</b>		0507560					
<b>Ubicación:</b>		LA MILINA - JOSE LUIS TAMAYO				Darwin Pozo Tomala				<b>Este</b>		9754210							
DESCRIPCION	MUESTRA		CLASIFICACION		W	LL	LP	IP	PROCTOR		GRANULOMETRIA				CBR % LAB	MODULO RESILIENTE (PSI)	HINCHAMIENTO PROMEDIO (%)	GEOGAUGE	
	#	Prof.	SUCS	AASTHO	%	%	%	%	ys	w opt	PORCENTAJE QUE PASA							CBR %	M. E. (MPa)
									Kg/m3	%	No.4	No.10	No.40	No.200					
GRAVA GRIS	1	0,25	GW-GC	A-2-7 (0)	10,94	42,38	24,87	17,51	1682	17,9	35,97	24,35	13,67	7,55	53,62	17466,80	2,13	35,30	102,62
GRAVA CAFÉ	2	0,10	SC	A-4 (0)	10,54	31,05	22,06	9,00	1972	13,5	81,87	61,45	49,69	36,25				3,09	28,18
ARENA	3	0,45	SC	A-2-6 (0)	20,31	36,86	25,24	11,63	1614	22,8	76,81	47,94	34,14	21,76				29,03	27,80
ARENA	4	0,8	SC	A-4 (0)	22,23	25,39	17,45	7,94	1879	14,4	99,90	96,09	93,35	38,83	0,95	1425,00	2,00	0,87	26,51

W = Humedad  
 LL = Limite liquido  
 LP = Limite plastico  
 IP = Indice plastico  
 ys = Densidad seca maxima

## Anexo I. 2: Resultados generales calicata 2.



### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



<b>PROYECTO:</b>	ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE							
<b>CALICATA #</b>	2		<b>Tesistas:</b>	Enrique Carvajal De La Rosa		<b>Coordenadas</b>	<b>Norte</b>	0507861
<b>Ubicación:</b>	LA MILINA - JOSE LUIS TAMAYO			Darwin Pozo Tomala			<b>Este</b>	9754210

DESCRIPCION	MUESTRA		CLASIFICACION		W %	L.L %	L.P %	I.P %	PROCTOR		GRANULOMETRIA				CBR % LAB	MODULO RESILIENTE (PSI)	HINCHAMIENTO PROMEDIO (%)	GEOGAUGE	
	#	Prof.	SUCS	AASTHO					ys Kg/m3	w opt %	PORCENTAJE QUE PASA							CBR %	M. E. (MPa)
											No.4	No.10	No.40	No.200					
GRAVA GRIS	1	0,20	GW-GM	A-2-7 (0)	14,11	47,05	33,39	13,66	1439	22,5	35,54	26,45	15,63	9,61	44,23	16633,86	3,07	30,32	102,83
GRAVA CAFÉ	2	0,10	SC	A-2-4 (0)	7,48	24,90	17,81	7,09	2080	11,2	66,60	32,11	20,56	12,78				3,28	27,80
ARENA	3	0,40	SC	A-4 (0)	15,22	26,00	18,36	7,65	1866	12,9	100,00	99,30	98,09	38,94				2,18	27,94
ARENA	4	0,80	SC	A-6 (1)	19,05	34,09	21,85	12,24	1837	16,7	100,00	99,21	97,98	39,81	1,90	2854,09	0,60	1,73	27,91

W = Humedad  
 LL = Limite liquido  
 LP = Limite plastico  
 IP = Indice plastico  
 ys = Densidad seca maxima

### Anexo I. 3: Resultados generales calicata 3.



## RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

<b>PROYECTO:</b>	ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS							
<b>CALICATA #</b>	3		<b>Tesistas:</b>	Enrique Carvajal De La Rosa		<b>Coordenadas</b>	<b>Norte</b>	0508104
<b>Ubicación:</b>	LA MILINA - JOSE LUIS TAMAYO			Darwin Pozo Tomala			<b>Este</b>	9754097

DESCRIPCION	MUESTRA		CLASIFICACION		W	LL	LP	IP	PROCTOR		PORCENTAJE QUE PASA				CBR % LAB	MODULO RESILIENTE (PSI)	HINCHAMIENTO PROMEDIO (%)	GEOGAUGE	
	#	Prof.	SUCS	AASTHO	%	%	%	%	ys	w opt	No.4	No.10	No.40	No.200				CBR %	M. E.
									Kg/m3	%									
GRAVA GRIS	1	0,40	GW	A-2-7 (0)	16,97	50,81	34,22	16,59	1485	25,9	16,17	12,07	7,19	4,48	37,98	15975,28	2,67	32,84	107,42
GRAVA CAFÉ	2	0,30	SM	A-2-7 (0)	15,05	41,65	27,92	13,72	1713	19,9	75,89	46,42	32,21	20,04				3,45	27,92
ARENA	3	0,10	SM	A-2-4 (0)	13,73	21,19	18,59	2,60	2171	14,0	98,43	95,93	94,13	38,51				3,61	27,91
ARENA	4	0,3	SM	A-2-3 (0)	9,84	NP	NP	NP	1801	12,3	100,00	99,43	98,31	23,90				9,12	23,83
ARENA	5	0,50	SC	A-2-6 (0)	16,90	30,45	19,95	10,50	1791	15,1	92,75	80,59	72,61	29,78	1,73	2597,95	1,80	0,59	22,74

W = Humedad  
 LL = Limite liquido  
 LP = Limite plastico  
 IP = Indice plastico  
 ys = Densidad seca maxima

### Anexo I. 4: Resultados generales calicata 4.



## RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



<b>PROYECTO:</b>	ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE							
<b>CALICATA #</b>	4		<b>Tesistas:</b>	Enrique Carvajal De La Rosa		<b>Coordenadas</b>	<b>Norte</b>	0508307
<b>Ubicación:</b>	LA MILINA - JOSE LUIS TAMAYO			Darwin Pozo Tomala			<b>Este</b>	9754074

DESCRIPCION	MUESTRA		CLASIFICACION		W	L.L	L.P	I.P	PROCTOR		PORCENTAJE QUE PASA				CBR % LAB	MODULO RESILIENTE (PSI)	HINCHAMIENTO PROMEDIO (%)	GEOGAUGE	
	#	Prof.	SUCS	AASTHO					%	%	%	%	ys	w opt				No.4	No.10
					%	%	%	%	Kg/m3	%									
GRAVA GRIS	1	0,40	GP-GM	A-2-7 (0)	11,48	52,00	34,56	17,44	1825	23,7	38,76	30,33	17,57	9,44	42,08	16418,42	2,60	36,06	102,84
GRAVA CAFÉ	2	0.10	SC	A-4 (0)	10,97	30,89	22,46	8,43	1977	13,5	80,75	59,47	46,59	33,40				59,98	129,84
ARENA	3	0,40	SC	A-4 (0)	14,99	26,05	18,47	7,57	1939	12,7	96,65	92,74	91,54	37,73				2,18	45,08
ARENA CAFÉ	4	0,80	SM	A-2-4 (0)	16,24	21,06	16,57	4,49	1854	19,4	99,19	97,33	94,79	24,75	3,61	5415,45	2,20	3,95	49,86

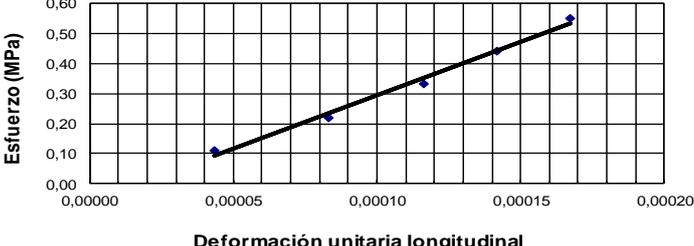
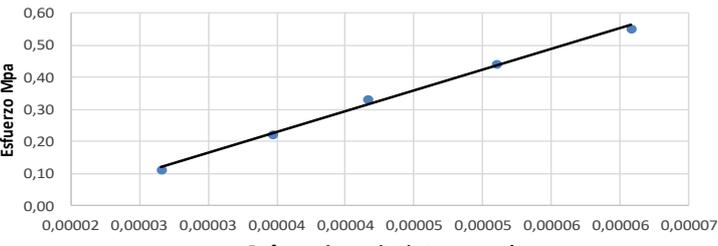
W = Humedad  
 LL = Limite liquido  
 LP = Limite plastico  
 IP = Indice plastico  
 ys = Densidad seca maxima

**Anexo J. Ensayo a compresión simple probetas de suelo cemento.**

IDENTIFICACION DEL CILINDRO	N°	FECHA DE VACIADO	DIAMETRO CILINDRO (cm)			ALTURA (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	PESO (g)	DENSIDAD	ROTURA				EFICIENCIA 28 DIAS	
			D1	D2	PROMEDIO					FECHA	EDAD (DIAS)	CARGA (Kn)	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	%	PROMEDIO
5% MILINA	1	2-nov	15,1	15,15	15,13	30,51	179,67	9390	1712,94	9/11/2018	7	17,2	9,76	54,23	71,02
	2	2-nov	15,24	15,29	15,27	30,19	183,01	9590	1735,69	9/11/2018	7	19,9	11,09	61,60	
	3	2-nov	15,09	15,27	15,18	30,14	180,99	9627	1764,76	16/11/2018	14	21,7	12,23	67,92	
	4	2-nov	15,33	15,15	15,24	30,31	182,41	9670	1748,96	16/11/2018	14	20,4	11,40	63,35	
	5	2-nov	15,03	14,98	15,01	30,34	176,83	9327	1738,46	30/11/2018	28	28,1	16,20	90,02	
	6	2-nov	15,25	15,25	15,25	30,27	182,65	9568	1730,53	30/11/2018	28	28,7	16,02	89,01	
	7	2-nov	15,22	15,19	15,21	30,26	181,58	9586	1744,64	7/12/2018	34	31,71	17,81	98,93	
	8	2-nov	15,28	15,18	15,23	30,19	182,18	9719	1767,13	7/12/2018	34	31,84	17,82	99,01	
7% MILINA	1	3-nov	15,24	15,16	15,2	30,33	181,46	10190	1851,50	10/11/2018	7	28,2	15,85	88,04	101,11
	2	3-nov	15,16	15,26	15,21	30,51	181,70	10250	1848,98	10/11/2018	7	23,1	12,96	72,02	
	3	3-nov	15,34	15,27	15,31	30,65	183,97	10304	1827,34	17/11/2018	14	31,8	17,63	97,92	
	4	3-nov	15,01	15	15,01	30,69	176,83	10263	1891,10	17/11/2018	14	35,1	20,24	112,45	
	5	3-nov	15,16	15,24	15,2	30,34	181,46	10233	1858,70	1/12/2018	28	37,5	21,07	117,07	
	6	3-nov	14,95	14,94	14,95	30,24	175,42	10054	1895,29	1/12/2018	28	36,9	21,45	119,17	
	7	3-nov	15,09	15,16	15,13	30,46	179,67	10337	1888,79	7/12/2018	34	42,6	24,18	134,32	
	8	3-nov	15,08	15,14	15,11	30,23	179,32	10160	1874,29	7/12/2018	34	39,3	22,35	124,16	
9% MILINA	1	3-nov	15,08	15,12	15,10	30,26	179,08	9020	1664,54	10/11/2018	7	51,8	29,50	163,87	180,69
	2	3-nov	15,17	15,23	15,20	30,51	181,46	9370	1692,47	10/11/2018	7	54,8	30,80	171,08	
	3	3-nov	15,18	15,23	15,21	30,25	181,58	9216	1677,85	17/11/2018	14	57,6	32,35	179,71	
	4	3-nov	15,15	15,18	15,17	30,4	180,62	9165	1669,11	17/11/2018	14	56,9	32,12	178,46	
	5	3-nov	15,11	15,1	15,11	30,28	179,20	9003	1659,20	1/12/2018	28	61,9	35,22	195,69	
	6	3-nov	15,26	15,05	15,16	30,69	180,39	9129	1649,01	1/12/2018	28	62,2	35,16	195,34	
	7	3-nov	15,18	15,18	15,18	30,21	180,98	9332	1706,83	7/12/2018	34	77,1	43,44	241,34	
	8	3-nov	15,13	15,2	15,17	30,23	180,62	9275	1698,64	7/12/2018	34	71,7	40,48	224,881	

## Anexo K. Ensayo Módulo Elástico/Young y relación de Poisson.

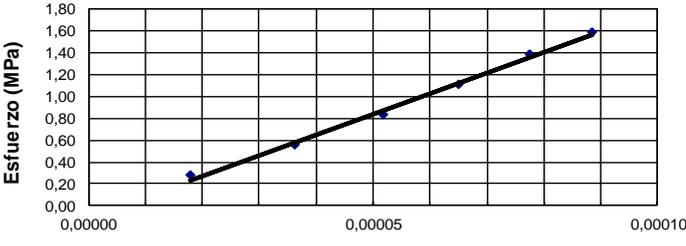
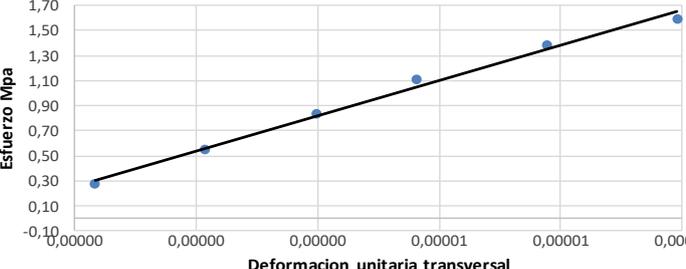
### Anexo K. 1: Probetas con 5% de cemento.

		<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DEL MODULO ELASTICO</b>					
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PA VIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.				<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Camero <b>PROBETA:</b> Suelo Cemento <b>PORCENTAJE CEMENTO:</b> 5%			
<b>Edad:</b>	28 Dias	<b>Area:</b>	18170				
<b>%Cemento:</b>	5 %	<b>Longitud cálculo:</b>	302,6 mm				
<b>Diámetro:</b>	152,1 mm	<b>40% carga:</b>	11,5 KN				
<b>Longitud:</b>	302,6 mm	<b>40% resistencia:</b>	0,6 Mpa				
<b>Resistencia máx 28 dias:</b>	1,6 Mpa 16,1 Kg/cm2 229,2 PSI						
MODULO ELASTICO							
Carga kN	Esfuerzo Mpa	Deformación					
		lect 1	lect 2	Prom Lectura	Deformación mm	Unitaria	
2	0,1	1,28	1,34	1,31	1,31E-02	0,00004	
4	0,2	2,52	2,52	2,52	2,52E-02	0,00008	
6	0,3	3,54	3,5	3,52	3,52E-02	0,00012	
8	0,4	4,45	4,12	4,29	4,29E-02	0,00014	
10	0,6	5,32	4,8	5,06	5,06E-02	0,00017	
						<b>E=</b> <b>3,6 GPa</b> <b>3553 MPa</b> <b>515300 PSI</b>	
RELACION DE POISSON							
Carga kN	Esfuerzo Mpa	Deformación					
		lect 1	lect 2	Prom Lectura	Deformación mm	Unitaria	
2	0,1	0,8	0,81	0,805	8,05E-03	0,00003	
4	0,2	1	1,1	1,05	1,05E-02	0,00003	
6	0,3	1,28	1,24	1,26	1,26E-02	0,00004	
8	0,4	1,62	1,47	1,55	1,55E-02	0,00005	
10	0,6	1,85	1,83	1,84	1,84E-02	0,00006	
						<b>E=</b> <b>12,9 GPa</b> <b>12873 MPa</b> <b>1867030 PSI</b>  <b>v=</b> <b>0,29</b>	

## Anexo K. 2: Probetas con 7% de cemento.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS DETERMINACIÓN DEL MODULO ELASTICO		INGENIERIA CIVIL UPSE					
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMAYO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.				<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo <b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Camero <b>PROBETA:</b> Suelo Cemento <b>PORCENTAJE CEMENTO:</b> 7%			
<b>Edad:</b> 28 Dias <b>%Cemento:</b> 7 % <b>Diámetro:</b> 151,3 mm <b>Longitud:</b> 304,6 mm <b>Resistencia máx 28 dias:</b> 2,4 Mpa 24,2 Kg/cm <sup>2</sup> 343,9 PSI		<b>Area:</b> 17979 <b>Longitud cálculo:</b> 304,6 mm <b>40% carga:</b> 17,1 KN <b>40% resistencia:</b> 0,9 Mpa					
MODULO ELASTICO							
Carga kN	Esfuerzo Mpa	Deformación					
		lect 1	lect 2	Prom Lectura	Deformación mm	Unitaria	
3	0,2	0,88	1,04	0,96	9,60E-03	0,00003	
6	0,3	1,84	2,08	1,96	1,96E-02	0,00006	
9	0,5	2,54	2,8	2,67	2,67E-02	0,00009	
12	0,7	3,2	3,48	3,34	3,34E-02	0,00011	
15	0,8	3,84	3,98	3,91	3,91E-02	0,00013	
17	0,9	4,48	4,5	4,49	4,49E-02	0,00015	
							<b>E=</b> 6,7 GPa 6719 MPa 974533 PSI
RELACION DE POISSON							
Carga kN	Esfuerzo Mpa	Deformación					
		lect 1	lect 2	Prom Lectura	Deformación mm	Unitaria	
3	0,2	0,06	0,03	0,045	4,50E-04	0,00000	
6	0,3	0,17	0,18	0,175	1,75E-03	0,00001	
9	0,5	0,4	0,35	0,375	3,75E-03	0,00001	
12	0,7	0,56	0,57	0,57	5,65E-03	0,00002	
15	0,8	0,7	0,8	0,75	7,50E-03	0,00002	
17	0,9	0,89	0,9	0,895	8,95E-03	0,00003	
							<b>E=</b> 27,9 GPa 27904 MPa 4047178 PSI  <b>v=</b> 0,29

### Anexo K. 3: Probetas con 9% de cemento.

		<b>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS</b> <b>DETERMINACIÓN DEL MODULO ELASTICO</b>					
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO DE SUELO, ESTABILIZACION DEL MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CEMENTO MH Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN LAS CALLES DEL SECTOR LA MILINA, PARROQUIA JOSE LUIS TAMA YO, CANTON SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.				<b>UBICACIÓN:</b> La Milina - Jose Luis Tamayo			
				<b>CANTERA:</b> La Negrita - Punta Camero			
				<b>PROBETA:</b> Suelo Cemento			
				<b>PORCENTAJE CEMENTO:</b> 9%			
<b>Edad:</b> 28 Dias <b>%Cemento:</b> 9 % <b>Diámetro:</b> 151,7 mm <b>Longitud:</b> 302,3 mm <b>Resistencia máx 28 días:</b> 4,0 Mpa 40,5 Kg/cm2 575,7 PSI		<b>Area:</b> 18074 <b>Longitud cálculo:</b> 302,3 mm <b>40% carga:</b> 28,7 KN <b>40% resistencia:</b> 1,6 Mpa					
MODULO ELASTICO							
Carga kN	Esfuerzo Mpa	Deformación					
		lect 1	lect 2	Prom Lectura	Deformación mm	Unitaria	
5	0,3	0,52	0,57	0,545	5,45E-03	0,00002	
10	0,6	1,08	1,11	1,095	1,10E-02	0,00004	
15	0,8	1,53	1,6	1,565	1,57E-02	0,00005	
20	1,1	1,93	2	1,97	1,97E-02	0,00007	
25	1,4	2,32	2,37	2,345	2,35E-02	0,00008	
28,68	1,6	2,65	2,7	2,675	2,68E-02	0,00009	
						<b>E= 18,6 GPa</b> <b>18594 MPa</b> <b>2696871 PSI</b>	
RELACION DE POISSON							
Carga kN	Esfuerzo Mpa	Deformación					
		lect 1	lect 2	Prom Lectura	Deformación mm	Unitaria	
5	0,3	0,01	0,01	0,01	1,00E-04	0,00000	
10	0,6	0,07	0,06	0,065	6,50E-04	0,00000	
15	0,8	0,12	0,12	0,12	1,20E-03	0,00000	
20	1,1	0,18	0,16	0,17	1,70E-03	0,00001	
25	1,4	0,24	0,23	0,235	2,35E-03	0,00001	
28,68	1,6	0,3	0,3	0,3	3,00E-03	0,00001	
						<b>E= 136,6 GPa</b> <b>136572 MPa</b> <b>19808054 PSI</b>  <b>v= 0,25</b>	

## Anexo L. Diseño estructura de pavimento por el método AASHTO 93.

DISAASHTO-93 - DISEÑO ESTRUCTURA

---

**DISAASHTO-93 - DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO**

**MENU**

**DATOS GENERALES**

TRANSITO EE(8.2 Ton)  
W= 189817

DESVIACION ESTANDAR TOTAL  
So= 0.45

DIF. INDICES DE SERVICIO  
(ΔPSI)= 1.7

DESVIACION ESTANDAR NORMAL  
-ZR= -1.282 AYUDA

**DATOS ESPECIFICOS POR CAPA**

MEZCLA ASFALTICA  
Coeficiente estructural a1 = 0.425

BASE GRANULAR  
Coeficiente estructural a2 = 0.135    Coeficiente de drenaje m2 = 0.9    Modulo resiliente en PSI = 28000

SUBBASE  
Coeficiente estructural a3 = 0.107    Coeficiente de drenaje m3 = 0.9    Modulo resiliente en PSI = 15000

SUBRASANTE  
Modulo resiliente en PSI = 2025 CALCULAR ESTRUCTURA INICIAL

---

**RESULTADOS**

NUMEROS ESTRUCTURALES CALCULADOS:

SN1 = 1,56    SN2 = 2,01    SN3 = 4,3

ESPEORES INICIALES CALCULADOS

D1(i)= 3,671    D2(i)= 3,601    D3(i)= 23,655

**ESPESOR D1**

CALCULO DE D1  
D1 = SN1/a1 = 3,671

VERIFICACION DE D1  
D1\* = 3,7

CALCULO DE SN1\*

SN1\* = a1 x D1\* = 1,5725    CUMPLE OK

RECALCULAR D1

---

**ESPESOR D2**

CALCULO DE D2  
D2 = (SN2-SN1\*) / a2 x m2 = 3,601

VERIFICACION DE D2  
D2\* = 3,7

CALCULO DE SN2\*

SN2\* = a2 x m2 x D2\* + SN1\* = 2,022    CUMPLE OK

RECALCULAR D2

---

**ESPESOR D3**

CALCULO DE D3  
D3 = SN3-(SN2\*+SN1\*) / a3 x m3 = 23,655

VERIFICACION DE D3  
D3\* = 24

CALCULO DE SN3\*

SN3\* = a3 x m3 x D3\* + SN1\*+SN2\* = 4,333    CUMPLE OK

RECALCULAR D3

Anexo M. Espesores mínimos de acuerdo al ESAL's de diseño y al módulo resiliente de la sub-rasante.

Categoría de subrasante		Categoría de tráfico											
		Liviano (50 000 ESAL's)			Medio (500 000 ESAL's)			Pesado (5 000 000 ESAL's)			Muy pesado (25 000 000 ESAL's)		
		AASHTO 93	Mecanicista		AASHTO 93	Mecanicista		AASHTO 93	Mecanicista		AASHTO 93	Mecanicista	
			Sierra	Costa		Sierra	Costa		Sierra	Costa		Sierra	Costa
Categoría de subrasante	Subrasante muy débil (Mr: 25 MPa) CBR 5%	CA - 5.0cm	CA - 2.5cm	CA - 2.5cm	CA - 10.0cm	CA - 6.0cm	CA - 6.0cm	CA - 16.0cm	CA - 7.0cm	CA - 7.0cm	CA - 23.0cm	CA - 10.0cm	CA - 9.0cm
		BAG - 15.0cm	SEC - 39.5cm	SEC - 39.5cm	BAG - 25.0cm	BEC - 25.0cm	BEC - 23.0cm	BAG - 25.0cm	BEC - 27.0cm	BEC - 27.0cm	BAG - 30.0cm	BEC - 27.0cm	BEC - 27.0cm
		SB - 15.0cm			SB - 26.0cm	SB - 25.0cm	SB - 25.0cm	SB - 25.0cm	SB - 30.0cm	SB - 30.0cm	SB - 30.0cm	SB - 30.0cm	SB - 30.0cm
								ME - 30.0cm			ME - 30.0cm		
	Subrasante débil (Mr: 50 MPa) CBR 5 - 10 %	CA - 5.0cm	CA - 2.5cm	CA - 2.5cm	CA - 10.0cm	CA - 4.0cm	CA - 4.0cm	CA - 16.0cm	CA - 7.0cm	CA - 7.0cm	CA - 23.0cm	CA - 10.0cm	CA - 9.0cm
		BAG - 18.0cm	SEC - 36.0cm	SEC - 36.0cm	BAG - 25.0cm	BEC - 24.0cm	BEC - 24.0cm	BAG - 20.0cm	BEC - 25.0cm	BEC - 25.0cm	BAG - 25.0cm	BEC - 25.0cm	BEC - 25.0cm
						SB - 15.0cm	SB - 15.0cm	SB - 25.0cm	SB - 25.0cm	SB - 25.0cm	SB - 28.0cm	SB - 20.0cm	SB - 20.0cm
	Subrasante adecuada (Mr: 75 MPa) CBR 10 - 15%	CA - 9.0cm	CA - 2.5cm	CA - 2.5cm	CA - 10.0cm	CA - 4.0cm	CA - 4.0cm	CA - 16.0cm	CA - 7.0cm	CA - 6.0cm	CA - 23.0cm	CA - 10.0cm	CA - 9.0cm
			SEC - 33.5cm	SEC - 33.5cm	BAG - 15.0cm	BEC - 25.0cm	BEC - 25.0cm	BAG - 25.0cm	BEC - 24.0cm	BEC - 24.0cm	BAG - 30.0cm	BEC - 25.0cm	BEC - 25.0cm
									SB - 20.0cm	SB - 20.0cm			
	Subrasante resistente (Mr: 90 MPa) CBR > 15%	CA - 8.0cm	CA - 2.5cm	CA - 2.5cm	CA - 10.0cm	CA - 5.0cm	CA - 5.0cm	CA - 16.0cm	CA - 7.0cm	CA - 6.0cm	CA - 23.0cm	CA - 10.0cm	CA - 9.0cm
			SEC - 32.5cm	SEC - 32.5cm	BAG - 15.0cm	BEC - 22.0cm	BEC - 22.0cm	BAG - 20.0cm	BEC - 24.0cm	BEC - 24.0cm	BAG - 25.0cm	BEC - 24.0cm	BEC - 24.0cm

CA: Carpeta asfáltica	SEC: Suelo estabilizado con cemento	SEC y BEC siguiendo la clasificación del MOP-001 - F 2002 Centro Técnico del Hormigón
BAG: Base granular	BEC: Base estabilizada con cemento	
SB: Subbase granular	ME: Mejoramiento de subrasante	

**Anexo N. Análisis de precios unitarios.**

**Anexo N. 1: Rubro de estructura de pavimento flexible tradicional.**

**ESTRUCTURA TRADICIONAL**

**PAVIMENTO FLEXIBLE e= 3" (e= 7,50 cm) CON BASE GRANULAR**

**UNIDAD**

**M2**

No.	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	EXCAVACION SIN CLASIFICAR ( INC. DESALOJO)	M3.	1,12	6,84	7,64
2	MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO (NO INC. TRANSPORTE)	M3.	0,46	4,26	1,95
3	TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	M3-KM.	4,57	0,27	1,23
4	SUB-BASE CLASE 3 (NO INC. TRANSPORTE)	M3.	0,30	10,04	3,06
5	TRANSPORTE DE SUB-BASE CLASE 3	M3-KM.	6,71	0,27	1,81
6	BASE CLASE 1 (NO INC. TRANSPORTE)	M3.	0,28	15,97	4,46
7	TRANSPORTE DE BASE CLASE 1	M3-KM.	36,32	0,11	4,00
8	HORMIGON ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA e=3" (INC. TRANSPORTE)	M2.	1,00	14,37	14,37
				<b>TOTAL</b>	<b>38,52</b>

















**Anexo N. 2: Rubro de estructura de pavimento flexible con suelo cemento.**

**DISEÑO DE ESTRUCTURA CON 5% DE CEMENTO**

**PAVIMENTO FLEXIBLE e= 3" (e= 7,50 cm) CON BASE GRANULAR**

**UNIDAD M2**

No.	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	BASE ESTABILIZADA CON 5% DE CEMENTO VIAL MH	M3.	0.30	18.99	5.79
2	HORMIGON ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA e= 3" (INCLUYE TRANSPORTE)	M2.	1.00	14.37	14.37
				<b>TOTAL</b>	<b>20.16</b>





**Anexo O. Fotografías.**

**Anexo O 1. Extracción calicatas sector La Milina, Muey.**



**Anexo O 2. Extracción de probeta para el ensayo de CBR natural.**



**Anexo O 3. Lecturas en cada estrato de las calicatas con GeoGauge.**



**Anexo O 4. Estudio de tránsito.**



**Anexo O 5. Ensayo de granulometría y límite líquido.**



**Anexo O 6. Ensayo de CBR natural.**



**Anexo O 7. Ensayo de Abrasión y desgaste a los sulfatos.**



**Anexo O 8. Ensayo de proctor modificado.**



**Anexo O 9. Ensayo CBR.**



**Anexo O 10. Probetas suelo cemento.**



**Anexo O 11. Refrentado para ensayo de compresión simple.**



**Anexo O 12. Ensayo Compresión simple, módulo de Young y relación de Poisson, Holcim S.A.**



**Anexo O 13. Paños de prueba.**

