



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de Titulación previa a la obtención del título de Ingeniero
Civil**

**Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para
Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur.**

AUTOR

Autor: Erick Giovanni Gavilanes Bayas.

Director: Ing. Óscar Villacrés.

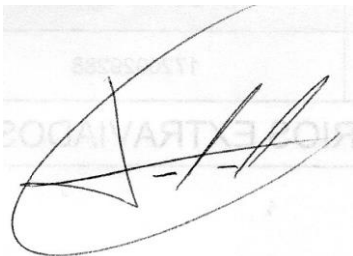
Quito, Noviembre 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. **Óscar Villacrés.**, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el Proyecto de Investigación Científica con el Tema “ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL EN EL SECTOR DE SANTOS PAMBA BARRIO COLINAS DEL SUR” del estudiante **Erick Giovanni Gavilanes Bayas**, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad.

Quito, Noviembre del 2015

EL TUTOR

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Óscar Villacrés', written over a faint, mirrored watermark of the signature. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval shape.

Ing. Óscar Villacrés A.

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Erick Giovanny Gavilanes Bayas, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y, que se ha consultado en la bibliografía detallada.



Erick Gavilanes Bayas.

Yo, Ing. Óscar Villacrés, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto en su originalidad, autenticidad, como en su contenido.



Ing. Óscar Villacrés A.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Washington y Carmen, que siempre estuvieron junto a mí apoyándome incondicionalmente, y gracias por el amor que me brindan cada día, dándome ánimos y ganas de seguir adelante, enseñándome que con esfuerzo y perseverancia todo se puede cumplir.

A mis hermanos Edison Y David, por el cariño, el apoyo, el amor y la paciencia que me brinda cada día y quiero que sepan que siempre estarán presente en mi corazón.

A mis amigos, que con sus bromas siempre me dan ánimos para seguir adelante y cumplir mis metas.

A mi tutor de Tesis, Ingeniero Óscar Villacrés, ya que gracias a su ayuda y guía he logrado terminar con éxito la elaboración de este trabajo de tesis.

De alguna manera quiero agradecer a todos que me ayudaron a cumplir este sueño, gracias al Ingeniero Juan Carlos Moya, por ser un maestro intachable que me brindo lo mejor de sus conocimientos.

Erick

DEDICATORIA

A mis padres Washington y Carmen, mis hermanos Edison y David, mi primera sobrinita Camila que llego a nosotros como una bendición, mis amigos Ángelo y Edwin que siempre están a mi lado, que me apoyaron desde el inicio de mi carrera, deseo agradecerles por el apoyo incondicional que me brindaron aun en momentos que no los merecía ustedes supieron demostrarme que todo es posible si uno pone de parte, gracias por apoyarme y estar siempre a mi lado los amo mi querida familia.

Erick

INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	I
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA	IV
INDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE GRAFICOS	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	5
GENERALIDADES	5
1 EL PROBLEMA	5
1.1 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	7
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A INVESTIGAR	7
1.5 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	9
1.5.1 Objetivo General	9
1.5.2 Objetivo Específicos.....	10
1.6 HIPOTESIS.....	10
1.6.1 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.	11
1.7 VARIABLES.....	11
1.7.1 Variable independiente.....	11
1.7.2 Variable dependiente.....	12
1.8 IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.8.1 IMPACTO SOCIAL.....	13
1.8.2 IMPACTO TEÓRICO.....	13
1.8.3 IMPACTO METODOLÓGICO.....	13
CAPÍTULO II	15
2 MARCO TEORICO	15
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	15
2.1.1 MÉTODOS MÁS EFECTIVOS DE ESTABILIZACIÓN SEGÚN TIPO DE SUELO.	18
2.2 ADITIVOS RECOMENDABLES SEGÚN TIPO DE SUELO.....	18
2.3.1.2 ETAPAS DE ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO.	22
2.3.1.3 PORCENTAJES DE CEMENTO DE ACUERDO A SU TIPO DE SUELO	22
2.3.1.4 PASOS BÁSICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO.....	23

2.3.1.5	CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO.....	24
2.3.2	ESTABILIZACIÓN CON CAL.....	24
2.3.2.1	REACCIONES QUÍMICAS DE SUELO-CAL.....	25
2.4	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	26
2.5	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	32
CAPÍTULO III.....		39
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.2	GENERALIDADES.....	39
3.2.1	DEFINICIÓN.....	40
3.2.2	LOCALIZACIÓN.....	40
3.3	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR COMO ESTABILIZANTES.....	42
3.3.1	CEMENTO.....	42
3.4	CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	42
3.4.1	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	42
3.4.2	GRANULOMETRÍA.....	43
3.4.3	LÍMITES DE ATTERBERG.....	44
3.4.4	COMPACTACIÓN PROCTOR.....	48
3.4.5	ENSAYO CBR (ÍNDICE PORTANTE DE CALIFORNIA).....	49
3.5	LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	50
CAPÍTULO IV.....		52
4	CRITERIOS Y RESULTADOS.....	52
4.1	VENTAJAS DE ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO.....	52
4.1.1	REDUCCIÓN DE LA PLASTICIDAD.....	52
4.1.2	REDUCCIÓN DE CONTRACCIÓN E HINCHAMIENTO.....	52
4.1.3	PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA (IMPERMEABILIZACIÓN).....	53
4.1.4	AUMENTO DE LA DENSIDAD DEL SUELO.....	54
4.2	CRITERIOS DE ESTABILIZACIÓN.....	54
4.2.1	REQUISITOS.....	54
4.3	ANÁLISIS DE DATOS.....	56
4.3.1	DESCRIPCIÓN DE LA VÍA EN ESTUDIO.....	56
4.3.2	DATOS OBTENIDOS DEL TRABAJO DE CAMPO EN EL TRAMO DE VÍA.....	57
4.3.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	58
4.4	DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS.....	58
4.5	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	59
4.5.1	ANÁLISIS DE ENSAYOS.....	60
4.5.1.1	GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA.....	60
4.5.1.2	LIMITES ATTERBERG (LÍMITES DE CONSISTENCIA).....	63
	LIMITE LÍQUIDO.....	65
	LIMITE PLASTICO.....	66
	INDICE PLASTICO.....	66
4.5.1.3	EFFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO CAL SOBRE LOS LÍMITES ATTERBERG.....	66
4.5.1.4	RESULTADOS DE LA COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO.....	68

4.5.1.5	EFFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO O CAL SOBRE LA COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADA.	68
4.5.1.6	EFFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO O CAL SOBRE ENSAYO DE CBR.	69
4.5.2	LIMITES ATTERBERG.....	71
4.6	RESUMEN DE PORCENTAJE ESTABILIZADOR RECOMENDADO.	73
4.7	PRESUPUESTO.	73
4.7.1	REDUCCIÓN DE ESPESOR.	73
4.7.2	ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS.....	74
CAPÍTULO V		76
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1	CONCLUSIONES.....	76
5.2	RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA.....		79

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Categorías fundamentales y variables de la investigación.	12
Tabla 2: Tipos de estabilización de suelos.	18
Tabla 3: Aditivos recomendados para estabilización de suelos.	19
Tabla 4: Contenidos de cemento recomendados para la estabilización.	23
Tabla 5: CBR dependiendo al tipo de suelo.	50
Tabla 6: calificación de suelos según CBR.	51
Tabla 7: Análisis detallado de resultados.	59
Tabla 8: Granulometría.	61
Tabla 9: Granulometría.	62
Tabla 10: Limite líquido.	63
Tabla 11: Limite plástico.	63
Tabla 12: Resumen limites Atterberg.	64
Tabla 13: Limite líquido.	64
Tabla 14: Limite plástico.	64
Tabla 15: Resumen limites Atterberg.	65
Tabla 16: Comportamiento del límite liquido con diferentes porcentajes de cementante.	65
Tabla 17: Comportamiento del límite plástico con diferentes porcentajes de cementante.	66
Tabla 18: Resumen del índice plastico con diferentes porcentajes de cementante.	66
Tabla 19. Adición de cemento o cal en los límites Atterberg.	67
Tabla 20. Adición de cal en los límites Atterberg.	67
Tabla 21: Comportamiento de la densidad y humedad por diferentes % de estabilizante.	69
Tabla 22: Comportamiento de la resistencia del ensayo CBR vs los % de estabilizador.	70
Tabla 23: Presupuesto de estabilización con cemento.	74
Tabla 24: Presupuesto de estabilización cal.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo extremo de fracaso de pavimento por suelos inestables.....	4
Figura 2: Ubicación del sector del proyecto.....	8
Figura 3: Escarificación y pulverización inicial.....	27
Figura 4: Uso de cal seca con aplicación mecánica.	28
Figura 5: Escarificación después de la aplicación de cal.	28
Figura 6: Rociador de tanque después de la aplicación de cal.	29
Figura 7: Mezcla y pulverización.....	30
Figura 8: Rodillo pata de cabra o de almohadilla.....	31
Figura 9: Rodillo liso.	31
Figura 10: Ubicación del Sector de Santos Pamba barrió colinas del sur.....	41
Figura 11: Juegos de tamices para ensayo de granulometría.	43
Figura 12: Limite Plástico	46
Figura 13: Limite Liquido en copa Casagrande.....	47
Figura 14: Compactador Proctor.....	48
Figura 15: Sitio del proyecto.....	56

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Clasificación unificada de suelos.....	44
Grafico 2: Estados del suelo de acuerdo a su humedad.....	45
Grafico 3: Efectos de deflexión en la carpeta de rodadura.....	52
Grafico 4: Efectos de deflexión en la carpeta de rodadura.....	53
Grafico 5: Permeabilidad del suelo estabilizado.....	53
Grafico 6: distribución de esfuerzos en el suelo estabilizado.....	54
Grafico 7: Curva granulométrica.....	61
Grafico 8: Curva granulométrica.....	62
Grafico 9: Comportamiento del límite líquido a diferentes porcentajes de cemento.....	71
Grafico 10: Comportamiento del límite plástico a diferentes porcentajes de cemento.....	72
Grafico 11: Comportamiento del índice plástico a diferentes porcentajes de cemento.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Mapa Urbano de Quito donde se encuentra la vía en estudio.
- ANEXO 2:** Fotografías relacionadas con fallas de mala calidad de sub-rasante.
- ANEXO 3:** Fotografías del estudio de la vía a ser estabilizada.
- ANEXO 4:** Resultados de los ensayos de laboratorio.
- ANEXO 5:** Análisis de precios unitarios.
- ANEXO 6:** Especificaciones Técnicas.

INTRODUCCIÓN

El suelo de algunas partes de la ciudad de Quito tiene alto grado de humedad así que presentan características negativas relacionadas a la presencia de agua en la sub-rasante.

El propósito de estabilizar el suelo es alterar sus propiedades físicas y así mejorar las condiciones de plasticidad e incrementar su resistencia y durabilidad con el fin de obtener un material de cimentación satisfactorio para cualquier uso de obra civil. Los materiales más utilizados con el fin de estabilizar los suelos o sub-rasantes son: el cemento, la cal, el asfalto y arena.

La eficiencia de los procesos de estabilización utilizando los materiales antes indicados depende de diferentes factores, como tipo de suelo, parámetros de resistencia, materiales disponibles en el entorno de la obra a realizarse y las condiciones climatológicas en la ciudad.

Las técnicas de estabilización de suelos han experimentado un gran desarrollo en el mundo durante los últimos años en Europa es la técnica más empleada para el mejoramiento de suelos. Esto se ha debido a varios factores: necesidad de reutilización de los materiales del pavimento, por motivos ambientales elevar la capacidad de resistencia ante los tráficos que cada vez son mayores y al desarrollo del equipo y maquinaria disponibles para la ejecución de obras civiles.

Las capas estabilizadas han demostrado una mayor fiabilidad y durabilidad ante el tráfico y la climatología, debido a su mayor capacidad de resistencia y a su menor susceptibilidad de agua. Todo ello ha motivado que las normas establecidas para carreteras contemplen de forma principal las capas estabilizadas dentro de las

posibles soluciones para la construcción de rellenos y la formación de las explanadas.

Por características geológicas y climatológicas en la parte sur de Quito los suelos de sub-rasante poseen alto límite de plasticidad. El funcionamiento a largo plazo de cualquier proyecto de obra civil depende de la calidad de los suelos subyacentes. Los suelos inestables pueden crear problemas significativos en las estructuras y pavimentos.

La utilización de técnicas de estabilización y mejoramiento de suelos en construcciones apropiadas para el tratamiento de suelo de sub-rasante con el uso de algún conglomerante, transforma químicamente el material inestable en utilizables. Para esto es importante realizar los estudios necesarios que permitan la correcta elección del aditivo cementante pues de ello dependerá la obtención de los resultados esperados. Hay que tener muy en cuenta que los suelos y materiales disponibles en cada obra civil no serán diversos en diferente sitio, por lo tanto, debe realizarse un estudio que analice todos los tipos de suelos y materiales que van a ser utilizados, estabilizados y mejorados.

En esta tesis se ha desarrollado siguiendo una metodología de campo, experimental y documental, que incluyo lo siguiente:

- a) El muestreo del tipo de suelo de la sub-rasante, tomando en cuenta que principalmente analizaremos las propiedades y el índice de los materiales (granulometría y plasticidad).

- b) La determinación del aditivo cementante va ser más adecuado para la estabilización del suelo la cal o el cemento en este caso.

- c) La caracterización de la mezcla mediante la obtención de la resistencia a compresión simple.

- d) Análisis de la influencia del conglomerado en las características del suelo a tratarse.

- e) Ventajas que se obtendrán a lo largo de la estabilización del suelo de sub-rasante cuyas propiedades al comienzo son deficientes.

Según ensayos realizados al suelo a tratarse en un laboratorio de suelos, las características del nivel plástico presentan que el suelo de sub-rasante no es apto para una obra vial, se empleara el uso de cal y cemento como conglomerante estabilizador. La estabilización de suelos con cal y cemento ha sido utilizada en otros países con gran éxito y en el ecuador no hace mucho que se lo emplea, logrando aumentar la vida útil de las carreteras o cualquier obra civil que sea con utilización de sub-rasante. **ANEXO 4.**

El funcionamiento a largo plazo de cualquier proyecto de construcción depende de la calidad de los suelos subyacentes. Los suelos inestables pueden crear problemas significativos en la estructura y pavimentos (Figura 1). Con el diseño y técnicas de construcción apropiados, el tratamiento con cual transforma químicamente los suelos inestables en materiales utilizables. Adicionalmente, el soporte estructural de los suelos estabilizados con cal y cemento puede ser aprovechado en el diseño de pavimentos.



Figura 1: Ejemplo extremo de fracaso de pavimento por suelos inestables.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1 EL PROBLEMA

1.1 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Los suelos existentes en el cantón Quito, presentan características muy diferentes a lo largo de la ciudad en algunos lugares como es el sur de Quito están relacionadas con el mal comportamiento ante la presencia de humedad, la mejora de las propiedades de plasticidad añadiendo cemento o cal, pueden ayudar con la estabilización de los suelos o sub-rasantes para cualquier obra civil en este caso hablaremos sobre la viabilidad en el sector de Santos Pamba.

ANEXO 1.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Las vías terrestres son un factor importante dentro de la infraestructura física de una ciudad, estas influyen directamente en el crecimiento del producto interno bruto, agilizan el mercado, comunican con otras ciudades mejoran la calidad de los servicios públicos y la calidad de vida de sus beneficiados.

En la ciudad de Quito la red vial no está en buenas condiciones como esperamos por eso ha tenido numerosas obras de bacheo y rehabilitación que no han

arrojado resultados positivos a los que esperábamos ya que en corto plazo hemos encontrado fallas, especialmente agrietamientos y deformaciones, y esto ocurre por la mala conformación del suelo o sub-rasante.

El funcionamiento a largo plazo de cualquier proyecto de construcción depende de la calidad de los suelos y de la sub-rasante. Los suelos inestables pueden crear muchos problemas en las estructuras de pavimentos, adoquinados u hormigonados, por tal motivo se puede tratar de realizar mejoramiento de estos suelos empleando diversas técnicas de rehabilitación, utilizando diversos materiales, como cales, cementos, aditivos, emulsiones, etc.

En Quito la gran parte del suelo es homogéneo pero en algunas de ellas es relleno y también muy fangoso así que no tenemos una sub-rasante de buena calidad para emplearla. Las carreteras en la ciudad no son la excepción, se han hecho varios trabajos de conservación, y no han sido de gran ayuda para estas, por esto se analizara la forma en que puede ser reducidas las propiedades plásticas de la sub-rasante, mediante la estabilización con cal o cemento.

Para esta investigación no se dispone de datos previos de suelo para analizar y diagnosticar el comportamiento de la sub-rasante en las vía del sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur. Por esta razón en la esta tesis se incluye un estudio de las características del suelo y luego se procederá a su estabilización, para conocer los cambios producidos en características y en su resistencia después de colocar la estabilización con cal y cemento.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

La estabilidad y mejoramiento de la sub-rasante contribuirá con una mejor calidad de vida a los pobladores y una mejor economía ya que con una buena vía tendrán comodidad de ingreso al sector. **ANEXO 1.**

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

Los suelos con alto nivel de humedad que existen en algunas carreteras o vías de la ciudad en este caso del sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur, no han tenido una investigación, ni la aplicación relacionada con el tema que se plantea. No se conoce ningún estudio anteriormente con la estabilización de suelos con cal o cemento para controlar los efectos negativos de plasticidad del material de sub-rasante en la vía en estudio.

El empleo de la estabilización de suelos, no solo nos va ayudar con la mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo sino también con un ahorro económico en el desarrollo del cualquier proyecto ya que por la estabilización tendremos una notable disminución de espesor de base, sub-base y superficie de rodadura.

CAMPO.

El campo en el que se desarrolla la investigación es un desarrollo vial en un barrio urbano del sur de Quito.

ESPACIO.

Esta investigación se la realizo en la calle “A” del barrio Colinas del Sur y el laboratorio de suelos “UPS UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA” como aspectos comunes de otras calles y avenidas del sector.



Figura 2: Ubicación del sector del proyecto.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

ASPECTOS.

Son aspectos fundamentales de la investigación:

Caracterización de los suelos como sub-rasante vial.

Selección del aditivo cementante más apropiado para la estabilización esto depende de los resultados arrojados por los ensayos.

Determinación de la resistencia portante dependiendo del aditivo cementante utilizado.

Influencia del aditivo empleado en las características plásticas y resistencia a CBR. **ANEXO 4.**

1.5 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS.

1.5.1 Objetivo General

Analizar y evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la modificación y estabilización de suelo en el sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur empleando adiciones de cal y cemento en diferentes porcentajes para determinar estabilización de plasticidad del material de sub-rasante en la vía.

1.5.2 Objetivo Específicos

- Adicionar cal y cemento para reducir la compresibilidad de un suelo, obtenido mediante la prueba de límites de consistencia de suelos.
- Analizar la influencia de la humedad sobre el suelo estabilizado.
- Evaluar el comportamiento del suelo con diferentes porcentajes de aditivos cementantes.
- Estudiar la variación en el comportamiento de la resistencia del suelo con el incremento del contenido de cal o cemento.
- Estudiar y evaluar el aumento de la capacidad de soporte del suelo este ítem se realiza por el ensayo del CBR.

1.6 HIPOTESIS.

La hipótesis de la investigación de tesis se ha establecido como:

El suelo de la calle del barrio colinas del sur estabilizado con cal o cemento mejora significativamente sus propiedades, especialmente su capacidad portante o resistencia al corte, para aplicación a la sub-rasante, en relación al suelo en condiciones naturales.

La adición de un porcentaje de aditivo, cal o cemento, mejora las características plásticas del suelo de sub-rasante de la calle principal del Barrio Colinas del Sur, y como consecuencia aumenta su resistencia.

1.6.1 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

El tratamiento de suelos, con cal o cemento, para sub-rasantes mejora la capacidad portante.

Las condiciones de compactación del suelo estabilizado con cal o cemento, para sub-rasantes, determinan una reducción en el espesor de las capas superiores.

1.7 VARIABLES.

1.7.1 Variable independiente.

Evaluación técnica del suelo natural y con tratamiento de la calle del barrio de colinas del sur.

1.7.2 Variable dependiente.

Apreciación de los diferentes ensayos aplicados el mejoramiento del suelo con diferentes porcentajes de aditivo cementante e identificar la diferencia de la capacidad portante de los mismos.

Las variables que intervienen en cada una de estas categorías se muestran en la tabla 1.

N o.	Categorías fundamentales	Variables	
		Dependientes	Independientes
a	Características geotécnicas de los suelos de sub-rasante	Resistencia a CBR	<ul style="list-style-type: none"> • Granulometría. • Límites de Consistencia. • Humedad natural • Características Mineralógicas. • Equivalente de Arena.
		Hinchamiento	
		Densidad Máxima Proctor	
		Humedad óptima	
b	Mejoramiento de los suelos de sub-rasante	Resistencia a CBR de suelos mejorados	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad alcanzada in situ después de compactado. • Porcentaje de aditivo. • Tipo de aditivo (cal o Cemento). • Contenido de
		Resistencia a compresión simple de suelos estabilizados.	

Tabla 1: Categorías fundamentales y variables de la investigación.
Fuente: ING. RONALD PASTOR DELGADO, 2011.

1.8 IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 IMPACTO SOCIAL

La estabilización y el mejoramiento de sub-rasante son de gran importancia en el Barrio Colinas del Sur, el cual contribuirá de manera eficaz mejorando la circulación vehicular por el sector. **ANEXO 1.**

Los beneficiados de esta nueva vía principalmente serán los habitantes del barrio y de sectores aledaños.

1.8.2 IMPACTO TEÓRICO

El presente diseño está basado en fuentes de investigación actualizadas, con técnicas de diseño modernas que se sujetan a las Normas y Especificaciones Técnicas vigentes en el Ministerio de Obras Públicas (MOP). **ANEXO 6.**

1.8.3 IMPACTO METODOLÓGICO

La investigación se basa en muchas alternativas de consulta, como de manuales y libros, y con ayuda de la Ministerio de Obras Públicas (MOP), que ha proporcionado en su página electrónica proyectos de estabilización de suelos de mucha relevancia para la investigación, lo cual ha ayudado a los profesionales como estudiantes una gran base de datos de la cual se puede ordenar y diseñar de la mejor manera los diseños a realizarse.

El investigador para realizar un estudio se basa en las especificaciones técnicas y criterios como, porcentaje de cemento o cal que se utilizara, ensayos de laboratorio y normas exclusivas para no dañar medio ambiente donde se realice el proyecto.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La estabilización y mejoramiento de suelo con aditivos cementantes ha sido utilizado en diversos países y arroja resultados positivos, estos resultados son evaluados por investigaciones que son la base para un mejor conocimiento del uso de estos tipos de materiales especialmente para una estabilización de subrasante para una vía ya sea principal o secundaria.

El uso histórico de aditivos cementantes para la estabilización de suelos es muy amplia, haciendo notar sus múltiples ventajas, como es el incremento de sus propiedades mecánicas y resistencia a condiciones climáticas.

La estabilización con cemento o cal 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 yacimientos de material pétreo.

La tendencia de estabilizar los suelos con aditivos cementantes ha mostrado un considerable incremento dada la importancia que tiene la necesidad de una mayor durabilidad de las vías para la comunicación que favorecen el desarrollo sustentable.

El hombre al paso del tiempo ha utilizado cal, cemento y diversos aglomerantes puzolanicos para la estabilización de suelos. En civilizaciones antiguas como son la inca y la azteca ya encontrábamos caminos estabilizados y esto ayudo en el desarrollo del comercio.

En la historia general de la estabilización de suelos podemos simplificarlo en fechas claves de acuerdo a su importancia:

- **500 A.C.** vías de comunicación del imperio romano y caminos blancos de los mayas, realizadas hace 2500 años existentes hasta hoy.
- **1910.** Aplicación metódica y científica de suelos mejorados con cementantes en Inglaterra, a inicios de la década 1910-1920.
- **1917.** uso masivo en EEUU de cementos para realizar la gran cantidad de tramos experimentales por el PCA a partir de 1917 luego en 1930-1940.
- **1945.** En España y Latinoamérica las primeras experiencias llego después de la 2da guerra mundial; países como Colombia, Argentina ya tienen más de 50 años de experiencia en estabilización de suelos con cemento.
- **1950.** Países como Alemania, Francia y Australia han tenido un contundente crecimiento en el uso de suelos mejorados con cemento en vías.

- **1980 hasta estos tiempos.** En Ecuador se adopta la estabilización de suelos con cemento para varias obras civiles como son los estacionamientos de la UDLA en Quito, los andenes del metro y en Guayaquil el ingreso al PAN.

Mediante el paso del tiempo se van elaborando cementantes que son desarrollados específicamente para la mejora y estabilización de los suelos. Esto representa el presente y el futuro de la construcción vial debido a la ampliación de caminos en las zonas rurales.

Preparar muestras para tres contenidos diferentes de cal, para los ensayos de compresión simple y durabilidad. Los contenidos de cal para las pruebas serán:

- a) contenido de cal inicial.
- b) contenido de cal inicial más 2 %.
- c) contenido de cal inicial más 4 %.

Los especímenes preparados se deberán curar por un periodo de 28 días a 23°C. También se puede utilizar un curado acelerado por 48 h a 49°C.

Tres especímenes se ensayan a compresión de acuerdo con el procedimiento ASTM D1633, y otros tres especímenes se someten al ensayo de durabilidad conforme a la norma ASTM D559.

Se comparan los resultados obtenidos con los requerimientos solicitados, de

acuerdo con las especificaciones contractuales. El contenido de cal más bajo, que cumpla con los requerimientos de resistencia a compresión y demuestre la durabilidad requerida, será el contenido de cal de diseño.

2.1.1 MÉTODOS MÁS EFECTIVOS DE ESTABILIZACIÓN SEGÚN TIPO DE SUELO.

En el siguiente gráfico podemos visualizar los tipos de suelos y el método más recomendable para poder estabilizar un suelo con aditivos cementantes que encontramos en el mercado.

TIPOS DE SUELOS	MÉTODOS MÁS EFECTIVOS DE ESTABILIZACIÓN
Suelos granulares gruesos	Estabilización mecánica, estabilización con asfalto, suelo cemento, cal-ceniza volante
Suelos granulares finos	Estabilización mecánica, estabilización con asfalto, suelo cemento, cal-ceniza volante, cloruros
Arcillas de baja plasticidad	Estabilización con cemento, estabilización con cal, impermeabilizantes químicos
Arcillas de alta plasticidad	Estabilización con cal

Tabla 2: Tipos de estabilización de suelos.
Fuente: MOP Ministerio de obras públicas.

2.2 ADITIVOS RECOMENDABLES SEGÚN TIPO DE SUELO

En la Ciudad de Quito, sus suelos son de gran variedad sabiendo que en la parte sur y norte se separan por 50 kilómetros y en esa longitud sus suelos cambian de propiedades drásticamente ya pasando de un suelo de alta plasticidad a un suelo

arenoso seco por ello en la tabla 3 podemos observar que aditivos podemos usar en cada tipo de suelo.

Area	Suelo	Aditivo recomendado	Restricciones en LL ó IP del suelo	Restricciones del % pasa tamiz 200	Observaciones
1A	SW, SP	asfalto cemento cal-cemento-ceniza	IP <= 25		
1B	SW-SM ó SP-SM ó SW-SC ó	Asfalto	IP <=10		La cal sola no suele conducir a estabilizaciones aptas para capas de base (1)
		Cemento	IP <=30		
		Cal	IP >=12		
	SP-SC	cal-cemento-ceniza	IP <=25		
1C	SM, SC, SM SC	Asfalto	IP <=10	<= 30%	
		Cemento	IP <=20+(50-PASA200)/4		
		Cal	IP >=12		Ver (1)
		cal-cemento-ceniza	IP <=25		
2A	GW, GP	Asfalto			Solo material bien gradado (2)
		Cemento			El material debe tener 45% o más pasa No. 4 (3)
		cal-cemento-ceniza	IP <=25		
2B	GW-GM ó GP-GM ó GW-GC ó GP - GC	Asfalto	IP <=10		Ver (2)
		Cemento			Ver (3)
		Cal	IP >=12		Ver (1)
		cal-cemento-ceniza	IP <=25		
2C	GM, GC GM - GC	Asfalto	IP <=10	<= 30%	Ver (2)
		Cemento	IP <=20+(50-PASA200)/4		Ver (3)
		Cal	IP >=12		Ver (1)
		cal-cemento-ceniza	IP <=25		
3	CH, CL, MH, ML CL - ML CH - MH OL - OH	Cemento	LL <40, IP <20		Suelos orgánicos y muy ácidos no son estabilizables por medios convencionales
		Cal	IP >=12		Ver (1)

Tabla 3: Aditivos recomendados para estabilización de suelos.

Fuente: UPS Universidad Politécnica Salesiana.

El tratamiento de suelos, con agregados especiales como la cal y el cemento, es muy usada como medio de mejoramiento estructural de los suelos de subrasante y por debajo de ella, este método es comprobado por procedimientos de diseño de muestras de laboratorios bajo normas internacionales como son las; AASHTO Y LA ASTM. Existen ensayos específicos que determinan las características de las mezclas o suelos tratados y así son herramientas propicias para determinar las condiciones estructurales del suelo estabilizado con algún agregado.

Por investigaciones tratadas no es muy común encontrarnos con experiencias o

estudios de suelos tratados con agregados que no son sino, los materiales extraídas de canteras y esto es determinado como abuso sobre el medio ambiente y por esto tenemos la obligación a usar nuevas alternativas de estabilización como la cal, cemento, cenizas especiales, entre otras.

El uso de agregados los antes dichos, como mejoramiento de suelo, incorpora ventajas en cuanto a los procesos de diseño y construcción de vías, a más de prolongar su vida útil. Entre estas ventajas citaremos las siguientes:

- Reducción del material de aporte.
- Acortamiento del espesor de las capas de base, sub-base y capa de rodadura.
- Disminuye las afecciones del medio ambiente ya que no extraeremos material de yacimientos naturales y reduce los costos de movimiento y transporte de tierras.

El proceso de la estabilización o mejoramiento con cal o cemento consiste, en homogenizar la mezcla, distribuida convenientemente para los ensayos que se realizó y ejecutar los ensayos con calidad y bajo normas específicas ya antes dichas.

La valoración técnica de los ensayos de laboratorio a las diversas muestras de

suelo en este caso dos calicatas, sin tratamiento, estarán a la orden para establecer las condiciones económicas que varían en el diseño de la vía en el sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur ciudad de Quito.

2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.

2.3.1 ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO.

El método de estabilización de suelo con cemento portland es muy utilizado, este método se lo hace incorporando al suelo cantidades de cemento que varían del 7 al 14 % del volumen de la mezcla compactada. El cemento más utilizado en este método de estabilización es el cemento portland tipo I y IA, esta mezcla suelo-cemento puede servir como base de una superficie de desgaste ligero, esto quiere decir de tráfico liviano o mediano.

2.3.1.1 MECANISMOS DE ESTABILIZACIÓN.

Los suelos de mala calidad, con excepción de aquellos suelos que contienen altos porcentajes de materia orgánica pueden ser estabilizados con cemento portland.

Los suelos con alto porcentaje de material fino, así como los limos y arcillas, generalmente requieren altos porcentajes de cemento para llegar al punto moderado de estabilización. Un factor muy importante en la elección de la estabilización con cemento, es la facilidad con que el suelo pueda ser pulverizado. En este tipo de suelos con alta cantidad de limos y arcillas, el costo puede disminuir para su estabilización si mezclamos previamente con el cemento por esto se mejorara las características de granulometría y plasticidad.

El ingrediente más importante en la estabilización suelo-cemento es el agua, la cual es necesaria para la compactación y para la hidratación del cemento. En este caso cualquier fuente de agua puede ser utilizada siempre y cuando esté limpia y libre de materia orgánica, ácidos o álcalis.

Las cantidades apropiadas de agua y cemento para la estabilización serán determinadas por el laboratorio basándose de tres parámetros muy importantes como son: densidad, resistencia y desgaste.

2.3.1.2 ETAPAS DE ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO.

SUELO-CEMENTO.

El suelo-cemento es más conocido como suelo estabilizado es una mezcla en seco de los dos componentes con ciertas características granulométricas, a la mezcla luego de su homogenización se adiciona agua para su fraguado y posteriormente se compactara.

2.3.1.3 PORCENTAJES DE CEMENTO DE ACUERDO A SU TIPO DE SUELO

Dependiendo al tipo de suelo que vamos a estabilizar los porcentajes de cemento varían y normalmente son utilizados como en la siguiente tabla.

TIPO DE SUELO	CEMENTO POR VOLUMEN	CEMENTO POR PESO
A-1-A	5-7	3-5
A-1-B	7-9	5-8
A-2	7-10	5-9
A-3	8-12	7-11
A-4	8-12	8-13
A-5	8-12	8-13
A-6	10-14	9-15
A-7	10-14	10-16

Tabla 4: Contenidos de cemento recomendados para la estabilización.

Fuente: Cementos HOLCIM.

2.3.1.4 PASOS BÁSICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO.

Los pasos básicos para la estabilización de suelos con cemento son:

- Pulverización del suelo a ser tratado.
- Adición de la cantidad del cemento requerido y mezcla con el suelo.
- Adición de la cantidad de agua requerida e incorporación a la mezcla suelo-cemento.
- Compactación final con rodillo liso.
- Curado de la sub-base suelo-cemento.

2.3.1.5 CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO.

En suelos que presentan dificultad para la estabilización primeramente deben ser pulverizados antes de añadir el cemento esto se lo logra con el rodillo pata de cabra. Generalmente el suelo debe ser escarificado con la motoniveladora con escorillas hasta lograr la profundidad requerida.

Cuando el suelo no contiene la humedad suficiente para la pulverización, debe someterse a un proceso llamado aireación cuando está muy húmedo y a proceso de humedecimiento cuando está muy seco.

2.3.2 ESTABILIZACIÓN CON CAL.

Recientemente se ha producido un interés muy grande en el uso de la cal para estabilización de suelos, pero no es nada nuevo la aplicación de cal porque es uno de los materiales más empleados antiguamente por el hombre. Este interés del hombre crece diariamente para la adición de cal como uno de los materiales ligantes, relativamente la cal es uno de los materiales más baratos y pueden producir un efecto de carácter químico y una acción cementante que mejora la calidad del suelo a tratar.

Existen varios tipos de cal, que dependen de su pureza. Generalmente la cal se encuentra acompañada de otros materiales como el carbonato de magnesio, hierro, azufre, álcalis, etc.

2.3.2.1 REACCIONES QUÍMICAS DE SUELO-CAL.

Cuando la cal se mezcla con el suelo, húmedo, ocurren algunos tipos de reacciones pero son tres las principales:

- **CAMBIO DE IONES Y FLOCULACION.-** Se ha demostrado que estos fenómenos se producen cuando tratamos con un suelo cohesivo húmedo.

Este fenómeno se debe a las reacciones producidas por el cambio de cationes del calcio que propiamente posee la cal con los iones metálicos que contiene el sodio e hidrogeno existente en la arcilla del suelo.

Gracias a estas reacciones las partículas del suelo se atraen y podemos tener un suelo más viable porque disminuye la plasticidad.

- **ACCIÓN CEMENTANTE.-** Se presenta al reaccionar el calcio que produce la cal con ciertos minerales del suelo y forman nuevos compuestos.

El grado de cementación es influenciado por el tipo de cal y por el tipo de arcilla que contiene el suelo y también por las condiciones climáticas. La mezcla suelo-cal precisa ser rápidamente compactada, de otra manera la cementación deseada no se presentara.

- **CARBONATACION.-** Una de las reacciones más importantes de la cal es la absorción de dióxido de carbono al aire. El dióxido de carbono reacciona con el hidróxido de la cal formando el carbonato de calcio. Estos carbonatos no son buenos ya que forman cementos débiles por eso debemos tener cuidado para evitar que la cal sea carbonada por la reacción.

2.4 PROCESO CONSTRUCTIVO.

ESCARIFICACIÓN Y PULVERIZACIÓN INICIAL.

El primer paso es la escarificación de la sub-rasante realizándose a lo largo y ancho de la vía a una profundidad ya confirmada por el laboratorio, es muy importante retirar todo material que no sean parte del suelo como son raíces, piedras, troncos, etc., y material de mayor diámetro de 3 pulgadas.

Una sub-rasante escarificada nos ayudara a tener mayor contacto entre el suelo y la cal al momento de su aplicación, esta etapa es elaborada mediante una motoniveladora con pata de cabra esta va rasgando el suelo a una profundidad ya analizada. (Figura 3).

Lamentablemente hoy en día no se utiliza la escarificación por el aspecto económico y la cal es añadida en un suelo liso, en este caso hay mayor posibilidad de pérdida de cal por el viento.



Figura 3: Escarificación y pulverización inicial.
Fuente: IIASA CATERPILLAR.

APLICACIÓN DE LA CAL.

CAL VIVA.

Existen dos formas en que la cal viva puede ser aplicada.

La primera, mediante camiones auto-descargables que van regando la cal por la vía escarificada, esta forma es la más común que vamos a encontrar y la mejor porque va dejando una capa con cantidad correcta de cal. (Figura 4).

La segunda, es la adición de cal por gravedad, se deja caer la cal en partes separadas haciendo una especie de montículo luego se utiliza una motoniveladora para que esparza la cal viva.



Figura 4: Uso de cal seca con aplicación mecánica.
Fuente: <https://lime.org>

MEZCLADO PRELIMINAR Y APLICACIÓN DE AGUA.

Como se observa en la figura se realiza una mezcla inicial del suelo con la cal (Figura 6). Luego de la escarificación se añadirá el agua con un camión tanquero para comenzar con la reacción química.



Figura 5: Escarificación después de la aplicación de cal.
Fuente: <https://lime.org>.



Figura 6: Rociador de tanque después de la aplicación de cal.
Fuente: <https://lime.org>.

Para hidratar la cal es necesario agua adicional siempre y cuando sea la necesaria que necesita la cal para la reacción química de la estabilización si hay mucha agua en la mezcla se satura y perderemos la mezcla inicial. Para esto es necesario una motoniveladora, camión tanquero y un rodillo para pasar después de la mezcla con adición de agua compactando.

MEZCLA FINAL Y PULVERIZACIÓN.

Para tener una estabilización de buen resultado necesitamos que la cal o el cemento estén repartidos homogéneamente con el suelo y que cada partícula de cal este hidratada. La mezcla y la pulverización deberían continuar hasta que el 100 por ciento de material pase el tamiz de 1 pulgada y al menos el 60 por ciento de material pase el Tamiz No 4, esto se logra enviando muestras de la estabilización al laboratorio para sus respectivos ensayos.



Figura 7: Mezcla y pulverización.
Fuente: <http://latinamerica.cat.com>.

COMPACTACIÓN.

La compactación se realizara inmediatamente después del mezclado final utilizando primeramente un rodillo con pata de cabra (Figura 8). Este ayudara a que el suelo y la cal se ligen es una especie de escarificación pero con compactación añadida.

Después haber pasado del rodillo para de cabra se completa utilizando un rodillo liso con un taquero hidratando el suelo para su terminación (Figura 9).



Figura 8: Rodillo pata de cabra o de almohadilla.
Fuente: IIASA CATERPILLAR.



Figura 9: Rodillo liso.
Fuente: IIASA CATERPILLAR.

CURADO FINAL

Para un buen terminado del suelo ya estabilizado es necesario tenerlo hidratado para que su resistencia siga incrementado.

Este proceso se conoce como "curado" y puede hacerse de dos maneras:

Curado húmedo, que consiste en mantener la superficie en una condición húmeda a través de un rociado leve y compactándolo cuando sea necesario.

Curado con membrana, que implica el sellado de la capa compactada con una emulsión bituminosa, ya sea en una o varias aplicaciones.

2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

QUE ES CEMENTO.

Es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua.

QUE ES CAL.

Se obtiene de la piedra caliza o de la arcilla. Cuando sale del horno se denomina cal viva. Puede ser hidratada o no. La cal hidratada tiene propiedades similares al cemento, fragua cuando se le añade el agua y desprende calor mientras se expande.

ESTABILIZACIÓN DE SUB-RASANTE.

La estabilización de a sub-rasante está relacionada con la alta plasticidad y con la baja capacidad mecánica, gran susceptibilidad a la humedad y por tanto el efecto en consistencia o deformación plástica ante las cargas.

Consecuentemente se plantea el uso de la cal como un estabilizador ideal para materiales finos de media o alta plasticidad.

CONGLOMERANTE.

Se denomina conglomerante al material capaz de unir fragmentos de uno o varios materiales y dar cohesión al conjunto mediante transformaciones químicas en su masa que originan nuevos compuestos. Los conglomerantes son utilizados como medio de unión, formando pastas llamadas morteros o argamasas.

Los conglomerantes más utilizados son el yeso, la cal, y el cemento. Se clasifican, según su composición.

CBR.

(California Bearing Ratio) nos permite evaluar la capacidad portante de los suelos de explanaciones aunque, también es aplicable a capas de base u sub-bases de firmes y se define como: el tanto por ciento de a presión ejercida por un pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, con relación a la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón.

COMPACTACIÓN.

Es la operación previa, para aumentar la resistencia superficial de un terreno sobre el cual deba construirse una carretera u otra obra civil. Aplicando una cantidad de energía la cual es necesaria para producir una disminución apreciable del volumen de hueco del material utilizado.

DENSIDAD DEL SUELO.

Es la relación del peso por volumen del suelo, y está en relación a la porosidad. Un suelo muy poroso será menos denso; un suelo poco poroso será más denso. A mayor contenido de materia orgánica, más poros y menos denso será el suelo.

DRENAJE.

Es un sistema de tuberías sumideros o trampas, con sus conexiones, que permite el desalajo de líquidos, generalmente pluviales de una población.

ESTRUCTURA DEL SUELO.

Es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados. De acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura esferoidal (agregados redondeados), laminar (agregados en láminas), prismáticas (en

forma de prisma), blocosa (en bosques), y granular (en granos).

CONSISTENCIA DEL SUELO.

Es la resistencia a la deformación o ruptura. Según la resistencia el suelo puede ser suelto, suave, duro, muy duro, etc.

Esta característica tiene relación con la labranza del suelo y los instrumentos a usarse. A mayor dureza será mayor la energía a usarse para la labranza.

HUMEDAD DEL SUELO.

Es la capacidad de agua retenida por el suelo.

LIMITE LÍQUIDO.

Se evalúa cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

LIMITE PLÁSTICO.

Se obtiene cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

NORMA AASHTO.

Institución que norma ensayos y clasificación de los suelos.

NORMA ASTM.

Normas que se aplican para homogenizar y regular ensayos de suelos.

PLASTICIDAD DEL SUELO.

Es la propiedad que expresa la magnitud de las fuerzas de las películas de agua dentro del suelo y que permiten que el suelo sea moldeado sin romperse hasta un determinado punto. Es el efecto resultante de una presión y una deformación.

PROCTOR ESTÁNDAR.

Consiste en apisonar el suelo en un molde, se extienden varias capas del suelo compactado cada una con una maza metálica estandarizada, se determina la densidad seca y la húmeda. Los resultados de varios ensayos determinan la curva cuyo máximo se conoce como peso específico seco máximo y humedad óptima.

PROCTOR ESTÁNDAR MODIFICADO.

Es el mismo ensayo proctor estándar al que se le aplica una mayor energía de compactación. La relación humedad-peso específico para un suelo determinado depende del grado y tipo de compactación, cuando mayor es la energía de compactación, mayor es el peso específico y menor la humedad óptima.

RASANTE.

Es la línea de una calle o camino considerada en su inclinación o paralelismo respecto del plano horizontal. En otras palabras, la rasante no es más que la pendiente de la carretera.

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN.

SUB-RASANTE: Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa una vez

compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en el diseño.

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que esta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.

Para poder comenzar con la investigación lo principal es obtener una muestra significativa del suelo que vamos a estabilizar. Un muestreo adecuado de las muestras es muy importante, pues con esas muestras vamos a tener nuestros ensayos de laboratorio.

Esta investigación comprende de estudios de laboratorio y campo, una vez identificado el sitio donde vamos hacer nuestra investigación debemos tener nuestro espacio libre de desechos orgánicos y debemos desecharlo comenzando si hay capa vegetal. Una vez hecha la limpieza llegamos a la sub-rasante y tomamos las muestras.

Las muestras serán colocadas en dos fundas herméticas con dos pruebas diferentes de la sub-rasante y enviadas al laboratorio para sus ensayos pertinentes.

3.2 GENERALIDADES.

Sabemos que para cualquier diseño a aprovechamiento de un suelo es muy importante su clasificación y dependiendo de los resultados arrojados por los ensayos se someterá a un suelo para su utilización como sub-rasante, se hace

necesario definir los procedimientos y los estudios que se tendrán que utilizar para cada fin específico.

A continuación se presentan los procedimientos empleados en este estudio para clasificación del suelo, cabe aclarar que este es un diseño de estabilización y cómo se comporta el material de sub-rasante con materiales cementantes con ensayos de laboratorio que se detallan en este capítulo.

3.2.1 DEFINICIÓN.

El suelo–cemento se define como “Una mezcla de suelo con cantidades medidas de cemento portland y agua, compactada a una alta densidad”.

De acuerdo al ACI (American Concret Institute), puede definirse también al suelo–cemento como “Un material que se produce mezclando, compactando y curando una combinación de suelo/agregado, cemento portland, agua y posibles adiciones de aditivos, para formar un material endurecido con propiedades específicas de ingeniería (ACI 230.1R)”.

3.2.2 LOCALIZACIÓN.

En la ciudad de Quito existen gran variedad de suelos en muchos lugares tenemos suelos muy buenos y en donde podemos realizar cualquier obra civil ya que son aptos, pero también tenemos suelos arcillosos, arenosos y en algunos lugares podemos encontrar rocas volcánicas, esto es por encontrarse en el callejón interandino y rodeado de volcanes. La ciudad de quito es una zona que presenta un relieve accidentado por eso debemos tener una buena sub-rasante

para que en temporadas de lluvias los caminos no puedan erosionarse.

En la parte sur de la ciudad de Quito donde se encuentra nuestro camino presenta la situación de deterioro de las vías y especialmente aquellos que solo están revestidos y los que están sin revestir.

Este estudio nos centraremos en el barrio colinas del sur en el sector de Santos pamba, ubicado en el sur de la ciudad (Figura 10), en donde es fácil reconocer el tipo de suelo existente y las características de esta. Es notorio encontrar suelo orgánico con limos arcillosos de alta plasticidad.

Las muestras que se extrajeron y se estudiaron pertenecen a dos puntos distintos de la calle, ubicados estratégicamente, situándose una muestra a la mitad de la longitud del centro del camino en la abscisa 0+050, y la segunda muestra a la segunda mitad de la vía en la abscisa 0+150.

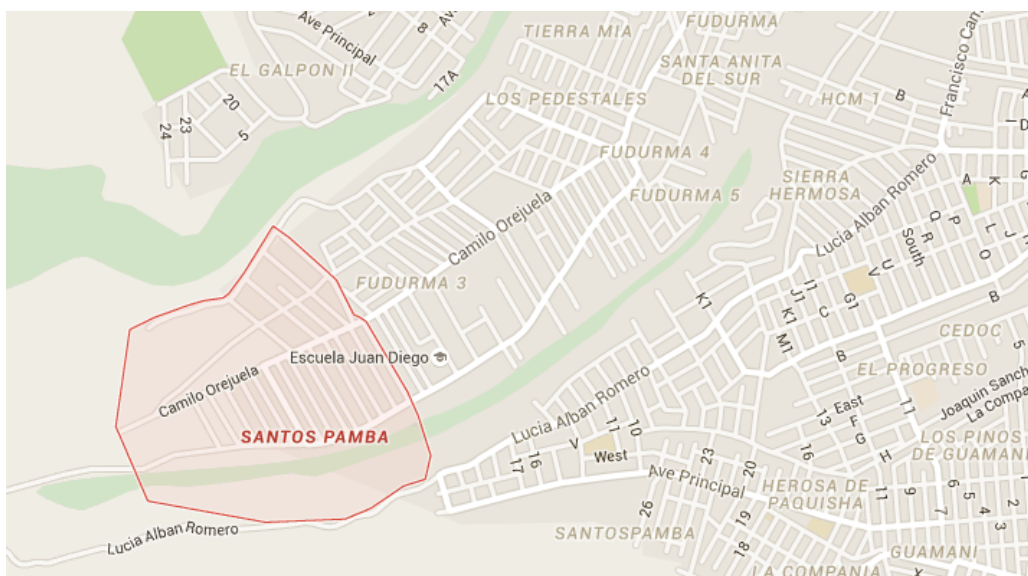


Figura 10: Ubicación del Sector de Santos Pamba barrió colinas del sur.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR COMO ESTABILIZANTES.

Los estudios de estabilización de suelos no es solo importante conocer al material por estabilizar, es muy importante también conocer las propiedades de los materiales que se adicionaran, para tener una efectividad en dicha estabilización se necesita pruebas de laboratorio para conocer las características de los materiales y tener un conocimiento del comportamiento de un suelo tratado, así también conocer las reacciones químicas que puede ocasionar en contacto de componentes del suelo con el componente estabilizante.

3.3.1 CEMENTO.

El cemento utilizado no se sometió a pruebas de laboratorio, se tomó datos técnicos publicados por la empresa HOLCIM Ecuador, que fue la marca de cemento a utilizarse. El cemento es el producto de la mezcla de Clinker, yeso y otras adiciones. El Clinker es el resultado de la calcinación de calizas y arcillas que son extraídas de las canteras y trituradas junto al hierro. Una vez producido, el cemento es almacenado y distribuido a los clientes en sacos de 50 kilogramos o al granel. Este cemento corresponde a la norma vigente NTE INEN 2380 equivalente a la ASTM-C1157 (norma norteamericana).

3.4 CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL SUELO.

3.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Algunas de las pruebas que se realizan para determinar el tipo de suelo y su posible comportamiento, se mencionan a continuación:

3.4.2 GRANULOMETRÍA.

Este ensayo tiene por objetivo determinar la granulometría de los suelos mediante su división y separación con la serie de tamices en fracción granulométricas de tamaño decreciente. Estos procedimientos se encuentran en las normas ASTM D 3282 y ASTM D 2487.

Cualquier material que se quiera utilizar deberá tener ciertos requisitos de granulometría especificados en las normas ya que estas determinan los límites máximo y mínimo de material retenido en cada malla, en donde la curva granulométrica que se obtiene al realizar la prueba de granulometría deberá estar dentro de los límites. En la Figura 11 Se puede observar un juego de mallas para la prueba granulométrica.



Figura 11: Juegos de tamices para ensayo de granulometría.
Fuente: UPS Universidad Politécnica Salesiana.

3.4.3 LÍMITES DE ATTERBERG.

Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ello, es posible clasificar el suelo en la clasificación unificada de suelos (Unified Soil Classification System, USCS). Donde podemos observar en el Grafico 1.

DIVISION PRINCIPAL		SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACION
SUELOS DE GRANOS GROSOS 50% o más es retenido en el tamiz No. 200	GRAVAS 50% o más de la fracción gruesa retenido en el tamiz No. 4	GW	Gravas bien gradadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Mayor que 4 $C_c = \frac{D_{30}}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3 Si los criterios para GW no se cumplen
		GP	Gravas y mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos o sin finos	
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava - arena y limo	
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena y arcilla	
	ARENAS Más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 40	SW	Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Superior a 6 $C_c = \frac{D_{30}}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3 Si no se cumplen los criterios para SW
		SP	Arenas y arenas gravosas mal gradadas con pocos finos o sin finos	
		SM	Arenas limosas, mezclas de arena limo	
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla	
SUELOS DE GRANOS FINOS 50% o más pasa por el tamiz No. 200	LIMOS Y ARCILLAS Limite liquido de 50% o inferior	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas	Clasificación basada en el porcentaje de finos Menos del 5% pasa por el tamiz No. 200 GW, GP, SW, SP Más del 5% pasa por el tamiz No. 200 GM, GC, SM, SC Más del 12% pasa por el tamiz No. 200 Para clasificación de frontera se necesitan símbolos dobles
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla	
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	
	LIMOS Y ARCILLAS Limite liquido superior a 50%	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o de diatomeas limos elásticos	
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas	
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media	
Suelos altamente orgánicos	PT	Turba, estiércol y otros suelos altamente orgánicos	Para la identificación visual y manual, véase ASTM norma D 2488	

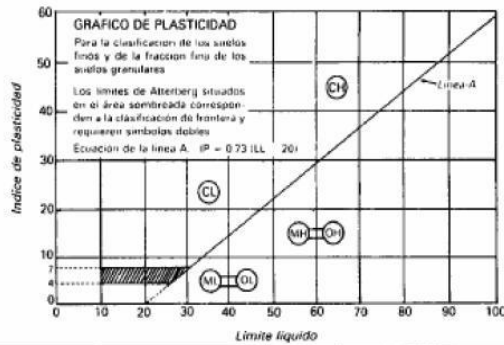


Grafico 1: Clasificación unificada de suelos.

Fuente: Norma ASTM D 2488.

Para obtener estos límites se requiere manipular la muestra de suelo destruyendo su estructura original y por ello es que una descripción del suelo en sus condiciones naturales es necesaria y complementaria.

La plasticidad es una propiedad que presentan los suelos de poder deformarse hasta cierto límite sin romperse, esto nos permite conocer el comportamiento de algún suelo en varias épocas del año.

Teóricamente cualquier suelo presenta 4 estados en donde presentan diferentes desempeños con distintos porcentajes de agua según el Grafico 2.

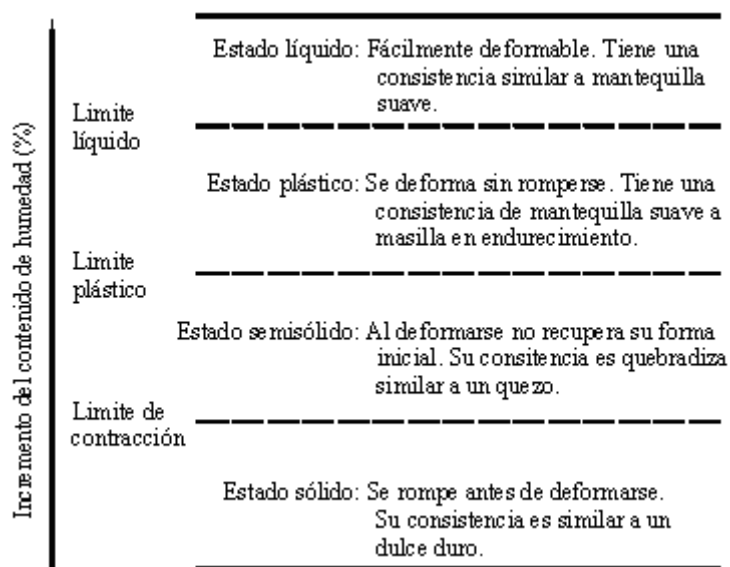


Grafico 2: Estados del suelo de acuerdo a su humedad.
Fuente: Norma ASTM D 2487.

ESTADO SEMISÓLIDO. Es un estado intermedio entre el sólido y el plástico. La principal característica de este estado, es que el suelo al perder su humedad, no presenta variación de volumen con respecto a su volumen de cuando estaba húmedo.

ESTADO PLÁSTICO. Es la cantidad de humedad en la cual el suelo puede sufrir deformaciones sin regresar a la posición original antes de la aplicación del esfuerzo que causó dicha deformación. El material funciona plásticamente.

ESTADO LÍQUIDO. El suelo se encuentra en suspensión, es decir, el agua con suelo. Tiene nula la resistencia al corte, y se comporta como líquido, toma la forma del recipiente que lo contiene.

Para conocer los límites que determinan el contenido de humedad en el cual un suelo pasa de un estado a otro es necesario recurrir a ensayos de laboratorio para obtener los datos necesario como son: el limite plástico (LP), limite líquido (LL), índice plástico (IP), esta prueba de laboratorio es aplicable a la porción de suelo que pasa la malla No. 40. El índice plástico es el resultado del límite liquido menos el límite plástico.

LIMITE PLÁSTICO.

El límite plástico se considera como la frontera entre el estado plástico y el semisólido, es la cantidad de agua a la cual en rodillo se rompe en tres partes al llegar al diámetro de 3mm como se muestra en la figura 12.



Figura 12: Limite Plástico
Fuente: UPS Universidad Politécnica Salesiana.

LIMITE LÍQUIDO.

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje respecto al peso de material seco, con la cual el suelo cambia del estado plástico al estado semilíquido. De tal forma que los suelos en estado plástico, presentan una resistencia al esfuerzo de corte muy pequeña y según Casagrande es de 25g/cm². Se dice que la humedad necesaria que necesita un material para que los 25 golpes se cierre 13mm de una ranura contenida en la copa Casagrande Figura 13.



Figura 13: Limite Liquido en copa Casagrande.
Fuente: UPS Universidad Politécnica Salesiana.

ÍNDICE PLÁSTICO.

Esta dato es un indicador que se obtiene de la diferencia del límite liquido menos el imite plástico. Es decir es el rango en la cual el material puede considerarse que se encuentra en estado plástico.

3.4.4 COMPACTACIÓN PROCTOR.

Es el ensayo usado para evaluar los pesos específicos secos máximos y los contenidos óptimos de agua para diferentes suelos. Esto con el fin de calificar el grado de densificación (compactación) alcanzado al someterlo a una cierta energía de compactación con una cantidad de agua óptima, se realiza a los suelos para ganar resistencia al esfuerzo cortante.

Si se compacta un suelo completamente seco dentro de un molde de volumen conocido y a cierta energía de compactación se obtendrá un peso específico. Después al mismo suelo se le agrega una cierto porcentaje de agua respecto a su peso, y se vuelve a compactar con la misma energía, el peso específico será mayor al anterior, y si se sigue aumentando agua al mismo suelo y compactándolo con la misma energía, el peso específico seguirá aumentando gradualmente.

La razón es que el agua actúa como un lubricante entre las partículas de suelo, y bajo compactación, ayuda a reacomodar las partículas sólidas, este ensayo tiene como norma la ASTM D 1557 (Figura 14)



Figura 14: Compactador Proctor.
Fuente: UPS Universidad Politécnica Salesiana.

3.4.5 ENSAYO CBR (ÍNDICE PORTANTE DE CALIFORNIA).

El ensayo CBR (California Bearing Ratio) consiste en someter una probeta a la penetración de un pistón cilíndrico, esta mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante), la ASTM denomina lo denomina como “relación de soporte” y esta normado con el ASTM D 1883-73.

Este ensayo se puede realizar tanto como el laboratorio como en campo sabiendo que el ensayo de campo no se lo realiza mucho por sus desventajas en los resultados.

La carga se mide con un anillo dinamométrico y la penetración con un defórmetro. En ensayo se realiza hasta una penetración de 5mm. Luego se traza la curva de carga en función de penetraciones.

- a) Preparar 3 muestras de suelo.

- b) Se compactan las muestras con energías diferentes: estándar, intermedio y modificado (10, 25 y 56 golpes/capa).

- c) Se ensaya cada muestra C.B.R.

- d) Se determinan sus densidades secas.

- e) Se plasman las densidades vs C.B.R

RESULTADOS CBR DEPENDIENDO A LA CLASIFICACION DE SUELO.

CBR	Clasificacion General	Usos	Sistema de Clasificacion	
			Unificado	AASHTO
0 - 3	muy pobre	sub-rasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
3 - 7	pobre a regular	sub-rasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 - 20	regular	sub-base	OL,CL,ML,SC,SM,SP	A2,A4,A6,A7
20 - 50	bueno	base, sub-base	GM,GC,W,SM,SP,GP	A1b,A2-5,A3,A2-6
mayor 50	excelente	base	GW,GM	A1-a,A2-4,A3

Tabla 5: CBR dependiendo al tipo de suelo.

Fuente: <http://www3.ucn.cl>.

3.5 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

En la investigación se siguen las siguientes tareas:

- a) Para los suelos del tipo A – 1; A – 2 – 4 y A – 2 – 6, la razón de soporte se calcula solo para 5 mm de penetración (0.2 pulgadas).
- b) Para suelos del tipo A – 4; A – 5; A – 6 Y A – 7, cuando la razón correspondiente a 5 mm es mayor que a 2,5 mm, confirmar el resultado, en caso de persistencia, la razón de soporte corresponderá a 5 mm de penetración.
- c) Para suelos del tipo A – 3; A – 2 – 5 Y A – 2 – 7, el procedimiento a aplicar queda al criterio del ingeniero.

CBR	CLASIFICACION
0 - 5	Sub-rasante muy mala
5 - 10	Sub-rasante mala
10 - 20	Sub-rasante regular a buena
20 - 30	Sub-rasante muy buena
30 - 50	Sub-base buena
50 - 80	Base buena
80 - 100	Base muy buena

Tabla 6: calificación de suelos según CBR.

Fuente: <http://www3.ucn.cl>.

CAPÍTULO IV

4 CRITERIOS Y RESULTADOS.

4.1 VENTAJAS DE ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO.

4.1.1 REDUCCIÓN DE LA PLASTICIDAD.

Las capas de sub-rasante tratadas con cemento o cal sufren deflexiones muy bajas dando como resultado menores esfuerzos superficiales para la carpeta de rodadura y da una mayor vida véase Gráfico 3.

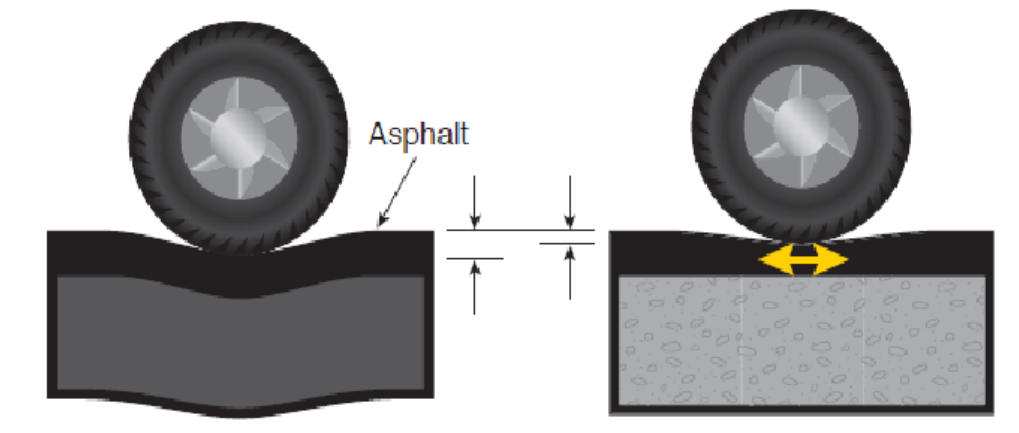


Gráfico 3: Efectos de deflexión en la carpeta de rodadura.
Fuente: Cemento Progreso, 2006.

4.1.2 REDUCCIÓN DE CONTRACCIÓN E HINCHAMIENTO.

Las capas de sub-rasante tratadas con cemento y cal son capaces de resistir consolidación y movimientos debido a la repetición de cargas véase Gráfico 4.

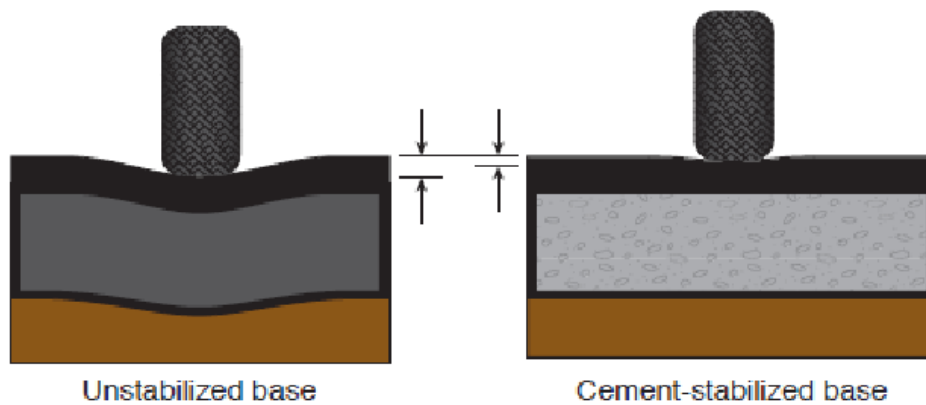


Grafico 4: Efectos de deflexión en la carpeta de rodadura.
Fuente: Cemento Progreso, 2006.

4.1.3 PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA (IMPERMEABILIZACIÓN)

La capa de sub-rasante tratada por cemento o cal reduce la permeabilidad y mantiene su resistencia y rigidez aun en estado saturado véase Gráfico 5.

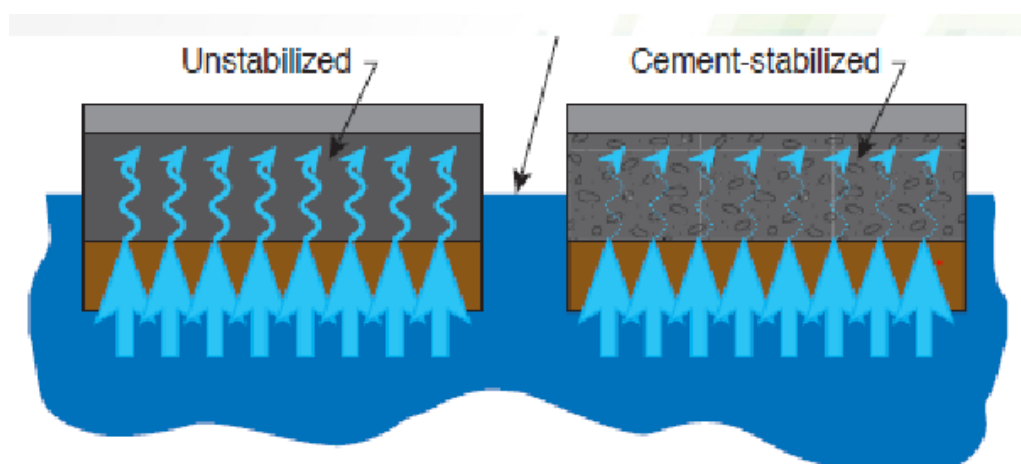


Grafico 5: Permeabilidad del suelo estabilizado.
Fuente: Cemento Progreso, 2006.

4.1.4 AUMENTO DE LA DENSIDAD DEL SUELO.

Las capas de sub-rasantes tratadas con cemento y cal son capaces de distribuir los esfuerzos sobre un área mayor a la sub-rasante véase Gráfico 6.

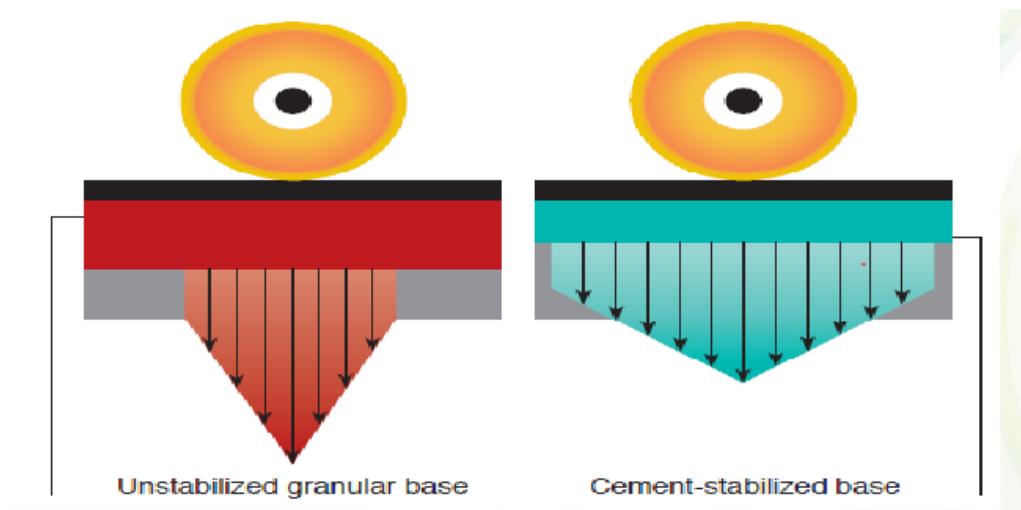


Gráfico 6: distribución de esfuerzos en el suelo estabilizado.
Fuente: Cemento Progreso, 2006.

4.2 CRITERIOS DE ESTABILIZACIÓN.

4.2.1 REQUISITOS.

Para modificar un suelo mediante cal o cemento deben cumplir las siguientes requisitos en sus ensayos de laboratorio:

- En el ensayo de granulometría debe pasar por el tamiz N° 200 el 35% o

más del material a ser estabilizado.

- Su índice de plasticidad debe ser mayor al 5% sabiendo que el IP es la diferencia del límite líquido con el límite plástico.
- La materia orgánica del suelo a estabilizarse no debe ser mayor al 1%.
- Los sulfatos del suelo no debe ser mayor al 1% ya que los sulfatos reaccionan a los aditivos de estabilización.

Para estabilizar un suelo mediante cal o cemento deben cumplir las siguientes requisitos en sus ensayos de laboratorio:

- En el ensayo de granulometría debe pasar por el tamiz N° 200 el 25% o más del material a ser estabilizado.
- Su índice de plasticidad debe ser mayor al 10% sabiendo que el IP es la diferencia del límite líquido con el límite plástico.
- La materia orgánica del suelo a estabilizarse no debe ser mayor al 1%.

- Los sulfatos del suelo no debe ser mayor al 0.5% en caso de utilizar cal. En cambio con cemento no debe superar el 1% ya que los sulfatos reaccionan a los aditivos de estabilización.
- El contenido de arcilla no debe superar el 10% de la masa en caso de utilizar cal. A diferencia que la estabilización con cemento en este punto el contenido de arcilla no debe superar el 15%.

4.3 ANÁLISIS DE DATOS.

4.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA VÍA EN ESTUDIO.

Para el estudio de la estabilización del suelo de sub-rasante se escogió la vía del barrio de colinas del sur sector de santos pamba que se encuentra ubicada en la zona urbana del cantón Quito, esta vía se extiende a lo largo del barrio y tiene una longitud de 200m.



Figura 15: Sitio del proyecto.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

La vía es una carretera de que según su función es una red vial cantonal (caminos vecinales) según lo planteado en la Norma de Diseño Geométrico del Ecuador. **ANEXO 1.**

4.3.2 DATOS OBTENIDOS DEL TRABAJO DE CAMPO EN EL TRAMO DE VÍA.

Se recolectaron dos muestras del material de sub-rasante a lo largo del tramo, posteriormente se depuran las muestras seleccionadas y tomando en consideración los suelos más desfavorables para la estabilización. El ensayo proctor estándar nos permite conocer la relación entre densidad y la humedad.

TAREAS REALIZADAS.

- Ensayo proctor a las muestras en estado natural.
- Análisis de las características plásticas del suelo de sub-rasante.
- Selección de conglomerante más eficaz para ser utilizado como ligante en la estabilización de la sub-rasante.
- Dosificación adecuada de cal o cemento dependiendo el aditivo que vamos a utilizar.

- Ensayo de Límites de Atterberg del suelo de sub-rasante.
- Ensayo C.B.R del suelo a ser estudiado.
- Ensayo de clasificación de suelos SUCS y AASHTO.
- Ensayo de granulometría mediante tamices.

4.3.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

- Categoría de la vía: red vial cantonal (caminos vecinales).
- Número de carriles: uno ambos sentidos.

4.4 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS.

A partir de los ensayos en el laboratorio de suelos de la Universidad Politécnica Salesiana, con la relación de mezcla suelo-cemento, se puede describir los siguientes resultados:

CARACTERIZACION DE LOS SUELOS DE SUB-RASANTE: GRANULOMETRIA, LIMITES ATTERBERG, DENSIDAD, HUMEDAD Y CBR			
ENSAYO DE GRANULOMETRIA			
MUESTRA A		MUESTRA B	
Tamaño (mm)	% que pasa	Tamaño (mm)	% que pasa
Nº 4	99%	Nº 4	99%
pasa Nº 4	99%	pasa Nº 4	98%
Nº 10	96%	Nº 10	96%
Nº 40	84%	Nº 40	84%
Nº 200	62%	Nº 200	60%
ENSAYO LIMITES ATTERBERG			
MUESTRA A		MUESTRA B	
L.L.	38%	L.L.	37%
L.P.	26%	L.P.	26%
I.P.	12%	I.P.	11%
ENSAYO DE CBR			
MUESTRA A		MUESTRA B	
CBR (56 Golpes)	29,30%	CBR (56 Golpes)	25,80%
CBR (25 Golpes)	13,90%	CBR (25 Golpes)	12,00%
CBR (10 Golpes)	5,60%	CBR (10 Golpes)	4,40%
CLASIFICACION AASHTO			
SE TRATA DE UN SUELO A-6			
CLASIFICACION SUCS			
SE TRATA DE UN SUELO ML			

Tabla 7: Análisis detallado de resultados.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

4.5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

La base para desarrollar este capítulo lo constituyen los informes de los ensayos de los suelos que se realizaron en el laboratorio. Estas se hicieron a las muestras naturales y se analizaran en los siguientes porcentajes 2% 4% 6% y 8% de conglomerante ya sea cal o cemento.

4.5.1 ANÁLISIS DE ENSAYOS.

Lo que vamos a someter a un análisis son los valores que se obtuvieron en los ensayos realizados a las muestras ubicadas en dos calicatas y que fueron extraídas del suelo de la calle A del barrio colinas del sur.

En cada calicata se dispuso muestras significativas del suelo natural con las que se hizo los ensayos requeridos. Cabe indicar que se hicieron replicas para las muestras tomadas a 1m de profundidad in situ ya que las muestras serán sometidas a cada uno de los ensayos predeterminados.

Para recordar, los ensayos predeterminados son: Granulometría, Humedad natural, Índice de plasticidad. Compactación o Proctor modificado y CBR, con los siguientes resultados que necesariamente deben considerarse, como son, Limite líquido, Limite Plástico, Clasificación AASTHO y SUCS, Densidad y capacidad portante del suelo.

4.5.1.1 GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA.

Los resultados de los ensayos de granulometría se concentran en dos tablas una por cada calicata. La tabla 9 y el grafico 10 que corresponde a la calicata número uno; tabla 10 y grafico 11 que expone los resultados de las muestras de la calicata número dos.

4.5.1.2 LIMITES ATTERBERG (LÍMITES DE CONSISTENCIA).

Fundamentalmente está constituido por el limite liquido (L.L), limite plástico (L.P) e índice de plasticidad (I.P) sabiendo que el índice de plasticidad se la encuentra con la diferencia de LL-LP. Los resultados obtenidos en laboratorio se dividen en dos calicatas para obtener dos diferentes muestras de suelos.

Resultados de ensayos de suelo sin estabilización.

Calicata N° 1

LIMITE LIQUIDO			
NUMERO DE GOLPES	30	23	19
RECIPIENTE No.	1	2	3
PESO RECIP.+MATER. HUMEDO	33.82	39.14	36.07
PESO RECIP.+MATER. SECO	30.44	35.67	31.97
PESO DEL AGUA	3.38	3.47	4.10
PESO DEL RECIPIENTE	21.37	26.59	21.47
PESO DEL MATERIAL SECO	9.07	9.08	10.50
% DE HUMEDAD	37.27	38.22	39.05
LIMITE LIQUIDO	38.19	37.82	37.72

Tabla 10: Limite líquido.

Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

LIMITE PLASTICO		
RECIPIENTE No.	4	5
PESO RECIP.+MATER. HUM	24.18	26.38
PESO RECIP.+MATER. SECO	23.61	26.38
PESO DEL AGUA	21.44	24.38
PESO DEL RECIPIENTE	19.35	16.33
PESO DEL MATERIAL SECO	4.26	10.05
% DE HUMEDAD	26.27	26.50

Tabla 11: Limite plástico.

Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	38.0
LIMITE PLASTICO	26.0
INDICE PLASTICO	12.0

Tabla 12: Resumen limites Atterberg.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

Calicata N° 2

LIMITE LIQUIDO			
NUMERO DE GOLPES	38	25	18
RECIPIENTE No.	1	2	3
PESO RECIP.+MATER. HUMEDO	40.56	38.79	34.10
PESO RECIP.+MATER. SECO	36.88	35.11	30.84
PESO DEL AGUA	3.68	3.68	3.26
PESO DEL RECIPIENTE	21.37	26.59	21.47
PESO DEL MATERIAL SECO	26.52	25.22	22.46
% DE HUMEDAD	35.52	37.21	38.90
LIMITE LIQUIDO	37.58	37.22	37.32

Tabla 13: Limite líquido.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

LIMITE PLASTICO		
RECIPIENTE No.	4	5
PESO RECIP.+MATER. HUM	29.55	27.84
PESO RECIP.+MATER. SECO	29.01	27.39
PESO DEL AGUA	21.44	24.38
PESO DEL RECIPIENTE	26.92	25.62
PESO DEL MATERIAL SECO	25.84	25.42
% DE HUMEDAD	26.27	26.50

Tabla 14: Limite plástico.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	37.0
LIMITE PLASTICO	26.0
INDICE PLASTICO	11.0

Tabla 15: Resumen limites Atterberg.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

Resultados de ensayos de suelo con estabilización.

LIMITE LÍQUIDO.

LIMITE LIQUIDO								
	2%		4%		6%		8%	
	25	30	25	30	25	30	25	30
GOLPES								
W HUM	11,64	11,91	18,48	16,2	13,08	13,48	11,84	12,38
W SECO	9,73	9,96	14,95	13,2	10,85	11,35	9,85	10,25
W CAPS	3,6	3,67	3,67	3,67	3,58	4,28	3,69	3,67
%W	31,16	31	31,29	31,48	30,67	30,13	32,31	32,37
LIMITE LIQUIDO	31,08		31,39		30,4		32,34	

Tabla 16: Comportamiento del límite liquido con diferentes porcentajes de cementante.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas

LIMITE PLASTICO.

LIMITE PLASTICO								
	2%		4%		6%		8%	
RECIPIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
W HUM	7,24	8,43	7,08	7,38	7,76	9,5	7,4	8,89
W SECO	6,61	7,55	6,28	6,65	7,02	8,36	6,71	7,86
W CAPS	4,28	4,28	3,68	4,29	4,28	4,3	4,29	4,25
%W	27,04	26,91	30,77	30,93	27,01	28,08	28,51	28,53

LIMITE PLASTICO	26,97	30,85	27,54	28,52
-----------------	-------	-------	-------	-------

Tabla 17: Comportamiento del límite plástico con diferentes porcentajes de cementante.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

INDICE PLASTICO

RESUMEN				
	2%	4%	6%	8%
% LL	31	31	30	32
% LP	27	31	28	29
% IP	4	1	3	4

Tabla 18: Resumen del índice plástico con diferentes porcentajes de cementante.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

4.5.1.3 EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO CAL SOBRE LOS LÍMITES ATTERBERG.

En la tabla 16 se recogen los resultados obtenidos en los límites Atterberg para la sub-base. En ella se observa que los suelos estabilizados con cal o cemento se producen una reducción importante de la plasticidad ocasionada

fundamentalmente por el incremento del límite plástico, con variaciones muy superiores a las experimentadas por el límite líquido. (MACLA 2006).

MUESTRA	L.L.	L.P.	I.P.
Suelo base	25,6	17,2	8,4
Suelo + Cal 3%	31,85	29,72	2,13
Suelo + Cal 5%	36,90	31,12	5,78
Suelo + Cal 7%	40,80	33,42	7,38
Suelo + Cemento 5%	35,60	25,07	10,53
Suelo + Cemento 7%	35,85	24,60	11,25
Suelo + Cemento 9%	35,85	23,80	12,05

Tabla 19. Adición de cemento o cal en los límites Atterberg.
Fuente: XX reunión (SEA) MACLA-2006.

LIMITES ATTERBERG.	PORCENTAJES DE CAL						
	0%	2%	4%	6%	8%	10%	12%
LL	65.14	59.48	58.7	56.22	54.5	53.35	52.72
LP	31.52	32.9	31.89	33.33	33.71	34.23	34.61
IP	33.62	26.58	26.81	22.89	20.79	19.12	18.11

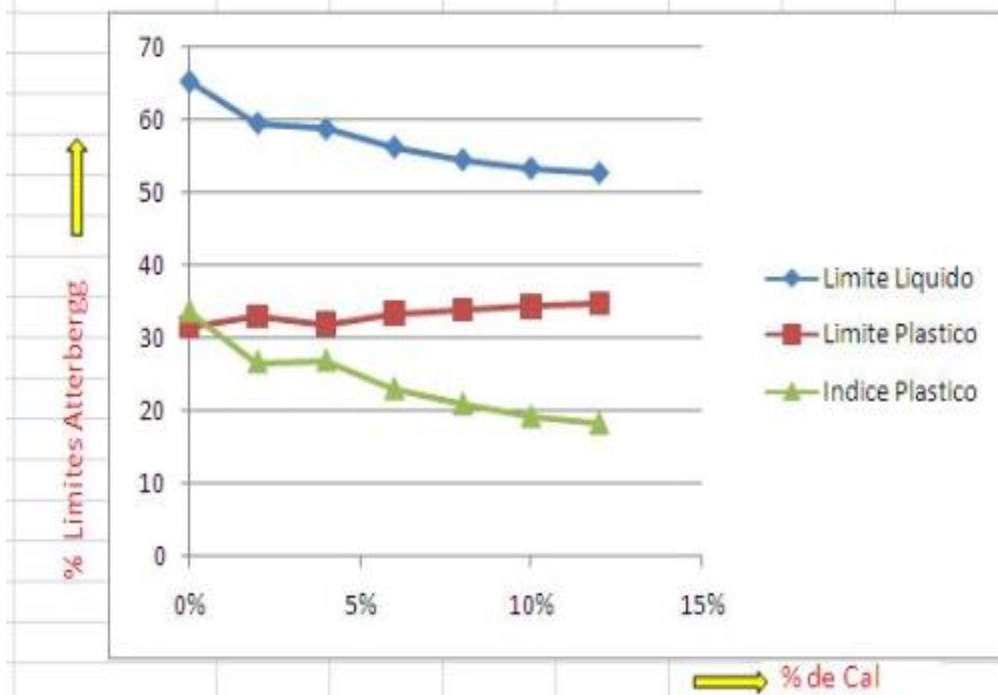


Tabla 20. Adición de cal en los límites Atterberg.
Fuente: RONALD PASTOR, 2011.

4.5.1.4 RESULTADOS DE LA COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO.

Los resultados de los ensayos de compactación o proctor modificado es una extracción específica de las condiciones del ensayo concerniente a las muestras y al mismo proceso.

4.5.1.5 EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO O CAL SOBRE LA COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADA.

En la tabla 18, se observa que tanto la adición de cal hidratada como de cemento produce en todos los suelos un descenso de la densidad seca máxima y un aumento de la humedad óptima de compactación en relación al suelo no tratado.

ENSAYOS DE COMPACTACION	SUELO REAL	2%	4%	6%	8%
DENSIDAD SECA MAX:	1705	1471	1374	1409	1439
CONTENIDO DE AGUA OPTIMA:	16,73	18,6	18,2	18,6	19



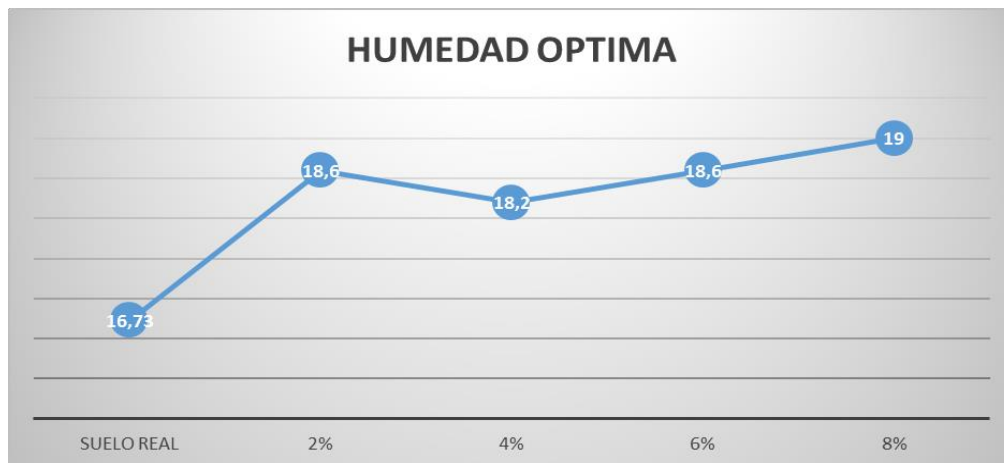


Tabla 21: Comportamiento de la densidad y humedad por diferentes % de estabilizante.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

4.5.1.6 EFECTOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO O CAL SOBRE ENSAYO DE CBR.

La tabla 19 muestra los resultados obtenidos por este ensayo con los diferentes tratamientos, observando que el suelo original tiene un CBR por debajo de 3, lo que le convierte en un suelo inadecuado o marginal, cuyo empleo solo es posible si se estabiliza. La adición de cal y cemento produce importantes incrementos en la capacidad portante del suelo estudiado, pudiéndose considerar ambos aditivos como adecuados para estabilización de suelos.

ENSAYO C.B.R.	SUELO REAL	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR			
		2%	4%	6%	8%
MOLDE 1	21,6	22,78	23,85	23,41	23,25
MOLDE 2	23,7	27,49	29,23	29,16	27,54
MOLDE 3	30,1	30,8	33,29	33,48	32,57

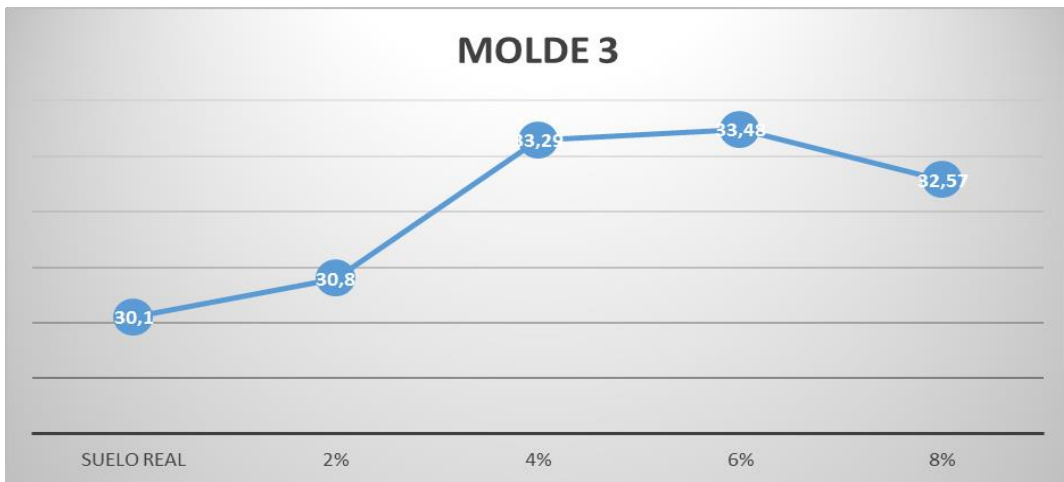
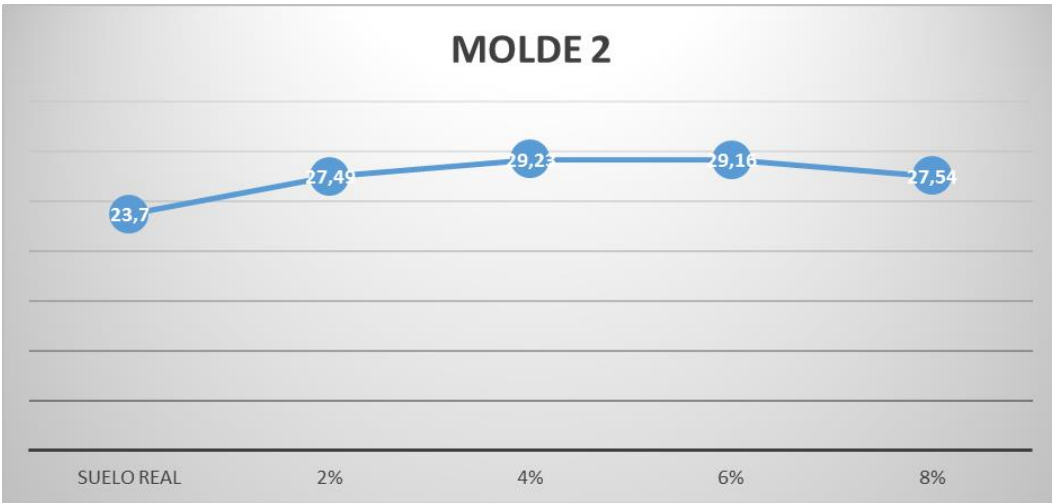
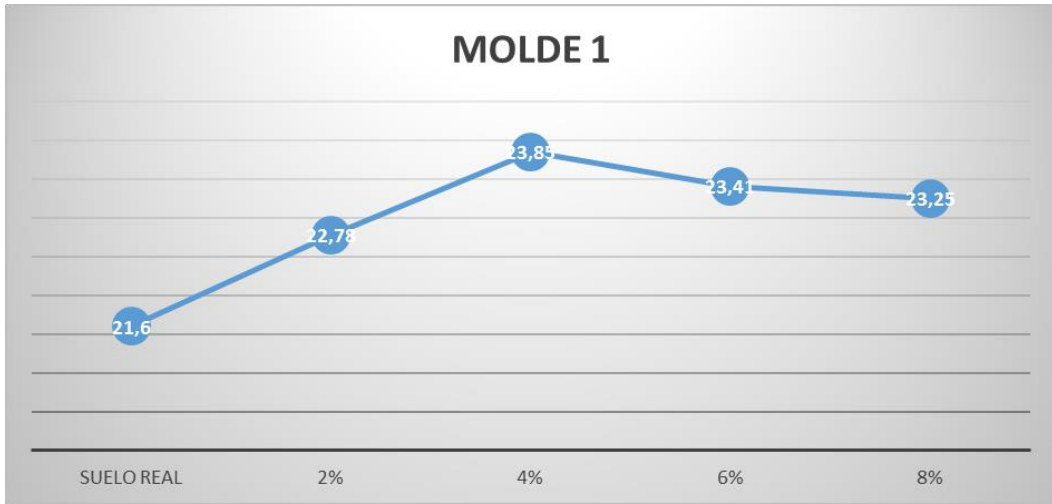


Tabla 22: Comportamiento de la resistencia del ensayo CBR vs los % de estabilizador.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

4.5.2 LIMITES ATTERBERG.

LIMITE LÍQUIDO.

En el grafico 9 se puede observar un ascenso del límite líquido al aumentar el porcentaje del cemento, presentando un aumento del 8% de aditivo cementante. Para después sufrir un descenso pero sin rebasar el límite del suelo original. Y para la porcentajes mayores un ascenso uniforme, presentándose el mayor para la mezcla con el 8% de cemento con un límite liquido de 32.43%.

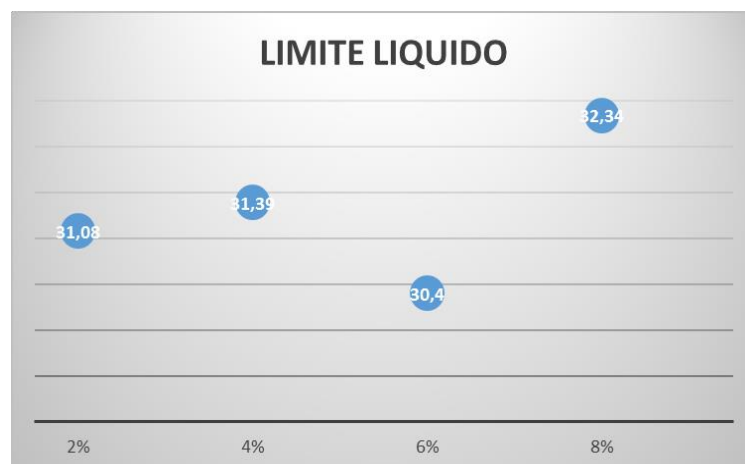


Grafico 9: Comportamiento del límite líquido a diferentes porcentajes de cemento.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas

LIMITE PLÁSTICO.

En el Grafico 10 podemos observar que se obtiene un aumento más uniforme en el límite plástico. Presentando el mayor porcentaje de cemento del 4% con un valor de 30.85%, esto nos ayuda a verificar que el porcentaje de 4% es la mejor para nuestro suelo

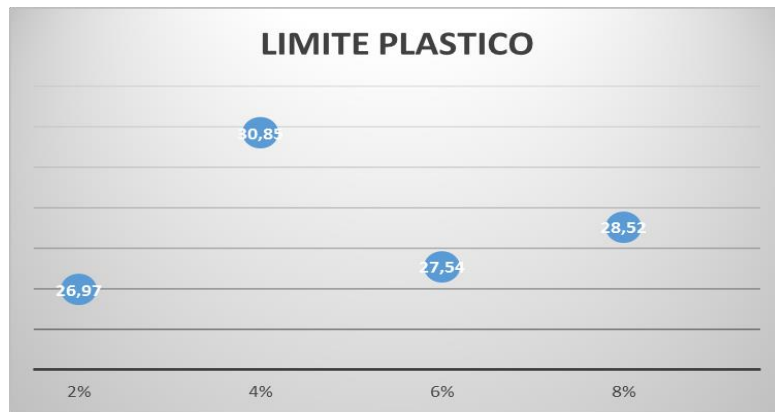


Grafico 10: Comportamiento del límite plástico a diferentes porcentajes de cemento.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

ÍNDICE PLÁSTICO.

En el grafico 11 se observa que se obtuvo un mínimo de reducción en la plasticidad del suelo con el 4% de adicción de conglomerante. Es notorio que para un porcentaje de 2% se presentó un aumento del índice plástico, y tanto en el porcentaje de 6 y 8% tenemos una estabilidad de su plasticidad.



Grafico 11: Comportamiento del índice plástico a diferentes porcentajes de cemento.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

4.6 RESUMEN DE PORCENTAJE ESTABILIZADOR RECOMENDADO.

Según los resultados obtenidos por los ensayos de suelo el porcentaje recomendado es el 4 y el 6% teniendo en cuenta que el 4% será el mejor estabilizante debido a su costo ya sea cal o cemento.

4.7 PRESUPUESTO.

En este tipo de estudios se pueden obtener diferentes tipos de presupuestos para realizar la estabilización del suelo sin tomar en cuenta que para diferente estabilización la carpeta de rodadura será menor y así tendremos un ahorro muy alto en el precio.

4.7.1 REDUCCIÓN DE ESPESOR.

La dureza y rigidez del suelo puede ser estabilizada a través de la incorporación de aditivos que permitan la reducción en los espesores de diseño, respecto a los materiales sin tratar. Los espesores de diseño de la base o la sub-base pueden ser reducidos si el material estabilizado presenta la gradación, la dureza, la estabilidad y la durabilidad requerido.

En los casos en los que se requiere realizar sustitución de material, la posibilidad de reducir el espesor del material que se va a colocar es de mucha utilidad ya que se reducen los costos en cuanto a excavaciones.

4.7.2 ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR					
					
EJECUTOR:	ERICK GAVILANES				
PROYECTO:	ESTABILIZACION Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL				
PRESUPUESTO CON CEMENTO					
Item	Descripción	Cant.	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
1	LIMPIEZA EL TERRENO	1400.00	M2	1.30	1,820.00
2	REPLANTEO Y NIVELACION	1400.00	M2	1.68	2,352.00
3	ESTABILIZACION MEDIANTE CONGLOMERANTE CEMENTO	560.00	M3	16.41	9,189.60
4	MOTONIVELADORA CON ESCALIFICADOR	560.00	M3	5.55	3,108.00
5	RODILLO PATA DE CABRA	1400.00	M2	2.95	4,130.00
6	COMPACTADOR MONOCILINDRICO VIDRANTE	1400.00	M2	4.20	5,880.00
TOTAL					26,479.60

Tabla 23: Presupuesto de estabilización con cemento.

Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

El coste de mantenimiento decenal: \$ 0,34 en los primeros 10 años.

Cabe mencionar que el presupuesto de estabilización de sub-rasante con el conglomerante cemento depende del tipo de suelo que tendremos ya que por su estado deberemos poner más o menos cemento por cada sub-rasante.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR					
					
EJECUTOR:	ERICK GAVILANES				
PROYECTO:	ESTABILIZACION Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL				
PRESUPUESTO CON CAL					
Item	Descripción	Cant.	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
1	LIMPIEZA EL TERRENO	1400.00	M2	1.30	1,820.00
2	REPLANTEO Y NIVELACION	1400.00	M2	1.68	2,352.00
3	ESTABILIZACION MEDIANTE CONGLOMERANTE CAL	560.00	M3	17.51	9,805.60
4	MOTONIVELADORA CON ESCALIFICADOR	560.00	M3	5.55	3,108.00
5	RODILLO PATA DE CABRA	1400.00	M2	2.95	4,130.00
6	COMPACTADOR MONOCILINDRICO VIDRANTE	1400.00	M2	4.20	5,880.00
TOTAL					27,095.60

Tabla 24: Presupuesto de estabilización cal.
Fuente: Erick Gavilanes Bayas.

El coste de mantenimiento decenal: \$ 0,31 en los primeros 10 años.

Luego de la estabilización ejecutamos normalmente la vía ya sea asfáltica, con hormigón o adoquinada. En este aspecto tenemos un gran ahorro en material ya que serán de espesores mínimos la base, sub-base y carpeta de rodadura

Cabe recalcar que cada presupuesto es diferente por la cantidad de cemento o cal que interviene podemos analizarlo en el **ANEXO 5**.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- Para formular y plantear estas conclusiones y recomendaciones partimos de los resultados arrojados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras de suelos de la calle A del barrio colinas del sur en la ciudad de Quito.
- La calle en estudio, tiene como material de sub-rasante un suelo de tipo limo arenoso, con pómez y de color café claro, por lo cual, siguiendo las normas internacionales de estabilización de suelos y a partir de los ensayos de laboratorio realizados, se ha recomendado efectuar una estabilización con cemento.
- El índice de plasticidad para cada tipo de suelo estabilizado cemento disminuye, en relación al suelo natural.
- La relación entre el porcentaje que pase en masa en la malla N° 200 al que pase la malla N° 40, no será mayor en 0.65. realizando esta simple operación tenemos: el porcentaje que pasa en la malla N° 40 es de 98% y el pasante de la malla N° 200 es de 62%. Entonces, $62/98= 0.632$, este

resultado es conveniente porque no pasa lo requerido de la especificación, por lo tanto el suelo del lugar satisface para realizar estabilización.

- Se analizó que existe una reducción significativa del índice de Plasticidad con el incremento del porcentaje de cemento; provocando un ligero aumento del límite de Plasticidad y decrecimiento del límite Líquido.
- Las características de compactación para los suelos naturales o estabilizados con cemento, son similares, debido a que existe un incremento en la densidad seca máxima y una disminución en el contenido óptimo de humedad.
- El uso de cemento para estabilizar el suelo es ventajoso, ya que al dimensionar la estructura de rodadura, se logra disminuir el espesor de la estructura de rodadura ya sea hormigón rígido o asfalto, en relación a su estado natural. En este aspecto constructivo esto nos favorece en una disminución de los costos de construcción.
- Los suelos tratados con cemento incrementan su capacidad soportante a valores mayores a los que especifica el MOP en su normativa para mejoramiento de sub-rasante.
- Es importante analizar un estudio hidrológico e hidráulico del área en estudio para ubicar los drenajes como cunetas, alcantarillas, etc. Y de esta manera evitar que los suelos estabilizados tengan contacto con la humedad.

5.2 RECOMENDACIONES

- La estabilización de los suelos de sub-rasante con los conglomerantes más adecuados, que resulten más adecuados para llegar al estudio detallado del suelo a estabilizar.
- Seguir investigando la estabilización de los suelos de las calles de la ciudad de Quito con cal o cemento aplicando variantes en cuanto al porcentaje de los conglomerados.
- Es recomendable que las vías del país sean estabilizadas dependiendo al suelo que posee ya que económicamente tendremos un ahorro significativo en el mantenimiento.
- Incentivar a la inversión económica a las instituciones municipales que están relacionadas con el diseño y construcción de vías urbanas para fomentar un banco de datos sobre propiedades físicas y mecánicas con varios tipos de estabilizadores.
- Considerar el presente trabajo como alternativa para la implementación de nuevos procesos de construcción y reconstrucción de las calles urbanas de la ciudad de Quito.

BIBLIOGRAFÍA

MOP, *Especificaciones generales para la construcción de caminos*. Quito – Ecuador, 2000.

Ex IEOS, *“Normas técnicas de diseño para estabilización de suelos”*. Quito – Ecuador.

MARTINEZ, Juan, *“evaluación del mejoramiento de suelos arcillosos empleado materiales cementantes”*. Veracruz – México, 2012.

DELGADO, Ronald, *“Estabilización de suelos para atenuar efectos de plasticidad”*. Manabí – Ecuador, 2011.

TAPIA, Washington *“estabilización de suelos para atenuar efectos de plasticidad”*. Manabí – Ecuador, 2012.

ARRIETA, Fabián, *“Guía para estabilización o mejoramiento de rutas no pavimentadas”*. San José-Costa Rica, 2008.

IECA. *“manual de estabilización de suelos con cemento o cal”*. Madrid – España, 2000.

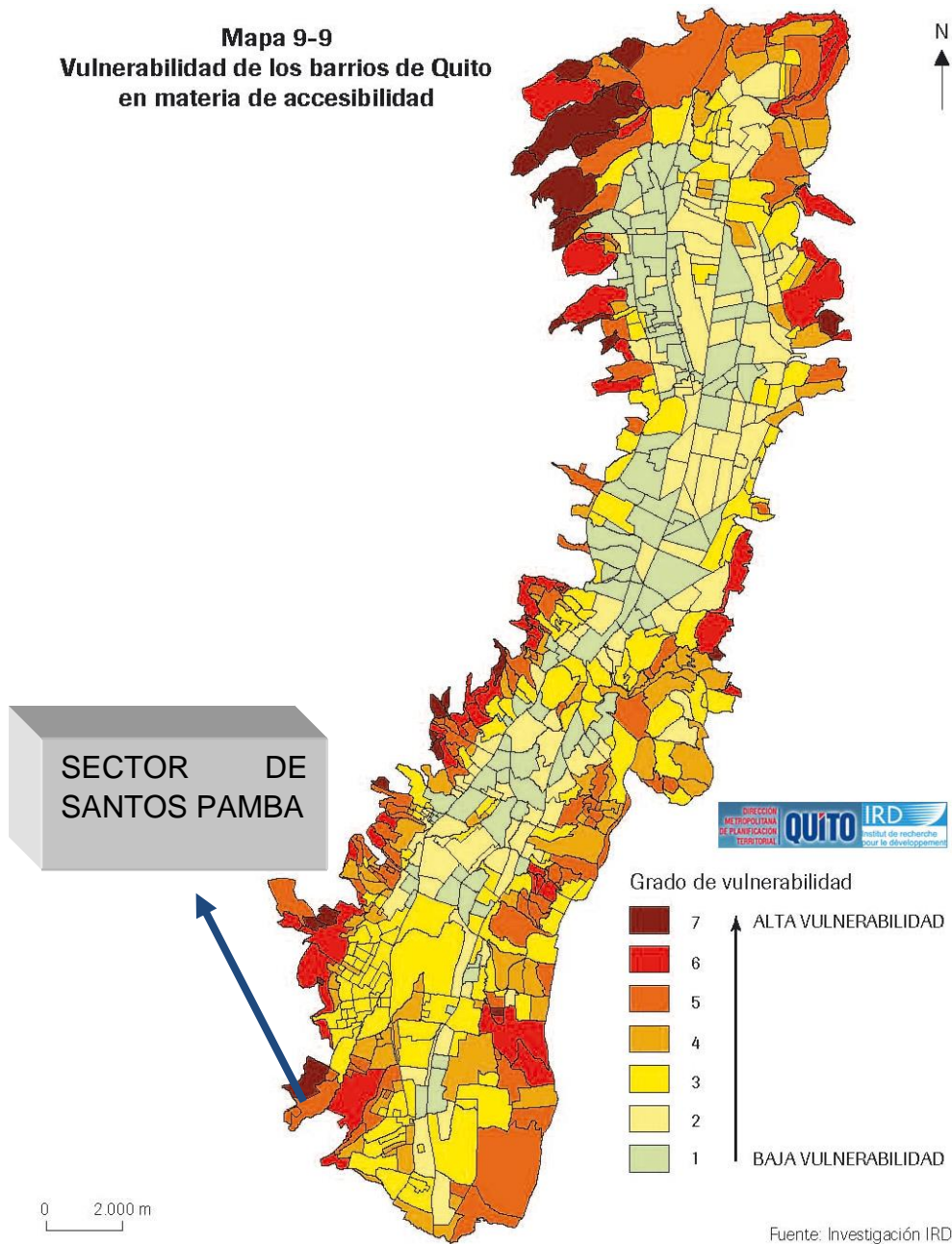
ANCADE. *“tratamiento de suelos con cal”*. Departamento técnico. España, 2002.

IECA. *“estabilización de suelos con cemento”*, guía técnica, España, 2013.

ANEXO 1

**Mapa urbano de quito
donde se encuentra la
vía en estudio.**

Mapa 9-9
Vulnerabilidad de los barrios de Quito
en materia de accesibilidad



ANEXO 1: Mapa de Quito.
FUENTE: Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo

ANEXO 2

Fotografías relacionadas con fallas de mala calidad de sub-rasante

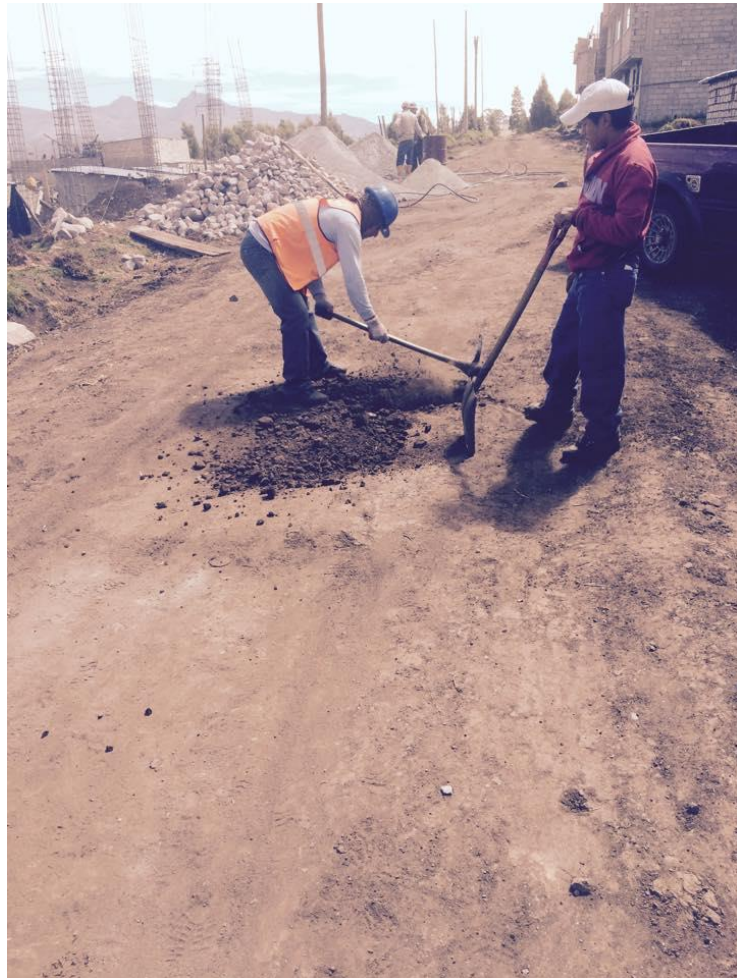






ANEXO 3

Fotografías del estudio de la vía a ser estabilizada.









ANEXO 4

Resultados de los ensayos de laboratorio.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERIA CIVIL
AV. RUMICHACA Y MORAN VALVERDE TEL. 3962 891, 3962 800 EXT 2354

CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: Estabilización y Mejoramiento de Subrasante de suelos mediante Cal o Cemento para una Obra Vial en el sector de Santos Pampa, Barrio Colinas del Sur						
CLIENTE: Sr. Erick Gavilanes				ABSCISA: 0+150		
UBICACIÓN: Quito - Pichincha		PROFUNDIDAD: 1.0 m		NORMAS: ASTM D 3282		
FECHA: 17-06-15				ASTM D 2487		L.E.M: 6527
				Pág.: 1/2		

	No. DE GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPS	w %	MEDIA O VALOR
1.- CONT. DE AGUA		98,75	81,60	29,40	32,85	32,87
		95,85	79,17	28,46	32,89	
2.- LIMITE LIQUIDO	30	33,82	30,44	21,37	37,27	37,95
	23	39,14	35,67	26,59	38,22	
	19	36,07	31,97	21,47	39,05	
3.- LIMITE PLASTICO		24,18	23,61	21,44	26,27	26,38
		26,91	26,38	24,38	26,50	

GOLPES	w (%)
10	39,2
23	38,2
30	37,2

4.- GRANULOMETRIA

PESO INIC. 200,23

PESO INICIAL DE CALCULO: 150,7

TAMIZ	PESO RET.	% RET	% PASA
1"	0,0	0	100
3/4"	0,0	0	100
1/2"	0,0	0	100
3/8"	1,0	1	99
No. 4	2,0	1	99
No. 10	6,00	4	96
No. 40	24,00	16	84
No. 200	58,00	38	62

TAMICES	% QUE PASA
1"	100
3/4"	100
1/2"	100
3/8"	99
4	99
10	96
40	84
200	62

5.- CLASIFICACION.-

GRAVA	1
ARENA	37
FINOS	62

LL =	38,0
LP =	26,0
IP =	12,0
w% F	38

SUCS :	ML
AASHTO:	A-6
IG:	6
AASHTO	A-6 (6)

Limo arenoso con pómez, color café claro.

Ing. Magaly Gabor
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

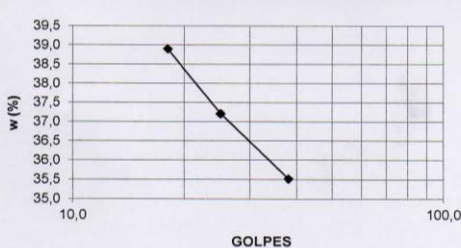
Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde · Teléfonos: 3962 800 / 3962 900 Ext. 2354
Teléfono directo: 3962 891 · Fax: 3962 897 · Correo electrónico: htorres@ups.edu.ec / ingciviluio@ups.edu.ec

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERIA CIVIL
AV. RUMICHACA Y MORAN VALVERDE TEL. 3962 891, 3962 800 EXT 2354

CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: Estabilización y Mejoramiento de Subrasante de suelos mediante Cal o Cemento para una Obra Vial en el sector de Santos Pampa, Barrio Colinas del Sur						
CLIENTE: Sr. Erick Gavilanes				ABSCISA: 0+050		
UBICACIÓN: Quito - Pichincha				PROFUNDIDAD: 1.0 m		
FECHA: 17-06-15				NORMAS: ASTM D 3282		L.E.M.: 6527
				ASTM D 2487		Pág.: 2/2

	No. DE GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPS	w %	MEDIA O VALOR
1.- CONT. DE AGUA		90,12	76,39	28,95	28,94	28,89
		89,58	75,91	28,52	28,85	
2.- LIMITE LIQUIDO	38	40,56	36,88	26,52	35,52	37,35
	25	38,79	35,11	25,22	37,21	
	18	34,10	30,84	22,46	38,90	
3.- LIMITE PLASTICO		29,55	29,01	26,92	25,84	25,63
		27,84	27,39	25,62	25,42	

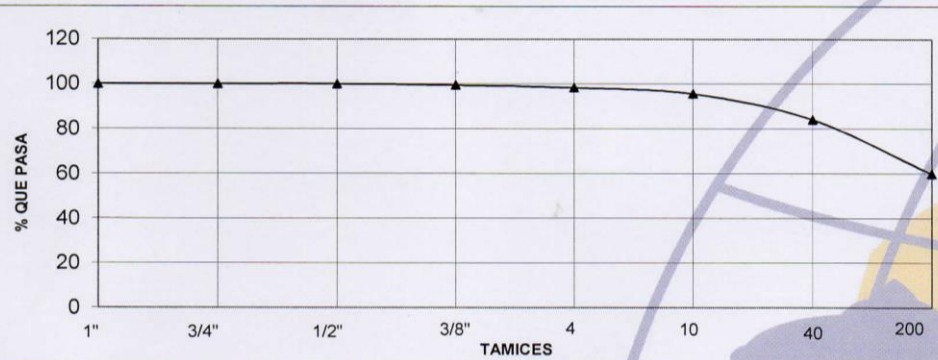


4.- GRANULOMETRIA

PESO INIC. 234,98

PESO INICIAL DE CALCULO: 182,3

TAMIZ	PESO RET.	% RET	% PASA
1"	0,0	0	100
3/4"	0,0	0	100
1/2"	0,0	0	100
3/8"	1,0	1	99
No. 4	3,0	2	98
No. 10	8,00	4	96
No. 40	29,00	16	84
No.200	73,00	40	60



5.- CLASIFICACION.-		LL = 37,0	SUCS : ML
GRAVA	2	LP = 26,0	AASHTO: A-6
ARENA	38	IP = 11,0	IG: 5
FINOS	60	w% = 29	AASHTO A-6 (5)

Limo arenoso con pomez, color café claro.

Ing. Magaly Gaibor L.
ADMINISTRADOR TECNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde · Teléfonos: 3962 800 / 3962 900 Ext. 2354
Teléfono directo: 3962 891 · Fax: 3962 897 · Correo electrónico: htorres@ups.edu.ec / inciviluio@ups.edu.ec

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERIA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORAN VALVERDE TEL: 3962 891, 3962 800 EXT 2354

SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

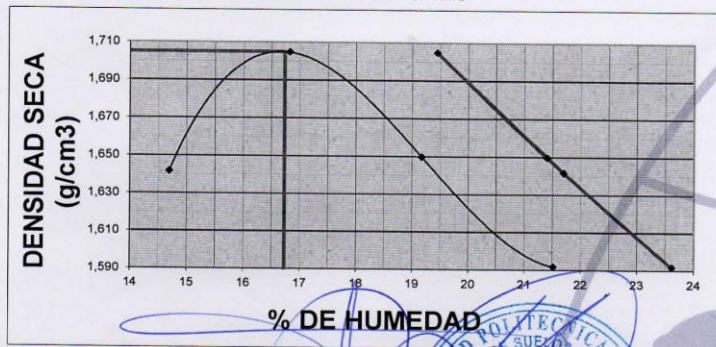
OBRA: Estabilización y Mejoramiento de Subrasante de suelos mediante Cal o Cemento para una Obra Vial en el sector de Santos Pampa, Barrio Colinas del Sur
CLIENTE: Sr. Erick Gavilanes

LOCALIZACION: Quito - Pichincha
FECHA: 2015-06-16
NORMA: ASTM D 1557
Pág.: 1/1

PROFUNDIDAD: 1.0 m
ABSCISA: 0+050
MUESTRA N°: Recibida en Laboratorio
USO: Subrasante
L.EM: 6527

PROCEDIMIENTO:	A		DATOS DEL MOLDE					
GOLPES / CAPA:	25		DIAMETRO:	10,00 cm.				
N° DE CAPAS:	5		VOLUMEN:	939 cm ³ .				
MASA DEL MARTILLO:	4,50	Kg.	MASA:	4164,00 g.				
ALT. DE CAIDA:	45,70		cm.					
DATOS PARA LA CURVA								
PUNTO N°:	1	2	3	4				
Masa compactada:	5932,00	6034,00	6010,00	5980,00				
Masa suelo:	1768,00	1870,00	1846,00	1816,00				
Densidad Húmeda :	1,883	1,991	1,966	1,934				
CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Masa húmeda:	96,79	93,35	99,34	101,62	101,39	92,95	103,65	115,54
Masa seca:	87,95	84,84	89,13	90,96	89,61	82,27	90,21	100,05
Masa capsula:	28,22	26,49	28,64	27,37	28,23	26,52	28,02	27,74
Humedad (%)	14,80	14,58	16,88	16,76	19,19	19,16	21,61	21,42
Promedio	14,69		16,82		19,17		21,52	
Densidad Seca:	1,642	1,705	1,650	1,592				

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MAXIMA = 1,705 g/cm³
CONTENIDO DE AGUA OPTIMO = 16,73 %



Descripción del Material: Limo arenoso, con pomez, color café claro.

Ing. Magaly Gaibor E.
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde · Teléfonos: 3962 800 / 3962 900 Ext. 2354
teléfono directo: 3962 891 · Fax: 3962 897 · Correo electrónico: htorres@ups.edu.ec / ingciviluio@ups.edu.ec

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERIA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORAN VALVERDE TEL. 3962 891, 3962 800 EXT 2354

SUELOS

PROYECTO: Estabilización y Mejoramiento de Subrasante de suelos mediante cal o cemento para una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba

LOCALIZ: Barrio Colinas del Sur - Quito

FECHA: 2015-06-16

NORMA: ASTM D 1883 -05

CONTRATISTA: Sr. Erick Gavilanes

MUESTRA N°: 1 - Recibida en Laboratorio

USO: Subrasante

L.E.M: 6527

ENSAYO DE CBR

MOLDE No.:	1,0	2,0	3,0			
Golpes/capa:	56	25	10			
Masa compact (g)	11200,0	10820,0	10480,0			
Masa molde (g)	7158,0	7106,0	7182,0			
Volumen (cm ³)	2124,0	2120,0	2126,0			
Dens. Hum. (g/cm ³)	1,903	1,752	1,551			
CONTENIDO DE AGUA DE MOLDEO:		16,73	DENS. MAXIMA: 1,705			
Masa húmeda (g)	92,5	94,2	99,6	95,7	95,5	86,5
Masa seca (g)	83,5	85,0	89,5	86,2	86,0	78,1
Masa capsula (g)	28,5	28,3	27,4	27,8	27,9	26,5
(%) agua	16,5	16,1	16,3	16,4	16,3	16,3
(%) agua promedio	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3
Dens. Seca:	1,636	1,506	1,334			
CONTENIDO DE AGUA LUEGO DE LA SATURACION:						
Masa húmeda (g)	90,4	90,6	103,0	96,7	141,4	134,3
Masa seca (g)	79,4	79,5	88,6	83,5	115,2	109,4
Masa capsula (g)	28,6	27,6	27,7	28,2	27,8	27,4
w (%):	21,6	21,5	23,7	23,8	30,0	30,3
w(%) prom.:	21,6	23,7	30,1			
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA:						
Masa saturada	11340,0	11108,0	10926,0			
(% W) absorvida	3,46	7,75	13,52			
ESPONJAMIENTO:	dial	%	dial	%	dial	%
DIAS:	0	0,0	0	0,0	0	0,0
1	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	7	0,15	19	0,41	25	0,54
3	7	0,15	20	0,44	26	0,57
4	8	0,17	21	0,46	27	0,59
PENETRACION		CTE. DEL ANILLO =		10,0400		
penetracion (pulgadas)	dial	presion lb/plg ²	dial	presion lb/plg ²	dial	presion lb/plg ²
0,000	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0,025	19	79	12	56	4	29
0,050	49	180	23	93	7	39
0,075	68	243	32	123	9	46
0,100	83	293	37	139	12	56
0,200	111	387	49	180	15	66
0,300	132	457	58	210	19	79
0,400	151	521	63	226	22	89
0,500	165	568	69	246	25	99

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

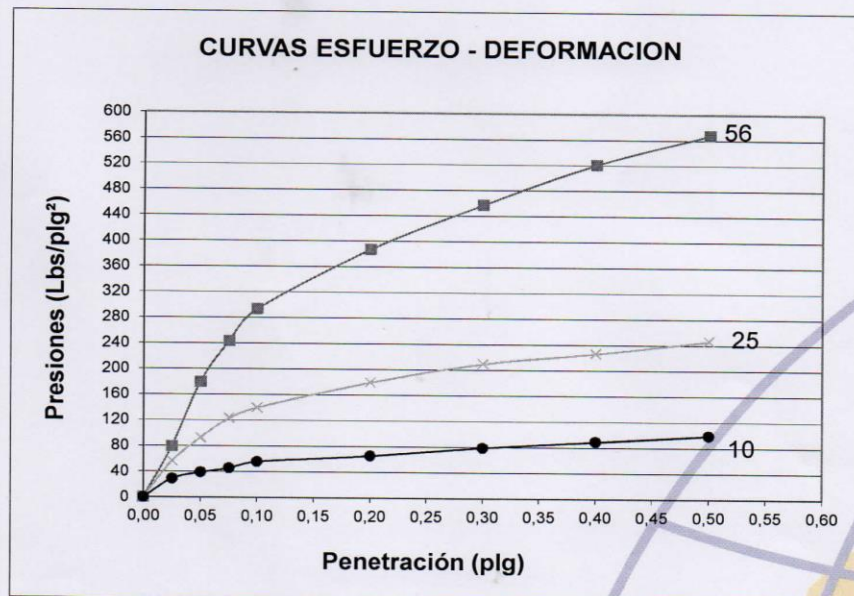
Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde · Teléfonos: 3962 800 / 3962 900 Ext. 2354
Teléfono directo: 3962 891 · Fax: 3962 897 · Correo electrónico: htorres@ups.edu.ec / ingciviluo@ups.edu.ec

Nota.- La presión corregida se determina en el gráfico esfuerzo - deformación

VALORES CORREGIDOS

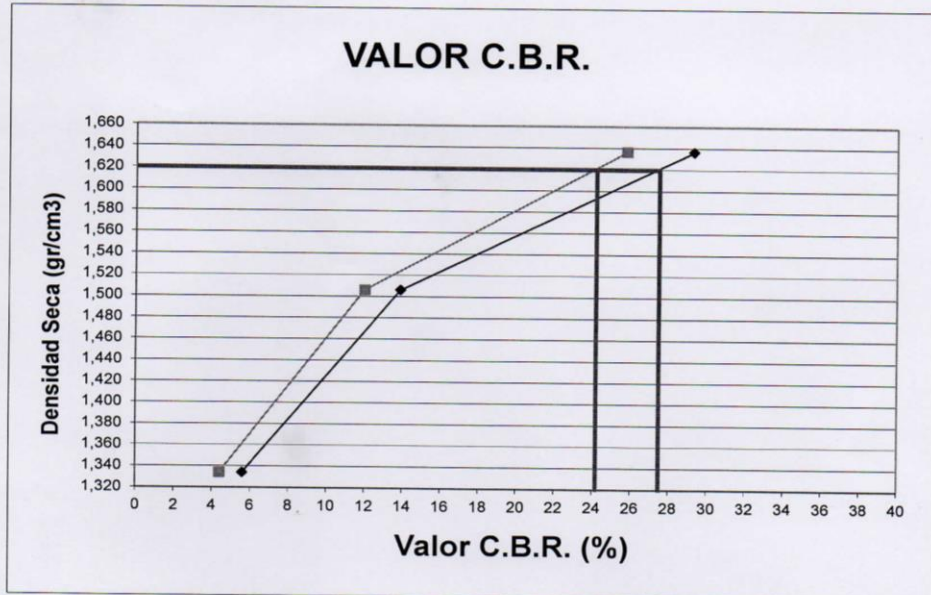
N° Golpes	C.B.R - 0,1"		
	presión	CBR	DENS. SECA
56	293,00	29,3	1,636
25	139,00	13,9	1,506
10	56,00	5,6	1,334

N° Golpes	C.B.R - 0,2"		
	presión	CBR (%)	DENS. SECA
56	387,00	25,8	1,636
25	180,00	12,0	1,506
10	66,00	4,4	1,334



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde · Teléfonos: 3962 800 / 3962 900 Ext. 2354
teléfono directo: 3962 891 · Fax: 3962 897 · Correo electrónico: htorres@ups.edu.ec / ingciviluio@ups



RESULTADOS			
Curva	Penetración	Densidad Modificada	C.B.R (%)
	0,1"	95%	27,50
	0,2"	95%	24,20
C.B.R RECOMENDADO			24

Ing. Magaly Galbor L.
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde · Teléfonos: 3962 800 / 3962 900 Ext. 2354
 Teléfono directo: 3962 891 · Fax: 3962 897 · Correo electrónico: htorres@ups.edu.ec / ingciviluio@ups.edu.ec



ENSAYO DE CBR

DATOS DEL PROYECTO		DATOS MUESTRA	
CONTRATISTA:	ERICK GAVILANES	NORMA:	AASHTO T99, ASTM D 1983-05
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON DIFERENTES PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO	DESCRIPCION:	SUELO NATURAL
UBICACION:	BARRIO COLINAS DEL SUR-SECTOR SANTOS PAMBA	MUESTRA:	M1 2%
RESPONSABLE:	ING. LUIS GAVILANES	MINA:	
LABORATORISTA:	SR. ESTEBAN TORRES	INFORME No.	
		FECHA DE ENTREGA:	25/09/2015

ESPECIFICACIONES ENSAYO	Densidad Maxima	Humedad Optima	No. De capas	Peso del martillo	Altura de cada
UNIDAD	gr/cm ³	%	No.	Kg	mm
DETALLE	1,471	18,88	5,00	4,50	457,20

NUMERO DE MOLDE	1	2	3
Numero de golpes por capa	56	25	12
Peso del molde + Suelo humedo:	10610	10420	10120
Peso del molde:	6925	6867	6720
Peso del Suelo humedo:	3685	3553	3400
Volumen del molde:	2110	2096	2056
Densidad Humeda:	1,746	1,695	1,654

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE MOLDEO							
Peso del tarro + Suelo humedo:	gr	32,56	31,45	30,12	31,34	32,59	36,96
Peso del tarro + Suelo seco:	gr	28,70	27,80	27,00	27,95	28,80	32,42
Peso del tarro:	gr	8,25	8,42	10,27	9,75	8,56	8,40
w %:	%	18,88	18,63	18,65	18,63	18,73	18,88
w(%) promedio:	%	18,88		18,64	18,79		
Densidad Seca:	gr/cm ³	1,469		1,429	1,392		

CONTENIDO DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACION							
Peso del tarro + Suelo humedo:	gr	38,24	37,56	36,74	36,91	35,26	38,45
Peso del tarro + Suelo seco:	gr	32,70	32,15	30,99	30,96	28,90	31,56
Peso del tarro:	gr	8,56	8,23	10,09	9,30	8,47	8,95
w %:	%	22,95	22,62	27,51	27,47	31,13	30,47
w(%) promedio:	%	22,78		27,49	30,80		

PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA DESPUES DE LA SATURACION				
Peso saturado:	gr	10790	10720	10560
Agua absorbida:		150	300	440
% agua absorbida:	%	4,07	8,44	12,94

DENSIDAD MAXIMA:	1,471	HUMEDAD OPTIMA:	18,60
------------------	-------	-----------------	-------

% Compactacion:	%	99,89	97,13	94,64
Variacion w%:	%	0,25	0,04	0,19

ESPONJAMIENTO:

NUMERO DEL MOLDE	1		2		3	
Tiempo (Dias)	Dial	%	Dial	%	Dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	1	0,02	2	0,04	4	0,08
2	1	0,02	2	0,04	4	0,08
3	2	0,04	3	0,06	5	0,11
4	2	0,04	4	0,08	6	0,13

REVISADO POR:

X ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

ING. LUIS GAVILANES



ENSAYO DE CBR

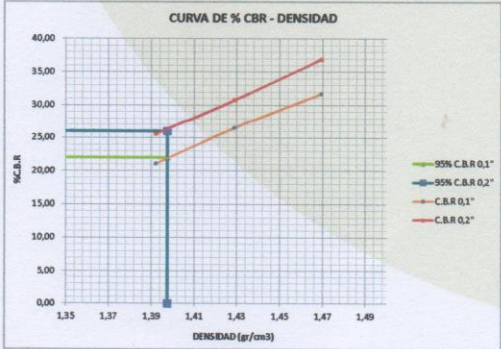
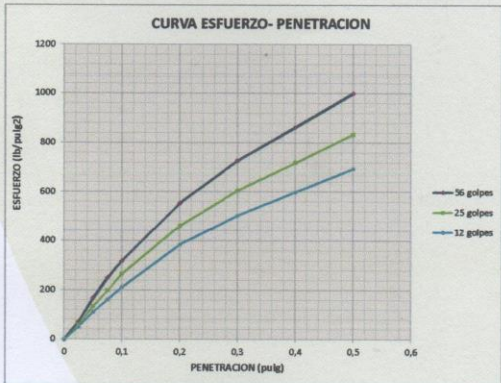
PENETRACION: Constante del anillo = 7,438 * lectura /3

Penetracion (Pulgadas)	0		2		3	
	Diat	Presion lb/plg2	Diat	Presion lb/plg2	Diat	Presion lb/plg2
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	29	71,40	24	59,50	20	49,59
0,050	68	168,59	54	133,88	45	111,57
0,075	101	250,41	80	198,35	65	161,16
0,100	128	317,35	107	265,29	85	210,74
0,200	223	553,39	188	461,16	155	384,30
0,300	293	725,95	244	604,96	203	504,13
0,400	348	862,81	290	719,01	242	589,17
0,500	403	999,67	336	833,06	280	694,21

VALORES DEL ENSAYO DE CBR

PRESION (lb/plg2)	VALOR C.B.R. 0,1"
317,35	31,74
265,29	26,53
210,74	21,07
C.B.R. (95%)	22,00

PRESION (lb/plg2)	VALOR C.B.R. 0,2"
553,30	36,89
461,16	30,74
384,30	25,62
C.B.R. (95%)	26,00



OBSERVACIONES:

REVISADO POR:

 ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

 ING. LUIS GAVILANES



PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON DIFERENTES
 PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO
 UBICACIÓN: BARRIO COLINAS DEL SUR-SECTOR
 LOCALIDAD: SANTOS PAMBA SOLICITA : ERICK GAVILANES
 MUESTRA: M1 2% FECHA: 27/09/2017
 PROFUNDIDAD 1,00

ENSAYO DE CLASIFICACION

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %

HUMEDAD%

2.- GRANULOMETRIA

DATOS: W HUM. = 106,18 W SECO = 103,89

TAMIZ	W RET. P.	W RET.	% RETENIDO	% PASA
No. 4	0,50	0,50	0	100
No. 10	1,71	2,21	2	98
No. 40	12,71	14,92	14	86
No.200	26,70	41,62	40	60

3.- LIMITE LIQUIDO

Golpes	W HUM.	W SECO	W CAPS	%W
25	11,64	9,73	3,60	31,16
	11,91	9,96	3,67	31,00

LIMITE LIQUIDO = 31,08

4.- LIMITE PLASTICO

W HUM.	W SECO	W CAPS	%W
7,24	6,61	4,28	27,04
8,43	7,55	4,28	26,91

LIMITE PLASTICO 26,97

5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACION

GRANULOMETRIA:		PLASTICIDAD:		CLASIFICACION:	
GRAVA	0	% LL	31	SUCS :	ML
ARENA	40	% LP	27	AASHTO:	A-4
FINOS	60	% IP	4	IG :	1

Ing. Luis Gavilanes



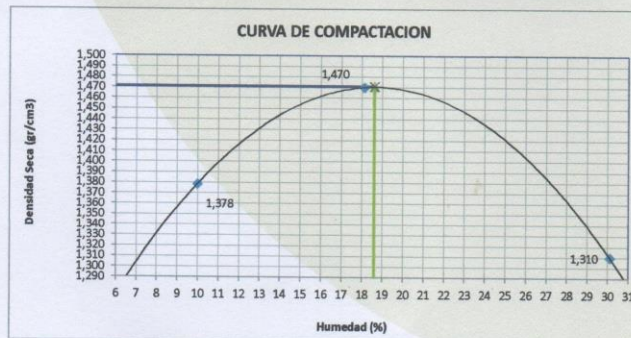
ENSAYO DE COMPACTACION DE SUELOS

DATOS PROYECTO		DATOS MUESTRA	
CONTRATISTA:	ERICK GAVILANES	NORMA:	AASHO T-180
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO	MUESTRA:	2%
UBICACION:	BARRIO COLINAS DEL SUR	DESCRIPCION:	M1
APROBADO POR:	ING. LUIS GAVILANES	FECHA DE ENSAYO:	18/09/2015
LABORATORISTA:	ESTEBAN TORRES	FECHA DE ENTREGA:	05/09/2015

ESPECIFICACIONES ENSAYO PROCTOR	Tipo de prueba proctor	Numero de capas	No. de golpes por capa	Peso del martillo Kg.	Altura cm
UNIDAD	Modificado	No.	No.	Kg.	cm
DETALLE	A	5	25	4,5	46

ENSAYO N°	U	1	2	3			
Peso humedo + molde	gr	5675	5883	5853			
Peso Molde	gr	4244	4244	4244			
Peso muestra humeda	gr	1431	1639	1609			
Volumen Molde	cm3	944	944	944			
Densidad Humeda	gr/cm3	1,516	1,736	1,704			
Tarro N°		46	56	67	112	82	84
Peso muestra humeda + tarro	gr	14,60	15,35	15,13	14,14	18,59	17,45
Peso muestra seca + tarro	gr	13,69	14,32	13,47	12,54	15,26	14,43
Peso Agua	gr	0,91	1,03	1,66	1,60	3,33	3,02
Peso Tarro	gr	4,31	4,27	4,29	3,71	4,26	4,34
Peso muestra seca	gr	9,38	10,05	9,18	8,83	11,00	10,09
Contenido de Humedad	%	9,70	10,25	18,08	18,12	30,27	29,93
Humedad Promedio	%	9,98		18,10		30,10	
Densidad Seca	gr/cm3	1,378		1,470		1,310	

% Humedad	Densidad Seca (gr/cm ³)
9,98	1,378
18,10	1,470
30,10	1,310



DENSIDAD MAXIMA	gr/cm3	1,471
HUMEDAD OPTIMA	(%)	18,6

OBSERVACIONES: * MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

REVISADO POR:

ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

ING. LUIS GAVILANES

Quito: Silvestre Baraño N24-49 y Av. La Gasca Telfs: 3200876 / 2501038 / 098 44 69863 / 098 33 88192
 Email: cribatest@gmail.com



ENSAYO DE CBR

DATOS DEL PROYECTO		DATOS MUESTRA	
FISCALIZADOR:		NORMA:	AASHTO T99, ASTM D 1883-05
CONTRATISTA:	ERICK GAVILANES	DESCRIPCION:	SUELO NATURAL
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON DIFERENTES PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO	MUESTRA:	M2 4%
UBICACION:	BARRIO COLINAS DEL SUR-SECTOR SANTOS PAMBA	MINA:	
RESPONSABLE:	ING. LUIS GAVILANES	INFORME No.	
LABORATORISTA:	SR. ESTEBAN TORRES	FECHA DE ENTREGA:	25/09/2015

ESPECIFICACIONES ENSAYO	Densidad Maxima	Humedad Optima	No. De capas	Peso del martillo	Altura de cada
CBR					
UNIDAD	gr/cm ³	%	No.	Kg	mm
DETALLE	1,374	18,20	5,00	4,50	457,20

NUMERO DE MOLDE		4	5	6
Numero de golpes por capa		56	25	12
Peso del molde + Suelo humedo:	gr	11690	11540	11350
Peso del molde:	gr	8180	8164	8090
Peso del Suelo humedo:	gr	3510	3376	3260
Volumen del molde:	cm ³	2160	2132	2115
Densidad Humeda:	gr/cm ³	1,625	1,583	1,541

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE MOLDEO							
Peso del tarro + Suelo humedo:	gr	31,26	30,26	29,79	33,60	28,56	36,28
Peso del tarro + Suelo seco:	gr	27,60	26,80	26,68	29,82	25,40	31,85
Peso del tarro:	gr	8,28	8,42	9,94	9,34	8,42	8,12
w %:	%	18,02	18,82	18,58	18,46	18,61	18,58
w(%) promedio:	%	18,67			18,52		18,60
Densidad Seca:	gr/cm ³	1,367			1,336		1,300

CONTENIDO DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACION							
Peso del tarro + Suelo humedo:	gr	35,26	32,46	39,01	38,96	37,45	36,45
Peso del tarro + Suelo seco:	gr	30,01	27,99	32,38	32,11	30,35	29,75
Peso del tarro:	gr	8,12	9,15	9,16	9,21	9,20	9,45
w (%) :	%	23,98	23,73	28,55	29,91	33,57	33,00
w(%) promedio:	%	23,85		29,23		33,29	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA DESPUES DE LA SATURACION			
Peso saturado:	gr	11890	11870
Agua absorbida :		190	330
% agua absorbida:	%	5,41	9,77

DENSIDAD MAXIMA:	1,374	HUMEDAD OPTIMA:	18,20
------------------	-------	-----------------	-------

% Compaction:	%	99,49	97,24	94,59
Variacion w%:	%	0,67	0,32	0,40

ESPONJAMIENTO:

NUMERO DEL MOLDE	1		5		6	
	Dial	%	Dial	%	Dial	%
0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	1	0,02	3	0,08	5	0,11
2	1	0,02	3	0,08	5	0,11
3	2	0,04	4	0,09	6	0,13
4	3	0,08	4	0,09	6	0,13

REVISADO POR:

 ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

 ING. LUIS GAVILANES



ENSAYO DE CBR

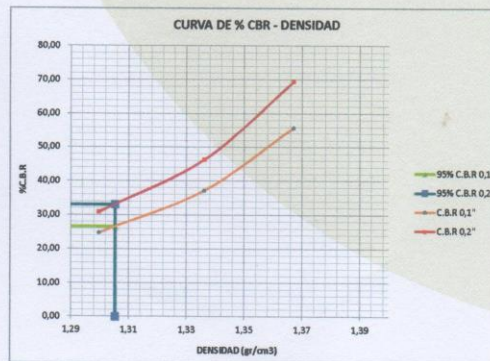
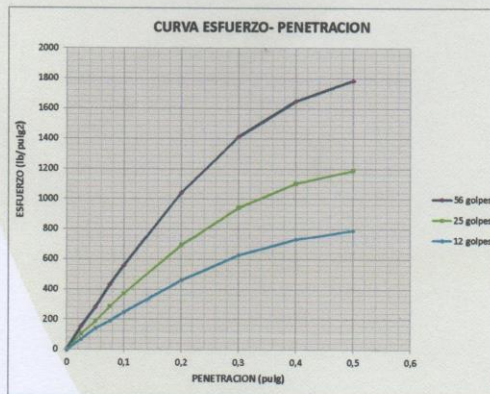
PENETRACION: Constante del anillo = 7,438 * lectura /3

NUMERO DEL MOLDE	0		5		6	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
Penetracion (Pulgadas)	Dial	Presion lb/plg2	Dial	Presion lb/plg2	Dial	Presion lb/plg2
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	63	156,20	42	104,13	28	69,42
0,050	114	282,64	76	188,43	57	142,15
0,075	174	431,40	116	287,60	77	191,74
0,100	225	557,85	150	371,90	100	247,93
0,200	420	1041,32	280	694,21	187	462,81
0,300	570	1413,22	380	942,15	253	628,10
0,400	665	1648,76	445	1103,30	295	731,40
0,500	720	1785,12	480	1190,08	320	793,39

VALORES DEL ENSAYO DE CBR

PRESION (lb/plg2)	VALOR C.B.R. 0,1"
557,85	55,79
371,90	37,19
247,93	24,79
C.B.R. (95%)	26,50

PRESION (lb/plg2)	VALOR C.B.R. 0,2"
1.041,32	69,42
694,21	46,28
462,81	30,85
C.B.R. (95%)	33,00



OBSERVACIONES:

REVISADO POR:

ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

ING. LUIS GAVILANES

Quito: Silvestre Baraño N24-49 y Av. La Gasca Telfs: 3200876 / 2501038 / 098 44 69863 / 098 33 88192
Email: cribatest@gmail.com



PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON DIFERENTES
 PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO
 UBICACIÓN: BARRIO COLINAS DEL SUR-SECTOR
 LOCALIDAD: SANTOS PAMBA
 MUESTRA: M2 4%
 PROFUNDIDAD 1,00

SOLICITA : ERICK GAVILANES
 FECHA: 27/09/2017

ENSAYO DE CLASIFICACION

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %

HUMEDAD%

2.- GRANULOMETRIA

DATOS: W HUM. = 106,18 W SECO = 103,89

TAMIZ	W RET. P.	W RET.	% RETENIDO	% PASA
No. 4	0,50	0,50	0	100
No. 10	1,71	2,21	2	98
No. 40	12,71	14,92	14	86
No.200	26,70	41,62	40	60

3.- LIMITE LIQUIDO

Golpes	W HUM.	W SECO	W CAPS	%W
25	18,48	14,95	3,67	31,29
	16,20	13,20	3,67	31,48

LIMITE LIQUIDO = 31,39

4.- LIMITE PLASTICO

W HUM.	W SECO	W CAPS	%W
7,08	6,28	3,68	30,77
7,38	6,65	4,29	30,93

LIMITE PLASTICO 30,85

5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACION

GRANULOMETRIA:		PLASTICIDAD:		CLASIFICACION:	
GRAVA	0 %	LL:	31	SUCS :	ML
ARENA	40 %	LP:	31	AASHTO:	A-4
FINOS	60 %	IP:	1	IG :	0

Ing. Luis Gavilanes

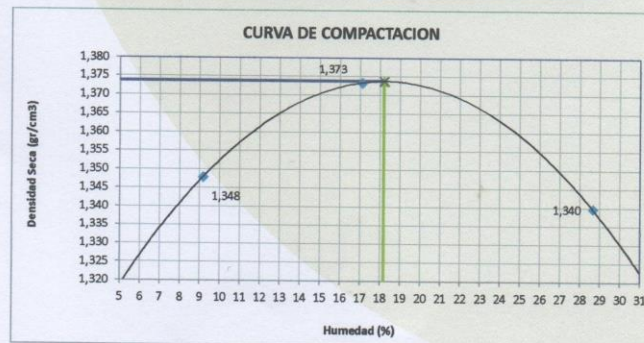
ENSAYO DE COMPACTACION DE SUELOS

DATOS PROYECTO		DATOS MUESTRA	
CONTRATISTA:	ERICK GAVILANES	NORMA:	AASHO T-180
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO	MUESTRA:	4%
UBICACION:	BARRIO COLINAS DEL SUR-	DESCRIPCION:	M2
APROBADO POR:	ING. LUIS GAVILANES	FECHA DE ENSAYO:	18/09/2015
LABORATORISTA:	ESTEBAN TORRES	FECHA DE ENTREGA:	05/09/2015

ESPECIFICACIONES ENSAYO PROCTOR	Tipo de prueba proctor	Numero de capas	No. de golpes por capa	Peso del martillo	Altura
UNIDAD	Modificado	No.	No.	Kg.	cm
DETALLE	A	5	25	4,5	46

ENSAYO N°	U	1	2	3		
Peso humedo + molde	gr	5633	5762	5871		
Peso Molde	gr	4244	4244	4244		
Peso muestra humeda	gr	1389	1518	1627		
Volumen Molde	cm3	944	944	944		
Densidad Humeda	gr/cm3	1,471	1,608	1,724		
Tarro N°		50	108	104	171	144
		141				
Peso muestra humeda + tarro	gr	15,57	13,12	14,47	13,73	16,31
Peso muestra seca + tarro	gr	14,62	12,33	12,88	12,26	13,49
Peso Agua	gr	0,95	0,79	1,59	1,47	2,82
Peso Tarro	gr	4,29	3,68	3,57	3,67	3,66
Peso muestra seca	gr	10,33	8,65	9,31	8,59	9,82
Contenido de Humedad	%	9,20	9,13	17,08	17,11	28,72
						28,65
Humedad Promedio	%	9,16		17,10		28,65
Densidad Seca	gr/cm3	1,348		1,373		1,340

% Humedad	Densidad Seca (gr/cm ³)
9,16	1,348
17,10	1,373
28,65	1,340

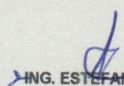



DENSIDAD MAXIMA	gr/cm3	1,374
HUMEDAD OPTIMA	(%)	18,2

OBSERVACIONES: * MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

REVISADO POR:

APROBADO POR:


ING. ESTEFANIA GAVILANES


ING. LUIS GAVILANES

Quito: Silvestre Baraño N24-49 y Av. La Gasca Telfs: 3200876 / 2501038 / 098 44/69863 / 098 33 88192
Email: cribatest@gmail.com

ENSAYO DE CBR

DATOS DEL PROYECTO		DATOS MUESTRA	
FISCALIZADOR:		NORMA:	AASHTO T99, ASTM D 1883-05
CONTRATISTA:	ERICK GAVILANES	DESCRIPCION:	SUELO NATURAL
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON DIFERENTES PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO	MUESTRA:	M3 6%
UBICACION:	BARRIO COLINAS DEL SUR-SECTOR SANTOS PAMBA	MINA:	
RESPONSABLE:	ING. LUIS GAVILANES	INFORME No.	
LABORATORISTA:	SR. ESTEBAN TORRES	FECHA DE ENTREGA:	25/09/2015

ESPECIFICACIONES ENSAYO	Densidad Maxima	Humedad Optima	No. De capas	Peso del martillo	Altura de caída
CBR					
UNIDAD	gr/cm ³	%	No.	Kg	mm
DETALLE	1,409	18,80	5,00	4,50	457,20

NUMERO DE MOLDE		7	8	9
Numero de golpes por capa		56	25	12
Peso del molde + Suelo humedo:	gr	9380	9250	9080
Peso del molde:	gr	5860	5625	5810
Peso del Suelo humedo:	gr	3520	3425	3250
Volumen del molde:	cm ³	2120	2096	2065
Densidad Humeda:	gr/cm ³	1,660	1,634	1,574

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE MOLDEO							
Peso del tarro + Suelo humedo:	gr	34,28	33,26	32,85	31,95	31,28	34,56
Peso del tarro + Suelo seco:	gr	30,30	29,50	28,95	28,45	27,80	30,55
Peso del tarro:	gr	9,25	9,35	9,16	9,94	9,42	9,12
w % :	%	18,61	18,66	18,70	18,91	18,82	18,71
w(%) promedio :	%	18,74		18,80		18,77	
Densidad Seca:	gr/cm ³	1,388		1,375		1,325	

CONTENIDO DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACION							
Peso del tarro + Suelo humedo:	gr	38,56	37,45	35,95	37,10	39,56	34,56
Peso del tarro + Suelo seco:	gr	32,80	32,15	30,10	30,90	31,99	28,35
Peso del tarro:	gr	8,26	9,45	9,75	9,94	9,50	9,70
w (%) :	%	23,47	23,35	28,75	29,58	33,66	33,30
w(%) promedio :	%	23,41		29,16		33,48	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA DESPUES DE LA SATURACION				
Peso saturado:	gr	11880	9533	11830
Agua absorvida :		2.500	283	2.770
% agua absorvida:	%	71,02	8,28	85,23

DENSIDAD MAXIMA:	1,409	HUMEDAD OPTIMA:	18,80
------------------	-------	-----------------	-------

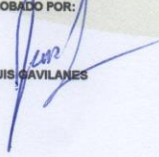
% Compactacion:	%	99,25	97,62	94,05
Variacion w%:	%	0,14	0,20	0,17

ESPONJAMIENTO:

NUMERO DEL MOLDE	7		8		9		
	Tiempo (Dias)	Dial	%	Dial	%	Dial	%
0		0	0,00	0	0,00	0	0,00
1		1	0,02	3	0,06	4	0,09
2		1	0,02	3	0,06	5	0,11
3		2	0,04	3	0,06	5	0,11
4		2	0,04	4	0,09	6	0,13

REVISADO POR:

ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

ING. LUIS GAVILANES

ENSAYO DE CBR

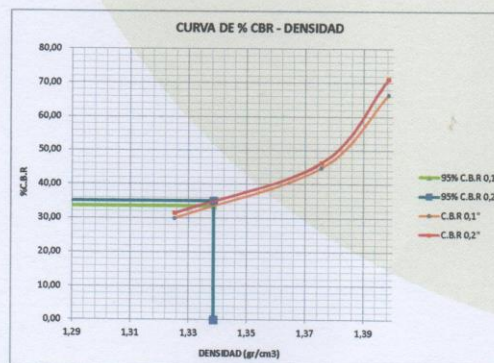
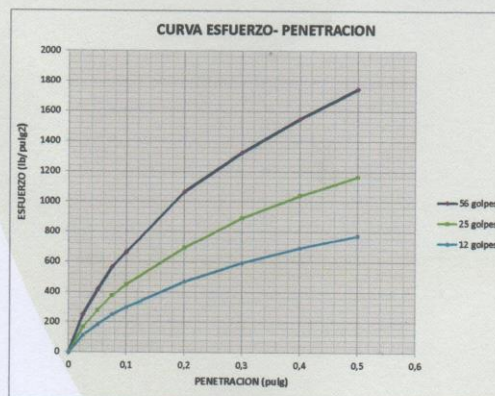
PENETRACION: Constante del anillo = 7,438 * lectura /3

NUMERO DEL MOLDE	7		8		9	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
Penetracion (Pulgadas)	Dial	Presion lb/plg ²	Dial	Presion lb/plg ²	Dial	Presion lb/plg ²
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	102	252,89	68	188,59	45	112,40
0,050	168	416,53	112	277,69	75	185,12
0,075	228	585,29	152	376,88	101	251,24
0,100	268	684,46	181	448,76	121	299,17
0,200	430	1086,11	280	694,21	190	471,07
0,300	535	1326,44	360	892,56	240	595,04
0,400	625	1549,58	420	1041,32	280	694,21
0,500	705	1747,93	470	1165,29	313	778,86

VALORES DEL ENSAYO DE CBR

PRESION (lb/plg ²)	VALOR C.B.R. 0,1"
684,46	66,45
448,76	44,88
299,17	29,92
C.B.R. (95%)	33,50

PRESION (lb/plg ²)	VALOR C.B.R. 0,2"
1.086,11	71,07
694,21	46,28
471,07	31,40
C.B.R. (95%)	35,00



OBSERVACIONES:

REVISADO POR:

ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

ING. LUIS GAVILANES



PROYECTO: ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON DIFERENTES
PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO

UBICACIÓN: BARRIO COLINAS DEL SUR-SECTOR

LOCALIDAD: SANTOS PAMBA

MUESTRA: M3 6%

PROFUNDIDAD 1,00

SOLICITA :
FECHA:

ERICK GAVILANES
27/09/2017

ENSAYO DE CLASIFICACION

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD

W HUM	W SECO	W CAPS	w %

HUMEDAD%

2.- GRANULOMETRIA

DATOS: W HUM. = 106,18 W SECO = 103,89

TAMIZ	W RET. P.	W RET.	% RETENIDO	% PASA
No. 4	0,50	0,50	0	100
No. 10	1,71	2,21	2	98
No. 40	12,71	14,92	14	86
No.200	26,70	41,62	40	60

3.- LIMITE LIQUIDO

Golpes	W HUM.	W SECO	W CAPS	%W
25	13,08	10,85	3,58	30,67
	13,48	11,35	4,28	30,13

LIMITE LIQUIDO = 30,40

4.- LIMITE PLASTICO

W HUM.	W SECO	W CAPS	%W
7,76	7,02	4,28	27,01
9,50	8,36	4,30	28,08

LIMITE PLASTICO 27,54

5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACION

GRANULOMETRIA:		PLASTICIDAD:		CLASIFICACION:	
GRAVA	0	% LL	30	SUCS :	ML
ARENA	40	% LP	28	AASHTO:	A-4
FINOS	60	% IP	3	IG :	1

Ing. Luis Gavilanes



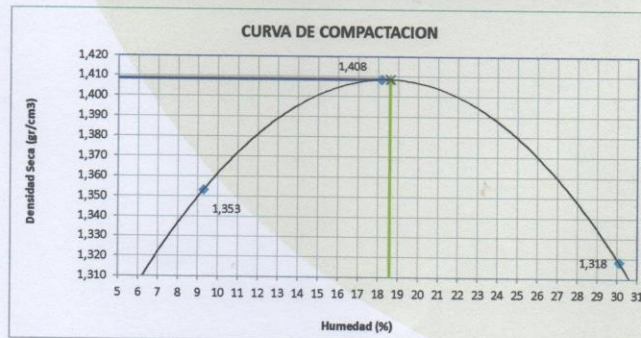
ENSAYO DE COMPACTACION DE SUELOS

DATOS PROYECTO		DATOS MUESTRA	
CONTRATISTA:	ERICK GAVILANES	NORMA:	AASHO T-180
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO	MUESTRA:	6%
UBICACION:	BARRIO COLINAS DEL SUR	DESCRIPCION:	M3
APROBADO POR:	ING. LUIS GAVILANES	FECHA DE ENSAYO:	18/09/2015
LABORATORISTA:	ESTEBAN TORRES	FECHA DE ENTREGA:	05/09/2015

ESPECIFICACIONES ENSAYO	Tipo de prueba	Numero de capas	No. de golpes por capa	Peso del martillo	Altura
PROCTOR	proctor				
UNIDAD	Modificado	No.	No.	Kg.	cm
DETALLE	A	5	25	4,5	46

ENSAYO N°	U	1	2	3			
Peso humedo + molde	gr	5640	5615	5615			
Peso Molde	gr	4244	4244	4244			
Peso muestra humeda	gr	1396	1571	1619			
Volumen Molde	cm3	944	944	944			
Densidad Humeda	gr/cm3	1,479	1,664	1,715			
Tarro N°		45	77	153	175	159	
Peso muestra humeda + tarro	gr	17,32	18,13	15,80	16,72	14,49	
Peso muestra seca + tarro	gr	16,20	16,97	13,94	14,81	12,00	
Peso Agua	gr	1,12	1,16	1,86	1,91	2,49	
Peso Tarro	gr	4,29	4,30	3,72	4,27	3,70	
Peso muestra seca	gr	11,91	12,67	10,22	10,54	8,30	
Contenido de Humedad	%	9,40	9,16	18,20	18,12	30,00	
Humedad Promedio	%	9,28		18,16		30,09	
Densidad Seca	gr/cm3	1,353		1,408		1,318	

% Humedad	Densidad Seca (gr/cm ³)
9,28	1,353
18,16	1,408
30,09	1,318



DENSIDAD MAXIMA	gr/cm3	1,408
HUMEDAD OPTIMA	(%)	18,6

OBSERVACIONES: * MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

REVISADO POR:

ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

ING. LUIS GAVILANES

Quito: Silvestre Baraño N24-49 y Av. La Gasca Telfs: 3200876 / 2501038 / 098 44 69863 / 098 33 88192
Email: cribatest@gmail.com

ENSAYO DE CBR

DATOS DEL PROYECTO		DATOS MUESTRA	
CONTRATISTA:	ERICK GAVILANES	NORMA:	AASHTO T99, ASTM D 1883-05
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON DIFERENTES PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO	DESCRIPCION:	SUELO NATURAL
UBICACION:	BARRIO COLINAS DEL SUR-SECTOR SANTOS PAMBA	MUESTRA:	M4 8%
RESPONSABLE:	ING. LUIS GAVILANES	MINA:	
LABORATORISTA:	SR. ESTEBAN TORRES	INFORME No.	
		FECHA DE ENTREGA:	25/09/2015

ESPECIFICACIONES ENSAYO CBR	Densidad Maxima	Humedad Optima	No. De capas	Peso del martillo	Altura de caída
UNIDAD	gr/cm ³	%	No.	Kg	mm
DETALLE	1,439	19,00	5,00	4,50	457,20

NUMERO DE MOLDE		10	11	12
Numero de golpes por capa		56	25	12
Peso del molde + Suelo humedo:	gr	10910	10850	10720
Peso del molde:	gr	7375	7368	7362
Peso del Suelo humedo:	gr	3535	3482	3358
Volumen del molde:	cm ³	2080	2069	2080
Densidad Humeda:	gr/cm ³	1,700	1,683	1,630

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE MOLDEO							
Peso del tarro + Suelo humedo:	gr	31,26	35,26	33,64	31,95	34,86	32,26
Peso del tarro + Suelo seco:	gr	27,65	30,95	29,90	28,35	30,60	28,40
Peso del tarro:	gr	8,95	8,46	9,36	9,94	8,79	8,46
w % :	%	19,30	19,16	19,18	19,55	19,67	19,36
w(% promedio :	%	19,23		19,37		19,51	
Densidad Seca:	gr/cm ³	1,425		1,410		1,364	

CONTENIDO DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACION							
Peso del tarro + Suelo humedo:	gr	37,56	32,56	33,65	37,24	34,56	32,56
Peso del tarro + Suelo seco:	gr	31,85	27,90	28,53	31,17	28,01	26,50
Peso del tarro:	gr	7,26	7,89	8,93	9,14	7,56	8,20
w % :	%	23,22	23,29	27,53	27,55	32,03	33,11
w(% promedio:	%	23,25		27,54		32,67	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORVIDA DESPUES DE LA SATURACION			
Peso saturado:	gr	11060	11120
Agua absorbida :	gr	150	270
% agua absorbida:	%	4,24	7,75

DENSIDAD MAXIMA:	1,439	HUMEDAD OPTIMA:	19,00
------------------	-------	-----------------	-------

% Compactacion:	%	96,05	97,98	94,78
Variacion w%:	%	0,23	0,37	0,51

ESPONJAMIENTO:

NUMERO DEL MOLDE	Tiempo (Dias)	10		11		12	
		Dial	%	Dial	%	Dial	%
0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1	1	1	0,02	3	0,06	5	0,11
2	2	2	0,04	4	0,09	5	0,11
3	2	2	0,04	4	0,09	6	0,13
4	3	3	0,06	5	0,11	6	0,13

REVISADO POR:

ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

ING. LUIS GAVILANES

ENSAYO DE CBR

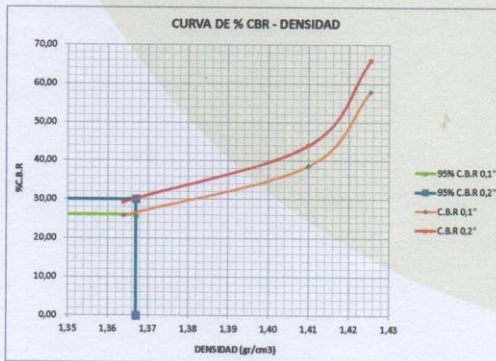
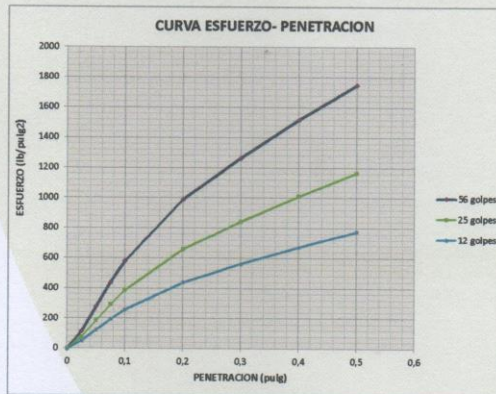
PENETRACION: Constante del anillo = 7,438 * lectura /3

Penetracion (Pulgadas)	10		11		12	
	Dial	Presion lb/pulg2	Dial	Presion lb/pulg2	Dial	Presion lb/pulg2
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	47	115,29	31	78,86	21	51,24
0,050	113	278,93	75	185,95	50	123,97
0,075	177	438,84	118	292,56	79	195,04
0,100	234	580,16	156	386,78	104	257,85
0,200	399	989,25	266	659,50	177	439,67
0,300	510	1284,46	340	842,97	227	561,98
0,400	612	1517,35	408	1011,57	272	674,38
0,500	705	1747,93	470	1185,29	313	776,86

VALORES DEL ENSAYO DE CBR

PRESION (lb/pulg2)	VALOR C.B.R. 0,1"
580,16	58,02
386,78	38,68
257,85	25,79
C.B.R. (95%)	26,00

PRESION (lb/pulg2)	VALOR C.B.R. 0,2"
989,25	65,95
659,50	43,97
439,67	29,31
C.B.R. (95%)	30,00



OBSERVACIONES:

REVISADO POR:

ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

ING. LUIS GAVILANES



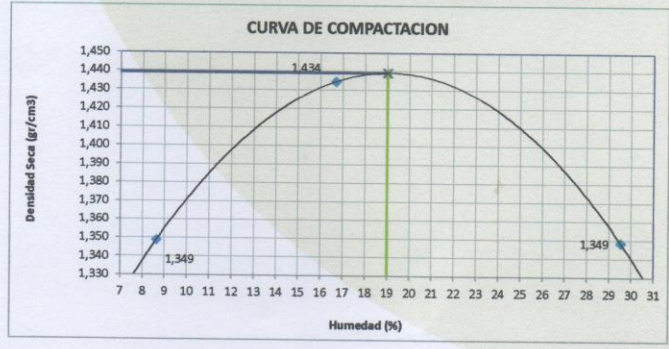
ENSAYO DE COMPACTACION DE SUELOS

DATOS PROYECTO		DATOS MUESTRA	
CONTRATISTA:	ERICK GAVILANES	NORMA:	AASHO T-180
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE SUBRASANTE CON PORCENTAJES DE CAL Y CEMENTO	MUESTRA:	8%
UBICACION:	BARRIO COLINAS DEL SUR	DESCRIPCION:	M4
APROBADO POR:	ING. LUIS GAVILANES	FECHA DE ENSAYO:	18/09/2015
LABORATORISTA:	ESTEBAN TORRES	FECHA DE ENTREGA:	05/09/2015

ESPECIFICACIONES ENSAYO PROCTOR	Tipo de prueba proctor	Numero de capas	No. de golpes por capa	Peso del martillo	Altura
UNIDAD	Modificado	No.	No.	Kg.	cm
DETALLE	A	5	25	4,5	46

ENSAYO N°	U	1	2	3			
Peso humedo + molde	gr	5627	5824	5893			
Peso Molde	gr	4244	4244	4244			
Peso muestra humeda	gr	1383	1580	1649			
Volumen Molde	cm3	944	944	944			
Densidad Humeda	gr/cm3	1,465	1,674	1,747			
Tarro N°		141	128	123	136	179	143
Peso muestra humeda + tarro	gr	34,88	38,00	33,37	35,69	39,08	37,69
Peso muestra seca + tarro	gr	32,84	35,77	29,93	31,95	32,39	31,36
Peso Agua	gr	2,04	2,23	3,44	3,74	6,69	6,33
Peso Tarro	gr	9,03	10,10	9,30	9,54	9,74	9,93
Peso muestra seca	gr	23,81	25,67	20,63	22,41	22,65	21,43
Contenido de Humedad	%	8,57	8,69	16,67	16,69	29,54	29,54
Humedad Promedio	%	8,63		16,68		29,54	
Densidad Seca	gr/cm3	1,349		1,434		1,349	

% Humedad	Densidad Seca (gr/cm ³)
8,63	1,349
16,68	1,434
29,54	1,349



DENSIDAD MAXIMA	gr/cm ³	1,439
HUMEDAD OPTIMA	(%)	19

OBSERVACIONES: * MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

REVISADO POR:

ING. ESTEFANIA GAVILANES

APROBADO POR:

ING. LUIS GAVILANES

Quito: Silvestre Baraño N24-49 y Av. La Gasca Telfs: 3200876 / 2501038 / 098 44 69863 / 098 33 88192
 Email: cribatest@gmail.com

ANEXO 5

Análisis de precios unitarios.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



EJECUTOR: ERICK GAVILANES BAYAS

Pagina 1 de 7

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTABILIZACION Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL

RUBRO: LIMPIEZA DEL TERRENO

DETALLE: **UNIDAD:** m3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	RENDIM. (h/u) C	TOTAL COSTO D = A*B*C
Herramienta menor	1.00	0.11	0.33	0.04
			PARCIAL M	0.04

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD A	S.R.HB	RENDIM.(hora s/unidad) C	TOTAL COSTO D=A*B*C
Peon	1.00	3.18	0.33	1.05
			PARCIAL N	1.05

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO/U B	TOTAL COSTO C=A*B
				0.00
			PARCIAL O	0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/U B	DISTANCIA C	TOTAL COSTO D=A*B*C
				PARCIAL P	

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)			1.09
INDIRECTOS Y UTILIDAD ...			20.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.30
VALOR PROPUESTO			1.30

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



EJECUTOR: ERICK GAVILANES BAYAS

Página 2 de 7

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTABILIZACION Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL

RUBRO: REPLANTEO Y NIVELACION

DETALLE: **UNIDAD:** m³

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA/HORA	RENDIM (h/u)	TOTAL COSTO
	A	B	C	D = A*B*C
Herramienta menor	3.00	0.11	0.10	0.03
PARCIAL M				0.03

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIM(horas/unidad)	TOTAL COSTO
	A	B	C	D=A*B*C
Peon	2.00	3.18	0.10	0.64
ALBAÑIL	1.00	3.22	0.10	0.32
PARCIAL N				0.96

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	TOTAL COSTO
		A	B	C=A*B
ESTACAS PARA REPLANTEO	UNIDAD	1.00	0.41	0.41
PARCIAL O				0.41

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	DISTANCIA	TOTAL COSTO
		A	B	C	D=A*B*C
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1.40
INDIRECTOS Y UTILIDAD ...					20.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.68
VALOR PROPUESTO					1.68

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



EJECUTOR: ERICK GAVILANES BAYAS

Pagina 3 de 7

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTABILIZACION Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL

RUBRO: ESTABILIZACION MEDIANTE CONGLOMERANTE CEMENTO

DETALLE: **UNIDAD:** m³

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA/HORA	RENDIM (h/u)	TOTAL COSTO
	A	B	C	D = A*B*C
Herramienta menor	1.00	0.10	0.33	0.03
Agua	1.00	1.00	0.05	0.05
Pala Cargadora motoniveladora	1.00	33.00	0.12	3.96
camion cisterna	1.00	16.75	0.12	2.01
compactador	1.00	13.25	0.04	0.53
	1.00	16.75	0.12	2.01
PARCIAL M				8.59

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIM(horas/unidad)	TOTAL COSTO
	A	B	C	D=A*B*C
Peon	1.00	3.18	0.09	0.29
PARCIAL N				0.29


MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	TOTAL COSTO
		A	B	C=A*B
CEMENTO	UNIDAD	0.06	78.52	4.79
PARCIAL O				4.79

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	DISTANCIA	TOTAL COSTO
		A	B	C	D=A*B*C
PARCIAL P					

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				13.68
INDIRECTOS Y UTILIDAD ...				20.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO				16.41
VALOR PROPUESTO				16.41

EJECUTOR:	ERICK GAVILANES BAYAS				
				Pagina 4 de 7	
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	ESTABILIZACION Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL				
RUBRO:	ESTABILIZACION MEDIANTE CONGLOMERANTE CAL				
DETALLE:			UNIDAD:	m3	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA/HORA	RENDIM (h/u)	TOTAL COSTO	
	A	B	C	D = A*B*C	
Herramienta menor	1.00	0.10	0.33	0.03	
Agua	1.00	1.00	0.05	0.05	
Pala Cargadora motoniveladora	1.00	33.00	0.12	3.96	
camion cisterna	1.00	16.75	0.12	2.01	
compactador	1.00	13.25	0.04	0.53	
	1.00	16.75	0.12	2.01	
			PARCIAL M	8.59	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIM(horas/unidad)	TOTAL COSTO	
	A	B	C	D=A*B*C	
Peon	1.00	3.18	0.09	0.29	
			PARCIAL N	0.29	
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	TOTAL COSTO	
		A	B	C=A*B	
CAL	UNIDAD	0.06	93.52	5.70	
			PARCIAL O	5.70	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	DISTANCIA	TOTAL COSTO
		A	B	C	D=A*B*C
				PARCIAL P	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		14.59	
		INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%		2.92	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO		17.51	
		VALOR PROPUESTO		17.51	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



EJECUTOR: ERICK GAVILANES BAYAS

Pagina 5 de 7

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTABILIZACION Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL

RUBRO: MOTONIVELADORA CON ESCALIFICADOR

DETALLE: **UNIDAD:** m3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA/HORA	RENDIM. (h/u)	TOTAL COSTO
	A	B	C	D = A*B*C
Herramienta menor	1.00	0.10	0.33	0.03
motoniveladora	1.00	16.75	0.20	3.35
			PARCIAL M	3.38

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIM.(hora s/unidad)	TOTAL COSTO
	A	B	C	D=A*B*C
Peon	1.00	3.18	0.13	0.41
Ayudante de maquinaria	1.00	3.24	0.13	0.41
Operador de motoniveladora	1.00	3.24	0.13	0.42
			PARCIAL N	1.24

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	TOTAL COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			PARCIAL O	0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	DISTANCIA	TOTAL COSTO
		A	B	C	D=A*B*C
				PARCIAL P	

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) 4.62

INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00% 0.92

COSTO TOTAL DEL RUBRO 5.55

VALOR PROPUESTO 5.55

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



EJECUTOR: ERICK GAVILANES BAYAS

Pagina 6 de 7

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTABILIZACION Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL

RUBRO: RODILLO PATA DE CABRA

DETALLE: **UNIDAD:** m³

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA/HORA	RENDIM. (h/u)	TOTAL COSTO
	A	B	C	D = A*B*C
Herramienta menor	1.00	0.10	0.33	0.03
Rodillo pata de cabra	1.00	0.20	7.90	1.58
			PARCIAL M	1.61

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIM(horas/unidad)	TOTAL COSTO
	A	B	C	D=A*B*C
Ayudante de maquinaria	1.00	3.24	0.13	0.42
Operador de motoniveladora	1.00	3.24	0.13	0.42
			PARCIAL N	0.84

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	TOTAL COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			PARCIAL O	0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	DISTANCIA	TOTAL COSTO
		A	B	C	D=A*B*C
					PARCIAL P
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2.46
INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00%					0.49
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.95
VALOR PROPUESTO					2.95

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



EJECUTOR: ERICK GAVILANES BAYAS

Pagina 7 de 7

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTABILIZACION Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL

RUBRO: COMPACTADOR MONOCILINDRICO VIDRANTE

DETALLE: **UNIDAD:** m3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA/HORA	RENDIM. (h/u)	TOTAL COSTO
	A	B	C	D = A*B*C
Herramienta menor	1.00	0.10	0.33	0.03
RODILLO	1.00	16.75	0.10	1.68
camion cisterna	1.00	13.25	0.04	0.53
PARCIAL M				2.24

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	S.R.H.	RENDIM.(horas/unidad)	TOTAL COSTO
	A	B	C	D=A*B*C
Operador de rodillo	1.00	3.24	0.12	0.40
Peon	1.00	3.18	0.15	0.48
chofer tipo E	1.00	3.24	0.12	0.39
PARCIAL N				1.26

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/U	TOTAL COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
PARCIAL O				0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	DISTANCIA	TOTAL COSTO
		A	B	C	D=A*B*C
PARCIAL P					

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P) 3.50

INDIRECTOS Y UTILIDAD ... 20.00% 0.70

COSTO TOTAL DEL RUBRO 4.20

VALOR PROPUESTO 4.20

ANEXO 6

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
(MOP) 2001.**

ESPECIFICACIONES TECNICAS

OBRA: ESTABILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE DE SUELOS MEDIANTE CAL Y CEMENTO PARA UNA OBRA VIAL EN EL SECTOR DE SANTOS PAMBA BARRIO COLINAS DEL SUR

MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE

402-1. Descripción

402-1.01. Generalidades.- Cuando así se establezca en el proyecto, o lo determine el Fiscalizador, la capa superior del camino, es decir, hasta nivel de subrasante, ya sea en corte o terraplén, se formará con suelo seleccionado, estabilización con cal; estabilización con material pétreo, membranas sintéticas, empalizada, o mezcla de materiales previamente seleccionados y aprobados por el Fiscalizador, en las medidas indicadas en los planos, o en las que ordene el Fiscalizador.

402-2. Mejoramiento con suelo seleccionado.- El suelo seleccionado se obtendrá de la excavación para la plataforma del camino, de excavación de préstamo, o de cualquier otra excavación debidamente autorizada y aprobada por el Fiscalizador.

Deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros, y salvo que se especifique de otra manera, tendrá una granulometría tal que todas las partículas pasarán por un tamiz de cuatro pulgadas (100 mm.) con abertura cuadrada y no más de 20 por ciento pasará el tamiz N° 200 (0,075 mm), de acuerdo al ensayo AASHO-T.11.

La parte del material que pase el tamiz N° 40 (0.425 mm.) deberá tener un índice de plasticidad no mayor de nueve (9) y límite líquido hasta 35% siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%, tal como se determina en el ensayo AASHO-T-91. Material de tamaño mayor al máximo especificado, si se presenta, deberá ser retirado antes de que se incorpore al material en la obra.

El Contratista deberá desmenuzar, cribar, mezclar o quitar el material, conforme sea necesario, para producir un suelo seleccionado que cumpla con las especificaciones correspondientes.

De no requerir ningún procesamiento para cumplir las especificaciones pertinentes, el suelo seleccionado será transportado desde el sitio de excavación e incorporado directamente a la obra.

La distribución, conformación y compactación del suelo seleccionado se efectuará de acuerdo a los requisitos de los numerales 403-1.05.3 y 403-1.05.4 de las Especificaciones Generales; sin embargo, la densidad de la capa compactada deberá ser el 95% en vez del 100% de la densidad máxima, según AASHO-T-180, método D.

En casos especiales, siempre que las características del suelo y humedad y más condiciones climáticas de la región del proyecto lo exijan, se podrá considerar otros límites en cuanto al tamaño, forma de compactar y el porcentaje de compactación exigible. Sin embargo, en estos casos, la capa de 20 cm., inmediatamente anterior al nivel de subrasante, deberá necesariamente cumplir con las especificaciones antes indicadas.

402-2.01. Equipo.- El Contratista deberá dedicar a estos trabajos todo el equipo adecuado necesario para la debida u oportuna ejecución de los mismos. El equipo deberá ser mantenido en óptimas condiciones de funcionamiento.

Como mínimo este equipo deberá constar de equipo de transporte, esparcimiento, mezclado, humedecimiento, conformación, compactación y, de ser necesario, planta de cribado.

402-2.02. Tolerancias.- Previa a la colocación de las capas de subbase, base y superficie de rodadura, se deberá conformar y compactar el material a nivel de subrasante, de acuerdo a los requisitos de las subsecciones 305-1 y 305-2. Al final de estas operaciones, la subrasante no deberá variar en ningún lugar de la cota y secciones transversales establecidas en los planos o por el Fiscalizador, en más de 2 cm.

402-2.03. Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de mejoramiento de subrasante con suelo seleccionado, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados, medidos en su lugar, después de la compactación.

Con fines del cómputo de la cantidad de pago, deberá utilizarse las dimensiones de ancho indicadas en los planos o las

dimensiones que pudieran ser establecidas por escrito por el Fiscalizador.

La longitud utilizada será la distancia horizontal real, medida a lo largo del eje del camino, del tramo que se está midiendo. El espesor utilizado en el cómputo será el espesor indicado en los planos u ordenados por el Fiscalizador.

402-2.04. Pago.- La cantidad determinada en el numeral anterior se pagará al precio contractual para el rubro abajo designado y que consta en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por las operaciones de obtención, procesamiento y suministro de los materiales, distribución, mezclado, conformación y compactación del material de mejoramiento, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales, operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta Sección.

El transporte se pagará por el rubro correspondiente.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

- 402-2 (1) Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado Metro cúbico
- 402-3. Subrasante Estabilizada con cal.

402-3.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la incorporación de una proporción determinada de cal hidratada al suelo de la subrasante previamente escarificado y pulverizado a fin de mejorar su capacidad de soporte y disminuir la plasticidad y sensibilidad a la presencia de agua.

402-3.02. Materiales.- Para este trabajo se deberá utilizar el suelo de la subrasante construída, directamente de la excavación o suelos provenientes de préstamos, exentos en todo caso de cantidades perjudiciales de materia orgánica, y cal hidratada que cumpla los requisitos establecidos en las Normas INEN 247 y 248.

Los suelos que se utilicen para esta estabilización con cal, no deberán contener partículas de tamaño superior a 80 mm.

La cal deberá hallarse lo suficientemente seca al momento de su incorporación al suelo, a fin de que fluya libremente, y, por tanto, deberá mantenerse protegida del efecto de la humedad hasta el momento de su utilización.

El agua que se utilice durante las operaciones de mezclado, así como para el curado de la mezcla preparada deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 804.

El material bituminoso que se utilice para el curado, si es del caso, deberá ser asfalto diluído de curado rápido o medio, cuyo tipo y cantidad serán fijados por el Fiscalizador o establecido en el contrato.

402-3.03. Equipo.- El Contratista deberá disponer en el trabajo, de todo el equipo necesario y adecuado para la construcción de la capa de subrasante estabilizada con cal, equipo que deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una motoniveladora con escarificador, una pulverizadora-mezcladora de paletas rotativas o un arado de discos, rodillos pata de cabra, rodillos lisos y neumáticos, equipo de transporte para la cal, esparcidores mecánicos (opcional), tanqueros para riego de la lechada o tanqueros para hidratación.

402-3.04. Ensayos y Tolerancias.- Para controlar el contenido de cal en la mezcla y su homogeneidad, se deberá llevar a cabo ensayos para determinar el PH, mediante el siguiente procedimiento:

- a) Se tomará una muestra de 20 gr. de la mezcla preparada en la obra, que pase por el tamiz Nº 40, secada al aire y pesada con una aproximación de 0,1 gr. y se la introducirá en un recipiente plástico de 150 ml.;
- b) Se añadirá 100 ml. de agua destilada, se tapaná la botella y se mezclará todo agitándola durante 30 segundos cada 10 minutos, en el lapso de una hora;
- c) Al cabo de la hora se medirá el PH utilizando equipo apropiado y debidamente calibrado. El valor mínimo del PH será

de 11,0.

Adicionalmente para controlar la calidad de la construcción, se deberán realizar ensayos de granulometría durante la etapa de compactación final, a fin de comprobar que el 100% de la mezcla pase el tamiz de 1" (25,4 mm.) y no menos del 60% pase el tamiz N° 4 (4,75 mm.).

Se deberán realizar los ensayos correspondientes de Densidad Máxima y Humedad Óptima de acuerdo con AASHTO T-180 método D. La densidad de campo deberá ser comprobada por medio del ensayo AASHTO T-147 y no deberá ser menor que el 95% de la densidad máxima obtenida en laboratorio.

Deberá comprobarse la resistencia a la compresión simple en muestras indisturbadas tomadas en la vía, cuyo valor mínimo será el señalado en el diseño o en la fórmula de trabajo.

El espesor de la capa de subrasante estabilizada será comprobado mediante nivelaciones, y en ningún punto podrá variar en más de dos centímetros del espesor estipulado en el contrato.

402-3.05. Procedimientos de trabajo.-

402-3.05.1. Preparación de la subrasante.- Una vez conformada la subrasante de acuerdo a lo establecido en los documentos contractuales y en estas Especificaciones, dentro de las tolerancias permitidas, se procederá a la escarificación con la motoniveladora o roturación con el arado en el ancho y hasta la profundidad especificados para la estabilización; luego de lo cual se efectuará una pulverización minuciosa con el empleo de la pulverizadora-mezcladora rotativa, hasta conseguir un suelo uniformemente suelto y pulverizado, libre de cualquier material inadecuado como raíces, piedras y terrones de tamaño mayor a cinco centímetros de diámetro.

402-3.05.2. Distribución de cal.- El porcentaje de cal hidratada que deba añadirse al suelo deberá estar establecido en las Disposiciones Especiales en base a los ensayos pertinentes de laboratorio.

Sin embargo, será condición indispensable para iniciar la ejecución de la mezcla, que le Contratista prepare y obtenga la autorización del Fiscalizador, de la correspondiente Fórmula de Trabajo, en la cual deberá señalar el contenido de cal, el contenido de agua para la mezcla y la compactación, la densidad máxima, el valor del PH y el valor mínimo de la resistencia a la compresión simple.

A partir de la distribución de la cal, el tránsito vehicular extraño al trabajo estará totalmente prohibido hasta el curado final. El Contratista podrá utilizar cualquiera de los métodos indicados a continuación:

a) Método seco.- Una vez pulverizado el suelo en la longitud, ancho y profundidad necesarios, y determinada el área para que el tratamiento pueda ser terminado en una sola jornada, se colocarán los sacos de cal a las distancias calculadas para cumplir con el porcentaje especificado. Los sacos serán abiertos de inmediato y se regará la cal manualmente, en montones transversalmente alargados, que deberán ser regularizados usando rastrillos rectos. No se permitirá el empleo de motoniveladoras para esparcir los montones de cal.

En caso de emplearse cal transportada a granel, ésta deberá mantenerse cubierta con una lona durante el transporte y la espera para su empleo; luego podrá ser distribuida desde los camiones mediante esparcidores mecánicos, que permitan una repartición uniforme y controlada sobre el área de la calzada preparada para el tratamiento. No se permitirá la distribución de cal a granel por métodos manuales o sin emplear un esparcidor mecánico aprobado por el Fiscalizador.

Una vez distribuida la cal en una de las formas indicadas, se deberá impedir su arrastre por el viento, sea cubriéndola o efectuando riegos livianos de agua para evitar la formación de polvo. En todo caso, no se permitirá efectuar la distribución de cal cuando soplen vientos que impidan la ejecución de los trabajos, ni cuando la humedad del suelo a estabilizar sea mayor al 2% de su peso seco.

b) Método húmedo.- Para este caso, la cal podrá ser distribuida mediante el empleo de tanqueros distribuidores, en forma de lechada preparada con agua, en una proporción que determine el diseño efectuado por el Contratista y aprobado por el Fiscalizador, pero que puede estar alrededor de 1.000 Kg. de cal en 2.000 litros de agua.

La lechada podrá ser preparada directamente en los tanqueros distribuidores que deben estar provistos de un equipo de agitación y circulación apropiado, o puede ser preparada en la planta central, en un tanque mezclador provisto del

equipo de agitación y recirculación adecuado, para ser enviada de inmediato a su distribución en la obra.

La aplicación de la lechada deberá ser efectuada en el número de riegos necesarios para lograr la proporción especificada y no inundar el suelo.

402-3.05.3. Mezclado y Pulverización.- Una vez concluida la distribución de la cal en el suelo, se procederá a un mezclado inicial utilizando pulverizadoras-mezcladoras de paletas rotatorias a fin de distribuir uniformemente la cal en el área y profundidad especificadas. El proceso de mezclado y pulverización de la mezcla se incrementará hasta conseguir que el 100% del material pase por el tamiz de 2.54 cm. (1") y no menos del 60% pase el tamiz N° 4 (4.75 mm.).

Durante el mezclado y pulverización se regará el agua necesaria hasta obtener la humedad óptima de la mezcla. Una vez conseguida una mezcla homogénea, con el contenido de cal especificado y la humedad óptima, el material deberá ser conformado con motoniveladoras a las pendientes, alineaciones y secciones transversales especificadas antes de proceder a su compactación.

402-3.05.4. Compactación.- La compactación de la capa de suelo mezclado con cal deberá realizarse durante las 24 horas posteriores al mezclado. Para permitir un curado más eficiente, el espesor de cada capa compactada no deberá ser mayor que 15 centímetros. Si el espesor total compactado especificado es mayor de 15 centímetros, el mezclado y compactación se efectuará en capas de espesores aproximadamente iguales y menores al máximo indicado.

La compactación se iniciará a los costados de la vía e irá progresando hacia el centro hasta lograr un 95% de la densidad máxima obtenida en el laboratorio para la mezcla. Se deberá usar rodillos pata de cabra y luego rodillos lisos de tres ruedas de acero o rodillos neumáticos, y otros tipos de compactadores autorizados por el Fiscalizador.

Al final de cada jornada deberá terminarse el trabajo formando una junta de construcción vertical del espesor completo, perpendicular al eje del camino y en todo el ancho. Esta junta deberá ser inspeccionada y aprobada por el Fiscalizador antes de reiniciar la estabilización en adelante. En caso de que la estabilización de la capa no alcance el ancho de la vía en cada vez, se deberá formar una junta de construcción longitudinal con cara vertical de espesor completo, unos 5 a 10 centímetros adentro del borde del material tratado. El material sobrante podrá formar parte del ancho restante que se estabilice al lado.

402-3.05.5. Curado.- La capa mezclada y compactada deberá ser curada por un lapso de 3 a 7 días, antes de proceder a la colocación de nuevas capas.

Hasta completar el período de curado que establezca el Fiscalizador debe mantenerse cerrado el tránsito de vehículos, a excepción de los tanqueros para la hidratación o distribuidores para el sellado, cuya velocidad no excederá los 20 Km/h.

El curado de todas las capas estabilizadas podrá efectuarse mediante riegos ligeros de agua, que mantengan la superficie húmeda mientras se rodilla con compactadoras neumáticas hasta su curado completo.

Para la capa superior de estabilización puede emplearse un sellado bituminoso en vez de la hidratación permanente. Esta aplicación de material asfáltico deberá efectuarse inmediatamente después de terminada la compactación, usando el tipo de asfalto y la cantidad de riego indicados por el Fiscalizador, y de acuerdo con lo establecido en la subsección 406-6 para sello bituminoso solo.

Al iniciarse los trabajos el Contratista deberá construir un tramo de prueba de aproximadamente 500 metros de longitud que será ensayado para determinar la granulometría, la densidad máxima, resistencia a la compresión simple, espesor de la capa, contenido de cal en la mezcla y más requerimientos exigidos por el Fiscalizador, luego de lo cual éste deberá autorizar la prosecución de los trabajos, requisito sin el cual el Contratista no podrá continuar este trabajo.

402-3.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por el trabajo de mejoramiento de la subrasante con cal hidratada serán el volumen compactado de la subrasante tratada y el peso de la cal incorporada a la obra, de acuerdo con las estipulaciones contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

La unidad de medida de la subrasante efectivamente tratada será el metro cúbico, y el volumen será computado en base a la proyección del área de la superficie en plano horizontal y al espesor especificado y aceptado por el

Fiscalizador.

La unidad de medida para la cal hidratada efectivamente utilizada para la estabilización, será la tonelada aceptada en la obra por el Fiscalizador.

No será motivo de pago ni el agua empleada para la mezcla y compactación ni para el curado; pero el asfalto que pueda emplearse para el curado de la capa superior será pagado en litros, en base al volumen efectivamente colocado y reducido al volumen de 15.6 °C, de acuerdo con los datos constantes en la subsección 810-5.

402-3.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte y distribución de la cal hidratada que se emplee en la obra, y por la escarificación, pulverizado, conformación, compactación y curado de la subrasante estabilizada así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución completa de los trabajos descritos en esta subsección.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

- 402-3 (1) Estabilización de la subrasante con cal hidratada Metro cúbico (m3)
- 402-3 (2) Suministro y distribución
- de cal hidratada Tonelada (Ton)
- 402-6 Material bituminoso tipo..... grado..... para capa bituminosa de sellado Litro (l)
- 402-4. Estabilización con material pétreo

402-4.01. Descripción.- En la zona oriental y en lugares que por sus condiciones climáticas y excesiva humedad y con el objeto de dar un reforzamiento a la obra básica a construirse, se colocará para su estabilización, en el cimientado de los terraplenes, en los espesores y anchos que se indiquen en los planos, material pétreo que provendrá de la excavación de cortes de roca, o de lugares de préstamo que se destinarán en cada oportunidad.

402-4.02. Materiales.- Los materiales que se empleen deberán estar constituidos por piedras o pedazos de roca, de un tamaño de 10 a 30 cm., exento de materiales arcillosos, con un contenido no mayor de 20% de partículas que pasen el tamiz de 2 pulgadas y de 5% que pasen por el tamiz Nº 4.

402-4.03. Procedimiento de trabajo.- Los materiales se transportarán desde su origen hasta su lugar de colocación en volquetas que los depositarán en montones, y luego serán distribuidos sobre el suelo natural previamente desbrozado y despejado mediante el empleo de tractor bulldozer, en capas uniformes, en las medidas que ordene el Fiscalizador. La compactación se hará con estos mismos tractores hasta obtener la suficiente consolidación, que se verificará por la ausencia de hundimientos y desplazamientos de los materiales al paso de los tractores. Una vez conseguido este objetivo, se continuará con la construcción de los terraplenes en la forma especificada en las subsecciones 305-1 y 305-2 de estas Especificaciones, con los materiales previstos para dicho trabajo, provenientes de excavaciones de cortes o de préstamos, según el caso.

402-4.04. Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de este cimientado de terraplén, será el número de metros cúbicos de materiales efectivamente colocados en la obra y aceptados por el Fiscalizador, medidos en las volquetas, al llegar al lugar de su colocación. El transporte de estos materiales se pagará por el rubro correspondiente del numeral 309-1.03.

402-4.05. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán al precio contractual para el rubro designado a continuación y que conste en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la obtención, suministro, distribución y compactación del material para el reforzamiento de la obra básica, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, etc... y todas las operaciones conexas para la ejecución de los trabajos descritos anteriormente, a excepción del transporte de los materiales, que se pagará por el rubro contractual correspondiente al numeral 309-1.03.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

- 402-4 (1) Estabilización con material pétreo Metro cúbico (m3)
- 402-5. Empalizada.-

402-5.01. Descripción.- En las zonas pantanosas del país, cuya obra básica tenga excesiva humedad, se podrá emplear la empalizada, sobre la cual se colocarán las capas de afirmado, previstas en el contrato o autorizadas por el Fiscalizador.

También se empleará cuando se requiera construir un paso provisional en un terreno pantanoso, en cualquier zona del país que no pueda soportar el peso del equipo caminero, trabajo que constituirá obra provisional.

402-5.02. Materiales.- La madera se obtendrá de las zonas adyacentes al camino, las mismas que serán fuertes, de una longitud de cuatro a cinco metros de largo y un diámetro de 15 a 20 cm.

402-5.03. Procedimiento de trabajo.- La madera será colocada una a continuación de otra, de manera de no dejar espacios de separación de más de 10 cm., y en el caso de ser necesario, el Fiscalizador autorizará colocar una o más empalizadas, cada una de ellas sobrepuestas a 90 grados.

402-5.04. Medición.- La cantidad de empalizada se medirá por metro cuadrado, de cada una de las capas a utilizarse.

402-5.05. Pago.- La cantidades determinadas en la forma indicada se pagarán al precio contractual para el rubro designado a continuación y que consten en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por el corte, traslado, elaboración y colocación en la obra así como por toda mano de obra, equipo, herramientas, etc... y todas las operaciones conexas para la ejecución de los trabajos descritos anteriormente.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

- 402-5 (1) Empalizada de madera Metro cuadrado (m2)
- 402-6. Membranas Sintéticas (Geotextiles) para Estabilización de Subra-sante.-

402-6.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la colocación de membranas (Geotextiles) de fibras sintéticas sobre la subrasante de una vía, a fin de mejorar su capacidad portante, de acuerdo con los requerimientos del diseño.

La colocación de estas membranas (Geotextiles) deberá completarse además con la colocación de una capa de material granular adecuado, que proteja la membrana y permita la circulación vehicular sobre la misma.

402-6.02. Materiales.- Las membranas (Geotextiles) deberán satisfacer los requerimientos especificados en las disposiciones especiales del contrato. Pueden ser tejidas conformadas por tejido plano. No tejidos fabricados por procedimientos mecánicos, como punzonados por agujas o unión térmica y combinación de geotextiles de tipo tejido y no tejido.

Los geotextiles serán fabricados con materiales inertes que no se descompongan por la acción de las bacterias u hongos. No las debe afectar los ácidos, los álcalis y los aceites. Deben ser resistentes al desgaste, rasgaduras y perforaciones.

402-6.03. Ensayos y tolerancias.- La calidad de las membranas deberá ser comprobada mediante los ensayos indicados a continuación:

- El espesor debe ser evaluado mediante la Norma ASTM D-1777 y este dependerá del diseño.
- Ensayo ASTM D-3776, con un mínimo peso unitario de 140 gr./m2 para geotextiles de tipo tejido y 240 gr./m2 para geotextiles de tipo no tejido, como lo señale el diseño.
- Ensayo ASTM D-3786, con un mínimo valor de resistencia a la rotura para geotextiles de tipo tejido de 2300 KPA. y no tejido de 1800 KPA.
- Ensayo ASTM D-4632, con un mínimo valor de resistencia a la tensión (método Grab) de 680 Newton para geotextiles de tipo tejido y 550 Newton para el tipo no tejido.
- Ensayo ASTM D-4632, con un mínimo valor de elongación del 35 % para geotextiles de tipo tejido y de 50 %

- para los de tipo no tejido.
- Ensayo ASTM D-4533, con un mínimo valor de resistencia al rasgado trapezoidal de 230 N. para geotextiles tejidos y de 200 N. para los de tipo no tejido.

402-6.04. Procedimiento de trabajo.- La colocación se llevará a cabo manualmente sobre una subrasante que se halle terminada, de acuerdo con las alineaciones y niveles determinados en los planos. La superficie deberá hallarse limpia y el terminado no deberá presentar depresiones o elevaciones mayores de 5 centímetros.

Las uniones longitudinales y transversales de la membrana deberán tener un traslapo entre 40 y 150 centímetros, de acuerdo al tipo de membrana que se use y a las recomendaciones del fabricante. Este traslapo deberá también mantenerse en el caso de que sea necesario efectuar reparaciones con parches o remiendos.

Una vez estirada la membrana (geotextil) en forma uniforme y regular, se procederá de inmediato a distribuir sobre ella el material granular para protección o relleno, de acuerdo con los requerimientos del diseño, sin dejar expuesta la membrana a la acción directa del sol para evitar su deterioro. En ningún caso, el espesor de este material será inferior a 30 centímetros. El material será esparcido uniformemente, y su clase y valor de compactación estarán especificados en el diseño. El Fiscalizador deberá comprobar que se cumplan al menos los requerimientos establecidos.

Ninguna clase de equipo deberá circular directamente sobre el geotextil antes de que se haya colocado el material de protección.

402-6.05. Medición.- Las cantidades a pagarse por la colocación de las membranas de fibras sintéticas (geotextiles), de acuerdo a los documentos contractuales y a las indicaciones del Fiscalizador, serán las de la superficie cubierta sin incluir los traslapos, medida en metros cuadrados.

Se pagará además el volumen de material de protección o de relleno efectivamente empleado, de acuerdo con las dimensiones especificadas en los planos y medido en metros cúbicos compactados, en los rubros correspondientes del contrato.

402-6.06. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para los rubros consignados a continuación;

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte y colocación de la membrana; el suministro, transporte, colocación y compactación del material de protección o relleno; así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

- 402-6 (1) Membrana de Fibra Sintética Metro cuadrado (m2).

CAMINERIA, VIAS Y PAVIMENTOS

01.016.1.00 DEFINICION.-

ROTURAS - DEFINICION

Se entenderá por rotura de elementos a la operación de romper y remover los mismos en los lugares donde hubiere necesidad de ello previamente a la excavación de zanjas para la instalación de tuberías de agua y alcantarillado.

REPOSICIONES - DEFINICION

Se entenderá por reposición, la operación de construir el elemento que hubiere sido removida en la apertura de las zanjas. Este elemento reconstruido deberá ser de materiales de características similares a las originales.

REEMPEDRADO (CON MATERIAL EXISTENTE)

Este trabajo consistirá en el recubrimiento de la superficie de la vía con una capa de cantos rodados o piedra partida que constituye el material existente del desempedrado, colocados sobre una subrasante adecuadamente terminada, y de acuerdo con lo indicado en los planos y las instrucciones del fiscalizador.

EMPEDRADO (INCLUYE MATERIAL)

Este trabajo consistirá en el recubrimiento de la superficie de la vía que se encuentre ya preparada, con una capa de cantos rodados o piedra partida, colocados sobre una subrasante adecuadamente terminada, y de acuerdo con lo indicado en los planos y las instrucciones del fiscalizador.

READOQUINADO (CON MATERIAL EXISTENTE)

Se entenderá por readoquinado la operación de reposición con el material retirado y que fue adecuadamente almacenado bajo responsabilidad del Contratista.

ADOQUINADO (300 kg/cm²)

Se entenderá por adoquinado la provisión y la operación de construir la capa de rodadura, con la utilización de una capa de arena fina y la colocación de los adoquines sobre ella, empleando arena adecuada y adoquines nuevos, materiales que cumplirán las especificaciones correspondientes previamente determinadas.

SUB-BASE

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de material de sub-base de la Clase indicada en los planos, compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, que deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816 de las "Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes MOP-001 F-2000". La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos, o determinadas por el Fiscalizador.

BASE GRANULAR

Este trabajo consistirá en la construcción de la capa de material de base granular de la clase indicada en los planos, compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración, que deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 814 de las "Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes MOP-001 F-2000". La capa de base granular se colocará sobre la sub-base previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos, o determinadas por el Fiscalizador.

RECUPERACION Y REUTILIZACION DE CARPETA ASFALTICA

Este trabajo consiste en romper la carpeta existente, luego mediante el paso del tractor sobre dicho material, reducir su granulometría a una similar al de la Sub-base clase II

01.016.2.00 ESPECIFICACIONES.-

Cuando el material resultante de la rotura pueda ser utilizado posteriormente en la reconstrucción de las mismas, deberá ser dispuesto de forma tal que no interfiera con la prosecución de los trabajos de construcción; en caso contrario deberá ser retirado hasta el banco de desperdicio que señalen el proyecto y/o el Ingeniero Fiscalizador.

Los trabajos de reposición de pavimentos asfálticos de las clases que se determinen, estarán de acuerdo a las características de los asfaltos removidos en las vías para la apertura de las zanjas necesarias para la instalación de tuberías o estructuras necesarias inherentes a estas obras, y se sujetarán a las especificaciones generales para construcción de caminos y puentes vigentes del Ministerio de Obras Públicas. MOP-001-F 2000.

REEMPEDRADO (CON MATERIAL EXISTENTE)

Este trabajo también incluirá la colocación de una capa de asiento de arena y el emporado posterior y la utilización de la piedra obtenida del desempedrado, para reconformar posteriormente en el mismo lugar el empedrado.

El reempedrado se lo realizará con cantos rodados o piedra fracturada. Las piedras deberán tener de 15 a 20 cm de diámetro para las maestras y de 10 a 15 cm para el resto de la calzada, las mismas que serán duras, limpias y no presentarán fisuras.

Una vez asentadas las piedras y rellenadas las juntas, la superficie deberá presentar uniformidad y cumplir con las pendientes, alineaciones y anchos especificados. El fiscalizador efectuará las comprobaciones mediante nivelación y con una regla de 3 m que será colocada longitudinal y transversalmente de acuerdo con los perfiles indicados en los planos. La separación máxima tolerable entre la regla y la superficie empedrada será de 3 cm.

Las irregularidades mayores que las admitidas, serán removidas y corregidas, a satisfacción del fiscalizador y a costa del contratista.

La superficie de apoyo deberá hallarse conformada de acuerdo a las cotas, pendiente y ancho determinados, se humedecerá y compactará con pisón manual.

Luego se colocará una capa de arena de aproximadamente 5 cm de espesor en toda la superficie que recibirá el empedrado. Sobre esta capa se asentarán a mano las piedras maestras, que serán las más grandes, para continuar en base a ellos, la colocación del resto del empedrado. Las hileras de maestras se ubicarán en el centro y a los costados del empedrado. La penetración y fijado se conseguirá mediante un pisón de madera.

Los espacios entre las piedras deberán ser rellenados con arena gruesa o polvo de piedra. Este material se esparcirá uniformemente sobre la superficie y se ayudará a su penetración utilizando escobas y el riego de agua.

EMPEDRADO (INCLUYE MATERIAL)

Este trabajo incluirá la provisión y colocación de: una capa de arena que servirá de cama a la piedra que se acomodará como capa de rodadura y, el emporado posterior; todo lo cual forma el empedrado.

El empedrado se lo realizará con cantos rodados o piedra fracturada. Las piedras deberán tener de 15 a 20 cm. de tamaño para las maestras y, de 10 a 15 cm. para el resto de la calzada, las mismas que serán duras, limpias, y no presentarán fisuras.

Una vez asentadas las piedras y rellenadas las juntas, la superficie deberá presentar uniformidad y cumplir con las pendientes, alineaciones y anchos especificados. El fiscalizador efectuará las comprobaciones mediante nivelación y con una regla de 3 m que será colocada longitudinal y transversalmente de acuerdo con los perfiles indicados en los planos. La separación máxima tolerable entre la regla y la superficie empedrada será de 3 cm.

Las irregularidades mayores que las admitidas, serán removidas y corregidas, a satisfacción del fiscalizador y a costa del contratista.

La superficie de apoyo deberá hallarse conformada de acuerdo a las cotas, pendientes y anchos determinados, luego se colocará una capa de arena de aproximadamente 5 cm de espesor en toda la superficie que recibirá el empedrado, sobre esta capa se asentarán a mano las piedras maestras que serán las más grandes, para continuar en base a ellas, la

colocación del resto del empedrado. Las hileras de maestras se ubicarán en el centro y a los costados del empedrado. La penetración y fijado se conseguirá mediante un pisón de madera.

Los espacios entre las piedras deberán ser rellenados con arena gruesa o polvo de piedra. Este material se esparcirá uniformemente sobre la superficie y se ayudará a su penetración utilizando escobas y riego de agua.

Las cantidades a pagarse por las superficies empedradas serán los metros cuadrados (m²) debidamente ejecutados y aceptados por la fiscalización, incluidos los materiales utilizados para el asiento y el emporado.

No se medirán para el pago las áreas ocupadas por cajas de revisión, sumideros, pozos, rejillas u otros elementos que se hallen en la calzada.

READOQUINADO (CON MATERIAL EXISTENTE)

Los adoquines de hormigón nuevos que se utilicen deberán ser construidos en prensas mecánicas en forma de prismas de caras regulares y uniformes, las dimensiones y forma de los mismos se indicarán en los planos o lo que indique el fiscalizador.

Ensayos y tolerancias.- En caso de deterioro o pérdida atribuibles al contratista, este deberá suministrar al fiscalizador, por lo menos 30 días antes de su utilización, muestras representativas de los adoquines a fin de realizar las pruebas de calidad. Los valores de resistencia a la compresión a los 28 días serán de 300 kg/cm².

Para el readoquinado se preparará la base de material granular, y una vez asentados los adoquines y rellenas las juntas, la superficie deberá presentar uniformidad y cumplir con las pendientes, alineaciones y anchos especificados. El fiscalizador efectuará las comprobaciones mediante nivelación y con una regla de 3 metros que será colocada longitudinal y transversalmente de acuerdo con los perfiles indicados en los planos. La separación máxima tolerable entre la regla y la superficie adoquinada será de 1 cm.

Las irregularidades mayores que las admitidas, serán corregidas levantando el adoquín en la sección con defectos, nivelando la capa de asiento o cambiando de adoquines, a satisfacción del fiscalizador y a costa del contratista.

Procedimiento de trabajo readoquinado.- La superficie de apoyo deberá hallarse conformada de acuerdo a las cotas, pendientes y anchos determinados, se humedecerá y compactará con pisón manual.

Luego se colocará una capa de arena de aproximadamente 5 cm. de espesor en toda la superficie que recibirá el adoquín. Sobre esta capa se asentarán los bloques maestros para continuar en base a ellos, la colocación del resto de adoquines nivelados y alineados utilizando piolas guías en sentido transversal y longitudinal. La penetración y fijado preliminar del adoquín se conseguirá mediante un pisón de madera. Los remates deberán ser ocupados por fracciones cortadas de adoquines o por hormigón.

Los adoquines deberán quedar separados por espacios máximos de 5 mm. los cuales deberán ser rellenados con arena fina o polvo de piedra. Este material se esparcirá uniformemente sobre la superficie y se ayudará a su penetración utilizando escobas y el riego de agua.

ADOQUINADO (300 kg/cm²)

Los adoquines deberán ser nuevos, construidos en prensas mecánicas en forma de prismas de caras regulares y uniformes, las dimensiones y forma de los mismos serán los determinados en los planos o los que indique el fiscalizador.

Los adoquines deberán cumplir las siguientes normas:

INEN 1483 Terminología y clasificación

INEN 1484 Muestreo

INEN 1485 Determinación de la resistencia a la compresión

INEN 1486 Dimensiones, área total y área de la superficie de desgaste.

INEN 1487 . Determinación de la porción soluble en ácido del árido fino.

INEN 1488 Adoquines. Requisitos

El contratista deberá suministrar al fiscalizador, antes de su utilización, muestras representativas de los adoquines a fin de realizar las pruebas de calidad. Los valores de resistencia a la compresión a los 28 días serán de 300 kg/cm².

Para el adoquinado, la sub-base de material granular deberá estar debidamente preparada; una vez asentados los adoquines y rellenas las juntas, la superficie deberá presentar uniformidad y cumplir con las pendientes, alineaciones y anchos especificados. El Fiscalizador efectuará las comprobaciones mediante nivelación, y con una regla de 3 metros que será colocada longitudinal y transversalmente de acuerdo con los perfiles de los planos. La separación máxima tolerable entre la regla y la superficie adoquinada será de 1 cm.

Las irregularidades mayores que las admitidas, serán corregidas levantando el adoquín en la sección con defectos, nivelando la capa de asiento o cambiando de adoquines, a satisfacción del fiscalizador y a costa del contratista.

Procedimiento de trabajo del adoquinado.- Sobre la superficie de apoyo que deberá hallarse conformada de acuerdo a las cotas, pendientes y anchos determinados, se colocará una capa de arena de aproximadamente 5 cm de espesor en toda la superficie que recibirá el adoquín. Sobre esta capa se asentarán los bloques maestros para continuar en base a ellos, la colocación del resto de adoquines nivelados y alineados utilizando piolas guías en sentido transversal y longitudinal. La penetración y fijado preliminar del adoquín se conseguirá mediante un pisón de madera. Los remates deberán ser ocupados por fracciones cortadas de adoquines o por hormigón.

Los adoquines deberán quedar separados por espacios máximos de 5 mm los cuales deberán ser rellenos con arena fina o polvo de piedra. Este material se esparcirá uniformemente sobre la superficie y se ayudará a su penetración utilizando escobas y el riego de agua.

SUB-BASE

Los materiales, el equipo, los ensayos y tolerancias; los procedimientos de trabajo (preparación de subrasante, selección y mezclado, tendido, conformación y compactación) se sujetarán a la sección 403 SUB-BASE de las Especificaciones Generales para construcción de caminos y puentes MOP - 001 F-2000.

La cantidad a pagarse por la construcción de la sub-base será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y; aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación.

Las cantidades determinadas se pagarán a los precios establecidos en el contrato. Este pago constituirá la compensación total por la preparación y suministro de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de sub-base, incluyendo la mano de obra, equipo herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos.

En ningún caso, el espesor de la capa de sub-base que se coloque para la reconstrucción del pavimento cualquiera que este fuere, si no estuviere determinado en los documentos del contrato, no será menor de 25 cm;

BASE GRANULAR

Los materiales, el equipo, los ensayos y tolerancias; los procedimientos de trabajo (preparación, selección y mezclado, tendido, conformación y compactación) se sujetarán a la sección 404 BASES, de las Especificaciones Generales para construcción de caminos y puentes MOP - 001 F-2000.

La cantidad a pagarse por la construcción de la Base de Agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y colocados en la obra, aceptados por el Fiscalizador y medidos en sitio después de la compactación.

Las cantidades determinadas se pagarán a los precios establecidos en el contrato. Este pago constituirá la compensación total por la preparación y suministro de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo la mano de obra, equipo herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos.

En ningún caso, el espesor de la capa de base que se coloque para la reconstrucción del pavimento asfáltico, si no estuviere determinado en los documentos del contrato, no será menor de 15 cm;

01.016.3.00 FORMA DE PAGO.-

La rotura de cualquier elemento indicado en los conceptos de trabajo será medida en metros cuadrados (m2) con aproximación de dos decimales.

La reposición de igual manera se medirá en metros cuadrados con dos decimales de aproximación.

01.016.4.00 CONCEPTOS DE TRABAJO.-

01.016 .4.01	ROTURA ACERA/GRADAS	m2
01.016 .4.14	BASE CLASE 2	m3
01.016 .4.15	BASE CLASE 3	m3