



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TITULACIÓN DE INGENIERO CIVIL

Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono denominado - Yanacocha -

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTOR: Vásquez Cuenca, Jorge Luis

DIRECTOR: Esparza Villalba, Carmen Antonieta, Ing.

LOJA - ECUADOR

2014

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

Ingeniera.

Carmen Antonieta Esparza Villalba.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

Que el presente trabajo, denominado: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono denominado "Yanacocha" realizado por el profesional en formación: Vásquez Cuenca Jorge Luis, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Después de la revisión, análisis, y corrección respectiva, autorizo su presentación para la defensa y sustentación del proyecto de fin de titulación.

Loja, Julio de 2014.

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo **Vásquez Cuenca Jorge Luis** declaro ser autor del presente trabajo de fin de titulación: Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono denominado – Yanacocha -, de la Titulación de Ingeniero Civil, siendo Carmen Antonieta Esparza Villalba, directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.....

Autor: Vásquez Cuenca Jorge Luis.

Cédula: 0705215606.

DEDICATORIA

De forma tan sacrificada, desinteresada, e incondicional dedico este trabajo a quienes desde tan pequeño formaron de mí una persona de bien:

Luis Ángel Vásquez Tinoco mi Padre, Delfina Lucrecia Cuenca Macas mi Madre a quienes admiro abismalmente por el esfuerzo que realizaron durante este trayecto de estudios para verme en lo más alto de mi vida. A mis hermanas Mayra, Yuddy que siempre me brindaron el apoyo moral, económico y a todas aquellas personas que contribuyeron al propósito de mi meta profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a DIOS que en todo lugar me acompaña, me cuida y es quién ilumina mi camino. En segundo lugar a mi familia especialmente a mis padres y hermanas, a la Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ingeniería Civil, a sus dignas autoridades administrativas y académicas, de manera especial a mi directora de tesis Ing. Carmen Esparza y al Ing. Ángel Tapia que son quienes nos han permitido desenvolvernos y formarnos intelectualmente y espiritualmente como verdaderos profesionales hasta llegar al termino exitoso del presente trabajo de fin de titulación y a mis compañeros de tesis: Ángel Rodrigo Seraquive Gualán y Wilson Armando García Romero, pilares fundamentales en este proceso de investigación.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE DE CONTENIDOS	6
ABREVIATURAS	9
SIMBOLOGÍA.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
ÍNDICE DE TABLAS	12
RESUMEN EJECUTIVO.....	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I	15
1.1 Introducción.....	16
1.2 Alcance.....	16
1.3 Justificación.....	17
1.4 Objetivos.....	17
1.4.1 Objetivo general.....	17
1.4.2 Objetivos específicos.....	18
1.5 Problemática	18
1.6 Metodología	18
CAPÍTULO II	20
2.1 Introducción.....	21

2.2	Definición de subrasante.....	22
2.2	Los parámetros determinantes en la respuesta de la Subrasante	22
2.2.1	Capacidad portante.....	23
2.2.2	Contenido de humedad.....	23
2.2.3	Contracción o expansión.....	24
2.3	La subrasante como material de fundación.....	24
2.4	Exploración de la subrasante.....	25
2.5	Evaluación de los suelos de subrasante.....	27
2.5.1	Determinación del perfil de suelos.....	27
2.5.2	Muestreo de las diferentes capas de suelos.....	28
2.5.3	Ensayos de laboratorio para determinar sus propiedades físicas.....	29
CAPÍTULO III		42
3.1	Recopilación de información	43
3.2	Visita de campo de la zona de estudio.....	43
3.3	Delimitación de la zona de estudio.....	43
3.4	Identificación y ubicación de los puntos de muestreo por áreas y coordenadas	44
3.5	Ensayos de campo	45
3.6	Obtención de muestras y ensayos de laboratorio.....	46
3.6.1	Obtención del CBR de diseño.....	47
3.7	Correlación del CRB con el equipo DCP.	48
3.8	Elaboración de una base de resultados de las características de los materiales de sub rasante.....	48
3.9	Estudio de material de mejoramiento de subrasante.....	49
3.9.1	Criterios de aceptación o rechazo para materiales de subrasante.....	49
3.10	Generación de un mapa de zonificación de acuerdo a los parámetros físicos-mecánicos del suelo.....	51
3.10.1	Mapa de zonificación geotécnica en función de la clasificación del suelo.....	51
3.10.2	Mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo.	54
3.11	Redacción del trabajo de fin de titulación.....	56

CAPÍTULO IV	57
4.1 Resultados	58
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	77
ANEXO I ENSAYOS DE LABORATORIO	78
ANEXO II ENSAYOS DE CANTERA	154
CANTERA EN SU ESTADO NATURAL	155
CANTERA MEJORADA	158
ANEXO III MAPAS DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA	165
MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EN FUNCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS. 166	
MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO. 167	
ANEXO IV FOTOGRAFÍAS	168

ABREVIATURAS

Arc.Gis	Sistema y Análisis de la Información Geográfica.
Arc.Map	Análisis de Mapas.
A.A.S.T.H.O	American Association of State Highway and transportation Officials
C.A.D	Computer Aided Design (Dibujo Asistido por Ordenador).
N	Norte.
E	Este.
C.H	Contenido de humedad
I.P	Índice de plasticidad.
L.L	Límite líquido.
I.P	Límite plástico.
W	Contenido de humedad (%)
I.G	Índice de grupo
Mr	Modulo resiliente
C.B.R	Valor de Soporte de California
D.C.P	Penetrometro Dinámico de Cono.
U.C.G	Unidad Civil Geominera.
U.T.M	Universal Transverse Mercator. (Sistema de Coordenadas Transversal de Mercator).
U.T.P.L	Universidad Técnica Partícula de Loja.

SIMBOLOGÍA

F	Porcentaje de suelo que pasa por la malla # 200.
Mr	Módulo resiliente
qu	Resistencia a la compresión simple.
Ha	Hectáreas.
Tn	Toneladas.
Psi	Libra-fuerza por pulgada cuadrada
in – plg	Pulgadas
lb	Libras
kg	Kilogramos
MPa	Mega pascales

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Paquete estructural de un pavimento.....	22
Figura 2: Signos convencionales para perfiles de calicatas – Clasificación.....	26
Figura 3: Esquema del DCP.....	39
Figura 4: Correlación entre las clasificaciones y propiedades de los suelos con el módulo de resiliencia.....	41
Figura 5: Perímetro del polígono - YANACOCKA - DATUM PSAD 56.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características para definir un perfil de suelo.	28
Tabla 2: Clasificación de suelos según tamaño de partículas.	32
Tabla 3: Clasificación general de los materiales método AASTHO.	33
Tabla 4: Indicación del índice de grupo.	36
Tabla 5: Clasificación de suelos según índice de grupo.	37
Tabla 6: Categorías de la subrasante según el CBR.	38
Tabla 7: Categorías de la subrasante según el módulo resiliente.	40
Tabla 8: Descripción, coordenadas de los puntos de muestreo y superficie total del polígono.	45
Tabla 9: Ensayos in situ para análisis de subrasante.	45
Tabla 10 : Ensayo de laboratorio para materiales de subrasante.	46
Tabla 11: Límites de diseño de subrasante.	47
Tabla 12: Ecuaciones para la correlación del CBR de laboratorio con DCP.	48
Tabla 13: Granulometría especificadas para agregados no tratados.	50
Tabla 14: Material retenido en los tamices para determinar el tipo de método.	51
Tabla 15: Códigos utilizados para la zonificación en función del tipo de suelo.	52
Tabla 16: Datos utilizados en la propuesta de mapa de zonificación geotécnica en función de la clasificación del suelo.	53
Tabla 17: Códigos utilizados para la zonificación en función de la capacidad de soporte del suelo.	54
Tabla 18: Datos utilizados en la propuesta de mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo.	55

RESUMEN EJECUTIVO

Esta tesis se enfoca en la caracterización de los materiales de sub-rasante aplicados a obras de infraestructura vial y la creación de un mapa de zonificación geotécnica del Polígono “YANACOCKA” ubicado en la ciudad de Loja, en función de los resultados de las características físicas-mecánicas del suelo.

Con este fin se realizó la recopilación de información, visita de campo, delimitación del área de estudio, extracción de las muestras con un radio de 500 (± 100) m entre sí a una profundidad de 0.5 m, 1.0 m y 1.5 m y la caracterización del material mediante los siguientes ensayos de laboratorio: contenido de humedad, límites de consistencia (LL, LP, IP), análisis granulométrico, proctor modificado, CBR y abrasión para el material de mejoramiento.

A partir de los resultados de la caracterización se confeccionó un mapa de zonificación geotécnica del Polígono (Yanacocha) a fin de identificar zonas geotécnicas con características homogéneas en el Programa ArcGis, en función de los grupos de suelo identificados.

Palabras claves: Zonificación geotécnica, sub-rasante, clasificación, delimitación, recopilación, capacidad portante, compactación.

ABSTRACT

This thesis focuses on the characterization of the subgrade materials applied to road infrastructure and the creation of a map of geotechnical zoning Polygon "Yanacocha" located in the city of Loja, depending on the results of the physical characteristics soil-mechanical.

To this end the data collection, field visit, delimitation of the study area, extraction of the samples with a radius of 500 (± 100) m to each other at a depth of 0.5 m, 1.0 m y 1.5 m and the characterization of the material by the following laboratory tests: moisture content, consistency limits (LL, LP, IP), sieve analysis, modified proctor, CRB and abrasion breeding materials.

From the results of the characterization I prepared a geotechnical zoning map Polygon (Yanacocha) to identify geotechnical areas with similar characteristics in the ArcGis program depending on the soil groups identified.

Keywords: Geotechnical Zoning subgrade, classification, definition, collection, bearing capacity, compaction.

CAPÍTULO I

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1 Introducción

Una parte esencial en el diseño de pavimentos, es el análisis de la subrasante, ya que la misma tiene la particularidad de otorgar la respuesta estructural y el comportamiento del pavimento en construcción y operación.

De la calidad de ésta depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea éste flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito.

Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen. Los cambios de volumen en un suelo expansivo, pueden ocasionar graves daños a las estructuras que se apoyan sobre éste, por esta razón, al construir un pavimento hay que intentar al máximo controlar las variaciones volumétricas del mismo a causa de la humedad.

Las respuestas estructurales de un pavimento (esfuerzos, desplazamientos y agrietamientos) son influidas significativamente por la subrasante. Un gran porcentaje de las deflexiones en la superficie de un pavimento se puede atribuir a la subrasante.

Para diseñar la construcción de una obra civil, en este caso concierne a vialidad, el proyectista necesita conocer o explorar las características físicas – mecánicas del suelo sobre el que desea construir, así como la obtención de muestras y las respectivas pruebas de laboratorio.

De aquí la importancia por conocer su origen, estructura y comportamiento con la finalidad de poder definir criterios de mejorar las condiciones de subrasante y así prevenir perjuicios económicos en el peor de los casos pérdidas humanas.

1.2 Alcance

El alcance de esta investigación consiste en proporcionar una información inmediata sobre las propiedades del suelo como: características del suelo, tipo de suelo, capacidades de soporte del suelo y entre otras, de una determinada zona de la ciudad de Loja, para así

tener una idea clara del procedimiento a seguir para la implantación o realización de una determinada obra de infraestructura vial.

De esta manera poder brindar de una manera significativa, con información relevante de las características físicas – mecánicas del suelo de una zona específica de la ciudad, que sirva de base para futuras investigaciones, para así ir logrando un desarrollo urbano ordenado y seguro de la ciudad de Loja.

1.3 Justificación.

El crecimiento poblacional considerable existente en la ciudad de Loja trae consigo la expansión del área urbana, con lo cual surge la necesidad de la implementación de servicios básicos que aseguren el bienestar de la comunidad.

Actualmente en las calles y avenidas de la ciudad se puede palpar un grave problema debido al mal estado en el cual estas se encuentran. Tales problemas se atribuyen a la falta de conocimiento e información correcta y precisa de las características físicas y mecánicas de los suelos principalmente a nivel de subrasante, previo al diseño de la estructura del pavimento.

Es por ello que mediante el presente proyecto, se estudiará y se analizará la caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial, mediante la subdivisión de polígonos a partir de un mapa base geológico de la ciudad de Loja, que se está elaborando en la sección de Geodinámica del departamento de Geología y Minas e Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general.

- Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono - YANACOCKA -

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterización de las propiedades físicas de los suelos.
- Identificar las propiedades de capacidad de soporte a nivel de subrasante.
- Generación de un mapa de zonificación de acuerdo a los parámetros físicos-mecánicos del suelo.

1.5 Problemática

Los suelos son altamente variables y sus propiedades cambian a lo largo del proyecto, en medida de que existan cambios en la humedad, en la densidad o se establezcan influencias ambientales; es decir, que las propiedades de la subrasante cambian con el tiempo.

La subrasante tiene una gran influencia en las operaciones de construcción del pavimento y en la eficiencia del mismo. Las subrasantes inestables presentan problemas relativos a la colocación y compactación de los materiales de base y/o subbase y no dan soporte adecuado para las subsiguientes operaciones de pavimentación.

Debido a la existencia de los problemas antes mencionados en la vialidad de la ciudad de Loja, surge la necesidad de conocer las características y propiedades de los suelos a nivel de subrasante que se encuentran en las diferentes zonas de expansión de la ciudad, con lo cual se contará con la información necesaria para una planeación de infraestructura urbana bien establecida de acuerdo a las ordenanzas Municipales, y normativas de diseño AASHTO.

Frecuentemente, las deficiencias en la construcción debidas a problemas de la subrasante no se detectan por encontrarse “ocultas” en el pavimento final; sin embargo pueden aparecer en el pavimento después de la exposición al tráfico y al medio ambiente.

1.6 Metodología

Para el desarrollo del presente proyecto de fin de titulación, la metodología empleada se realizó en las siguientes fases:

- Recopilación de información.
- Visita de campo de la zona de estudio.

- Delimitación de la zona de estudio.
- Identificación y ubicación de los puntos de muestreo por áreas y coordenadas.
- Ensayos de campo.
- Obtención de muestras y ensayos de laboratorio.
- Correlación del CBR con el equipo DCP.
- Elaboración de una base de resultados en función de las características de los materiales de sub rasante.
- Estudio de materiales de cantera con el fin de mejorar las propiedades físico – mecánicas del material de subrasante del polígono de estudio.
- Generación de un mapa de zonificación de acuerdo a los parámetros físicos-mecánicos del suelo.
- Redacción del trabajo de fin de titulación.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Una parte esencial en el diseño de pavimentos, es el análisis de la subrasante, ya que la misma tiene la particularidad de otorgar la respuesta estructural y el comportamiento del pavimento en construcción y operación.

De la calidad de ésta depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea éste flexible o rígido. Figura 2.1. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito.

Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen. Los cambios de volumen en un suelo expansivo, pueden ocasionar graves daños a las estructuras que se apoyan sobre éste, por esta razón, al construir un pavimento hay que intentar al máximo controlar las variaciones volumétricas del mismo a causa de la humedad.

Las respuestas estructurales de un pavimento (esfuerzos, desplazamientos y agrietamientos) son influidas significativamente por la subrasante. Un gran porcentaje de las deflexiones en la superficie de un pavimento se puede atribuir a la subrasante.

Para diseñar la construcción de una obra civil, en este caso concierne a vialidad, el proyectista necesita conocer o explorar las características físicas – mecánicas del suelo sobre el que desea construir, así como la obtención de muestras y las respectivas pruebas de laboratorio.

De aquí la importancia por conocer su origen, estructura y comportamiento con la finalidad de poder definir criterios de mejorar las condiciones de subrasante y así prevenir perjuicios económicos en el peor de los casos pérdidas humanas.

La subrasante es la capa más importante del diseño de un pavimento, ya que se depende de este parámetro para obtener un óptimo paquete estructural.

Si el suelo natural del polígono donde se realizó la exploración de la subrasante no es adecuada se recomienda mejorarla para lo cual deberá ser un suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico y escombros.

El mejoramiento consiste en la incorporación de una cantidad determinada de suelo seleccionado al suelo de la subrasante previamente hallado in situ a fin de mejorar su capacidad de soporte y disminuir la plasticidad y sensibilidad a la presencia de agua.

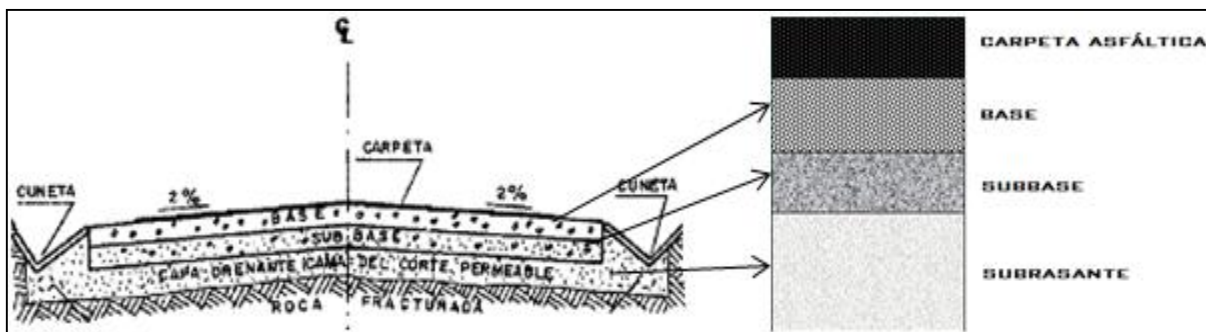


Figura 1: Paquete estructural de un pavimento.

Fuente: Adaptada de Gabriel, G. (1974)

2.2 Definición de subrasante

Existen diversas definiciones de subrasante en una estructura de pavimentos, entre ellas las más conocidas son.

- La subrasante es la parte de la corteza terrestre que sirve de cimiento para una estructura de pavimento.
- La subrasante es el terreno que conforma la superficie final de la explanación de una vía.
- La subrasante comprende por lo general los últimos 50cm del relleno o del corte proveniente del movimiento de tierras, que sirve de soporte a toda estructura del pavimento.

2.2 Los parámetros determinantes en la respuesta de la Subrasante¹

El comportamiento de una subrasante generalmente depende de tres características básicas, las cuales se hallan interrelacionadas entre sí, siendo éstas las siguientes:

¹ Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

2.2.1 Capacidad portante.

La subrasante debe ser resistente a los esfuerzos y deformaciones producidas por el tránsito y el intemperismo, proporcionando un valor de soporte mínimo a la estructura de pavimento en tal forma que limite las deflexiones a los valores tolerables. Las deflexiones causadas por una subrasante comprenden entre un 70% y un 90% de la deflexión total de la estructura.

La subrasante debe tener la capacidad de soportar las cargas transmitidas por la estructura del pavimento. La capacidad de carga es función del tipo de suelo, del grado de compactación y de su contenido de humedad.

El propósito del pavimento es proporcionar una superficie confortable al tránsito de vehículos. Consecuentemente, es necesario que la subrasante sea capaz de soportar un número grande de repeticiones de carga sin presentar deformaciones.

2.2.2 Contenido de humedad.

El contenido de humedad es afectado principalmente por las condiciones de drenaje, elevación del nivel freático, infiltración etc. Una subrasante con un elevado contenido de humedad sufrirá deformaciones prematuras ante el paso de las cargas de sollicitación de los vehículos.

El diferente grado de humedad de la subrasante afecta en forma determinante su capacidad de carga, pudiendo además llegar a provocar efectos indeseables, especialmente en el caso de la presencia de suelos finos por ejemplo:

- Al variar el contenido de humedad, varía la resistencia al esfuerzo cortante, disminuyendo con el aumento de aquel, particularmente en suelos arcillosos; la compresibilidad aumenta con el contenido de agua, reflejándose en los asentamientos producidos en los terraplenes, en la falla de estos, en la deformabilidad de la capa subrasante.
- Las variaciones en el nivel de agua freática no son nunca uniformes, produciéndose áreas de diferentes propiedades en el suelo de subrasante propiciando asentamientos diferenciales.

- En suelos de naturaleza expansiva los cambios en el contenido de agua generan cambios de volumen perjudiciales.
- El agua puede producir erosiones en la vía y en el terreno de cimentación si se le deja correr superficialmente durante tramos largos.

2.2.3 Contracción o expansión.

Algunos suelos se contraen o se expanden, dependiendo de su grado de plasticidad y su contenido de humedad. Cualquier pavimento construido sobre estos suelos, si no se adoptan las medidas pertinentes, tenderán a deformarse y a deteriorarse prematuramente.

Para evitar que las deflexiones admisibles en la subrasante excedan los límites establecidos, debe cumplirse que la presión transmitida por la carga se mantenga por debajo del valor de la carga máxima transmitida al suelo, para lo cual deberá tomarse en cuenta CBR del material con el que se ejecutará el mejoramiento.

2.3 La subrasante como material de fundación.

La subrasante debe proporcionar un soporte continuo, sin asentamientos significativos, ni diferenciales, evitando que se presente flujos de tipo plástico o desplazamiento lateral que atente contra la estabilidad de toda la estructura.

Entre las cualidades de una subrasante, que generalmente son deseables por los ingenieros de vías, se tienen las siguientes.

- Una alta resistencia.
- Permanencia de la resistencia por lo menos durante la vida útil del pavimento.
- Una buena uniformidad en todas las direcciones.
- Una alta densidad.
- Poco susceptibles a los cambios volumétricos.
- Poco susceptibles a la acción del agua.

- Buena trabajabilidad durante el proceso de compactación.
- Permanencia de las propiedades inducidas mediante la compactación.

2.4 Exploración de la subrasante.

- Para realizar una evaluación geotécnica de la subrasante que servirá como cimentación de una estructura de pavimento se deben definir las siguientes actividades:
 - Los trabajos de exploración
 - Recolección de datos
 - Ensayos de campo y laboratorio.

Se debe realizar una investigación a lo largo del polígono seleccionado, con el fin de identificar la extensión, el número de pozos con los que se contará y la condición del suelo de los diferentes sectores donde se realizarán las calicatas que se encuentren en la zona de estudio.

La investigación se realiza mediante perforaciones a intervalos definidos de acuerdo con la variabilidad del terreno, el espaciamiento es de 500 m uno con respecto de otro Tabla 2.4.

Las perforaciones deberán alcanzar, cuando menos, una profundidad de 1,50 m en cada pozo para determinar el perfil de cada calicata. Y se debe utilizar los signos convencionales de acuerdo a la clasificación AASHTO para los perfiles de calicatas los cuales se muestran en la figura 2.2.














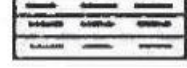

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Figura 2: Signos convencionales para perfiles de calicatas – Clasificación.

Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito (adaptada por el autor).

Los datos que se esperan obtener son:

- Espesor de las capas y su posición en sentido vertical.
- Clasificación manual y visual de los materiales.
- Posición del nivel de aguas freáticas.

En lo que respecta a toma de muestras, en cada sondeo se tomarán muestras a diferentes profundidades con el propósito de poder determinar sus propiedades naturales. Igualmente es necesario realizar pruebas manuales en el campo que permitan identificar el tipo de suelo.

Es necesario tener muy en cuenta que la humedad es un parámetro que va a sufrir variaciones importantes durante el año, por lo que su estudio nos permitirá:

- Definir con anterioridad el tratamiento que se le va a dar al suelo durante la construcción.

- Estimar el comportamiento que tendrá el suelo como subrasante de un pavimento, para lo cual se debe tomar en cuenta que si la humedad natural está cerca del límite líquido es posible que estemos ante la presencia de un suelo sensitivo que perderá gran parte de su resistencia natural cuando sea alterado por la acción del equipo de movimiento de tierra. Si por el contrario, la humedad natural es aproximadamente natural al límite plástico durante cualquier periodo estacional, se puede decir con cierta seguridad que el suelo presentara un buen comportamiento como subrasante de pavimento.

Para la caracterización de los materiales de subrasante las pruebas básicas de laboratorio serán realizadas por el tesista e incluye entre otros los siguientes ensayos:

- Humedad natural
- Límites de consistencia (límite líquido y límite plástico)
- Granulometría
- Compactación
- CBR

2.5 Evaluación de los suelos de subrasante.

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a la metodología para construcción de vías, a los diversos tipos de suelos deben efectuarse investigaciones, de campo y laboratorio, que determinen sus propiedades físico- mecánicas. Una investigación de suelos debe comprender los siguientes parámetros.

2.5.1 Determinación del perfil de suelos.

Lo primero que se debe realizar en la investigación de los suelos es la extracción del material para lo cual se debe realizar perforaciones en las calicatas del polígono.

Se determina el espaciamiento entre perforaciones, profundidad y número de calicatas, así como la identificación de su color y consistencia.

Un criterio para la ubicación, profundidad y número de las perforaciones se presenta a continuación en la tabla 1.

Tabla 1: Características para definir un perfil de suelo.

Criterios para la ejecución de perforaciones en el terreno para definir un perfil de suelos		
Tipo de zona	Espaciamiento (m)	Profundidad (m)
1. Carreteras	250-500	1.50
2. Pistas de aterrizaje.	A lo largo de la línea central, 60-70 m	Cortes: -3m debajo de la rasante Relleno: -3m debajo de la superficie existente del suelo
3. Otras áreas pavimentadas	1 perforación cada 1000 m ²	Cortes: 3m debajo de la rasante Relleno: 3m debajo de la superficie existente del suelo
4. Préstamos	Pruebas suficientes para definir claramente el material	Hasta la profundidad que se propone usar como préstamo.

Fuente: Adaptada de Alfonso, M (2006)

2.5.2 Muestreo de las diferentes capas de suelos.

En cada perforación ejecutada deberán tomarse muestras representativas de los diferentes suelos encontrados a alturas de 0.5 m, 1.0 m y 1.5 m, las muestras son de tipo alteradas. Una muestra alterada es cuando no guarda las mismas condiciones en que se encontraba en el terreno de donde procede.

En la obtención de muestras alteradas debe efectuarse el siguiente procedimiento:

- Se retira la capa vegetal de cada estrato con el propósito de obtener una superficie fresca.
- Se toma una muestra de cada capa en una funda plástica y se coloca una identificación que debe contener: nombre del proyecto, sector de estudio, número de la perforación, localización de la perforación.

- Las muestras son llevadas al laboratorio: la muestra obtenida a diferentes alturas serán sometidas a los ensayos de contenido de humedad, límites de consistencia, granulometría, compactación y el CBR.

2.5.3 Ensayos de laboratorio para determinar sus propiedades físicas.

Con el objeto de establecer las propiedades físico-mecánicas de cada suelo muestreado y estimar su comportamiento bajo diversas condiciones, es necesario tomar muy en cuenta las normas estandarizadas de los ensayos, de esta manera tener datos puntuales de cada uno de los ensayos a realizar.

A continuación se detallan los ensayos realizados para obtener las propiedades físico-mecánicas, en los suelos explorados del polígono “YANACOCKA”.

2.5.3.1 Determinación del contenido de humedad².

Se utiliza la norma AASHTO T 265 – 93 (2000), es un ensayo que permite determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.

Una masa de suelo tiene tres constituyentes: las partículas sólidas, el aire y el agua. En los suelos que consisten en partículas finas, la cantidad de agua presente en los poros tiene un marcado efecto en las propiedades de los mismos.

El conocimiento de la humedad natural de un suelo no solo permite definir a priori el tratamiento a darle, durante la construcción, sino que también permite estimar su posible comportamiento, como subrasante, pues, si el contenido natural de agua de suelo está próximo al límite, es casi seguro que se está tratando con un suelo muy sensitivo y si, por el contrario, el contenido de agua es cercano al límite plástico, puede anticiparse que el suelo presentara un buen comportamiento

La fórmula utilizada para encontrar el contenido de humedad del suelo es la siguiente:

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_C} * 100 \quad \text{Ecuación 2.1}$$

$$W = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad \text{Ecuación 2.2}$$

²Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

Dónde:

W: contenido de humedad %

W1: peso del recipiente y suelo húmedo, (g)

W2: peso del recipiente y suelo seco, (g)

Wc: peso del recipiente, (g)

Ww: peso del agua, (g)

Ws: peso de las partículas sólidas, (g)

2.5.3.2 Determinación del límite líquido de los suelos³.

Se utiliza la norma AASHTO T 89 - 02, el límite líquido es el mayor contenido de humedad que puede tener un suelo sin pasar del estado plástico al líquido. El estado líquido se define como la condición en la que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir.

Para la determinación del límite líquido es esencial el equipo que se detalla a continuación: copa de casagrande, ranurador, calibrador, recipientes, balanza, horno.

Para el cálculo se tomará de la muestra el contenido de humedad que corresponde a la intersección de la curva de fluidez con la ordenada a los 25 golpes, se debe de redondear este número al entero más cercano.

2.5.3.3 Determinación del límite plástico de los suelos⁴.

Se utiliza la norma AASHTO T 90 - 00, se define como la mínima cantidad de humedad con la cual el suelo se vuelve a la condición de plasticidad. En este estado, el suelo puede ser deformado rápidamente o moldado sin recuperación elástica, cambio de volumen, agrietamiento o desmoronamiento.

³ Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

⁴ Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

Se debe redondear el resultado del límite plástico al número entero más cercano; o si el límite líquido y el límite plástico no pueden ser determinados, debemos registrar el índice de plasticidad como NP (no plástico).

La determinación del límite plástico se lo realiza mediante la siguiente expresión:

$$LP = \frac{m1-m2}{m2-m3} * 100 \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Dónde:

LP: límite plástico

m1: masa recipiente y muestra húmeda (g)

m2: masa recipiente y muestra seca (g)

m3: masa recipiente (g)

El cálculo del índice de plasticidad, es la diferencia numérica entre el límite líquido y el plástico, e indica el grado de contenido de humedad en el cual un suelo permanece en estado plástico antes de cambiar al estado líquido.

$$IP = LL - LP \quad \text{Ecuación 2.4}$$

Dónde:

IP: índice de plasticidad

LL: límite líquido

LP: límite plástico

2.6.3.4 Análisis granulométrico⁵.

Se utiliza la norma por tamizado AASTHO T 88 - 00, es una prueba para determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo.

Existen diferentes procedimientos para la determinación de la composición granulométrica de un suelo. Por ejemplo, para clasificar por tamaños las partículas gruesas, el

⁵Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

procedimiento más expedito es el tamizado. Sin embargo, al aumentar la finura de los granos, el tamizado se hace cada vez más difícil teniéndose entonces que recurrir a procedimientos por sedimentación.

Un criterio para la determinación granulométrica se presenta a continuación en la tabla 2.

Tabla 2: Clasificación de suelos según tamaño de partículas.

Tipo de Material		Tamaño de Partículas
Grava		75mm- 4.75 mm
Arena		Arena gruesa : 4,75 mm -2mm
		Arena media: 2mm -0.425mm
		Arena fina: 0.425mm-0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Vásquez, J. (2014)

Para el análisis granulométrico de suelos por tamizado se calcula los pesos retenidos o parciales en cada tamiz, así como también los pesos acumulados.

Para obtener estos pesos utilizamos las siguientes formulas:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso acumulado retenido en cada tamiz}}{\text{Peso total}} * 100 \quad \text{Ecuación 2.5}$$

Y para calcular el porcentaje de suelo que pasa se realiza con la fórmula:

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado} \quad \text{Ecuación 2.6}$$

2.6.3.5 Clasificación de los suelos

De acuerdo a los ensayos antes mencionados y teniendo en cuenta que en la naturaleza existe una gran variedad de suelos, la ingeniería de suelos ha desarrollado algunos métodos de clasificación de los mismos. Cada uno de estos métodos tiene prácticamente su campo de aplicación según la necesidad y uso.

En la actualidad el sistema más utilizado para la clasificación de los suelos en estudios para diseño de pavimento de carreteras y aeropistas son el de la American Association of State Highway and transportation Officials (AASHTO).

2.6.3.5.1 Clasificación de los suelos método AASTHO⁶.

De acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A-1 al A-8.

En este sistema de clasificación los suelos inorgánicos de clasificación en 7 grupos que van del A-1 al A-7. Estos a su vez se dividen en un total de 12 subgrupos. Los suelos con elevada proporción de materia orgánica se clasifican como A-8.

Los suelos serán clasificados mediante la tabla 3 la cual corresponde al método AASHTO.

Tabla 3: Clasificación general de los materiales método AASTHO.

Clasificación general	Materiales granulares (35% ó menos pasa el tamiz N.200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz N. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, porcentaje que pasa											
2.00 mm (N. 10)	50 max.	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.425 mm (N. 40)	30 max.	50 max.	51 min.	----	----	----	----	----	----	----	----
0.075 mm (N. 200)	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características fracción que pasa el tamiz N. 40											
Límite Líquido	----	----	----	40 max.	41 max.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Índice de plasticidad	6 max.		N.P.	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Material constituyente más común	Fragmento roca grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas arcillosas y limosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Comportamiento general como subrasante	Excelente a bueno							Regular a malo			

Fuente: AASHTO M 145 (adaptada por el autor).

2.6.3.5.2 Descripción de los grupos de clasificación.

Una característica que hace muy específicos a los diferentes tipos de suelos es la cohesión, debido a ella los suelos se clasifican en “cohesivos” y “no cohesivos”. Los suelos cohesivos

⁶Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

son los que poseen la propiedad de atracción intermolecular, como las arcillas. Los suelos no cohesivos son los formados por partículas duras en forma suelta o muy suelta como a continuación se detalla un poco más de esta clasificación.

2.6.3.5.2.1 Suelos granulares⁷.

Son aquellos que tienen 35% o menos, del material fino que pasa el tamiz N° 200. Estos suelos forman los grupos A-1, A-2 y A-3.

Grupo A-1: El material de este grupo comprende las mezclas bien graduadas, compuestas de fragmentos de piedra, grava, arena y material ligante poco plástico. Se incluyen también en este grupo mezclas bien graduadas que no tienen material ligante.

Subgrupo A-1a: Comprende aquellos materiales formados predominantemente por piedra o grava, con o sin material ligante bien graduado.

Subgrupo A-1b: Incluye aquellos materiales formados predominantemente por arena gruesa bien graduada, con o sin ligante.

Grupo A-2: Comprende una gran variedad de material granular que contiene menos del 35% del material fino.

Subgrupo A-2-4 y A-2-5: Pertenecen a estos subgrupos aquellos materiales cuyo contenido de material fino es igual o menor del 35% cuya fracción que pasa el tamiz número 40 tiene las mismas características de los suelos A-4 y A-5, respectivamente.

Estos grupos incluyen aquellos suelos gravosos y arenosos (arena gruesa), que tengan un contenido de limo, o índices de grupo, en exceso a los indicados por el grupo A-1. Así mismo, incluyen aquellas arenas finas con un contenido de limo no plástico en exceso al indicado para el grupo A-3.

Subgrupos A-2-6 y A-2-7: Los materiales de estos subgrupos son semejantes a los anteriores, pero la fracción que pasa el tamiz número 40, tiene las mismas características de los suelos A-6 y A-7, respectivamente.

⁷Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

Grupo A-3: En este grupo se encuentran incluidas las arenas finas, de playa y aquellas con poca cantidad de limo que no tengan plasticidad. Este grupo incluye, además, las arenas de río que contengan poca grava y arena gruesa.

2.6.3.5.2.2 *Suelos finos limo arcillosos⁸.*

Contienen más del 35% del material fino que pasa el tamiz número 200. Estos suelos constituyen los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.

Grupo A-4: Pertenecen a este grupo los suelos limosos poco o nada plásticos, que tienen un 75% o más del material fino que pasa el tamiz número 200. Además, se incluyen en este grupo las mezclas de limo con grava y arena hasta un 64%.

Grupo A-5: Los suelos comprendidos en este grupo son semejantes a los del anterior, pero contienen material micáceo o diatomáceo. Son elásticos y tienen un límite líquido elevado.

Grupo A-6: el material típico de este grupo es la arcilla plástica, Por lo menos el 15% de estos suelos debe pasar el tamiz número 200, pero se incluyen también las mezclas arcillo-arenosas cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%. Estos materiales presentan, generalmente, grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo.

Grupo A-7: Los suelos de este grupo son semejantes a los suelos A-6 pero son elásticos. Sus límites líquidos son elevados.

Subgrupo A-7-5: incluye aquellos materiales cuyos índices de plasticidad no son muy altos con respecto a sus límites líquidos.

Subgrupo A-7-6: Comprende aquellos suelos cuyos índices de plasticidad son muy elevados con respecto a sus límites líquidos y que, además, experimentan cambios de volumen extremadamente grandes.

2.6.3.5.3 *Índice de grupo.*

Para facilidad al momento de clasificar un suelo por su comportamiento similar se lo puede representar mediante un índice de grupo los cuales se basan en los límites de consistencia, y se los detalla a continuación en la tabla 4.

⁸ Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

Tabla 4: Indicación del índice de grupo.

Tipos de suelo	Valor de IG
Suelos granulares	0 a 4
Suelos limosos	8 a 12
Suelos Arcillosos	11 a 20, o mas

Fuente: Fuente: Vásquez, J. (2014)

Cuando se indica un índice de grupo hay que colocarlo entre paréntesis.

A continuación describimos las fórmulas utilizadas para encontrar el índice de grupo:

$$IG = (F - 35) * [0,2 + 0,005 * (LL - 40)] + 0,01 * (F - 15) * (IP - 10) \quad \text{Ecuación 2.7}$$

Donde:

IG: índice de grupo

LL: límite líquido

F: porcentaje que pasa el tamiz ASTM n° 200

IP: índice de plasticidad

El índice de grupo para los suelos de los subgrupos A-2-6 y A-2-7 se calcula usando la siguiente fórmula:

$$IG = 0,01 * (F - 15) * (IP - 10) \quad \text{Ecuación 2.8}$$

Y para clasificar un suelo mediante el índice de grupo nos basamos en la siguiente información tabla 5.

Tabla 5: Clasificación de suelos según índice de grupo.

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy Bueno

Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" (adaptada por el autor).

2.6.3.6 Ensayo de compactación del suelo⁹.

Se utiliza la norma AASHTO T 180 - 01, se entiende por compactación todo proceso que aumenta el peso volumétrico de un suelo. En general, es conveniente compactar un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable. Para efectos del control de la compactación durante la construcción, es necesario efectuar pruebas que permite conocer la máxima densidad y el óptimo contenido de humedad de los diferentes tipos de suelos

Máxima densidad: es el máximo peso seco, obtenido cuando el material se mezcla con diferentes porcentajes de agua y se compacta de una manera normal preestablecida.

Óptimo contenido de humedad: es el porcentaje de agua con el cual se obtiene la máxima densidad para el esfuerzo de compactación especificado.

2.6.3.7 Determinación del Índice de Soporte de California (CBR).

Los ensayos de resistencia más usados en nuestro medio son el CBR: de laboratorio y de campo.

⁹Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

2.6.3.7.1 Ensayo de CBR (Índice de Soporte de California): (AASHTO-T193-63)¹⁰.

Se utiliza la norma AASHTO T 193 - 63 (2003), El índice de california (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas. Se usa en el diseño de pavimentos flexibles. El CBR se expresa en porcentaje como, la razón de la carga unitaria requerida para introducir el mismo pistón a la misma profundidad en una muestra tipo de piedra partida. Tabla 6.

Tabla 6: Categorías de la subrasante según el CBR.

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3 % A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6 % A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” (adaptada por el autor).

2.6.3.7.2 Ensayo del Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP)¹¹.

Se utiliza la norma ASTM D 6951 - 03, el ensayo trata sobre medir la penetración total alcanzada para un determinado número de golpes y se anota en mm/golpe en suelos inalterados y/o compactados, una medida que luego se usa para describir la rigidez del suelo. La penetración se relaciona con la capacidad de soporte in situ del suelo, al igual que el ensayo de CBR in situ (Capacidad de Soporte de California) con base en un cuadro apropiado de correlación. Figura 2.3

¹⁰ Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

¹¹ Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de pavimentos. *Fundamentos, estudios básicos y diseño*, (3ª Edición.). Tomo 1. Colombia. Panamericana formas e impresos, S.A.

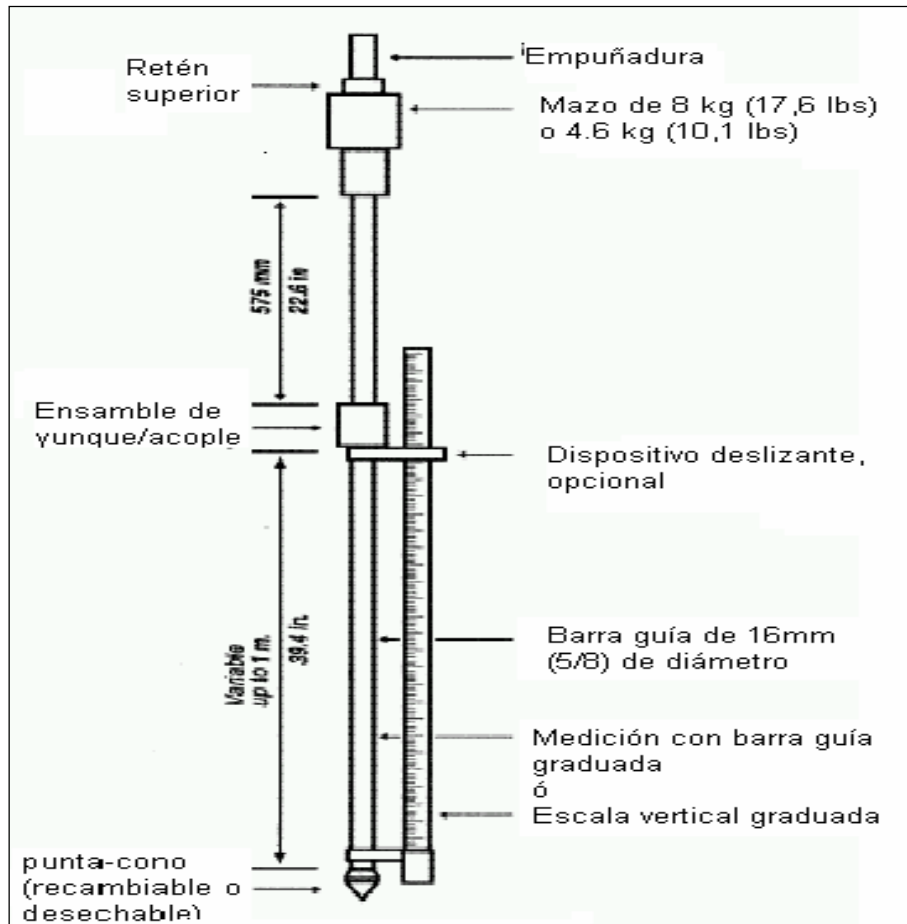


Figura 3: Esquema del DCP

Fuente: Adaptada de Badillo, E. (1996).

2.6.3.8 Módulo resiliente de la subrasante en el diseño de pavimentos (M_r).

Una de las metodologías para determinar el módulo resiliente de la subrasante en el diseño de pavimentos la recomienda las normas AASHTO. Para la utilización del método se ha considerado las siguientes ecuaciones de correlación:

Para suelos finos: La expresión que se considera razonablemente aproximada para suelos finos con un CBR sumergido no mayor de 10.

$$M_r = 1500 (\text{CBR}); \text{ para } \text{CBR} < 10 \% \quad \text{Ecuación 2.9}$$

$$M_r = 3000 (\text{CBR})^{0.65} \text{ para } \text{CBR } 7,2 \text{ a } 20 \% \quad \text{Ecuación 2.10}$$

La primera ecuación es la sugerida en las normas AASTHO, mientras que la segunda fue desarrollada en Sudáfrica.

Para suelos granulares: La ecuación desarrollada con base a las normas AASTHO ofrece una buena correlación y que se la determina con la siguiente expresión:

$$Mr = 4326 \times \ln CBR + 241$$

Ecuación 2.11

Según el módulo resiliente encontrado, clasifica la subrasante de acuerdo con las categorías indicadas en la tabla 7.

Tabla 7: Categorías de la subrasante según el módulo resiliente.

Módulo resiliente (Kg/cm²)	Categorías
300 < MR < 500	S1
500 < MR < 700	S2
700 < MR < 1000	S3
1000 < MR < 1500	S4
MR > 1500	S5

Fuente. Adaptada Alfonso, M. (2006).

A manera referencial se presenta la figura 2.4 de correlaciones típicas entre las clasificaciones y características de los suelos y el módulo de resiliencia.

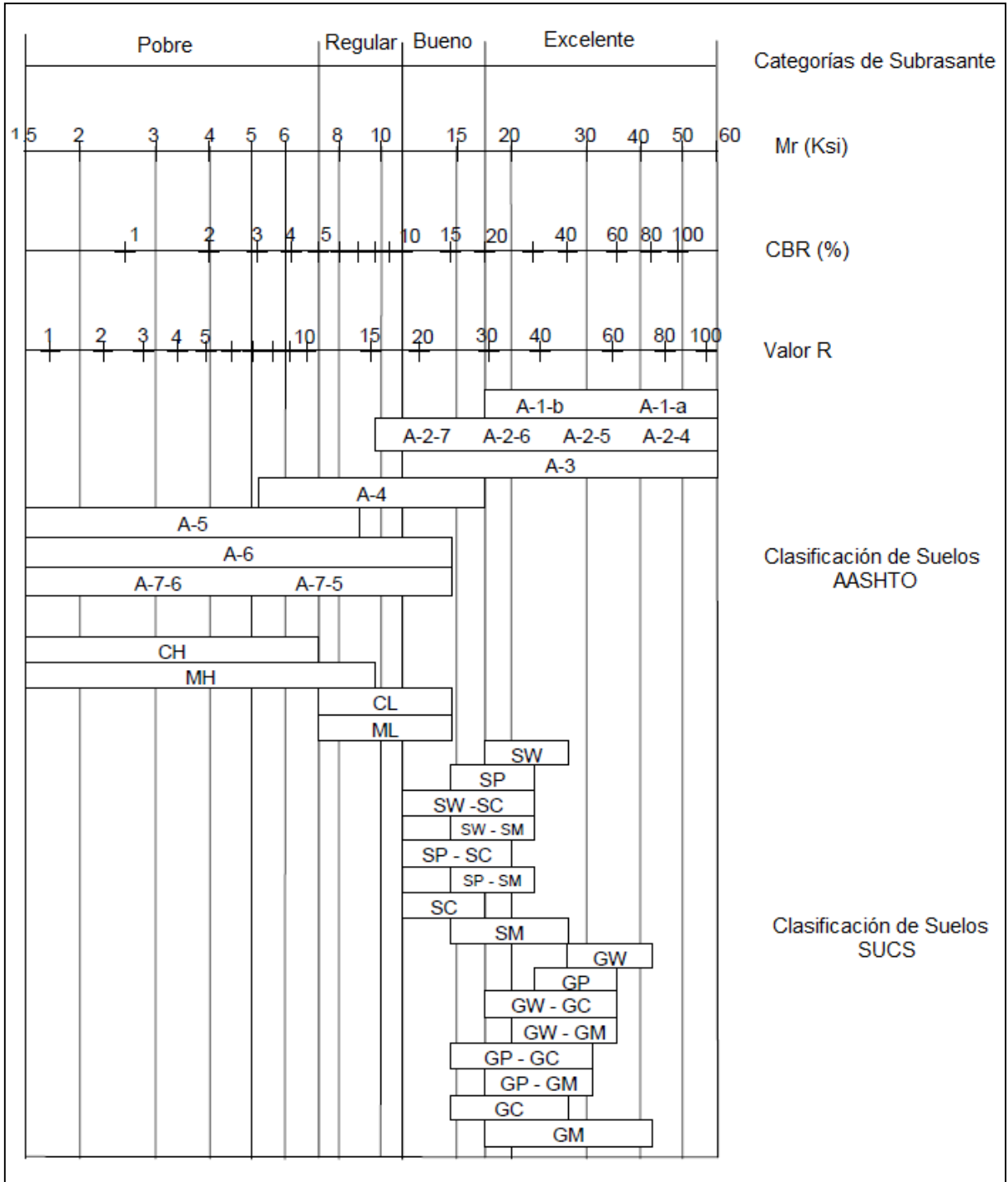


Figura 4: Correlación entre las clasificaciones y propiedades de los suelos con el módulo de resiliencia.

Fuente: Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" (adaptada por el Autor).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Recopilación de información

Desde el mes de octubre se procedió recopilar información preliminar del sitio donde se va realizar los estudios del suelo en zonas no urbanizadas.

Las solicitudes a las que se encuentra sometidas las cimentaciones de una estructura de pavimento son específicas y muy diferentes a las que tiene que soportar un suelo como cimiento de otra estructura cualquiera. Por lo tanto se hace necesario la programación de una serie de estudios de campo y de laboratorio, inspecciones y recorridos a la zona de proyecto, evaluar y analizar dicha información con el fin de establecer una serie de normas de tipo geotécnico a las cuales se debe ceñir el proyecto y el procedimiento constructivo.

Los aspectos anteriormente mencionados hacen parte de lo que comúnmente se conoce con el nombre de estudio geotécnico, mediante el cual se pone a disposición del proyectista, la información acerca del proyecto de fundación del pavimento, los diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar para la construcción de las distintas capas de la estructura y los posibles métodos de mejoramiento o estabilización,

3.2 Visita de campo de la zona de estudio.

Una vez obtenido el mapa base de la ciudad de Loja, se realizó conjuntamente con los tutores de la tesis, la visita del lugar en donde, se realizaría el estudio y análisis de los materiales de subrasante, y definiéndose el área de estudio.

3.3 Delimitación de la zona de estudio.

Tomando como base el mapa topográfico a escala 1:30000 denominado "Mapa geológico de la Ciudad de Loja", se delimitó el área de estudio denominado polígono " YANACOCKA", que está ubicado en las siguientes coordenadas del DATUM PSAD 56. Figura 5.

A (700999.00E; 9561000.72N).

B (702999.00E; 9561000.72N).

C (702999.77E; 9559000.77N).

D (700999.00E; 9559000.77N).

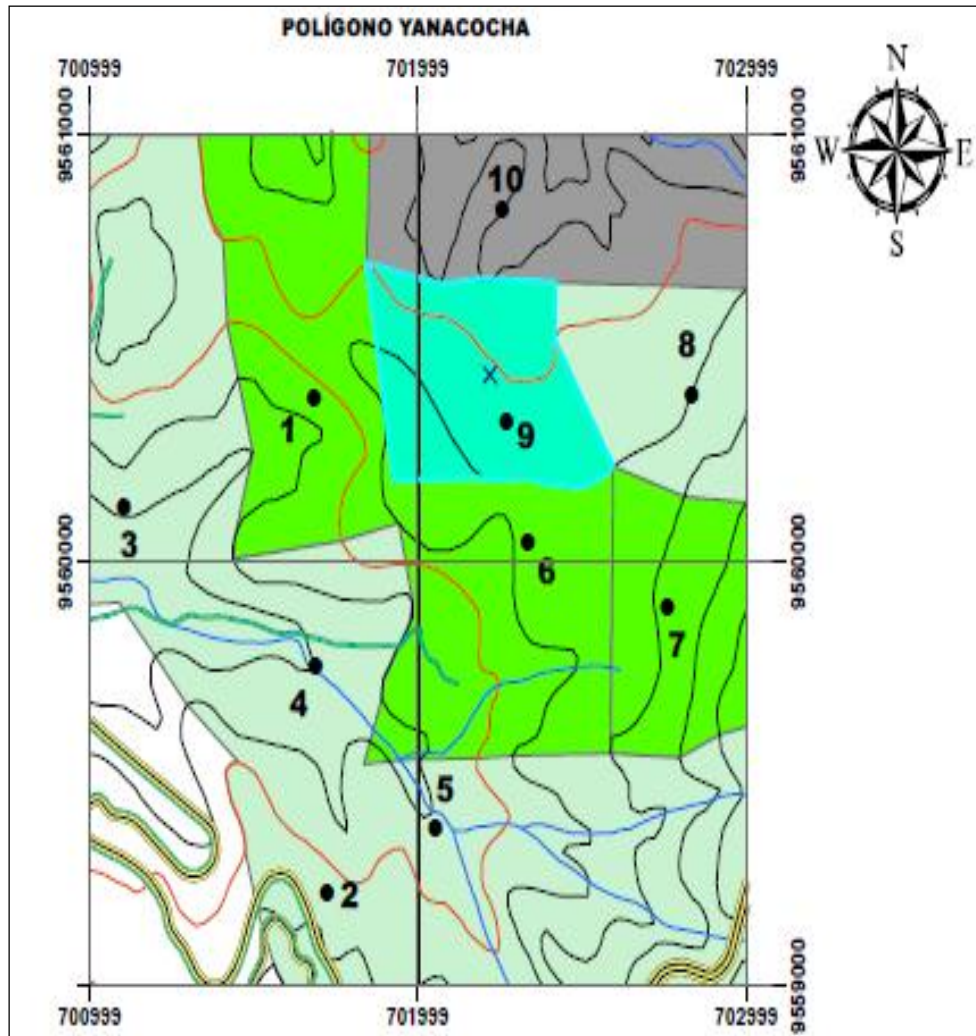


Figura 5: Perímetro del polígono - YANACocha - DATUM PSAD 56.

Fuente: Vásquez, J. (2014)

El área delimitada comprende una superficie de 400.00 hectáreas.

3.4 Identificación y ubicación de los puntos de muestreo por áreas y coordenadas

Se procedió a tomar puntos con la ayuda de un GPS, en los sitios donde se realizó la extracción de muestras para posteriormente ser ensayadas y analizadas. Los puntos considerados para realizar la extracción de muestras se tomaron cada 500 metros aproximadamente y fueron ubicados en el mapa base por sus coordenadas tal como se muestra en la, tabla 8.

Tabla 8: Descripción, coordenadas de los puntos de muestreo y superficie total del polígono.

N°	Ubicación	Coordenas		Superficie (Ha)
		Y	X	
1	Polígono "YANACOCHA"	9560379	0701681	400.00
2		9559219	0701723	
3		9560128	0701102	
4		9559750	0701687	
5		9559372	0702053	
6		9560042	0702333	
7		9559890	0702759	
8		9560392	0702834	
9		9560329	0702270	
10		9560829	0702256	

Fuente: Vásquez, J. (2014)

3.5 Ensayos de campo

Los ensayos se los realizó tanto in-situ como en el laboratorio tomando muestras de suelo de cada punto analizado para su posterior estudio a una profundidad de 0.5 m, 1.0 m y 1.5 m, y se enfocó en la profundidad de 1.5 m para el estudio de subrasante, en las cuales se inició la etapa de ensayos in situ tales como: DCP (Penetrómetro Dinámico de Cono) y penetrómetro de bolsillo, en la tabla 9 se muestran los ensayos de campo y su norma respectiva.

Tabla 9: Ensayos in situ para análisis de subrasante.

Ensayo de campo (in situ)	Norma
Penetrómetro dinámico de cono en estructuras de pavimentos (DCP).	ASTM D 6951-03
Penetrómetro de bolsillo	ASTM D 2573-94

Fuente: Vásquez, J. (2014)

3.6 Obtención de muestras y ensayos de laboratorio

En cada perforación ejecutada deberán tomarse muestras representativas de los diferentes suelos encontrados a alturas de 0.5 m, 1.0 m y 1.5 m, las muestras son de tipo alteradas. Una muestra alterada es cuando no guarda las mismas condiciones en que se encontraba en el terreno de donde procede.

- Se retira la capa vegetal de cada estrato con el propósito de obtener una superficie fresca.
- Una vez ubicado en el punto de estudio, a nivel de la subrasante se procede a abrir el pozo de 1.00 x 1.00 m, a las profundidades antes mencionadas hasta encontrar el suelo en condición natural.
- Se toma una muestra de cada capa en una funda plástica y se coloca una identificación que debe contener: nombre del proyecto, sector de estudio, número de la perforación, localización de la perforación.
- Las muestras son llevadas al laboratorio; la muestra obtenida a diferentes alturas serán sometidas a los ensayos de contenido de humedad, límites de consistencia, granulometría, compactación y el CBR.
- Culminada la tarea de extracción de muestras y con el material en el laboratorio, se tomó como base normas que permiten tener una idea clara y confiable para futuros diseños de obras aplicadas a vialidad se procedería a realizar de los siguientes ensayos tabla 10.

Tabla 10 : Ensayo de laboratorio para materiales de subrasante.

Ensayos de laboratorio	Norma
Contenido de humedad	AASHTO T 265 – 93
Límite líquido (LL)	AASHTO T 89
Límite plástico (LP)	AASHTO T 90

Sigue tabla 10.

Viene de tabla 10.

Análisis granulométrico	AASHTO T 88
Densidad máxima y humedad óptima	AASHTO T 180
Índice de Soporte de California (CBR)	AASHTO T-193
Módulo resiliente	AASHTO T 274

Fuente: Vásquez, J. (2014)

3.6.1 Obtención del CBR de diseño

El CBR de diseño es un valor adoptado de todos aquellos valores analizados para una misma zona de estudio, tomando en cuenta el tipo de tráfico que estará circulando, dicho estudio se realiza para zonas homogéneas donde el valor de CBR de mantenga en los diferentes sondeos. Para encontrar este valor se procedería de la siguiente manera:

- Se ordena de menor a mayor todos los valores de CBR.
- Se determina en cada cambio de valor de CBR el número total de valores de CBR mayores o iguales a este valor y expresarlo en porcentaje (%) con relación al total.
- Se elabora una gráfica de CBR vs Valores mayores o iguales.
- Se obtiene de la gráfica anterior el valor del CBR de diseño teniendo en cuenta el porcentaje de tránsito de diseño que se determine, tabla 11.

Tabla 11: Límites de diseño de subrasante.

Clase de tránsito	Nivel de tránsito (N)	Valor del diseño %
Liviano	10^4 o menos	60%
Mediano	$10^4 - 10^6$	75%
Pesado	mayor de 10^6	87.50%

Fuente. Adaptada de Alfonso, M. (2006)

3.7 Correlación del CRB con el equipo DCP.

La correlación entre el CBR de laboratorio y natural en suelos finos y el ensayo de Penetración Dinámica de Cono (DCP), da la posibilidad de obtener una fuente confiable que permita ser adaptada para el futuro diseño de obras de infraestructura vial de manera técnica y además que garantice las condiciones de comodidad, economía y seguridad.

Para la determinación del CBR in situ estimado se calculó usando el índice DCP, donde la penetración por golpe se graficó respecto a la escala de lectura de la profundidad alcanzada. La penetración por golpe se utiliza luego para estimar el CBR in situ o la resistencia al corte utilizando una correlación adecuada.

Para la correlación entre la penetración por golpe y el CBR de laboratorio se tomaría como referencia las siguientes ecuaciones que se muestran en la tabla 12, cuyos autores las recomiendan.

Tabla 12: Ecuaciones para la correlación del CBR de laboratorio con DCP.

Ecuación	Autor
$Log(CBR) = 2.465 - 1.12Log(DCP)$	Kleyn 1975
$Log(CBR) = 2.6637 - 1.314Log(DCP)$	Kleyn - Van Heerden 1983
$Log(CBR) = 2.7929 - 1.31Log(DCP)$	Harrison 1987

Fuente: Vásquez, J. (2014)

3.8 Elaboración de una base de resultados de las características de los materiales de sub rasante.

Se realizó un sinnúmero de cálculos correspondientes a los ensayos de laboratorio y de campo, todas las hojas de cálculo correspondientes se muestran en el ANEXO I. Los resultados de los ensayos de laboratorio y la información obtenida de los ensayos de campo sobre la caracterización se condensan de forma resumida en un registro de sondeo

geotécnico de acuerdo a la clasificación y un cuadro de resumen de acuerdo a la capacidad de soporte del suelo.

En el ANEXO IV se resume en imágenes fotográficas todo el proceso práctico de éste proyecto.

3.9 Estudio de material de mejoramiento de subrasante.

3.9.1 Criterios de aceptación o rechazo para materiales de subrasante.

Cuando el material de subrasante tiene una capacidad de soporte que no cumple con las exigencias mínimas de las especificaciones. El Ministerio de Obras Públicas (MOP) establece que se podrá utilizar una capa de agregados no tratados, colocados sobre la subrasante terminada con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicados en los planos, con el fin de proveer a la vía de una superficie estable, resistente e impermeable para circulación vehicular de baja intensidad.

Los áridos no tratados pueden consistir de fragmentos de roca, gravas, aglomerados, combinados con suelos de partículas finas como arenas, arcillas, limos, en cantidad suficiente para ligar las partículas gruesas entre sí.

Los materiales necesarios para este trabajo pueden ser explotados en fuentes fuera de los límites del proyecto, o pueden provenir de la excavación de la plataforma del camino. Los áridos no necesitan ser tratados, pero se los tamizará para separar las partículas gruesas que salgan de los límites granulométricos.

Los agregados gruesos consistirán de partículas resistentes y durables que tengan un porcentaje de desgaste a la abrasión de 50% como máximo. Las partículas finas consistirán de una mezcla de arena y arcilla o limo, y no deberán contener material vegetal; el índice de plasticidad de la fracción que pasa el tamiz N° 40 será como máximo de 9 y su límite líquido no será mayor de 35 siempre que el valor del CBR sea mayor al 20%; la fracción que pasa el tamiz N° 200 no deberá ser mayor que las dos terceras partes de la fracción que pasa el tamiz N° 40.

En este estudio no se encontró materiales originales que cumplan los requisitos para estas superficies de áridos no tratados, por lo que se utilizó mezclas de materiales en las

proporciones 50% material del banco de préstamo y 50% de material de río. En todo caso, se deberá cumplir los límites de las granulometrías especificadas en la tabla 13.

Tabla 13: Granulometría especificadas para agregados no tratados.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	A	B	C	D
3" (76.2 mm)	100	-	-	-
2" (50.8 mm)	80 - 100	100	-	-
1" (25.4 mm)	55 - 85	75 - 95	100	100
3/8" (9.50 mm)	-	-	50 - 85	60 - 100
N 4 (4.75 mm)	30 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
N 200 (0.075 mm)	5 - 15	5 - 15	5 - 15	5 - 20

Fuente: Especificaciones técnicas MOP – 2002 (adaptada por el autor)

Las autoridades municipales para obras de infraestructura vial utilizan como material de mejoramiento el suelo extraído de las siguientes canteras: Juan José Castillo y Zalapa, por fines económicos en lo que respecta a transporte se ha estudiado el material de la cantera – ZALAPA –, próxima a nuestra zona de estudio.

Con fin de mejorar las características del suelo referente a este polígono, se realizó los ensayos de laboratorio: contenido de humedad, límites de consistencia, granulometrías, compactación y CBR, cuya metodología es similar a la descrita en el capítulo ii incluido el ensayo de desgaste o abrasión norma AASTHO T 96, que es indispensable ya que mide básicamente la resistencia de los puntos de contacto de un agregado al desgaste.

Los resultados de los ensayos se muestran en él. ANEXO II

3.9.1.1 Ensayo de abrasión o desgaste, AASTHO T 96

Es la medida de dureza de los agregados y nos da una idea de la forma en la que se comportarán los agregado, bajo los efectos de la abrasión causada por el tráfico además de la idea del grado de intemperismo que poseen, ensayada por la norma ASSTHO T 96 – El

porcentaje máximo de pérdida de en peso de agregado sujeto a la prueba de los Ángeles se limita al 50 %.

Existen 4 métodos para realizar en ensayo de acuerdo a la granulometría del material y el peso retenido en cada tamiz como se describe en la tabla 14.

Tabla 14: Material retenido en los tamices para determinar el tipo de método.

Pasante	Retenido	A (12 esferas) gr	B (11 esferas) gr	C (8 esferas) gr	D (6 esferas) gr
1 1/2"	1"	1250 ± 25			
1"	3/4"	1250 ± 25			
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10	
1/4"	No. 4			2500 ± 10	
No. 4	No. 8				5000 ± 10
No. Esferas		12	11	8	6

Fuente. Manual de Certificación Vial (adaptada por el autor)

Los resultados de los ensayos se muestran en él. ANEXO II

3.10 Generación de un mapa de zonificación de acuerdo a los parámetros físicos-mecánicos del suelo.

3.10.1 Mapa de zonificación geotécnica en función de la clasificación del suelo.

La representación de las componentes geotécnicas del terreno de una zona urbana se hace cada día más importante, tanto así que los municipios que se encuentran en crecimiento y que presentan amenazas naturales deben adelantar estudios de zonificación que ayuden a la planificación de su desarrollo.

La zonificación en función de la clasificación del suelo, se realizó tomando los diferentes tipos de suelo a una profundidad de 1.5 m profundidad de análisis de la subrasante.

Para la elaboración del mapa de zonificación en función de la clasificación del suelo, tabla 15, se procedió a dar una nueva denominación o código a las diferentes clases de suelo, con la finalidad de que el programa ArcGis tenga un mejor reconocimiento y por ende una adecuada proyección y correlación de cada lugar.

Tabla 15: Códigos utilizados para la zonificación en función del tipo de suelo.

Código	CLASIFICACIÓN AASTHO
1	Fragmentos de rocas, gravas y arenas
2	Arenas finas
3	Gravas y arenas limosas o arcillosas
4	Suelos limosos
5	Suelos arcillosos

Fuente: Vásquez, J. (2014)

Cabe recalcar que dentro de los diferentes tipos de suelos con su respectiva codificación existe una clasificación específica, detallada y completa, que se presenta con las siguientes simbologías:

- Fragmentos de roca, grava y arena: Grupo A-1, subgrupo A-1-a y A-1-b
- Arena Fina: Grupo A-3
- Grava y arena arcillosa o limosa: Grupo A-2, subgrupos A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
- Suelos limosos: Grupo A-4 y A-5
- Suelos arcillosos: Grupos A-6 y A-7, subgrupos A-7-5 y A-7-6

Para acceder a dicha información y poder dar una identificación de cada pozo, revisar. Registro de sondeo geotécnico. ANEXO I


En función de la tabla 8, coordenadas de los puntos de muestreo se realizó el mapa de zonificación geotécnica de acuerdo con la clasificación de los materiales de subrasante que se estudió, tabla 16.

Tabla 16: Datos utilizados en la propuesta de mapa de zonificación geotécnica en función de la clasificación del suelo.

ID	LUGAR	Y	X	Z	Tipo Suelo (AASHTO)(Prof. 1.5m)	Código
1	SAN CAYETANO	9560379	701681	2239	Suelo Arcilloso (A-6)	5
2	SAN CAYETANO BAJO	9559219	701723	2200	Suelo arcilloso (A-7-6)	5
3	SAN CAYETANO BAJO	9560128	701102	2198	Suelo arcilloso (A-7-6)	5
4	SAN CAYETANO BAJO	9559750	701687	2297	Suelo arcilloso (A-6)	5
5	SAN CAYETANO BAJO	9559372	702053	2197	Suelo limoso (A-4)	4
6	YANACOCHA	9560042	702333	2196	Suelo arcilloso (A-7-6)	5
7	YANACOCHA	9559890	702759	2360	Suelo arcilloso (A-6)	5
8	YANACOCHA	9560392	702834	2350	Suelo arcilloso (A-6)	5
9	YANACOCHA	9560329	702270	2222	Suelo arcilloso (A-7-5)	5
10	YANACOCHA	9560829	702256	2233	Suelo limoso (A-4)	4

Fuente: Vásquez, J. (2014)

Se debe resaltar que la simbología utilizada para la zonificación por clasificación de los suelos es referente a la norma AASTHO y se utiliza exclusivamente para identificar un tipo de suelo del otro.

- Zona 4 (Suelos limosos): A-4 
- Zona 5 (Suelos arcillosos): A-7-6  , A-7-5  , A-6 

A continuación se muestran los resultados del mapa de zonificación por clasificación.
ANEXO III

3.10.2 Mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo.

La representación de las componentes geotécnicas del terreno de una zona urbana se hace cada día más importante, tanto así que los municipios que se encuentran en crecimiento y que presentan amenazas naturales deben adelantar estudios de zonificación que ayuden a la planificación de su desarrollo.

La zonificación en función de la clasificación del suelo, se realizó tomando los diferentes tipos de suelo a una profundidad de 1.5 m profundidad de análisis de la subrasante.

Para la elaboración del mapa de zonificación en función de la capacidad de soporte del suelo tabla 17, se procedió a dar una nueva denominación o código a las diferentes clases de suelo, con la finalidad de que el programa ArcGis tenga un mejor reconocimiento y por ende una adecuada proyección y correlación de cada lugar.

Tabla 17: Códigos utilizados para la zonificación en función de la capacidad de soporte del suelo.

Código	Categoría de Subrasante
S0	Subrasante inadecuada
S1	Subrasante pobre
S2	Subrasante regular
S3	Subrasante buena
S4	Subrasante muy buena
S5	Subrasante excelente

Fuente: Vásquez, J. (2014)

Cabe recalcar que dentro de las diferentes categorías de subrasante con su respectiva codificación existe una clasificación específica, detallada y completa, que se presenta a continuación:

- Subrasante inadecuada: $CBR < 3\%$
- Subrasante pobre: $3\% \leq CBR \leq 6\%$

- Subrasante regular: $6\% \leq \text{CBR} \leq 10\%$
- Subrasante buena: $10\% \leq \text{CBR} \leq 20\%$
- Subrasante muy buena: $20\% \leq \text{CBR} \leq 30\%$
- Subrasante excelente: $\text{CBR} \geq 30\%$

Para acceder a dicha información y poder dar una identificación de cada pozo, revisar cuadro de resumen por capacidad de soporte del suelo. ANEXO I

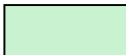
En la tabla 18, se muestra los datos utilizados para la realización de la propuesta de mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo.


Tabla 18: Datos utilizados en la propuesta de mapa de zonificación geotécnica en función de la capacidad de soporte del suelo.


ID	LUGAR	Y	X	Z	CBR%(Prof. 1.5 m)	Código
1	SAN CAYETANO	9560379	701681	2239	4	2
2	SAN CAYETANO BAJO	9559219	701723	2200	2	1
3	SAN CAYETANO BAJO	9560128	701102	2198	2	1
4	SAN CAYETANO BAJO	9559750	701687	2297	1	1
5	SAN CAYETANO BAJO	9559372	702053	2197	2	1
6	YANACocha	9560042	702333	2196	3	2
7	YANACocha	9559890	702759	2360	3	2
8	YANACocha	9560392	702834	2350	1	1
9	YANACocha	9560329	702270	2222	8	3
10	YANACocha	9560829	702256	2233	12	4


Fuente: Vásquez, J. (2014)

Se debe resaltar que los colores utilizados para la zonificación por capacidad de soporte, son exclusivamente para identificar un tipo de suelo del otro.

Zona 1 (Subrasante inadecuada): S0 

Zona 2 (Subrasante pobre): S1 

Zona 3 (Subrasante regular): S2 

Zona 4 (Subrasante buena): S3 

En el ANEXO III se muestran los resultados del mapa de zonificación por capacidad de soporte del suelo.

3.11 Redacción del trabajo de fin de titulación.

Consiste en la redacción del documento final, incluyendo gráficos o figuras, fotografías y tablas anexas.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

A continuación se indica los valores obtenidos los cuales nos muestran un enfoque general de la caracterización de los suelos analizados en el Polígono - YANACOCKA-, claro en su totalidad, y la calidad de los suelos de subrasante en los diferentes pozos muestreados, para el diseño de obras de infraestructura vial tales como: pavimentos flexibles o rígidos.

De acuerdo a la caracterización y magnitud de cada sitio estudiado, se perforo pozos en diferentes puntos del polígono, para así determinar nuestro estudio.

En lo que se refiere a ensayos sobre clasificación según las normas AASHTO en los suelos analizados y estudiados en las diferentes calicatas, se tiene en la mayoría suelos A-7-6 en los pozos 2, 3, 6, 9 y A-6 en los pozos 1, 4, 7, 8; clasificados por la norma como suelos arcillosos de elevada plasticidad y de mediana o baja plasticidad, estos suelos presentan un contenido de humedad alto, y en otro sector la presencia de suelos A-4 que corresponde 5 y 10; clasificados por la norma como suelos limosos con contenido de humedad medio.

Referente a la clasificación general de los suelos según la norma AASTHO, se obtuvo los siguientes resultados.


A la profundidad de 0.50m, 1.00m y 1.50m se tiene casi en su totalidad suelos arcillosos, esto quiere decir que más de 35% de suelos analizados paso el tamiz N° 200 teniéndose suelos finos.

- El Índice de grupo va de 8 a 22, para subgrupos A-7-6 y de 5 a 12 para grupos A-6. En lo que va del grupo o subgrupo de clasificación, se tiene en su mayoría A-7-6 y A-6 tipo de materiales suelos arcillosos. Y en poca representación A-4 materiales limosos.
- El Índice de grupo va de 9 a 22, para subgrupos A-7-6 y de 5 a 9 para grupos A-6. En lo que va del grupo o subgrupo de clasificación, se tiene en su mayoría A-7-6 y A-6 tipo de materiales suelos arcillosos. Y en poca representación A-3 materiales limosos.


- El Índice de grupo va de 26 a 30, para subgrupos A-7-6 y de 1 a 15 para grupos A-6. En lo que va del grupo o subgrupo de clasificación, se tiene en su mayoría A-7-6 y A-6 tipo de materiales suelos arcillosos. Y en poca representación A-4 materiales limosos.

En los siguientes perfiles se muestran los registros de sondeo geotécnico y la información resumida de acuerdo a la clasificación de los materiales de subrasante estudiados para cada uno de los pozos del polígono estudiado.

Pozo 1

 DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		Sondeo N°: 1	Hoj 1 de 10										
INF-LAB-DGM-IC-007-2014													
PROYECTO: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Yanacochoa"		N: 9560379 E: 0701681	Cota: 2180 Profundidad Final: 1.50 m										
UBICACIÓN: SAN CAYETANO		Nivel Freático Inicio: ---- Fin: ----	FECHA DE SONDEO / ABRIL - AGOSTO/ 2014										
PROFUNDIDAD (m)	REGISTRO GEOLOGICO										PROFUNDIDAD (m)		
	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO		N. FREÁTICO	Esfuerzo de ruptura a compresión axial no confinada - Penetrometro de bolsillo, qu (kg/cm ²)
				G	S	F							
--0,2	[Symbol]		Capa vegetal, color negro								-		
-	[Symbol]		Suelo de color café oscuro clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	31	36	63	43	15	46,7	A-7-6 (8)	-		
--0,5	[Symbol]		Suelo de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	10	36	54	37	12	31	A-6 (4)	--0,5		
-	[Symbol]		Suelo de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	15	34	51	38	13	29,7	A-6 (4)	-		
--1	[Symbol]										--1		
-	[Symbol]										-		
--1,5	[Symbol]										--1,5		

CALICATA 1



OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista bajo la dirección del director de tesis.	Ing Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS	Jorge Luis Vásquez C. TESISTA
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	----------------------------------

Pozo 2



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO		Sondeo N°: 2	Hoj 2 de 10
INF-LAB-DGM-IC-007-2014			
PROYECTO: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Yanacocha "	Coordenadas N: 9559219 E: 0701723	Cota: 2200	Profundidad Final: 1.50 m
		UBICACIÓN: SAN CAYETANO BAJO	
			FECHA DE SONDEO / ABRIL - AGOSTO/ 2014


PROFUNDIDAD (m)	REGISTRO GEOLOGICO										N. FREÁTICO	Esfuerzo de ruptura a compresión axial no confinada - Penetrometro de bolsillo, qu (kg/cm ²)	PROFUNDIDAD (m)
	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASHTO			
				G	S	F							
---0,2			Capa vegetal, Café oscuro								Materia Organica		
			Suelo de color café oscuro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	2	18	80	52	25	46,4	A-7-6 (21)			
---0,5			Suelo de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	1	18	81	45	22	31,2	A-7-6 (18)			
			Suelo de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	0	7	93	54	29	31,6	A-7-6 (30)		0,65	
---1,5													

CALICATA 2




OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesisista bajo la dirección de el director de tesis.	Ing Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS	Jorge Luis Vásquez C. TESISISTA
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	------------------------------------

Pozo 3

 DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		Sondeo N°: 3	Hoj 3 de 10							
REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO										
INF-LAB-DGM-IC-007-2014										
PROYECTO: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Yanacochoa"		N: 9560128 E: 0701102	Cota: 2120 Profundidad Final: 1.50 m							
UBICACIÓN: SAN CAYETANO BAJO		Nivel Freático Inicio: ---- Fin: ----	FECHA DE SONDEO /ABRIL - AGOSTO/ 2014							
PROFUNDIDAD (m)	PERFIL SIMBOLOGÍA	REGISTRO GEOLOGICO						N. FREÁTICO	Esfuerzo de ruptura a compresión axial no confinada - Penetrometro de bolsillo, qu (kg/cm ²)	PROFUNDIDAD (m)
		GRANULOM			LL	IP	W			
		G	S	F	%	%	%			
--0,2	[Symbol]							Materia Organica		
		1	12	87	43	25	19,9	A-7-6 (22)		
--0,5										
		0	14	86	42	26	22	A-7-6 (22)		
--1										
		0	8	92	49	26	23,2	A-7-6 (26)	0,65	
--1,5										

CALICATA 3



OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista bajo la dirección del director de tesis.	Ing Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS	Jorge Luis Vásquez C. TESISTA
------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	----------------------------------

Pozo 4



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO		Sondeo N°: 4	Hoj 1 de 10
INF-LAB-DGM-IC-007-2014			
PROYECTO: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Yanacochoa"	Coordenadas	N: 9559750 E: 0701620	Cota: 2120 Profundidad Final: 1.50 m
	UBICACIÓN: SAN CAYETANO BAJO	Nivel Freático Inicio: --- Fin: ---	FECHA DE SONDEO / ABRIL - AGOSTO/ 2014



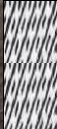


PROFUNDIDAD (m)	REGISTRO GEOLOGICO		GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Esfuerzo de ruptura a compresion axial no confinada - Penetrometro de bolsillo, qu (kg/cm ²)	PROFUNDIDAD (m)
	PERFIL	SIMBOLOGÍA	G	S	F							
			%	%	%							
---0,2		Capa vegetal, gris oscuro							Materia Organica			-
---		Suelo de color cafe claro , clasificado por la norma como suelos arcillosos con contenido de humedad alto.	12	34	54	32	12	16	A-6 (5)			-
---0,5		Suelo de color gris claro , clasificado por la norma como suelos arcillosos con contenido de humedad alto.	8	36	56	29	11	17	A-6 (5)			-
---		Suelo de color gris claro , clasificado por la norma como suelos arcillosos con contenido de humedad alto.	6	26	67	32	13	18,7	A-6 (8)		1,13	-
---1,5												-

CALICATA 4




OBSERVACIONES:	Los ensayos fueron realizados por el tesista bajo la dirección del director de tesis.	Ing Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS	Jorge Luis Vásquez C. TESISTA
-----------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	----------------------------------

Pozo 5

 DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		Sondeo N°: 5	Hoj 5 de 10									
INF-LAB-DGM-IC-007-2014												
PROYECTO: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Yanacochoa "		Coordenadas N: 9559372 E: 0702053	Cota: 2162 Profundidad Final: 1.50 m									
UBICACIÓN: SAN CAYETANO BAJO		Nivel Freático Inicio: --- Fin: ---	FECHA DE SONDEO /ABRIL - AGOSTO/ 2014									
PROFUNDIDAD (m)	REGISTRO GEOLOGICO		PROFUNDIDAD (m)									
	PERFIL	SIMBOLOGIA		DESCRIPCIÓN								
				GRANULOM	LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Esfuerzo de ruptura a compresion axial no confinada - Penetrometro de bolsillo, qu (kg/cm ²)		
			G	S	F	%	%	%				
--0,2			Capa vegetal, Café claro								Materia Organica	
--0,5			Suelo de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.		0	14	86	34	12	28,1	A-6 (12)	
--1			Suelo de color gris claro, clasificado por la norma como suelo limoso con contenido de humedad medio.		0	48	52	24	6	17,4	A-3 (3)	
--1,5			Suelo de color gris claro, clasificado por la norma como suelo limoso con contenido de humedad medio.		0	11	89	27	10	14,8	A-4 (11)	1,13

CALICATA 5



OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista bajo la direccion del director de tesis.	Ing Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS	Jorge Luis Vásquez C. TESISISTA
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	------------------------------------

Pozo 6



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO		Sondeo N°: 6	Hoja: 6 de 10
INF-LAB-DGM-IC-007-2014			
PROYECTO: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Yanacocha"	N: 9560042 E: 0702333	Cota: 2242	Profundidad Final: 1.50 m
	UBICACIÓN: YANACOAHA		Nivel Freático Inicio: ---- Fin: ----





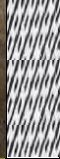

PROFUNDIDAD (m)	REGISTRO GEOLOGICO							N. FREÁTICO	Esfuerzo de ruptura a compresión axial no confinada - Penetrometro de bolsillo, qu (kg/cm ²)	PROFUNDIDAD (cm)	
	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			AASTHO				
				G	S	F					LL %
---0,2			Capa vegetal, café oscuro								
			Suelo arcilloso de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcillosos con contenido de humedad alto.	2	36	62	46	21	25,4	A-7-6 (11)	
---0,5			Suelo arcilloso de color café amarilloso, clasificado por la norma como suelo arcillosos con contenido de humedad alto.	11	28	61	42	20	24,2	A-7-6 (10)	
---1			Suelo arcilloso de color café oscuro, clasificado por la norma como suelo arcillosos con contenido de humedad alto.	11	35	54	35	16	21,7	A-6 (6)	0,74
---1,5											

CALICATA 6



OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista bajo la dirección del director de tesis.	Ing Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS	Jorge Luis Vásquez C. TESISTA
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	----------------------------------

Pozo 7

 DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		Sondeo N°: 7	Hoja: 7 de 10								
REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO											
INF-LAB-DGM-IC-007-2014											
PROYECTO: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono " Yanacocha"		Coordenadas N: 9559890 E: 0702759	Cota: 2284 Profundidad Final: 1.50 m								
UBICACIÓN: YANACOCCHA		Nivel Freático Inicio: ---- Fin: ----	FECHA DE SONDEO /ABRIL - AGOSTO/ 2014								
PROFUNDIDAD (m)	REGISTRO GEOLOGICO			GRANULOM	LL	IP	W	AASTHO	N. FREÁTICO	Esfuerzo de ruptura a compresion axial no confinada - Penetrometro de bolsillo, qu (kg/cm ²)	PROFUNDIDAD (cm)
	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN								
--0,2		Capa vegetal, café oscuro						Materia Organica			-
--0,5		Suelo arcilloso de color café oscuro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	6	25	69	46	21	28	A-7-6 (14)		--0,5
--1		Suelo arcilloso de color gris claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	0	19	81	41	24	20,4	A-7-6 (19)		--1
--1,5		Suelo arcilloso de color gris claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.	0	20	80	37	19	19,1	A-6 (15)	1,13	--1,5
CALICATA 7											
											
OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista bajo la dirección del director de tesis.		Ing Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS		Jorge Luis Vásquez C. TESISTA							

Pozo 8




DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO		Sondeo N°: 8	Hoja: 8 de 10
INF-LAB-DGM-IC-007-2014			
PROYECTO: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Yanacocha"		N: 9560392	Cota: 2240
		E: 0702834	
UBICACIÓN: YANACOCCHA		Nivel Freático Inicio: ---- Fin: ----	FECHA DE SONDEO / ABRIL - AGOSTO / 2014

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	REGISTRO GEOLOGICO							N. FREÁTICO	Esfuerzo de ruptura a compresión axial no confinada - Penetrometro de bolsillo, qu (kg/cm ²)	PROFUNDIDAD (m)
			GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO			
			G	S	F							
--0,2	[Symbol]		Capa vegetal, marron oscuro									-
-	[Symbol]		Suelo arcilloso de color marron claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.									-
--0,5	[Symbol]		6	31	63	38	18	18,3	A-6 (9)		-	
-	[Symbol]		Suelo arcilloso de color marron claro, clasificado por la norma como suelo arcilloso con contenido de humedad alto.									-
--1	[Symbol]		8	41	51	34	14	18,4	A-6 (5)		-	
-	[Symbol]		Suelo arcilloso de color marron oscuro, clasificado por la norma como suelo arcillosos con contenido de humedad alto.									-
--1,5	[Symbol]		5	28	67	34	15	18,7	A-6 (9)	1,13	-	
-	[Symbol]											-
--1,5	[Symbol]											-

CALICATA 8



OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista bajo la dirección del director de tesis.	Ing Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS	Jorge Luis Vásquez C. TESISTA
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	----------------------------------

Pozo 9



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO		Sondeo N°: 9	Hoja: 9 de 10
INF-LAB-DGM-IC-007-2014			
PROYECTO: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Yanacochoa"	Coordenadas N: 9560329 E: 0702270	Cota: 2220	Profundidad Final: 1.50 m
			UBICACIÓN: YANACOCHA

PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	SIMBOLOGÍA	REGISTRO GEOLOGICO							N. FREÁTICO	Esfuerzo de ruptura a compresión axial no confinada - Penetrometro de bolsillo, qu (kg/cm ²)	PROFUNDIDAD (m)
			DESCRIPCIÓN			GRANULOM			AASTHO			
			G	S	F	LL	IP	W				
0.2			Capa vegetal, café oscuro							Materia Organica		
0.5			Suelo arcilloso de café oscuro, clasificado por la norma como Suelo arcillosos con contenido de humedad alto.	7	32	61	53	18	33	A-7-5 (11)		
1.0			Suelo arcilloso de color gris claro, clasificado por la norma como suelo arcillosos con contenido de humedad alto.	7	23	70	41	18	24,7	A-7-6 (12)		
1.5			Suelo arcilloso de color gris claro, clasificado por la norma como suelo limoso con contenido de humedad alto.	3	50	47	28	10	15,1	A-4 (2)	0,82	

CALICATA 9



OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista bajo la dirección del director de tesis.	Ing Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS	Jorge Luis Vásquez C. TESISISTA
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	------------------------------------

Pozo 10



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO		Sondeo N°: 10	Hoja: 10 de 10
INF-LAB-DGM-IC-007-2014			
PROYECTO: "Caracterización de los materiales de subrasante en zonas no urbanizadas de la ciudad de Loja, aplicadas a obras de infraestructura vial en el polígono "Yanacocha"	Coordenadas N: 9560829 E: 0702256	Cota: 2160	Profundidad Final: 1.50 m
UBICACIÓN: YANACOAHA	Nivel Freático Inicio: --- Fin: ---	FECHA DE SONDEO /ABRIL - AGOSTO/ 2014	

PROFUNDIDAD (m)	REGISTRO GEOLOGICO										N. FREÁTICO	Esfuerzo de ruptura a compresion axial no confinada - Penetrometro de bolsillo, qu (kg/cm ²)	PROFUNDIDAD (m)	
	PERFIL	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	AASTHO				
				G	S	F								%
---0,2		*****	Capa vegetal, negro									Materia Organica		
			Suelo de color negro, clasificado por la norma como suelo limoso con contenido de humedad alto.	4	28	68	34	7	23,1		A-4 (7)			
---0,5			Suelo arcilloso de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcillosos con contenido de humedad alto.	2	22	76	35	12	22,6		A-6 (9)			
			Suelo arcilloso de color café claro, clasificado por la norma como suelo arcillosos con contenido de humedad alto.	24	35	41	34	11	16,8		A-6 (1)		1,12	
---1,5														

CALICATA 10



OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista bajo la dirección del director de tesis.	Ing Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS	Jorge Luis Vásquez C. TESISTA
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	----------------------------------

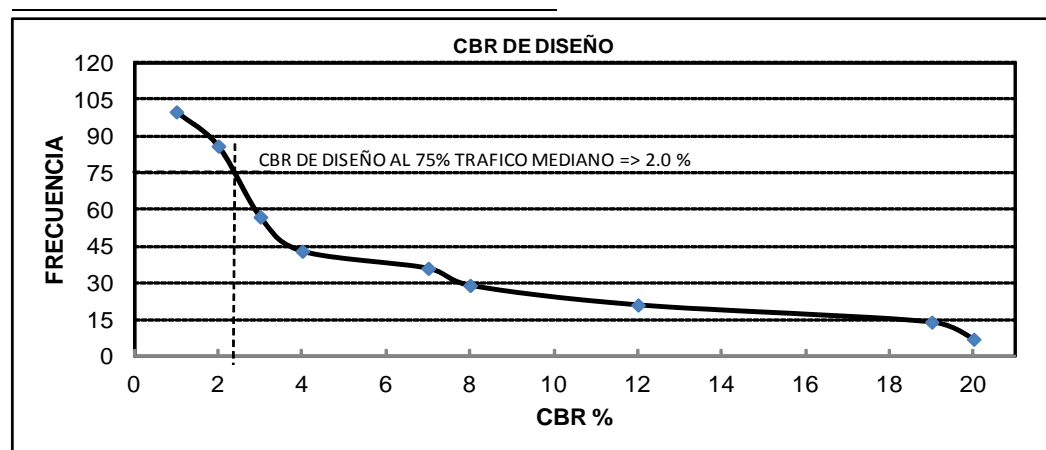
Las condiciones de los suelos a nivel de subrasante a la profundidad de 1.50 m, en lo que pertenece a condiciones de humedad óptima, densidad seca máxima y CBR al 95% de la ésta densidad para los pozos ensayados se muestran en el siguiente cuadro de resumen.

Cuadro de resumen: Capacidad de soporte del suelo.

Registro Geologico		COMPACTACION		CBR de lab.	Penetrómetro Dinámico de Cono	DESCRIPCIÓN
Pozo	Profun. de la Subr. (m)	Densidad Seca Maxima (gr/cm ³)	Humedad óptimo (%)	%	%	
1	1.5	1.784	15.29	4	7	La categoria de la subrasante se la considera como Pobre
2	1.5	1.720	17.69	2	20	La categoria de la subrasante se la considera como Inadecuada
3	1.5	1.919	12.02	2	2	La categoria de la subrasante se la considera como Inadecuada
4	1.5	1.835	13.29	1	-----	La categoria de la subrasante se la considera como Inadecuada
5	1.5	1.979	11.44	2	-----	La categoria de la subrasante se la considera como Inadecuada
6	1.5	1.905	12.79	3	-----	La categoria de la subrasante se la considera como Pobre
7	1.5	2.039	10.25	3	19	La categoria de la subrasante se la considera como Pobre
8	1.5	1.997	10.92	1	-----	La categoria de la subrasante se la considera como Inadecuada
9	1.5	2.048	9.59	8	-----	La categoria de la subrasante se la considera como Regular
10	1.5	1.981	10.65	12	-----	La categoria de la subrasante se la considera como Buena

OBSERVACIONES: Los ensayos fueron realizados por el tesista bajo la supervision del director de tesis.	Ing. Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS	Egdo. Jorge Luis Vásquez C. TESISTA
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------	----------------------------------------

Es importante recalcar que el valor de CBR utilizado para el diseño de obras de infraestructura vial no sea subestimado, por cuanto dará lugar a un mayor costo de construcción del pavimento, ni sobreestimado en un grado tal, que existan riesgos importantes de falla, según las especificaciones del (MOP) se realizó el cálculo del CBR de diseño para toda la zona de estudio en función de los valores de CBR de laboratorio obtenidos en cada uno de los pozos y tomando en cuenta la tabla 3.4 que se muestra en el capítulo anterior.



El valor de CBR de diseño es de 2.00% que corresponde a una subrasante de categoría inadecuada según la tabla 2.6 y se sugiere mejorar las propiedades físico – mecánicas de este material con el estudio del material del banco de préstamo.

Se realizó el estudio de la cantera más cercana a la zona del proyecto obteniendo los siguientes resultados: el contenido de humedad natural con un valor de 13.00% los límites de consistencia LL y LP 20.00% y 12.00% respectivamente con un índice de plasticidad de 8.00%, el material es de tipo A-2-4 clasificado por las normas AASTHO como gravas y arenas arcillosas o limosas por último el porcentaje de abrasión es de 46.00% que cumple con las especificaciones recomendadas por el MOP 2002.

En éste estudio no se encontró materiales originales que cumplan los requisitos para estas superficies de áridos no tratados puesto que el porcentaje de desgaste es de 46.00% valor muy cercano al límite permitido por las especificaciones 50.00%, éstas recomiendan el estudio de mezclas óptimas en este caso se analizó una mezcla en las proporciones de 50.00 % material de la cantera Zalapa y 50.00 % de material de río que dio como resultado los siguientes parámetros: el CBR de diseño con un valor de 31.00 % los límites de

consistencia NP y el porcentaje de abrasión de 38.00 % que cumple con los parámetros recomendadas por el MOP 2002.

Con el valor de CBR de diseño menor a 10.00% y al tratarse de suelos finos en su mayoría arcillas se calculó módulo resiliente (Mr) con la siguiente expresión $Mr = 1500 (CBR)$; para $CBR < 10 \%$, sugerida por las normas AASTHO para este tipo de suelos, obteniendo el siguiente resultado:

- Mr: 3000 psi

- Mr: 20.70 MPa

CONCLUSIONES

- En los suelos analizados y estudiados en las diferentes calicatas, en lo que corresponde a los ensayos de clasificación de suelos según la norma AASHTO, se tiene en la mayoría suelos A-7-6 en los pozos 2, 3, 6, 9 y A-6 en los pozos 1, 4, 7, 8; clasificados por la norma como suelos arcillosos de elevada plasticidad y de mediana o baja plasticidad, estos suelos presentan un contenido de humedad alto, y en otro sector la presencia de suelos A-4 que corresponde 5 y 10; clasificados por la norma como suelos limosos con contenido de humedad medio.
- Las condiciones de los suelos a nivel de subrasante en los ensayos de CBR al 95% de la densidad seca máxima referente a (ensayos de laboratorio – muestras alteradas), difieren en su mayoría con el valor del CBR de DCP (ensayos de campo – in situ) debido a que las muestras alteradas no presentan las mismas condiciones del suelo natural, pozos 1, 2, 3, 7 se tienen valores de CBR 4.0%, 2.0%, 2.0% y 3.0 % y de DCP (7.0%, 20.0%, 2.0% y 19.0%).
- Las condiciones de los suelos a nivel de subrasante a la profundidad de 1.50 m, en los ensayos CBR al 95% de la densidad seca máxima para los pozos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10; nos da valores de 4.0%, 2.0%, 2.0%, 1.0%, 2.0%, 3.0%, 3.0%, 1.0%, 8.0% y 12.0% respectivamente.
- En base a los valores de CBR al 95% de la densidad seca máxima y los valores del ensayo DCP, se calculó un CBR de diseño para el polígono YANACOCHA con un valor de 2.0%, dicho valor refleja una categoría de una subrasante S0 (Subrasante Inadecuada) para implantar una estructura de pavimento.
- Puesto que el área que conforma el polígono de estudio mantiene una categoría de subrasante inadecuada de acuerdo con el valor de 2.0% de CBR de diseño, se realizó el estudio de materiales de mina para mejorar las propiedades físico – mecánicas del material de subrasante.
- El mapa de zonificación geotécnica ya sea en función de la clasificación de los materiales presentes en el sector o de su capacidad de soporte realizada en este proyecto, sirve como como parámetro de referencia para la planificación de obras civiles aplicadas a la infraestructura vial en la ciudad de Loja.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar los parámetros obtenidos en el CBR de diseño para el diseño de una estructura de pavimentos
- La subrasante natural para alcanzar los niveles de rasante del proyecto deberán compactarse a un mínimo del 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.
- Se recomienda utilizar el sistema AASTHO que es el más apropiado para clasificar los suelos para estudio de calles y carreteras.
- Se recomienda que la toma de muestras para clasificación no se deben tomar al azar, sino de acuerdo con el desarrollo del perfil 0.5 m, 1.0 m y 1.5 m secuencia en que se presenten las diferentes capas de suelo.
- Es importante recalcar que el valor de CBR utilizado para el diseño de obras de infraestructura vial no sea subestimado, por cuanto dará lugar a un mayor costo de construcción del pavimento, ni sobreestimado en un grado tal, que existan riesgos importantes de falla.
- Se recomienda realizar estudios individuales de los materiales de cantera para poder realizar las mezclas que se utilizaran como material de mejoramiento.
- Se recomienda que para mejorar los materiales de subrasante se debe realizar un estudio de materiales de préstamo para obtener mezclas óptimas que pueden estar entre 50 % de la cantera de Zalapa y 50 % de río que dio como resultado los siguientes parámetros: el CBR de diseño con un valor de 31 % los límites de consistencia NP y el porcentaje de abrasión de 38 % que cumple con las especificaciones recomendadas por el MOP 2002.

BIBLIOGRAFÍA

- **BONIFAZ Hugo, TORRES Milton;** —Ingeniería de los suelos 2, Escuela Politécnica Del Ejército, Facultad de Ingeniería Civil.
- **CRESPO VILLALAZ.** 2004. Mecánica de suelos y cimentaciones; Quinta edición. Editorial Limusa – Noriega.
- **DAS BRAJA.** 2001. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica; Editorial Thomson International, México.
- **DAS BRAJA.** 2006. Principios de Ingeniería de Cimentaciones; Quinta edición. Editorial Thomson International, México.
- **JIMÉNEZ MORENO., GARCÍA FELIPE., CRUAÑEZ GEGOÑA.** 2007. Sistema y análisis de la información geográfica; Manual de autoaprendizaje con ArcGis 9.3; Primera edición. Editorial Alfaomega S.A de C.V., Madrid.
- **MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES MOP-001-F 2002,** Ecuador –Quito 2002; —Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.
- **MINISTERIO DE TRANSPORTE,** Instituto Nacional de Vías de Colombia; Especificaciones generales de construcción de carreteras.
- **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES,** Dirección general de caminos y ferrocarriles del Perú; —Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito.
- **MONTEJO FONSECA.** 2010. Ingeniería de Pavimentos; Tercera edición Tomo 1. Editorial Panamericana Formas e Impresas S.A., Colombia.
- **ASTM INTERNATIONAL,** Designación D 6951-03; —Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en estructuras de pavimentos.

- **AASHTO - T 265;** —Contenido de humedad

- **AASHTO - T89;** —Límites de Atterberg.

- **AASHTO - T21;** —Análisis granulométrico.

- **AASHTO - T180;** —Compactación de suelos.

- **AASHTO - T193;** —Relación de Soporte de California.

- **AASHTO - T96;** —Abrasión

- **MORALES PAREJA, Antonio B.;** —Diseño de pavimento flexible

- **RUIZ., Celestino;** —Materiales para Caminos.

- **VISCARRA AGREDA, Fabián;** —El Cono Dinámico De Penetración y Su Aplicación En La Evaluación de Suelos.

ANEXOS

ANEXO I ENSAYOS DE LABORATORIO

Pozo 1



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

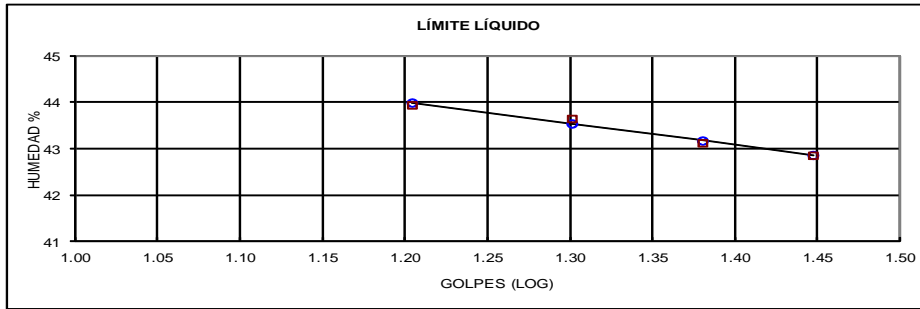
INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO	CALICATA:	1
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	1
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	0.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		273.90 320.33	198.40 238.65	37.09 63.20	46.80 46.55	46.68
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 24 28	70.13 68.97 68.46 69.45	65.45 64.33 64.13 64.89	54.80 53.70 54.09 54.25	43.94 43.65 43.13 42.86	43.09
3.- LÍMITE PLÁSTICO		63.72 62.33	63.47 62.09	62.58 61.22	28.09 27.59	27.84

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	561.87	(H/S)	S	GRAVA	1
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			561.87	ARENA	36
				FINOS	63
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	43.00
1"	0.00	0	100	LP =	28.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	15.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	1.53	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	6.76	1	99	SUCS : ML	
No. 10	15.99	3	97	AASHTO: A-7-6	
No. 40	66.60	12	88	IG(86):	8
No. 200	210.61	37	63	IG(45):	8



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

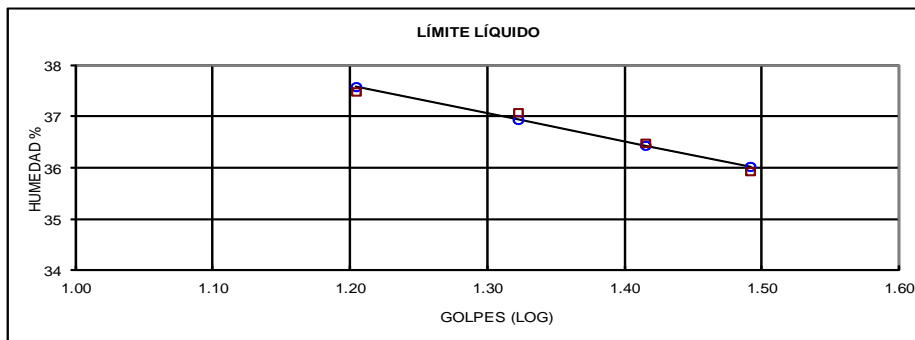
OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO	CALICATA:	1
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	2
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		353.58 351.86	283.73 281.91	60.62 54.64	31.31 30.78	31.04
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 21 26 31	72.05 70.30 72.75 75.61	67.99 66.97 68.74 71.33	57.16 57.99 57.75 59.42	37.49 37.08 36.49 35.94	36.53
3.- LÍMITE PLÁSTICO		69.67 31.34	69.52 31.17	68.91 30.48	24.59 24.64	24.61

4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN
-------------------	-------------------

PESO IN= 581.66 (H/S)	S	GRAVA	10
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 581.66		ARENA	36
		FINOS	54

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	
1"	0.00	0	100	LL = 37.00
3/4"	0.00	0	100	LP = 25.00
1/2"	18.23	3	97	IP = 12.00
3/8"	32.43	6	94	
No. 4	58.57	10	90	CLASIFICACIÓN
No. 10	91.70	16	84	SUCS : ML
No. 40	160.15	28	72	AASHTO: A-6
No. 200	270.20	46	54	IG(86): 4
				IG(45): 4



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

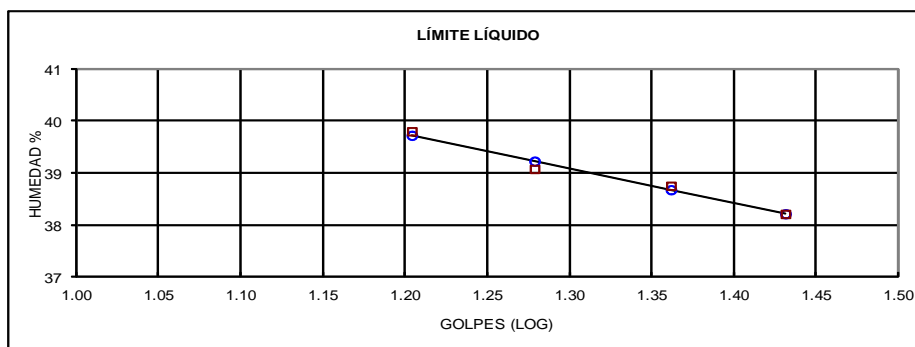
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO	CALICATA:	1
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	3
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		376.67 356.84	305.88 288.62	65.12 60.37	29.40 29.89	29.65
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 19 23 27	81.00 73.35 74.84 50.98	76.61 69.20 70.86 46.96	65.58 58.58 60.59 36.44	39.80 39.08 38.75 38.21	38.44
3.- LÍMITE PLÁSTICO		72.04 62.51	71.77 62.23	70.68 61.10	24.77 24.78	24.77
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 584.44 (H/S)		S		GRAVA		15
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		584.44		ARENA		34
				FINOS		51
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 38.00		
1"	0.00	0	100	LP = 25.00		
3/4"	8.72	1	99	IP = 13.00		
1/2"	36.57	6	94	CLASIFICACIÓN		
3/8"	54.99	9	91	SUCS : ML		
No. 4	90.45	15	85	AASHTO: A-6		
No. 10	134.26	23	77	IG(86): 4		
No. 40	198.54	34	66	IG(45): 4		
No. 200	288.66	49	51			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

NORMA : AASHTO T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ : SAN CAYETANO ALTO

PROFUND.: 1.5 m

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO : J.V

FECHA : /ABRIL - AGOSTO/ 2014

CALICATA : 1

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	3
DIÁMETRO:	15.21 cm.
ALTURA:	11.64 cm
VOLUMEN :	2,115 cm ³
PESO :	6,476 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	8%	10%	12%	14%
Peso comp.:	10,700	10,819	10,857	10,795
Peso suelo:	4,224	4,343	4,381	4,319
Dens. Hum :	1,997	2,053	2,071	2,042

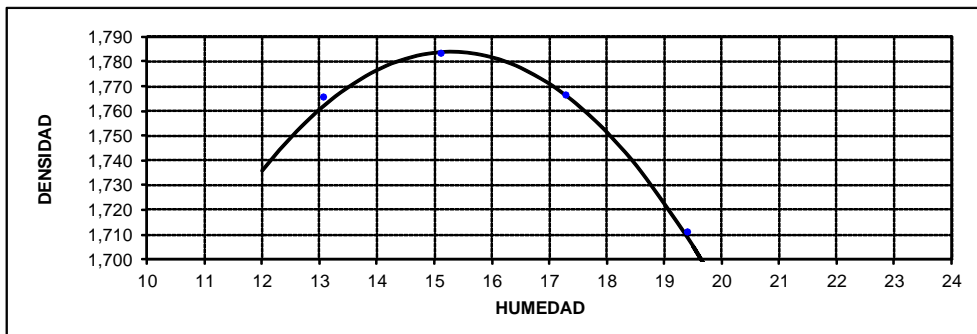
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	407.52	369.64	410.79	419.56	395.89	407.58	381.05	412.33
W. seco:	367.53	331.35	364.56	372.56	346.49	356.20	325.43	356.32
W. caps:	63.23	38.00	59.69	61.23	60.59	57.69	37.10	67.12
w (%) :	13.14	13.05	15.16	15.10	17.28	17.21	19.29	19.37
promedio		13.10		15.13		17.25		19.33
Dens. Seca:		1,766		1,784		1,767		1,711

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1,784 Kg/m³
15.29 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la direccion del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALIZ: SAN CAYETANO ALTO

SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

CALICATA: 1

NUMERO DEL MOLDE N°	10	11	12
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.2	15.21	15.21
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.83	12.82	12.83
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08

NORMA: ASTM 1883

PROF: 1.5 m

REALIZADO: J.V

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA * C. B. R. *

MOLDE N°	10		11		12		
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	11977	12172	11406	11715	11143	11515
PESO DEL MOLDE + BASE	gr.	7175	7175	6854	6854	6843	6843
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr.	4802	4997	4552	4861	4300	4672
VOLUMEN DE MUESTRA	cm ³	2328.11	2328.11	2329.36	2329.36	2331.18	2331.18
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	2.063	2.146	1.954	2.087	1.845	2.004

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	
RECIPIENTE N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42	
PESO DEL RECIPIENTE.	gr.	65.27	59.90	63.28	62.17	37.98	59.06	63.30	66.66	65.58	61.23	37.97	68.56
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr.	321.57	297.03	317.57	321.71	335.22	386.16	412.27	325.03	391.27	387.73	374.43	339.01
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr.	287.57	265.69	276.63	279.53	295.74	342.87	349.96	278.84	348.24	344.52	307.43	285.58
PESO DE AGUA.	gr.	34	31.34	40.94	42.18	39.48	43.29	62.31	46.19	43.03	43.21	67	53.43
PESO DE MUESTRA SECA.	gr.	222.3	205.79	213.35	217.36	257.76	283.81	286.66	212.18	282.66	283.29	269.46	217.02
CONTENIDO DE HUMEDAD.	gr.	15.29	15.23	19.19	19.41	15.32	15.25	21.74	21.77	15.22	15.25	24.86	24.62
HUMEDAD PROMEDIO.	%.	15.26		19.30		15.28		21.75		15.24		24.74	
DENSIDAD SECA.	gr/cm ³	1.790		1.799		1.695		1.714		1.601		1.607	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	10	11	12
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12172	11715	11515
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	11977	11406	11143
PESO DE AGUA ABSORBIDA	195	309	372
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	4.06	6.79	8.65

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE LONGITUD	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE LONGITUD	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE LONGITUD	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	mm	%	mm x 10 ⁻²	mm	%	mm x 10 ⁻²	mm	%
	1	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	121	1.21	0.94	366	3.66	2.85	327	3.27	2.55
	3	142	1.42	1.11	378	3.78	2.95	333	3.33	2.60
	4	148	1.48	1.15	381	3.81	2.97	338	3.38	2.63
	5	150	1.5	1.17	394	3.94	3.07	340	3.40	2.65

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET	CARGAS	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²
0.025		19.0	11.89		10.00	6.26		8.0	5.01	
0.050		49.0	30.67		20.00	12.52		17.0	10.64	
0.075		85.0	53.20		31.00	19.40		25.0	15.65	
0.100	1000	126.0	78.86	11.2	46.00	28.79	3.8	34.0	21.28	2.3
0.150		207.0	129.56		79.00	49.44		49.0	30.67	
0.200	1500	276.0	172.74	12.9	107.00	66.97	4.7	62.0	38.80	2.67
0.250		340.0	212.80		130.00	81.37		74.0	46.32	
0.300	1900	397.0	248.48		149.00	93.26		85.0	53.20	
0.400	2300	494.0	309.19		182.00	113.91		109.0	68.22	
0.500	2600	573.0	358.63		215.00	134.57		129.0	80.74	

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : SAN CAYETANO ALTO

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

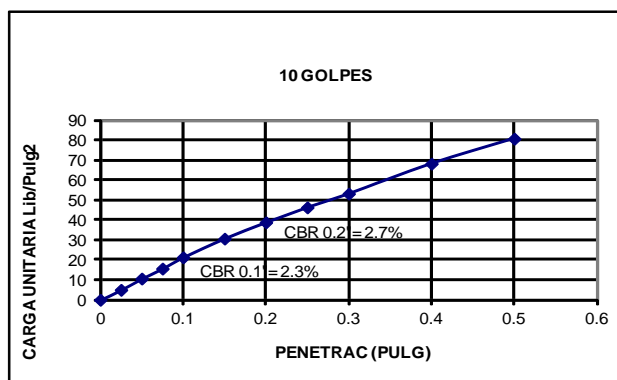
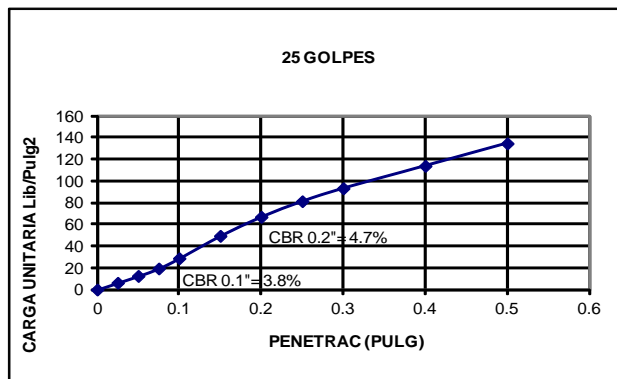
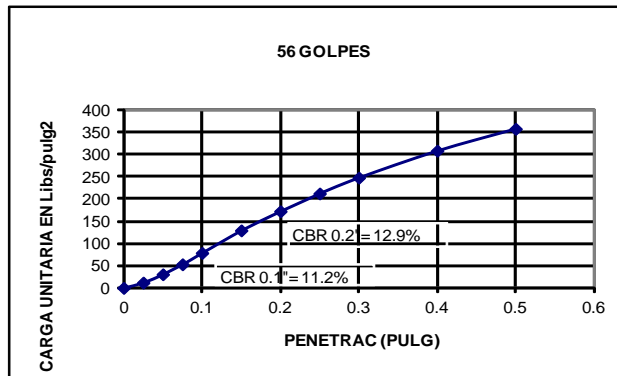
FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014

CALICATA : 1

PROF : 1.50 m

REALIZADO : J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

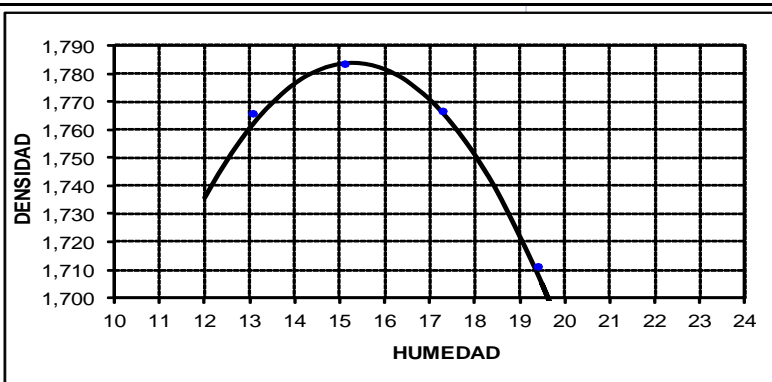
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ : SAN CAYETANO ALTO
 SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014
 CALICATA : 1
 PROF : 1.50 m
 REALIZADO : J.V

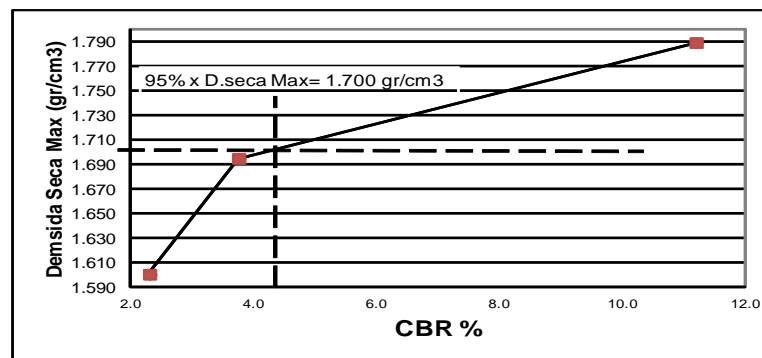
DENSIDAD SECA MÁXIMA/ 1,784 Kg/m³
CONT. DE AGUA OPTIMO 15.29 %



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 4 %

CBR POZO 1

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max. (gr/cm3)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm3)	X	Y
	0.1	0.2				
56	11.2	12.93	1.790	1.700	11.2	1.790
25	3.75	4.67	1.695		3.75	1.695
10	2.3	2.7	1.601		2.3	1.601



OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
 DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
 TESISISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

ENSAYO D.C.P - C.B.R.

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

Localización = YANACOCCHA -SAN CAYETANO BAJO

Pozo = 1

Profundidad (m) 1.50

Valor mm/golpe : 27.00

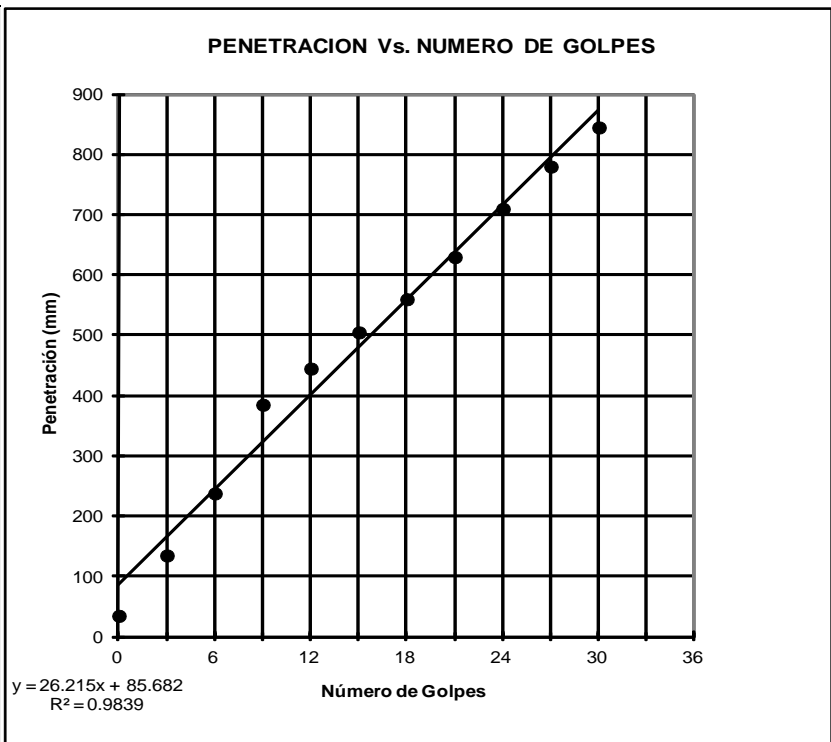
CBR (Kleyn 1975) = 7.7

CBR (Kleyn & Heerden 1983) = 6.1

CBR (Harrison 1987) = 8.3

Valor CBR Promedio = 7.4

Golpes Acumulados	Penetración (mm)
0	35.00
3	135.00
6	238.00
9	385.00
12	445.00
15	505.00
18	560.00
21	630.00
24	710.00
27	780.00
30	845.00



Observaciones: El ensayo es realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis. El resultado de el CBR de DCP es 7.0%

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA

Pozo 2



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

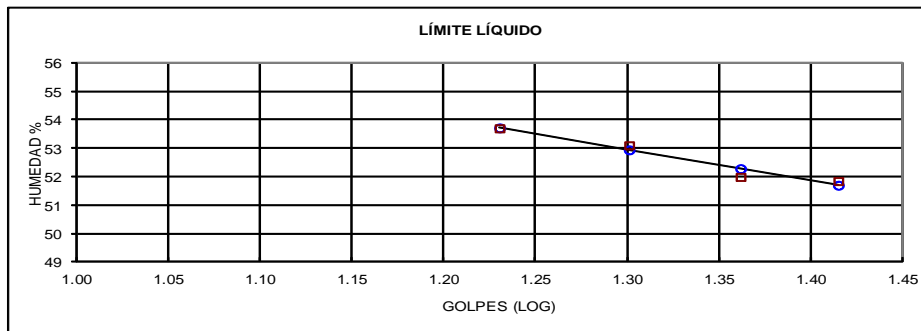
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO BAJO	CALICATA:	2
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	1
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	0.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		305.34 306.50	227.14 228.58	57.38 61.74	46.07 46.70	46.38
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 20 23 26	84.18 80.34 69.82 87.95	78.73 75.11 65.11 82.60	68.58 65.26 56.05 72.28	53.69 53.10 51.99 51.84	51.88
3.- LÍMITE PLÁSTICO		61.75 57.07	61.55 56.90	60.82 56.28	27.40 27.42	27.41
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 530.97 (H/S) S			GRAVA 2			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 530.97			ARENA 18			
			FINOS 80			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA			
1"	0.00	0	100			
3/4"	0.00	0	100			
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	11.25	2	98			
No. 10	18.45	3	97			
No. 40	33.80	6	94			
No. 200	103.71	20	80			
			LL = 52.00			
			LP = 27.00			
			IP = 25.00			
			CLASIFICACIÓN			
			SUCS : CH			
			AASHTO: A-7-6			
			IG(86): 21			
			IG(45): 16			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

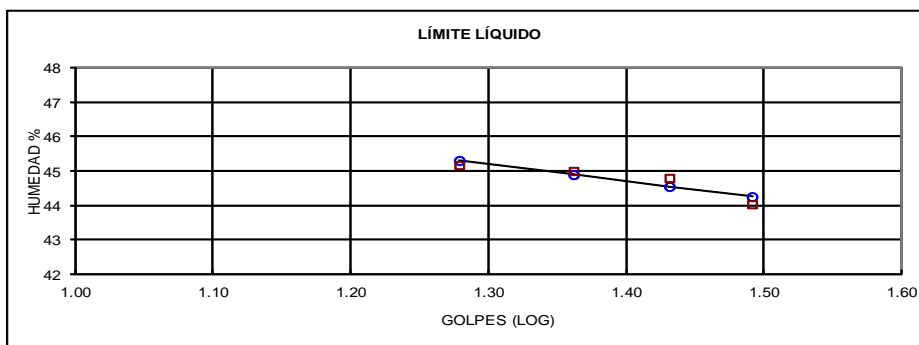
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ: SAN CAYETANO BAJO	CALICATA: 2
SOLIC: EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA: 2
FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD: 1 m
	REALIZADO: J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		351.04 369.04	281.98 297.16	60.30 67.09	31.15 31.24	31.20
2.- LÍM. LÍQUIDO	19 23 27 31	82.41 66.40 65.90 72.87	78.76 63.70 62.37 68.92	70.68 57.70 54.49 59.95	45.17 45.00 44.80 44.04	44.72
3.- LÍMITE PLÁSTICO		58.36 56.18	58.19 56.01	57.44 55.26	22.67 22.67	22.67
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 538.48 (H/S) S			GRAVA 1			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 538.48			ARENA 18			
			FINOS 81			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 45.00		
1"	0.00	0	100	LP = 23.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 22.00		
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-7-6 IG(86): 18 IG(45): 14		
No. 4	2.96	1	99			
No. 10	10.54	2	98			
No. 40	28.03	5	95			
No. 200	101.38	19	81			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

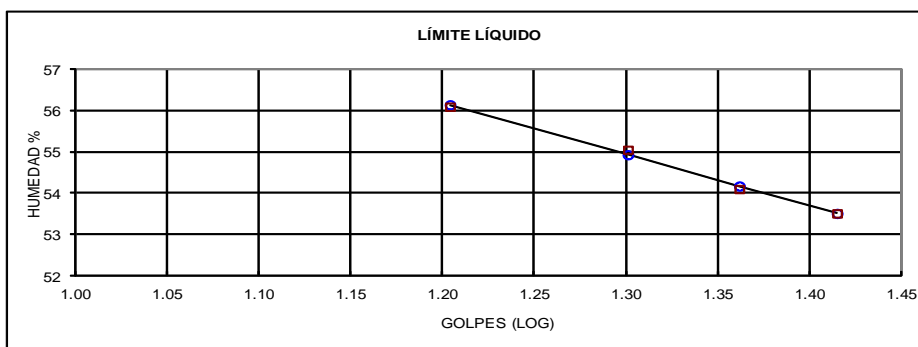
INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO BAJO	CALICATA:	2
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	3
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		362.03 370.54	288.39 296.25	56.98 59.53	31.82 31.38	31.60
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 23 26	74.57 70.04 73.81 71.08	69.41 66.44 69.39 66.89	60.21 59.90 61.22 59.06	56.09 55.05 54.10 53.51	53.72
3.- LÍMITE PLÁSTICO		56.28 60.30	56.12 60.15	55.47 59.54	24.62 24.59	24.60

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	507.55	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			507.55	ARENA	7
				FINOS	93
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	54.00
1"	0.00	0	100	LP =	25.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	29.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100		
No. 4	0.46	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 10	0.70	0	100	SUCS :	CH
No. 40	4.67	1	99	AASHTO:	A-7-6
No. 200	35.48	7	93	IG(86):	30
				IG(45):	18



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vázquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

NORMA : AASHTO T 180-D

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ: SAN CAYETANO ALTO

PROFUND.: 1.5 m

SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO: J.V

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

CALICATA: 2

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.21 cm.
ALTURA:	11.64 cm
VOLUMEN :	2,115 cm ³
PESO :	6,476 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	14%	16%	18%	20%
Peso comp.:	10,700	10,777	10,822	10,811
Peso suelo:	4,224	4,301	4,346	4,335
Dens. Hum :	1,997	2,034	2,055	2,050

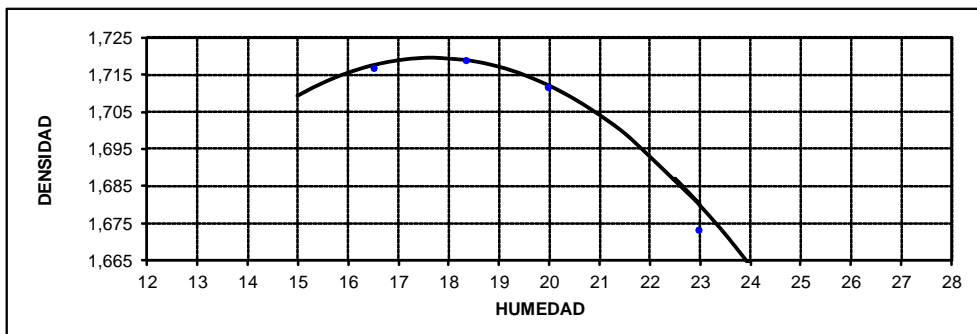
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	298.49	308.98	294.44	320.89	318.55	317.84	323.88	321.33
W. seco:	264.98	275.56	259.44	281.82	275.53	276.97	276.78	275.17
W. caps:	60.21	70.36	68.65	67.81	61.60	72.42	66.66	70.63
w (%) :	16.36	16.29	18.34	18.26	20.11	19.98	22.42	22.57
promedio	16.33		18.30		20.04		22.49	
Dens. Seca:	1,717		1,719		1,712		1,673	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1,720 Kg/m³
17.69 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la direccion del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
LOCALIZ: SAN CAYETANO ALTO
SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014
CALICATA: 2

NUMERO DEL MOLDE N°	1	2	3
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.22	15.22	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.79	12.79	12.77
ALTURA DEL ALZA: (cm)	4.94	4.94	4.94

NORMA: ASTM 1883
PROF: 1.5 m
REALIZADO: J.V

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "

MOLDE N°	1		2		3	
	56		25		10	
N ° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	11586	11930	11343	11791	10910	11439
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6840	6840	6856	6856	6814	6814
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	4746	5090	4487	4935	4096	4625
VOLUMEN DE MUESTRA cm ³	2326.96	2326.96	2326.96	2326.96	2323.33	2323.33
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm ³	2.040	2.187	1.928	2.121	1.763	1.991

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
RECIPIENTE N°												
PESO DEL RECIPIENTE. gr.	59.90	66.68	63.30	61.22	68.65	60.22	59.44	57.75	68.22	62.18	69.02	54.10
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	286.10	305.17	425.98	422.44	311.19	306.68	364.29	359.49	303.22	286.65	429.09	372.79
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	252.42	269.83	350.37	350.49	275.05	269.91	297.00	292.04	268.37	253.35	342.12	295.87
PESO DE AGUA gr.	33.68	35.34	75.61	71.95	36.14	36.77	67.29	67.45	34.85	33.3	86.97	76.92
PESO DE MUESTRA SECA. gr.	192.52	203.15	287.07	289.27	206.4	209.69	237.56	234.29	200.15	191.17	273.1	241.77
CONTENIDO DE HUMEDAD. gr.	17.49	17.40	26.34	24.87	17.51	17.54	28.33	28.79	17.41	17.42	31.85	31.82
HUMEDAD PROMEDIO. %	17.45		25.61		17.52		28.56		17.42		31.83	
DENSIDAD SECA. gr/cm ³	1.737		1.741		1.641		1.650		1.501		1.510	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	1	2	3
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	11930	11791	11439
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	11586	11343	10910
PESO DE AGUA ABSORBIDA	344	448	529
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	7.25	9.98	12.92

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	389	3.89	3.04	740	7.4	5.79	657	6.57	5.14
	3	563	5.63	4.40	782	7.82	6.11	689	6.89	5.40
	4	638	6.38	4.99	785	7.85	6.14	705	7.05	5.52
	5	674	6.74	5.27	790	7.9	6.18	741	7.41	5.80

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET.	CARGAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
plg.	lb/plg ²	plgx10 ⁻¹	lb/plg ²	lb/plg ²	plgx10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plgx10 ⁻¹	lb/plg ²	lb/plg ²
0.025		10.0	6.26		8.00	5.01		6.0	3.76	
0.050		19.0	11.89		15.00	9.39		10.0	6.26	
0.075		29.0	18.15		21.00	13.14		15.0	9.39	
0.100	1000	38.0	23.78	2.9	27.00	16.90	1.6	19.0	11.89	1.1
0.150		57.0	35.68		39.00	24.41		26.0	16.27	
0.200	1500	77.0	48.19	3.5	50.00	31.29	2.0	33.0	20.65	1.3
0.250		96.0	60.09		60.00	37.55		38.0	23.78	
0.300	1900	114.0	71.35		68.00	42.56		44.0	27.54	
0.400	2300	139.0	87.00		80.00	50.07		52.0	32.55	
0.500	2600	152.0	95.13		92.00	57.58		59.0	36.93	

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : SAN CAYETANO ALTO

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

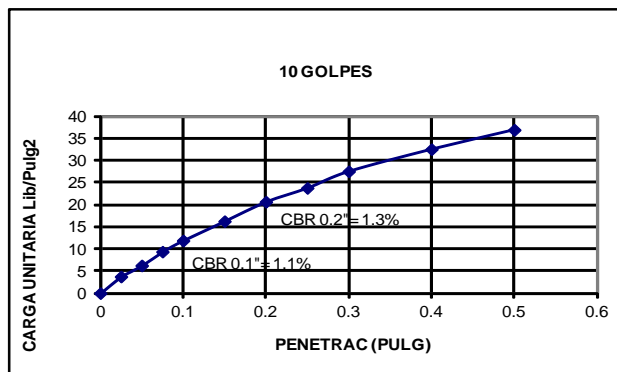
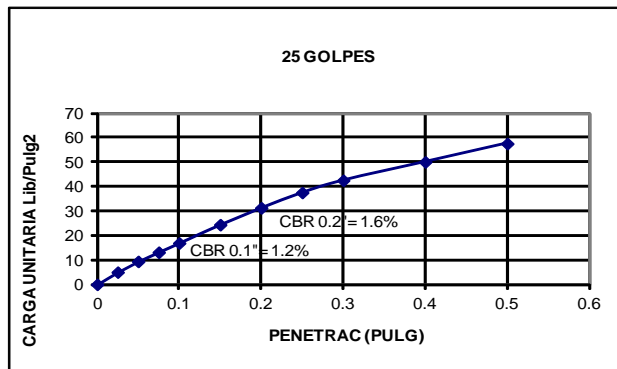
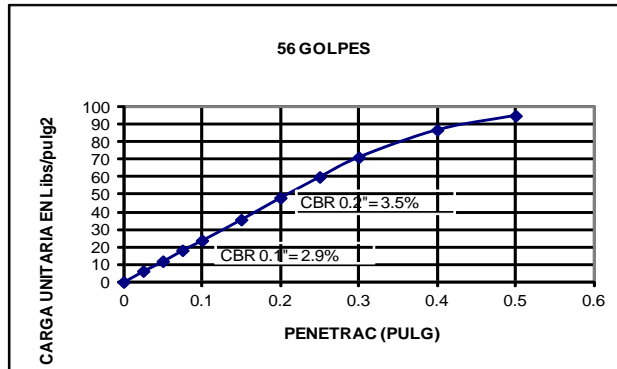
FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014

CALICATA : 2

PROF : 1.50 m

REALIZADO : J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

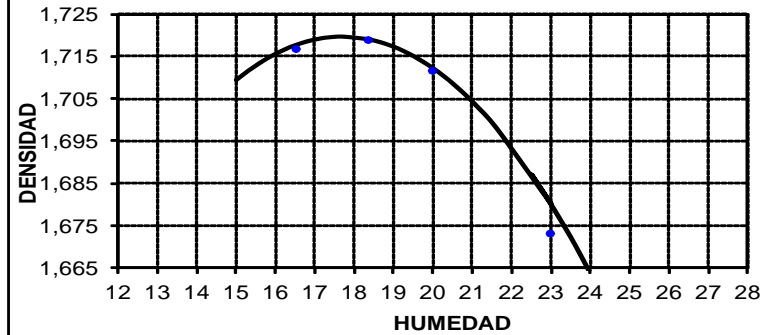
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL**

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ. : SAN CAYETANO ALTO
 SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014
 CALICATA : 2
 PROF : 1.50 m
 REALIZADO : J.V

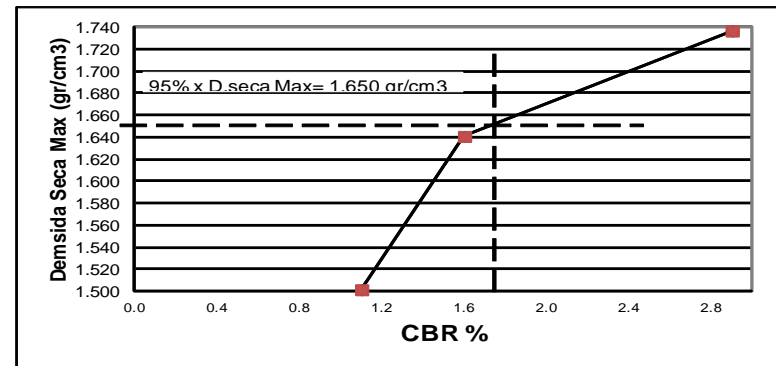
DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,720 Kg/m³
CONT. DE AGUA OPTIMO = 17.69 %



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 2 %

CBR POZO 2

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max. (gr/cm ³)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm ³)	X	Y
	0.1	0.2				
56	2.9	3.5	1.737	1.650	2.9	1.737
25	1.6	2	1.641		1.6	1.641
10	1.1	1.3	1.501		1.1	1.501



'OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
TESISTA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO D.C.P - C.B.R.

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

Localización = YANACOCCHA -SAN CAYETANO ALTO

Pozo = 2

Profundidad (m) 1.50

Valor mm/golpe : 12.38

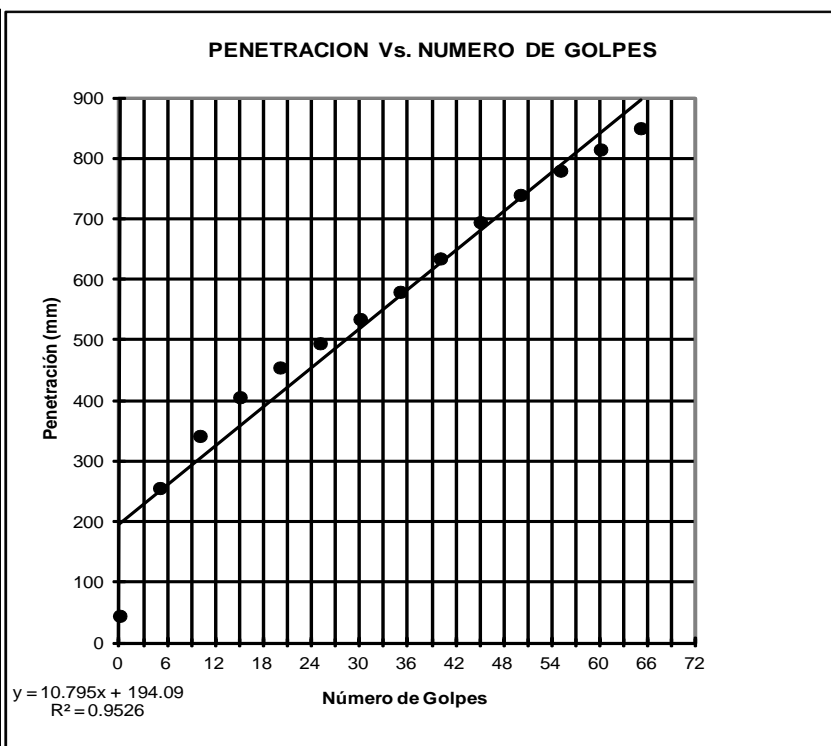
CBR (Kleyn 1975) = 21.1

CBR (Kleyn & Heerden 1983) = 16.9

CBR (Harrison 1987) = 23.0

Valor CBR Promedio = 20.3

Golpes Acumulados	Penetración (mm)
0	45.00
5	256.00
10	342.00
15	406.00
20	455.00
25	495.00
30	535.00
35	580.00
40	635.00
45	695.00
50	740.00
55	780.00
60	815.00
65	850.00



Observaciones: El ensayo es realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis. El resultado del CBR de DCP es 20.0 %

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA

Pozo 3



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO BAJO	CALICATA:	3
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	1
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	0.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		432.99 427.84	370.64 367.54	59.69 60.84	20.05 19.66	19.86
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 25 30	42.15 42.14 42.00 41.28	38.48 38.60 38.55 38.06	30.48 30.50 30.55 30.45	45.88 43.70 43.13 42.31	43.10
3.- LÍMITE PLÁSTICO		70.24 64.03	70.14 63.92	69.57 63.29	17.54 17.46	17.50

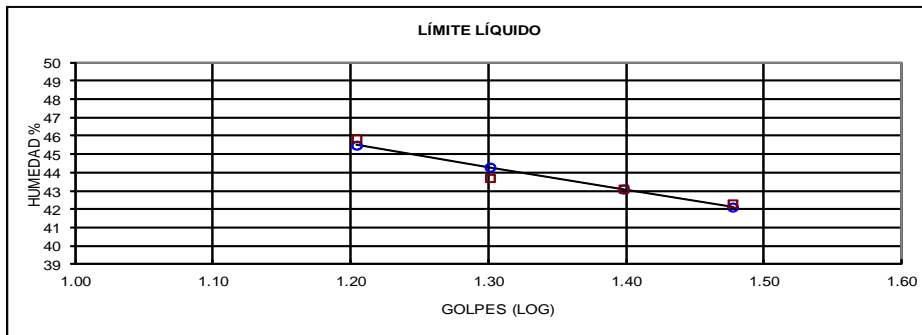
4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN
-------------------	-------------------

PESO IN= 519.64 (H/S) S	GRAVA 1
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 519.64	ARENA 12
	FINOS 87

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	3.26	1	99
No. 4	5.82	1	99
No. 10	10.11	2	98
No. 40	21.94	4	96
No. 200	67.74	13	87

LL =	43.00
LP =	18.00
IP =	25.00

CLASIFICACIÓN	
SUCS :	CL
AASHTO:	A-7-6
IG(86):	22
IG(45):	15



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO BAJO	CALICATA:	3
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	2
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1 m
		REALIZADO:	J.V

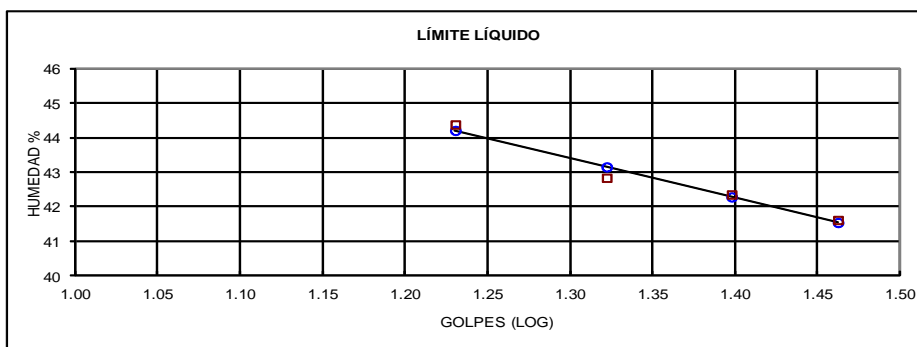
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		429.60 426.86	364.34 361.08	69.83 59.68	22.16 21.82	21.99
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 25 29	79.18 83.51 40.01 80.14	76.02 80.25 37.24 77.36	68.90 72.64 30.70 70.68	44.38 42.84 42.35 41.62	42.28
3.- LÍMITE PLÁSTICO		61.96 38.79	61.86 38.68	61.23 37.99	15.87 15.94	15.91

4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN
PESO IN= 511.82 (H/S) S PESO INICIAL DE CÁLCULO: 511.82	GRAVA 0 ARENA 14 FINOS 86

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	0.90	0	100
No. 10	4.84	1	99
No. 40	16.04	3	97
No. 200	72.84	14	86

LL =	42.00
LP =	16.00
IP =	26.00

CLASIFICACIÓN	
SUCS :	CL
AASHTO:	A-7-6
IG(86):	22
IG(45):	15



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

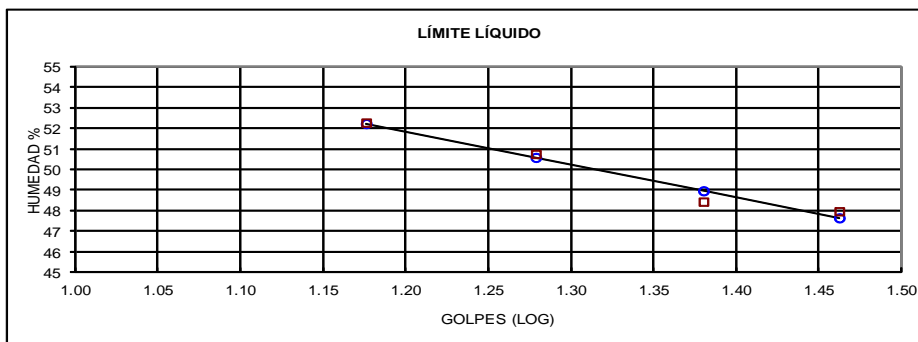
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO BAJO	CALICATA:	3
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	3
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/2014	PROFUNDIDAD:	1.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		322.02 304.34	273.19 258.28	59.90 61.52	22.89 23.41	23.15
2.- LÍM. LÍQUIDO	15 19 24 29	41.35 76.87 40.02 39.96	37.79 73.50 36.92 36.89	30.98 66.86 30.52 30.49	52.28 50.75 48.44 47.97	48.68
3.- LÍMITE PLÁSTICO		72.31 67.85	72.09 67.63	71.10 66.68	22.22 23.16	22.69
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 536.05 (H/S) S			GRAVA 0			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 536.05			ARENA 8			
			FINOS 92			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 49.00		
1"	0.00	0	100	LP = 23.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 26.00		
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
No. 4	0.43	0	100	SUCS : CL		
No. 10	1.55	0	100	AASHTO: A-7-6		
No. 40	8.02	1	99	IG(86): 26		
No. 200	43.43	8	92	IG(45): 16		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

NORMA: AASHTO T 180-D

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ: SAN CAYETANO BAJO

PROFUND.: 1.5 m

SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO: J.V

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

CALICATA: 3

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE		
DIÁMETRO:	15.22	cm.
ALTURA:	11.56	cm
VOLUMEN:	2,103	cm3
PESO :	6,252	gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	8%	10%	12%	14%
Peso comp.:	10,675	10,783	10,812	10,795
Peso suelo:	4,423	4,531	4,560	4,543
Dens. Hum :	2,103	2,154	2,168	2,160

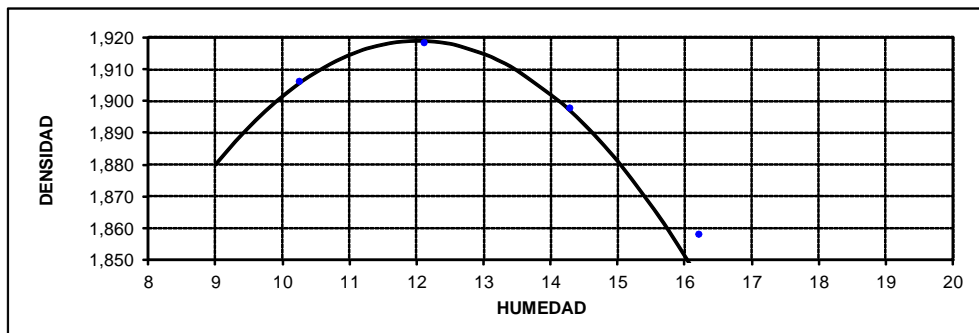
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	351.98	430.86	364.96	476.09	364.35	348.68	362.51	355.36
W. seco:	324.75	393.93	332.60	431.09	327.58	312.84	320.46	315.41
W. caps:	60.22	36.45	69.57	64.56	70.36	59.91	62.16	68.68
w (%) :	10.29	10.33	12.30	12.28	14.30	14.17	16.28	16.19
promedio	10.31		12.29		14.23		16.24	
Dens. Seca:	1,906		1,919		1,898		1,858	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1,919 Kg/m3
12.02 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la direccion del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ: SAN CAYETANO BAJO
 SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014
 CALICATA: 3

NUMERO DEL MOLDE N°	4	5	6
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.2	15.21	15.21
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.83	12.82	12.83
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08
NORMA: ASTM 1883			
PROF: 1.5 m			
REALIZADO: J.V			

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA * C. B. R. *

MOLDE N°	4		5		6	
	56		25		10	
N ° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	11854	12229	11753	12163	11405	11900
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6799	6799	7087	7087	6870	6870
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5055	5430	4666	5076	4535	5030
VOLUMEN DE MUESTRA cm ³	2328.11	2328.11	2329.36	2329.36	2331.18	2331.18
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm ³	2.171	2.332	2.003	2.179	1.945	2.158

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE. gr.	68.57	65.27	56.74	63.21	72.27	56.05	56.99	50.50	59.06	61.21	57.17	61.76
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	301.40	289.49	375.41	390.01	309.12	296.00	341.31	341.00	386.06	358.43	335.40	332.31
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	276.42	265.47	321.95	335.40	283.62	270.18	291.00	289.92	351.05	326.56	282.12	279.38
PESO DE AGUA gr.	24.98	24.02	53.46	54.61	25.5	25.82	50.31	51.08	35.01	31.87	53.28	52.93
PESO DE MUESTRA SECA. gr.	207.85	200.2	265.21	272.19	211.35	214.13	234.01	239.42	291.99	265.35	224.95	217.62
CONTENIDO DE HUMEDAD. gr.	12.02	12.00	20.16	20.06	12.07	12.06	21.50	21.33	11.99	12.01	23.69	24.32
HUMEDAD PROMEDIO. %.	12.01		20.11		12.06		21.42		12.00		24.00	
DENSIDAD SECA. gr/cm ³	1.939		1.942		1.788		1.795		1.737		1.740	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	4	5	6
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12229	12163	11900
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	11854	11753	11405
PESO DE AGUA ABSORBIDA	375	410	495
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	7.42	8.79	10.92

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 4			MOLDE N° 5			MOLDE N° 6		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	189	1.89	1.47	332	3.32	2.59	332	3.32	2.59
	3	359	3.59	2.80	569	5.69	4.44	561	5.61	4.37
	4	554	5.54	4.32	822	8.22	6.41	768	7.68	5.99
	5	780	7.8	6.08	1077	10.77	8.40	926	9.26	7.22

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET.	CARGAS	MOLDE N° 4			MOLDE N° 5			MOLDE N° 6				
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.		
EN	TIPO	plg.	lb/plg ²	plgx10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plgx10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plgx10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²
0.025		14.0	8.76		6.00	3.76		4.0	2.50			
0.050		22.0	13.77		10.00	6.26		6.0	3.76			
0.075		28.0	17.52		15.00	9.39		8.0	5.01			
0.100	1000	34.0	21.28	2.1	18.00	11.27	1.1	9.0	5.63	0.6		
0.150		44.0	27.54		24.00	15.02		12.0	7.51			
0.200	1500	51.0	31.92	2.2	30.00	18.78	1.3	15.0	9.39	0.6		
0.250		58.0	36.30		36.00	22.53		17.0	10.64			
0.300	1900	63.0	39.43		42.00	26.29		18.0	11.27			
0.400	2300	72.0	45.06		52.00	32.55		21.0	13.14			
0.500	2600	81.0	50.70		60.00	37.55		25.0	15.65			

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : SAN CAYETANO BAJO

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

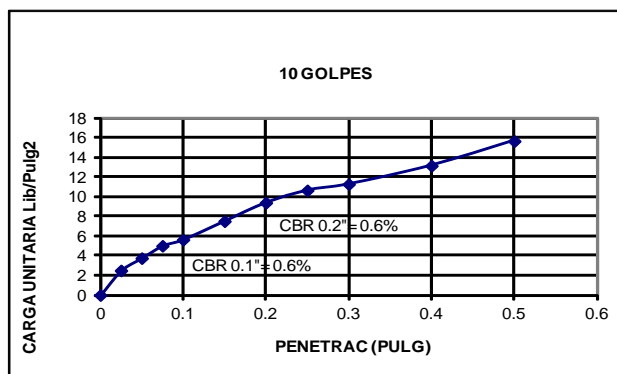
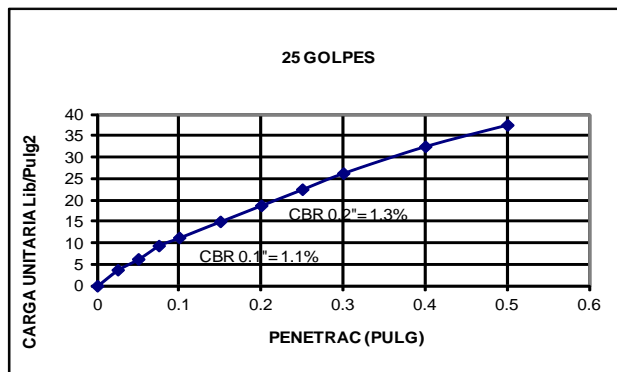
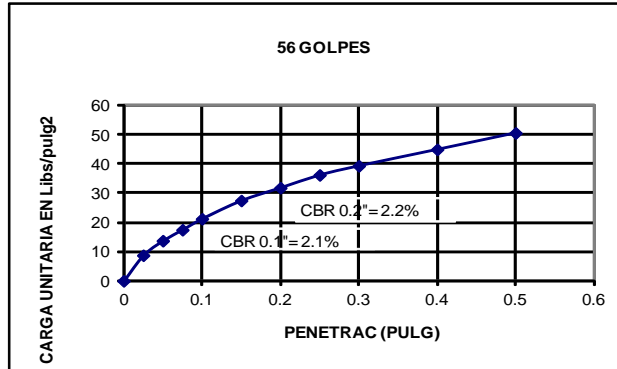
FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014

CALICATA : 3

PROF : 1.50 m

REALIZADO : J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

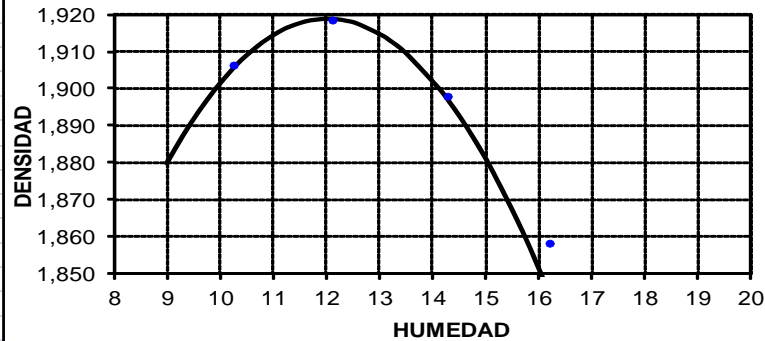
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL**

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ. : SAN CAYETANO BAJO
 SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014
 CALICATA : 3
 PROF : 1.50 m
 REALIZADO : J.V

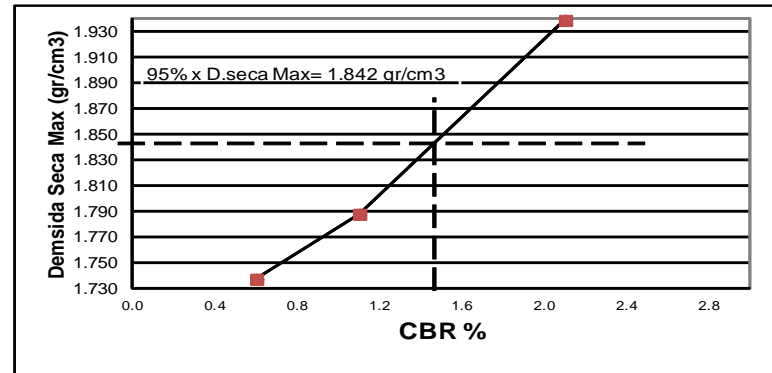
DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,919 Kg/m³
CONT. DE AGUA OPTIMO = 12.02 %



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 2 %

CBR POZO 3

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max. (gr/cm ³)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm ³)	X	Y
	0.1	0.2				
56	2.1	2.2	1.939	1.842	2.1	1.939
25	1.1	1.3	1.788		1.1	1.788
10	0.6	0.6	1.737		0.6	1.737



OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

ENSAYO D.C.P - C.B.R.

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

Localización = YANACOCCHA -SAN CAYETANO BATO

Pozo = 3

Profundidad (m) 1.50

Valor mm/golpe : 68.75

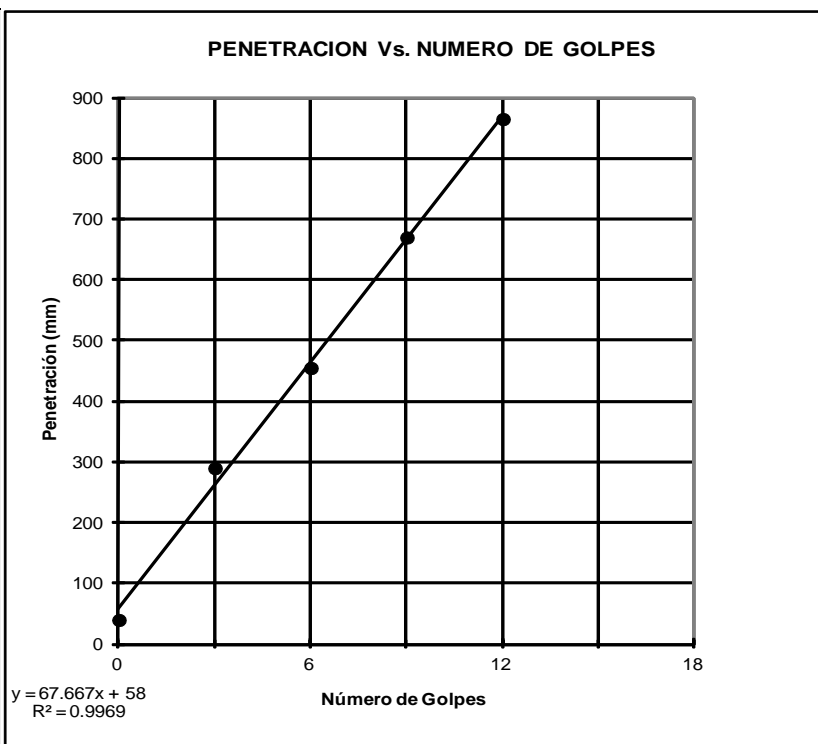
CBR (Kleyn 1975) = 2.3

CBR (Kleyn & Heerden 1983) = 1.8

CBR (Harrison 1987) = 2.4

Valor CBR Promedio = 2.2

Golpes Acumulados	Penetración (mm)
0	40.00
3	290.00
6	455.00
9	670.00
12	865.00



Observaciones: El ensayo es realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis. El resultado del CBR de DCP es 2.0 %

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA

Pozo 4



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27

LOCALIZ: SAN CAYETANO BAJO

CALICATA: 4

SOLIC: EGDO. JORGE VAZQUEZ

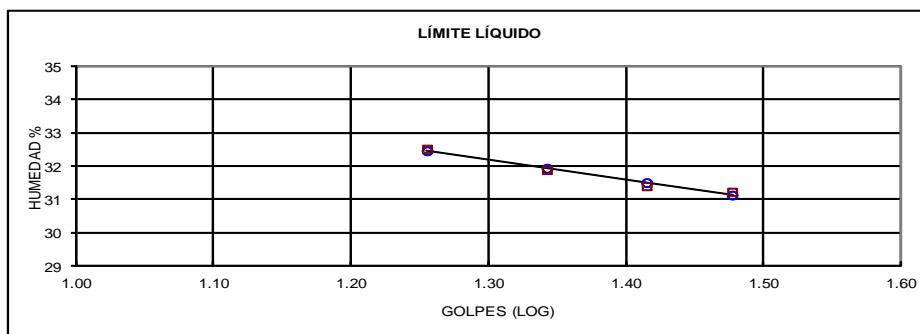
MUESTRA: 1

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

PROFUNDIDAD: 0.5 m

REALIZADO: J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		471.69 348.94	414.61 310.67	61.66 69.57	16.17 15.87	16.02
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 22 26 30	89.24 84.05 73.25 89.76	84.17 79.51 69.14 85.60	68.58 65.27 56.05 72.28	32.52 31.88 31.40 31.23	31.61
3.- LÍMITE PLÁSTICO		63.30 70.51	63.18 70.35	62.59 69.56	20.34 20.25	20.30
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 554.02 (H/S) S			GRAVA 12			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 554.02			ARENA 34			
			FINOS 54			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 32.00		
1"	0.00	0	100	LP = 20.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 12.00		
1/2"	3.87	1	99			
3/8"	19.66	4	96			
No. 4	66.87	12	88	CLASIFICACIÓN		
No. 10	115.47	21	79	SUCS : CL		
No. 40	173.11	31	69	AASHTO: A-6		
No. 200	252.58	46	54	IG(86): 5		
				IG(45): 5		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

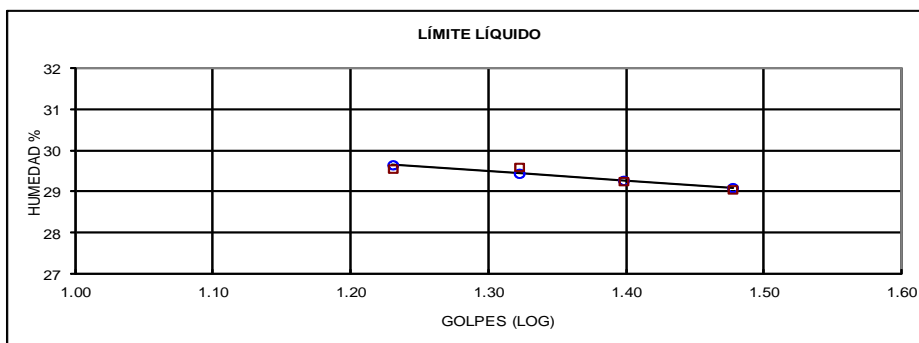
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO BAJO	CALICATA:	4
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	2
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		351.90 485.95	310.32 423.77	63.63 59.54	16.86 17.07	16.96
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 25 30	85.21 86.97 79.72 86.95	80.98 82.69 75.75 82.83	66.67 68.23 62.18 68.65	29.56 29.60 29.26 29.06	29.28
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.27 69.73	31.15 69.61	30.48 68.91	17.91 17.14	17.53
4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN					
PESO IN= 561.98 (H/S) S				GRAVA	8	
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 561.98				ARENA	36	
				FINOS	56	
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 29.00		
1"	0.00	0	100	LP = 18.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 11.00		
1/2"	10.09	2	98	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 5 IG(45): 5		
3/8"	17.35	3	97			
No. 4	42.66	8	92			
No. 10	80.67	14	86			
No. 40	138.61	25	75			
No. 200	245.30	44	56			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27

LOCALIZ: SAN CAYETANO BAJO

CALICATA: 4

SOLIC: EGDO. JORGE VAZQUEZ

MUESTRA: 3

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

PROFUNDIDAD: 1.5 m

REALIZADO: J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		483.91 473.55	415.51 409.46	54.73 63.21	18.96 18.51	18.73
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 22 26 31	77.79 74.35 78.84 75.83	73.48 70.83 74.57 71.83	60.22 59.88 61.21 59.07	32.50 32.15 31.96 31.35	31.87
3.- LÍMITE PLÁSTICO		64.30 62.34	64.13 62.25	63.22 61.77	18.68 18.75	18.72

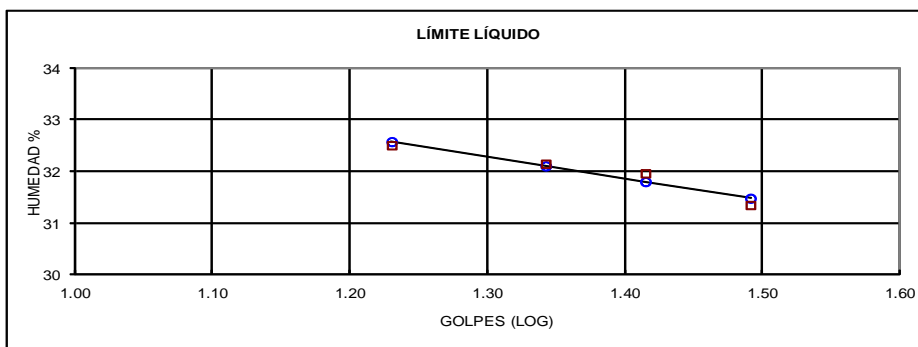
4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN
-------------------	-------------------

PESO IN= 552.21 (H/S)	S	GRAVA 6
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 552.21		ARENA 27
		FINOS 67

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	6.68	1	99
No. 4	32.81	6	94
No. 10	59.16	11	89
No. 40	101.67	18	82
No. 200	180.72	33	67

LL =	32.00
LP =	19.00
IP =	13.00

CLASIFICACIÓN	
SUCS :	CL
AASHTO: A-6	
IG(86):	8
IG(45):	8



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesisista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

NORMA: AASHTO T 180-D

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ: SAN CAYETANO ALTO

PROFUND.: 1.5 m

SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO: J.V

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

CALICATA: 4

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	2
DIÁMETRO:	15.20 cm.
ALTURA:	11.6 cm
VOLUMEN:	2,105 cm ³
PESO :	6,290 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	8%	10%	12%	14%
Peso comp.:	10,608	10,700	10,734	10,728
Peso suelo:	4,318	4,410	4,444	4,438
Dens. Hum :	2,051	2,095	2,111	2,108

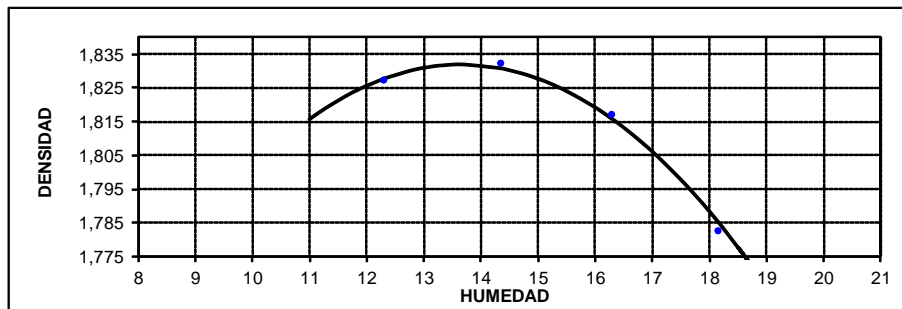
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	339.11	338.49	382.86	359.76	330.33	347.33	336.11	329.25
W. seco:	309.38	308.11	344.04	322.38	294.48	308.57	295.21	287.93
W. caps:	65.13	61.53	72.28	62.16	71.08	70.67	69.56	63.29
w (%) :	12.17	12.32	14.28	14.36	16.05	16.29	18.13	18.39
promedio	12.25		14.32		16.17		18.26	
Dens. Seca:	1,828		1,833		1,817		1,783	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1,832 Kg/m³
13.65 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la direccion del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
LOCALIZ: SAN CAYETANO ALTO
SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014
CALICATA: 4

NUMERO DEL MOLDE N°	7	8	9
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.23	15.22	15.26
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	13.11	13.11	13.11
ALTURA DEL ALZA: (cm)	4.78	4.78	4.78

NORMA: ASTM 1883
PROF: 1.5 m
REALIZADO: J.V

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "

MOLDE N°	7		8		9	
	56		25		10	
N ° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12071	12482	11503	11992	11558	12110
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	7140	7140	6781	6781	7151	7151
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	4931	5342	4722	5211	4407	4959
VOLUMEN DE MUESTRA cm ³	2388.32	2388.32	2385.18	2385.18	2397.74	2397.74
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm ³	2.065	2.237	1.980	2.185	1.838	2.068

HUMEDAD	ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO	
	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE gr.	52.88	62.58	60.58	54.46	61.22	69.66	54.25	57.16	58.57	65.57	61.67	64.56
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	367.26	397.80	484.19	477.18	417.07	307.47	454.50	451.71	405.76	389.56	451.16	459.96
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	330.52	358.31	406.43	399.99	375.37	279.66	374.47	374.02	365.20	351.61	368.35	375.89
PESO DE AGUA gr.	36.74	39.49	77.76	77.19	41.7	27.81	80.03	77.69	40.56	37.95	82.81	84.07
PESO DE MUESTRA SECA gr.	277.64	295.73	345.85	345.53	314.15	210	320.22	316.86	306.63	286.04	306.68	311.33
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	13.23	13.35	22.48	22.34	13.27	13.24	24.99	24.52	13.23	13.27	27.00	27.00
HUMEDAD PROMEDIO %	13.29		22.41		13.26		24.76		13.25		27.00	
DENSIDAD SECA gr/cm ³	1.822		1.827		1.748		1.751		1.623		1.628	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	7	8	9
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12482	11992	12110
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12071	11503	11558
PESO DE AGUA ABSORBIDA	411	489	552
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	8.34	10.36	12.53

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 7			MOLDE N° 8			MOLDE N° 9		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	456	4.56	3.48	583	5.83	4.45	690	6.90	5.26
	3	780	7.8	5.95	964	9.64	7.35	765	7.65	5.84
	4	916	9.16	6.99	1082	10.82	8.25	791	7.91	6.03
	5	1005	10.05	7.67	1122	11.22	8.56	815	8.15	6.22

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET	CARGAS	MOLDE N° 7			MOLDE N° 8			MOLDE N° 9		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²
0.025		6.0	3.76		4.00	2.50		3.0	1.88	
0.050		9.0	5.63		7.00	4.38		5.0	3.13	
0.075		13.0	8.14		10.00	6.26		7.0	4.38	
0.100	1000	17.0	10.64	1.2	13.00	8.14	0.8	9.0	5.63	0.57
0.150		25.0	15.65		18.00	11.27		12.0	7.51	
0.200	1500	32.0	20.03	1.5	23.00	14.40	1.0	15.0	9.39	0.63
0.250		40.0	25.04		28.00	17.52		18.0	11.27	
0.300	1900	47.0	29.42		32.00	20.03		20.0	12.52	
0.400	2300	61.0	38.18		41.00	25.66		24.0	15.02	
0.500	2600	74.0	46.32		49.00	30.67		28.0	17.52	

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : SAN CAYETANO ALTO

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

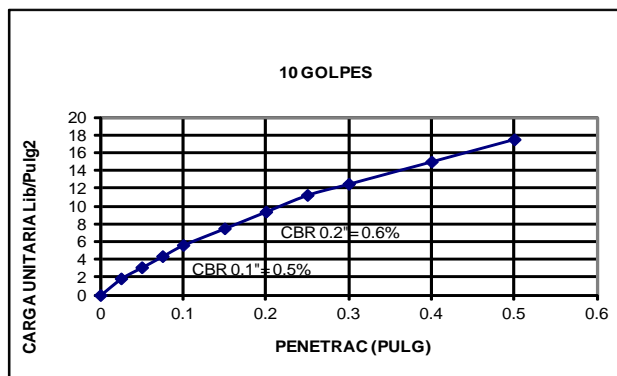
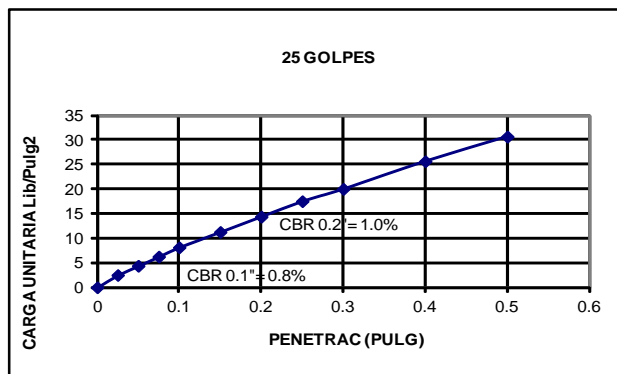
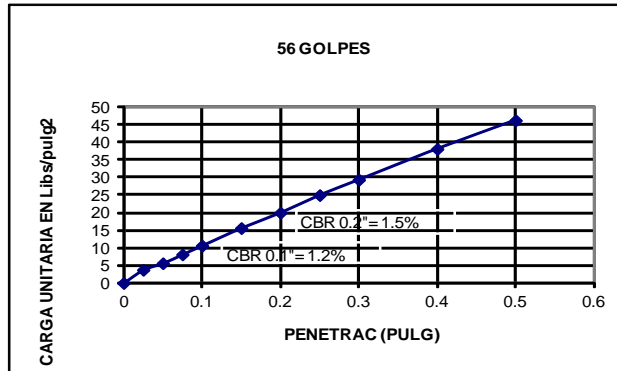
FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014

CALICATA : 4

PROF : 1.50 m

REALIZADO : J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

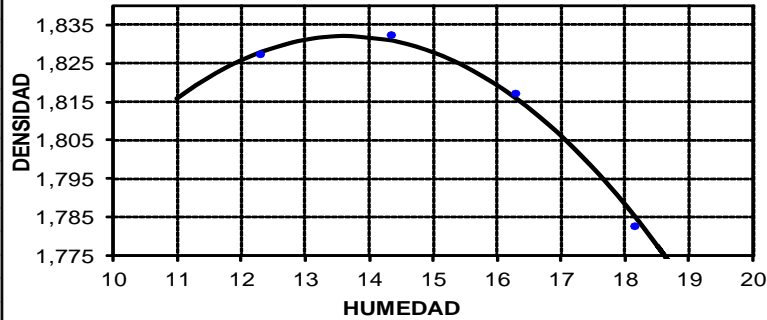
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ : SAN CAYETANO ALTO
 SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014
 CALICATA : 4
 PROF : 1.50 m
 REALIZADO : J.V

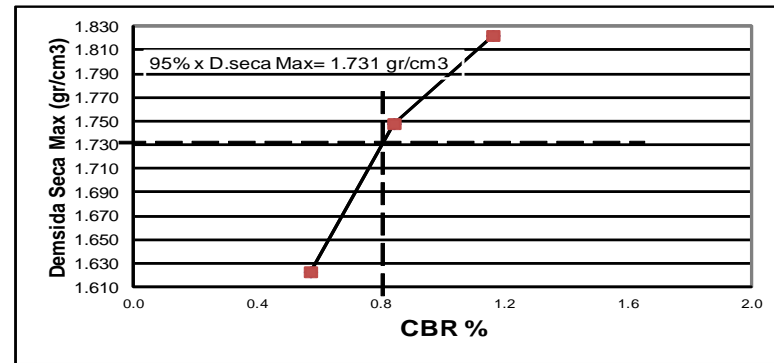
DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,832 Kg/m³
 CONT. DE AGUA OPTIMO = 13.65 %



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 1 %

CBR POZO 4

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max. (gr/cm ³)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm ³)	X	Y
	0.1	0.2				
56	1.2	1.5	1.822	1.731	1.2	1.822
25	0.84	0.99	1.748		0.84	1.748
10	0.6	0.6	1.623		0.6	1.623



OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
 DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
 TESISISTA

Pozo 5



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO BAJO	CALICATA:	5
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	1
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	0.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		385.76 363.08	314.05 291.69	59.47 37.62	28.17 28.10	28.13
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 25 29	72.80 73.51 73.18 72.93	68.05 68.56 68.52 68.11	54.24 54.09 54.80 53.70	34.40 34.21 33.97 33.45	33.83
3.- LÍMITE PLÁSTICO		61.99 55.07	61.83 54.96	61.10 54.47	21.92 22.45	22.18

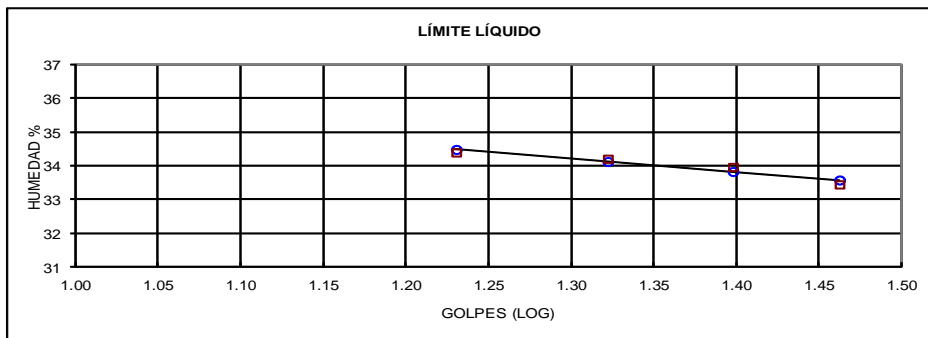
4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN
-------------------	-------------------

PESO IN=	518.77	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			518.77	ARENA	14
				FINOS	86

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	0.00	0	100
No. 10	0.20	0	100
No. 40	3.64	1	99
No. 200	71.36	14	86

LL =	34.00
LP =	22.00
IP =	12.00

CLASIFICACIÓN	
SUCS :	CL
AASHTO:	A-6
IG(86):	12
IG(45):	9



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

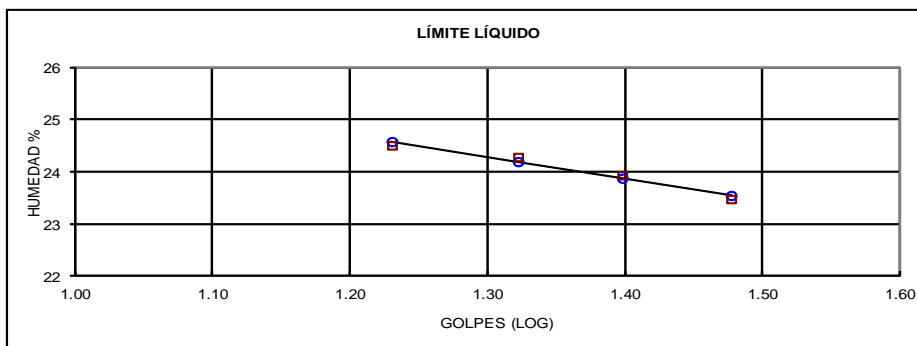
INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO BAJO	CALICATA:	5
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	2
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		472.08 394.25	411.47 341.29	61.74 37.99	17.33 17.46	17.40
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 25 30	81.52 78.99 78.60 76.62	77.17 74.84 74.62 72.92	59.42 57.75 57.99 57.16	24.51 24.28 23.93 23.48	23.88
3.- LÍMITE PLÁSTICO		58.20 31.86	57.98 31.68	56.75 30.68	17.89 18.00	17.94

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	570.26	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			570.26	ARENA	48
				FINOS	52
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	24.00
1"	0.00	0	100	LP =	18.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	6.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.23	0	100	SUCS :	CL-ML
No. 10	3.53	1	99	AASHTO: A-4	
No. 40	78.99	14	86	IG(86):	3
No. 200	271.99	48	52	IG(45):	3



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo limoso (A-4)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

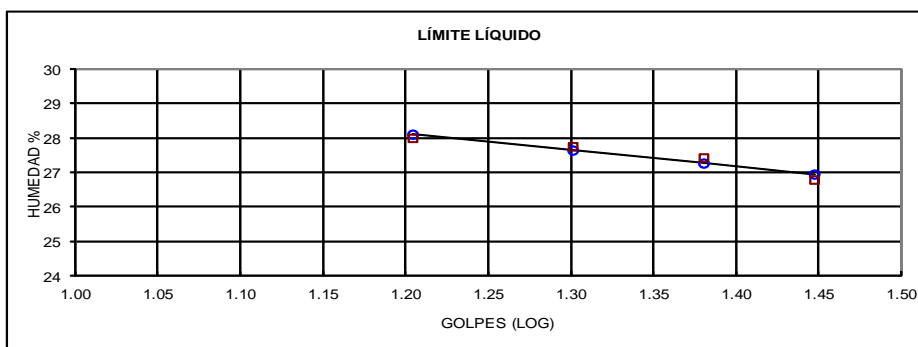
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	SAN CAYETANO BAJO	CALICATA:	5
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	3
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		506.46 465.34	449.46 410.20	64.56 37.10	14.81 14.78	14.79
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 24 28	56.61 80.96 78.87 81.99	52.20 76.53 74.50 78.52	36.45 60.57 58.57 65.57	28.00 27.76 27.43 26.80	27.19
3.- LÍMITE PLÁSTICO		71.87 31.57	71.70 31.42	70.68 30.51	16.67 16.48	16.58
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
PESO IN= 595.81 (H/S) S				GRAVA 0		
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 595.81				ARENA 11		
				FINOS 89		
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 27.00		
1"	0.00	0	100	LP = 17.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 10.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
3/8"	0.00	0	100	SUCS : CL		
No. 4	1.49	0	100	AASHTO: A-4		
No. 10	3.16	1	99	IG(86): 11		
No. 40	8.02	1	99	IG(45): 8		
No. 200	64.64	11	89			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo limoso (A-4)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

NORMA : AASHTO T 180-D

OBRA :

ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ :

YANACOCHA

PROFUND.: 1.5 m

SOLICITADO :

EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO : J.V

FECHA :

/ABRIL - AGOSTO/2014

CALICATA :

5

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.20 cm.
ALTURA:	11.6 cm
VOLUMEN :	2,105 cm3
PESO :	6,290 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	6%	8%	10%	12%
Peso comp.:	10,708	10,865	10,954	10,927
Peso suelo:	4,418	4,575	4,664	4,637
Dens. Hum :	2,099	2,173	2,216	2,203

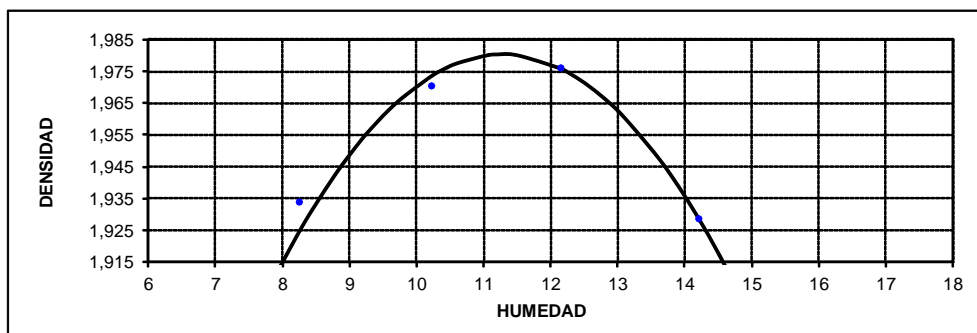
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	337.46	476.26	360.31	358.73	365.74	378.55	450.09	404.36
W. seco:	315.54	443.86	333.04	331.35	333.77	345.02	401.78	358.41
W. caps:	59.90	61.10	68.24	65.27	69.69	68.58	60.30	36.45
w (%) :	8.57	8.46	10.30	10.29	12.11	12.13	14.15	14.27
promedio	8.52		10.29		12.12		14.21	
Dens. Seca:	1,934		1,971		1,976		1,929	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA ÓPTIMO =

1,980 Kg/m³
11.29 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ: YANACOCCHA
 SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014
 CALICATA: 5

NUMERO DEL MOLDE N°	10	11	12
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.28	15.23	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.64	12.65	12.68
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08
NORMA: ASTM 1883			
PROF: 1.5 m			
REALIZADO: A.G			

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA * C. B. R. *

MOLDE N°	10		11		12	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr. 12280	12437	11772	12031	11547	11850
PESO DEL MOLDE + BASE	gr. 7175	7175	6854	6854	6843	6843
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr. 5105	5262	4918	5177	4704	5007
VOLUMEN DE MUESTRA	cm ³ 2317.84	2317.84	2304.52	2304.52	2306.95	2306.95
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ 2.202	2.270	2.134	2.246	2.039	2.170

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE.	gr. 54.24	57.74	65.37	52.88	57.15	57.00	69.84	61.09	60.58	54.08	62.58	71.08
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr. 385.27	391.07	449.03	400.38	424.00	437.16	441.71	443.18	416.83	394.04	476.01	355.29
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr. 351.79	357.14	399.73	356.60	386.93	398.78	388.05	388.67	380.74	359.56	413.04	311.40
PESO DE AGUA.	gr. 33.48	33.93	49.3	43.78	37.07	38.38	53.66	54.51	36.09	34.48	62.97	43.89
PESO DE MUESTRA SECA.	gr. 297.55	299.4	334.36	303.72	329.78	341.78	318.21	327.58	320.16	305.48	350.46	240.32
CONTENIDO DE HUMEDAD.	gr. 11.25	11.33	14.74	14.41	11.24	11.23	16.86	16.64	11.27	11.29	17.97	18.26
HUMEDAD PROMEDIO.	% 11.29		14.58		11.24		16.75		11.28		18.12	
DENSIDAD SECA.	gr/cm ³ 1.979		1.981		1.919		1.924		1.832		1.838	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	10	11	12
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12437	12031	11850
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12280	11772	11547
PESO DE AGUA ABSORBIDA	157	259	303
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	3.08	5.27	6.44

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	189	1.89	1.50	426	4.26	3.37	365	3.65	2.88
	3	237	2.37	1.88	510	5.1	4.03	435	4.35	3.43
	4	252	2.52	1.99	530	5.3	4.19	457	4.57	3.60
	5	294	2.94	2.33	547	5.47	4.32	467	4.67	3.68

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET	CARGAS	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²
0.025		8.0	5.01		5.00	3.13		4.0	2.50	
0.050		15.0	9.39		9.00	5.63		7.0	4.38	
0.075		23.0	14.40		15.00	9.39		13.0	8.14	
0.100	1000	33.0	20.65	5.6	20.00	12.52	2.1	17.0	10.64	1.1
0.150		58.0	36.30		32.00	20.03		25.0	15.65	
0.200	1500	90.0	56.33	7.5	47.00	29.42	2.7	32.0	20.03	1.4
0.250		128.0	80.11		61.00	38.18		40.0	25.04	
0.300	1900	168.0	105.15		75.00	46.94		47.0	29.42	
0.400	2300	259.0	162.10		102.00	63.84		60.0	37.55	
0.500	2600	359.0	224.69		127.00	79.49		73.0	45.69	

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : YANACOCCHA

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

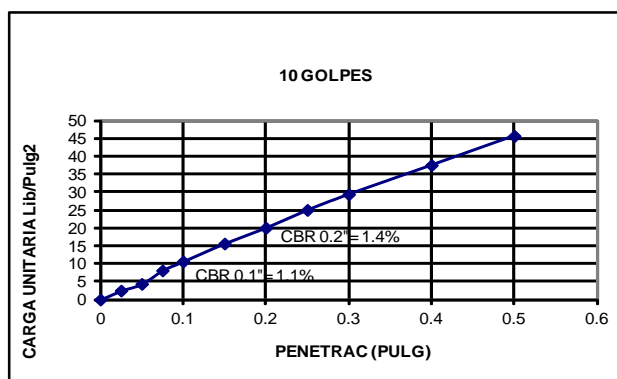
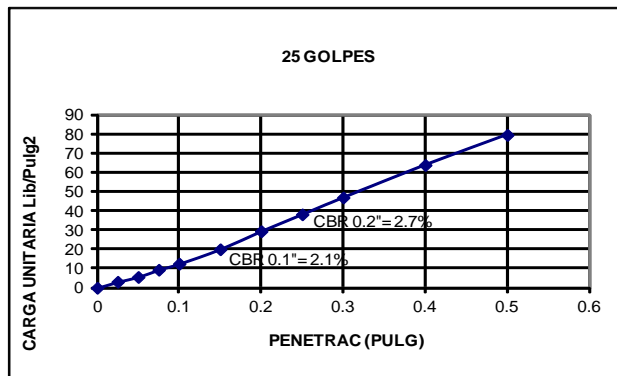
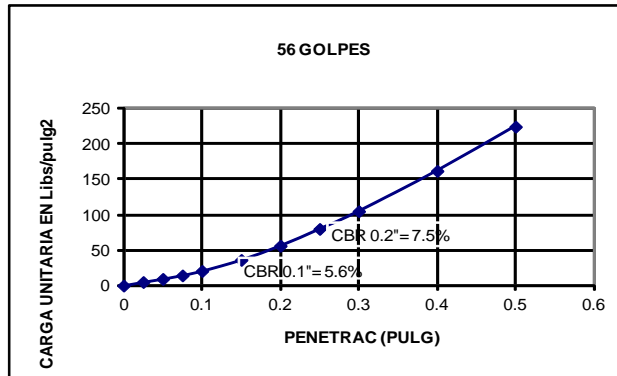
FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014

CALICATA : 5

PROF : 1.50 m

REALIZADO : J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

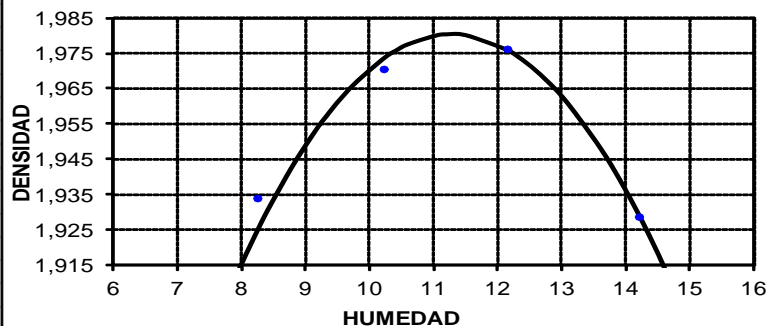
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ. : YANACOCHA
 SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014
 CALICATA : 5
 PROF : 1.50 m
 REALIZADO : J.V

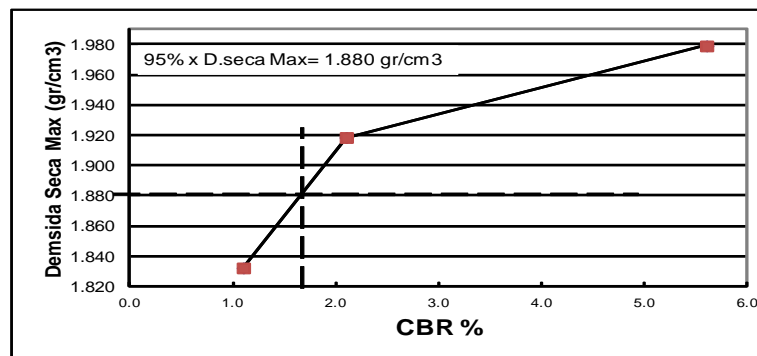
DENSIDAD SECA MÁXIMA/ 1,980 Kg/m³
CONT. DE AGUA OPTIMO 11.29 %



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 2 %

CBR POZO 5

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max (gr/cm ³)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm ³)	X	Y
	0.1	0.2				
56	5.6	7.5	1.979	1.880	5.6	1.979
25	2.1	2.7	1.919		2.1	1.919
10	1.1	1.4	1.832		1.1	1.832



OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
 DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
 TESISTA

Pozo 6



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27

LOCALIZ: YANACOCCHA

CALICATA: 6

SOLIC: EGDO. JORGE VAZQUEZ

MUESTRA: 1

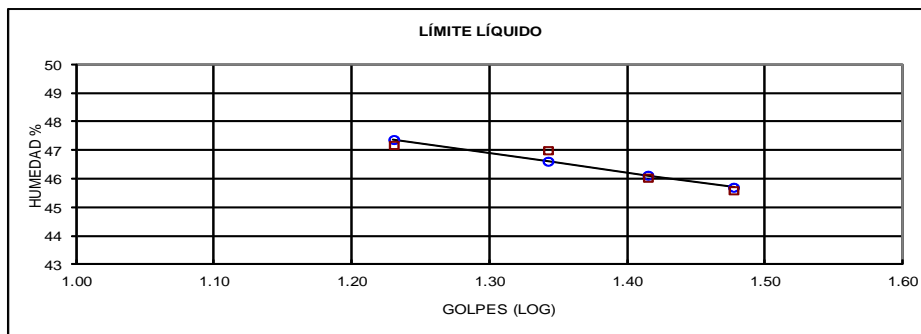
FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

PROFUNDIDAD: 0.5 m

REALIZADO: J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		409.18 408.72	339.98 338.35	64.09 65.14	25.08 25.76	25.42
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 22 26 30	85.50 64.93 84.86 71.70	80.48 60.32 79.87 67.15	69.84 50.51 69.03 57.17	47.18 46.99 46.03 45.59	46.24
3.- LÍMITE PLÁSTICO		73.39 32.14	73.20 31.91	72.43 30.98	24.68 24.73	24.70

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	523.21	(H/S)	S	GRAVA	2
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			523.21	ARENA	36
				FINOS	62
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	46.00
1"	0.00	0	100	LP =	25.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	21.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	2.05	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	10.31	2	98	SUCS :	CL
No. 10	35.65	7	93	AASHTO: A-7-6	
No. 40	73.63	14	86	IG(86):	11
No. 200	197.21	38	62	IG(45):	11



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

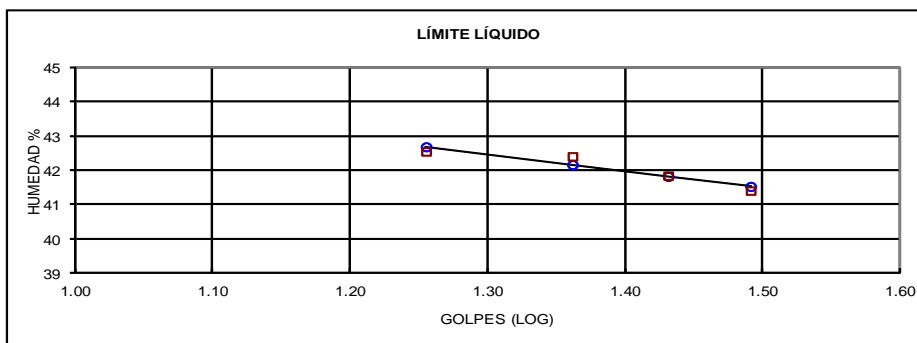
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	6
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	2
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		373.64 344.77	311.38 285.29	56.99 36.46	24.47 23.90	24.19
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 23 27 31	71.85 77.05 76.60 79.78	67.34 72.50 72.65 75.54	56.74 61.77 63.21 65.30	42.55 42.40 41.84 41.41	41.99
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.39 72.61	31.23 72.34	30.48 71.10	21.33 21.77	21.55
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 836.20 (H/S) S			GRAVA		11	
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 836.20			ARENA		28	
			FINOS		61	
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 42.00		
1"	0.00	0	100	LP = 22.00		
3/4"	39.18	5	95	IP = 20.00		
1/2"	52.53	6	94	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-7-6 IG(86): 10 IG(45): 9		
3/8"	62.53	7	93			
No. 4	91.78	11	89			
No. 10	122.20	15	85			
No. 40	170.41	20	80			
No. 200	325.11	39	61			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	6
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	3
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1.5 m
		REALIZADO:	J.V

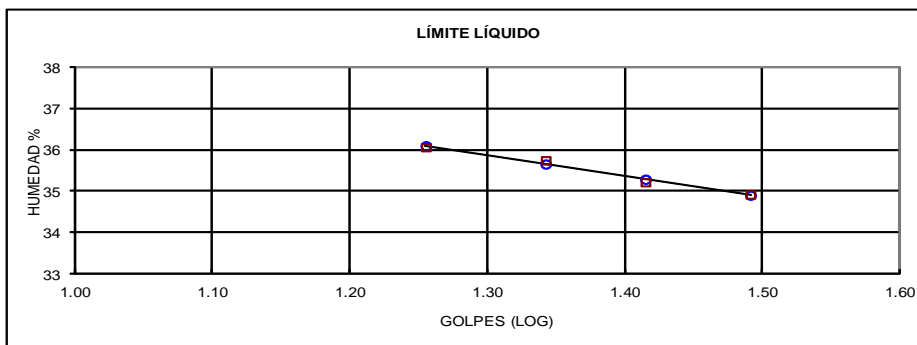
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		397.92 417.91	336.60 354.84	57.44 61.48	21.97 21.50	21.73
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 22 26 31	79.35 67.60 77.66 73.00	75.43 64.14 73.92 69.92	64.56 54.46 63.30 61.10	36.06 35.74 35.22 34.92	35.38
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.48 31.01	31.34 30.90	30.61 30.34	19.18 19.64	19.41

4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN
PESO IN= 551.53 (H/S) S	GRAVA 11
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 551.53	ARENA 35
	FINOS 54

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	17.51	3	97
1/2"	17.51	3	97
3/8"	33.84	6	94
No. 4	59.93	11	89
No. 10	87.61	16	84
No. 40	136.55	25	75
No. 200	253.52	46	54

LL =	35.00
LP =	19.00
IP =	16.00

CLASIFICACIÓN	
SUCS :	CL
AASHTO:	A-6
IG(86):	6
IG(45):	6



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

NORMA: AASHTO T 180-D

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ: YANACOCCHA

PROFUND.: 1.5 m

SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO: J.V

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

CALICATA: 6

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.22 cm.
ALTURA:	11.56 cm
VOLUMEN :	2,103 cm ³
PESO :	6,252 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	8%	10%	12%	14%
Peso comp.:	10,635	10,772	10,800	10,744
Peso suelo:	4,383	4,520	4,548	4,492
Dens. Hum :	2,084	2,149	2,162	2,136

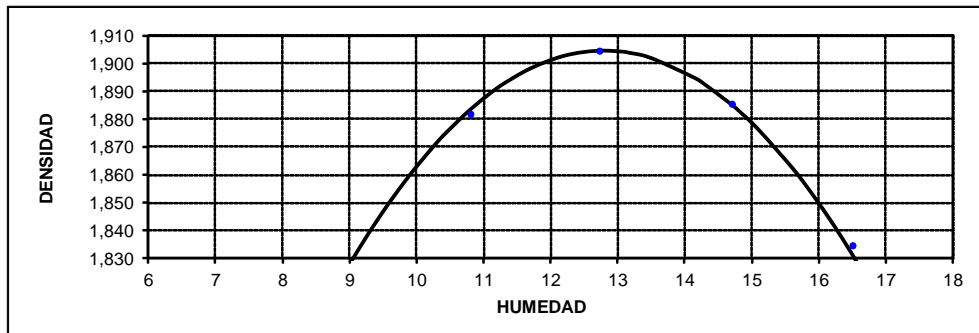
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	472.64	451.02	423.86	443.47	436.39	435.02	414.27	264.60
W. seco:	431.83	412.79	382.23	400.02	388.03	386.70	363.42	233.50
W. caps:	52.73	55.45	59.62	59.55	57.23	58.97	54.71	43.26
w (%) :	10.76	10.70	12.90	12.76	14.62	14.74	16.47	16.35
promedio	10.73		12.83		14.68		16.41	
Dens. Seca:	1,882		1,905		1,886		1,835	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1,905 Kg/m³
12.79 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ: YANACOCCHA
 SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014
 CALICATA: 6

NUMERO DEL MOLDE N°	1	2	3
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.22	15.22	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.79	12.79	12.77
ALTURA DEL ALZA: (cm)	4.94	4.94	4.94

NORMA: ASTM 1883
 PROF: 1.5 m
 REALIZADO: J.V

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA * C. B. R. *

MOLDE N°	1		2		3	
	56		25		10	
N ° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr. 11888	12145	11590	11925	11168	11571
PESO DEL MOLDE + BASE	gr. 6840	6840	6856	6856	6814	6814
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr. 5048	5305	4734	5069	4354	4757
VOLUMEN DE MUESTRA	cm ³ 2326.96	2326.96	2326.96	2326.96	2323.33	2323.33
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ 2.169	2.280	2.034	2.178	1.874	2.047

HUMEDAD	ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO	
	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE.	gr. 30.56	30.33	62.59	69.85	30.90	30.71	50.51	36.45	30.51	30.20	51.92	56.73
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr. 188.60	184.24	404.90	414.22	170.84	176.59	416.64	390.96	179.35	181.47	297.67	453.57
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr. 171.22	167.18	354.03	361.43	155.38	160.41	355.29	331.75	162.88	164.69	251.89	381.13
PESO DE AGUA	gr. 17.38	17.06	50.87	52.79	15.46	16.18	61.35	59.21	16.47	16.78	45.78	72.44
PESO DE MUESTRA SECA.	gr. 140.66	136.85	291.44	291.58	124.48	129.7	304.78	295.3	132.37	134.49	199.97	324.4
CONTENIDO DE HUMEDAD.	gr. 12.36	12.47	17.45	18.10	12.42	12.47	20.13	20.05	12.44	12.48	22.89	22.33
HUMEDAD PROMEDIO.	%. 12.41		17.78		12.45		20.09		12.46		22.61	
DENSIDAD SECA.	gr/cm ³ 1.930		1.936		1.809		1.814		1.666		1.670	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	1	2	3
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12145	11925	11571
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	11888	11590	11168
PESO DE AGUA ABSORBIDA	257	335	403
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	5.09	7.08	9.26

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA TIEMPO	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	Y	EN	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%
	1	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	329	2.57	434	4.34	3.39	352	3.52	2.76
	3	495	3.87	510	5.1	3.99	373	3.73	2.92
	4	523	4.09	517	5.17	4.04	380	3.8	2.98
	5	541	4.23	520	5.2	4.07	384	3.84	3.01

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET. CARGAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3			
	EN	TIPO	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN
plg.	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²
0.025		9.0	5.63		8.00	5.01		6.0	3.76	
0.050		16.0	10.01		15.00	9.39		13.0	8.14	
0.075		24.0	15.02		22.00	13.77		19.0	11.89	
0.100	1000	33.0	20.65	3.2	30.00	18.78	2.6	24.0	15.02	1.3
0.150		54.0	33.80		47.00	29.42		34.0	21.28	
0.200	1500	78.0	48.82	3.9	62.00	38.80	2.9	42.0	26.29	1.25
0.250		105.0	65.72		76.00	47.57		49.0	30.67	
0.300	1900	129.0	80.74		89.00	55.70		56.0	35.05	
0.400	2300	169.0	105.77		113.00	70.73		68.0	42.56	
0.500	2600	206.0	128.93		136.00	85.12		80.0	50.07	

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : YANACOAHA

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

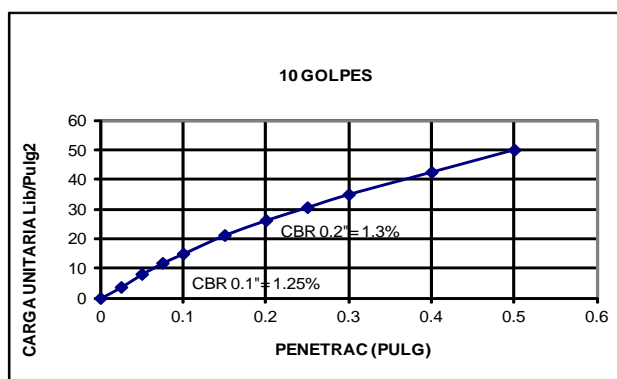
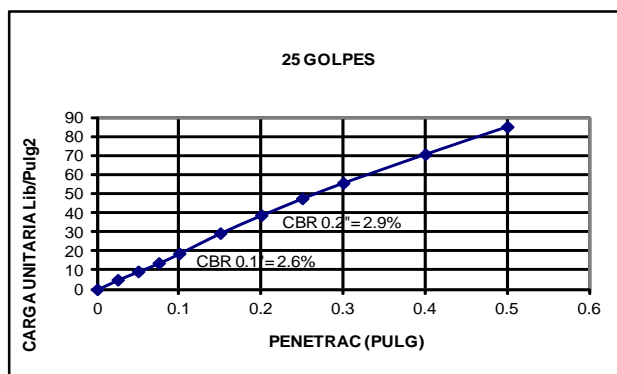
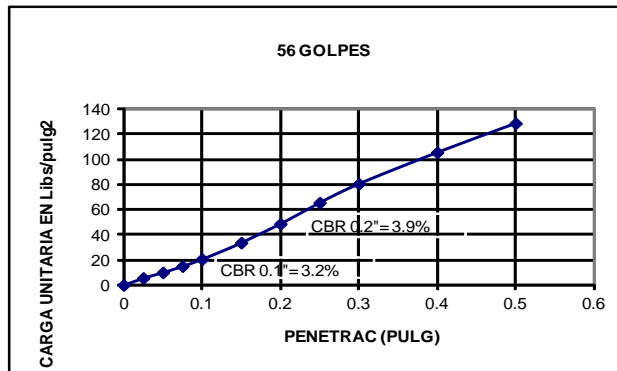
FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014

CALICATA : 6

PROF : 1.50 m

REALIZADO : J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

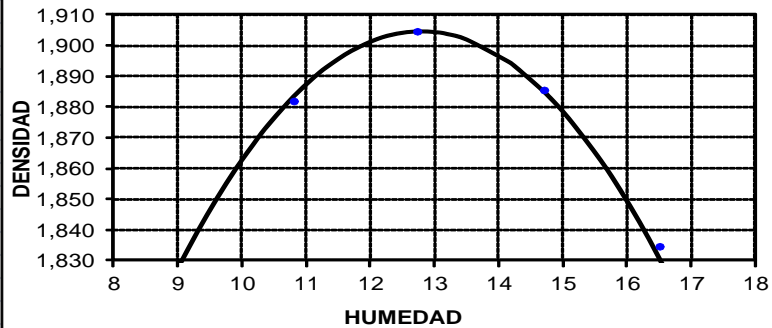
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ. : YANACOCCHA
 SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014
 CALICATA : 6
 PROF : 1.50 m
 REALIZADO : J.V

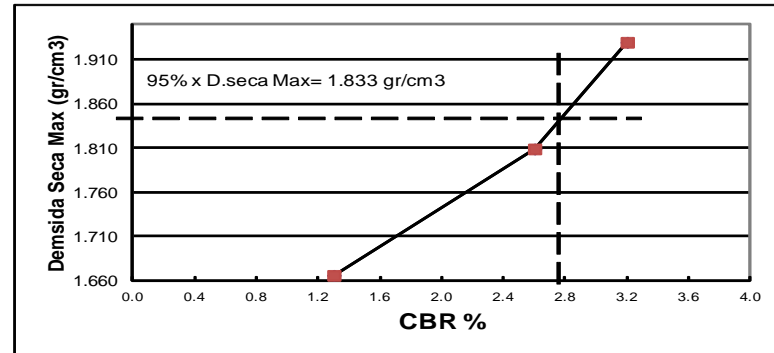
DENSIDAD SECA MÁXIMA = **1,905 Kg/m³**
 CONT. DE AGUA OPTIMO = **12.79 %**



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 3 %

CBR POZO 6

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max. (gr/cm ³)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm ³)	X	Y
	0.1	0.2				
56	3.2	3.9	1.930	1.833	3.2	1.930
25	2.6	2.9	1.809		2.6	1.809
10	1.3	1.3	1.666		1.3	1.666



OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
 DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
 TESISISTA

Pozo 7



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

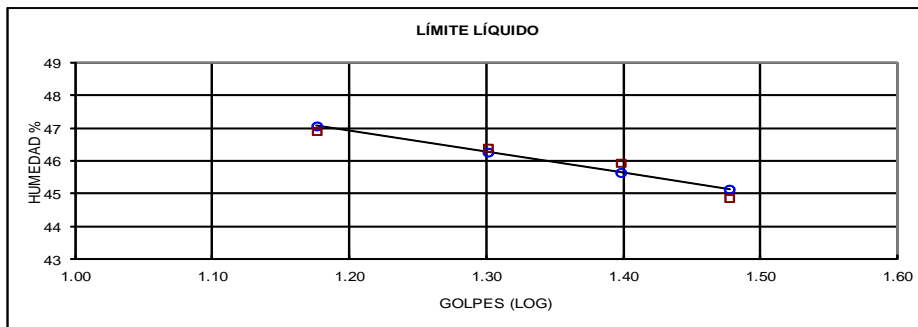
INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	7
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	1
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	0.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		397.17 382.47	323.06 314.20	59.14 69.03	28.08 27.85	27.96
2.- LÍM. LÍQUIDO	15 20 25 30	54.76 70.67 79.85 44.59	49.29 65.64 74.64 40.26	37.63 54.80 63.30 30.61	46.91 46.40 45.94 44.87	45.65
3.- LÍMITE PLÁSTICO		30.95 31.23	30.80 31.10	30.19 30.57	24.59 24.53	24.56

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	541.75	(H/S)	S	GRAVA	6
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			541.75	ARENA	25
				FINOS	69
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	46.00
1"	0.00	0	100	LP =	25.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	21.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	10.07	2	98	CLASIFICACIÓN	
No. 4	33.99	6	94	SUCS :	CL
No. 10	61.43	11	89	AASHTO: A-7-6	
No. 40	90.76	17	83	IG(86):	14
No. 200	170.03	31	69	IG(45):	12



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villaiba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

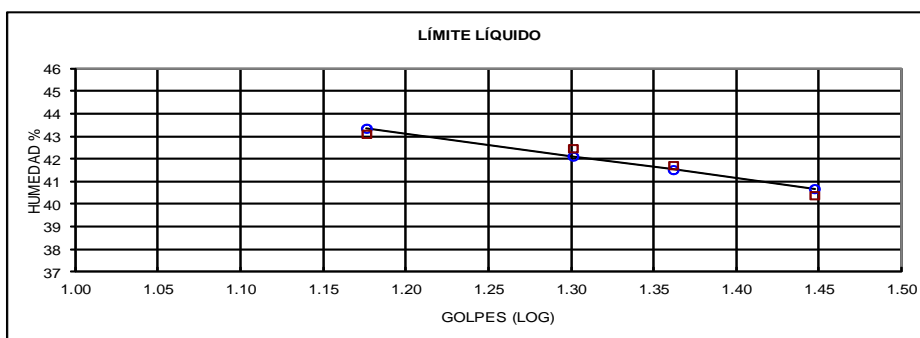
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	7
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	2
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		434.64 428.87	370.40 366.45	56.28 60.57	20.45 20.41	20.43
2.- LÍM. LÍQUIDO	15 20 23 28	48.26 46.14 47.74 43.95	42.91 41.60 42.70 40.04	30.50 30.91 30.62 30.36	43.11 42.47 41.72 40.39	41.17
3.- LÍMITE PLÁSTICO		56.01 44.00	55.84 43.89	54.81 43.25	16.50 17.19	16.85
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 584.24 (H/S) S			GRAVA 0			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 584.24			ARENA 19			
			FINOS 81			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 41.00		
1"	0.00	0	100	LP = 17.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 24.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
3/8"	0.00	0	100	SUCS : CL		
No. 4	0.00	0	100	AASHTO: A-7-6		
No. 10	3.03	1	99	IG(86): 19		
No. 40	25.18	4	96	IG(45): 14		
No. 200	112.14	19	81			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

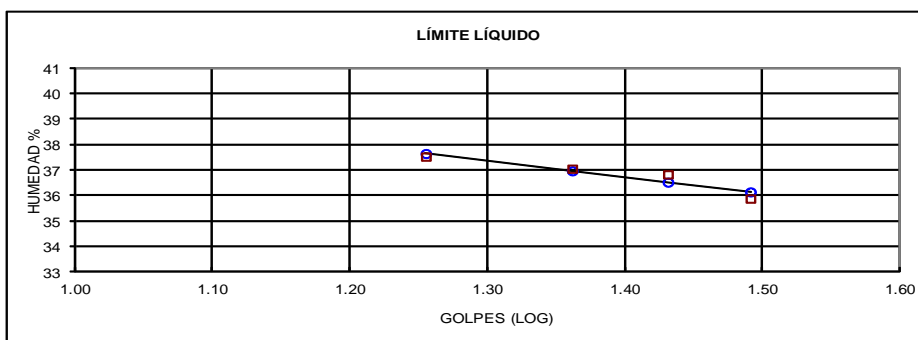
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	7
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	3
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		333.35 324.79	290.80 283.36	68.62 65.31	19.15 19.00	19.08
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 23 27 31	87.52 83.58 50.48 46.42	83.46 79.06 45.10 42.14	72.64 66.86 30.49 30.21	37.52 37.05 36.82 35.88	36.74
3.- LÍMITE PLÁSTICO		38.68 62.89	38.52 62.68	37.64 61.52	18.18 18.10	18.14
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 540.54 (H/S) S			GRAVA 0			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 540.54			ARENA 20			
			FINOS 80			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 37.00		
1"	0.00	0	100	LP = 18.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 19.00		
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
No. 4	0.00	0	100	SUCS : CL		
No. 10	2.44	0	100	AASHTO: A-6		
No. 40	25.70	5	95	IG(86): 15		
No. 200	110.23	20	80	IG(45): 12		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

NORMA : AASHTO T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ : YANACOCCHA

PROFUND.: 1.5 m

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO : J.V

FECHA : /ABRIL - AGOSTO/ 2014

CALICATA : 7

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.20 cm.
ALTURA:	11.6 cm
VOLUMEN :	2,105 cm ³
PESO :	6,290 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	6%	8%	10%	12%
Peso comp.:	10,897	11,035	11,053	10,974
Peso suelo:	4,607	4,745	4,763	4,684
Dens. Hum :	2,189	2,254	2,263	2,225

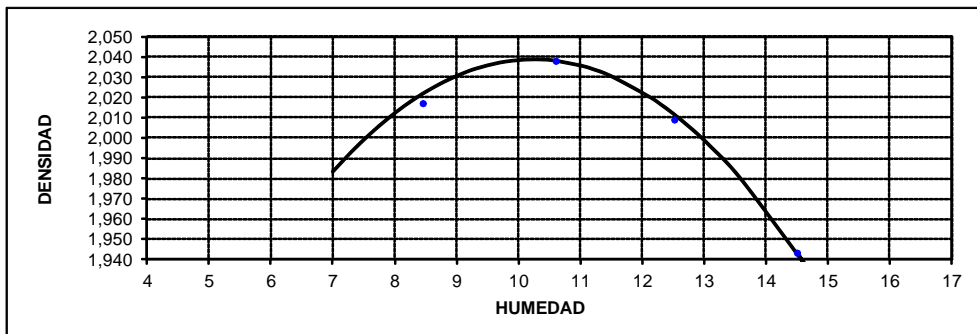
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	362.69	365.22	357.12	459.87	408.94	307.11	309.43	306.70
W. seco:	339.28	341.95	328.93	421.74	370.21	280.38	278.86	276.12
W. caps:	63.29	68.58	63.63	61.11	61.74	69.68	68.20	65.26
w (%) :	8.48	8.51	10.63	10.57	12.56	12.69	14.51	14.50
promedio	8.50		10.60		12.62		14.51	
Dens. Seca:	2,017		2,038		2,009		1,943	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA OPTIMO =

2,039 Kg/m³
10.25 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la direccion del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ: YANACOCCHA
 SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014
 CALICATA: 7

NUMERO DEL MOLDE Nº	4	5	6
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.22	15.22	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.96	12.95	12.96
ALTURA DEL ALZA: (cm)	4.78	4.78	4.78

NORMA: ASTM 1883
 PROF: 1.5 m
 REALIZADO: J.V

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA * C. B. R. *

MOLDE Nº	4		5		6	
	56		25		10	
Nº DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12098	12345	12000	12358	11405	11826
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6799	6799	7087	7087	6870	6870
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5299	5546	4913	5271	4535	4956
VOLUMEN DE MUESTRA cm ³	2357.89	2357.89	2356.07	2356.07	2357.89	2357.89
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm ³	2.247	2.352	2.085	2.237	1.923	2.102

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE Nº	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE gr.	54.08	57.16	59.54	61.23	58.44	57.75	53.64	57.77	53.73	57.22	54.45	57.74
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	323.52	340.13	386.13	399.86	293.44	300.34	406.62	442.35	266.54	270.80	443.33	442.38
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	298.30	313.75	343.63	355.90	271.75	277.90	355.93	387.30	246.95	251.06	380.87	379.39
PESO DE AGUA gr.	25.22	26.38	42.5	43.96	21.69	22.44	50.69	55.05	19.59	19.74	62.46	62.99
PESO DE MUESTRA SECA gr.	244.22	256.59	284.09	294.67	213.31	220.15	302.29	329.53	193.22	193.84	326.42	321.65
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	10.33	10.28	14.96	14.92	10.17	10.19	16.77	16.71	10.14	10.18	19.13	19.58
HUMEDAD PROMEDIO %	10.30		14.94		10.18		16.74		10.16		19.36	
DENSIDAD SECA gr/cm ³	2.037		2.046		1.893		1.916		1.746		1.761	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE Nº	4	5	6
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12345	12358	11826
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12098	12000	11405
PESO DE AGUA ABSORBIDA	247	358	421
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	4.66	7.29	9.28

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE Nº 4			MOLDE Nº 5			MOLDE Nº 6		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	250	2.5	1.93	362	3.62	2.80	407	4.07	3.14
	3	392	3.92	3.02	459	4.59	3.54	422	4.22	3.26
	4	476	4.76	3.67	527	5.27	4.07	428	4.28	3.30
	5	546	5.46	4.21	564	5.64	4.36	431	4.31	3.33

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET	CARGAS	MOLDE Nº 4			MOLDE Nº 5			MOLDE Nº 6		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
plg.	lb/plg ²	plgx10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plgx10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plgx10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²
0.025		16.0	10.01		12.00	7.51		9.0	5.63	
0.050		30.0	18.78		25.00	15.65		14.0	8.76	
0.075		42.0	26.29		36.00	22.53		18.0	11.27	
0.100	1000	53.0	33.17	3.8	46.00	28.79	3.1	21.0	13.14	1.3
0.150		73.0	45.89		59.00	36.93		26.0	16.27	
0.200	1500	90.0	56.33	3.9	70.00	43.81	3.1	30.0	18.78	1.3
0.250		105.0	65.72		81.00	50.70		34.0	21.28	
0.300	1900	119.0	74.48		93.00	58.21		38.0	23.78	
0.400	2300	143.0	89.50		108.00	67.60		44.0	27.54	
0.500	2600	167.0	104.52		125.00	78.24		51.0	31.92	

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : YANACOA

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

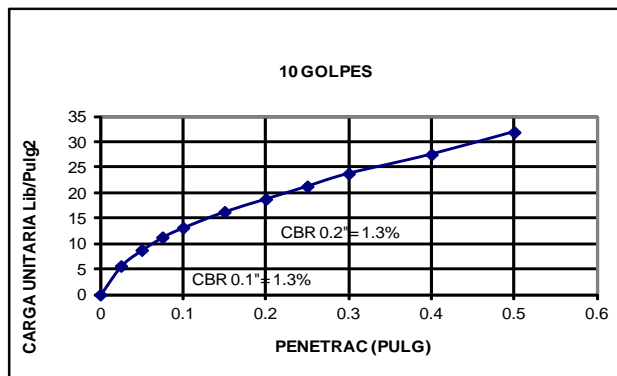
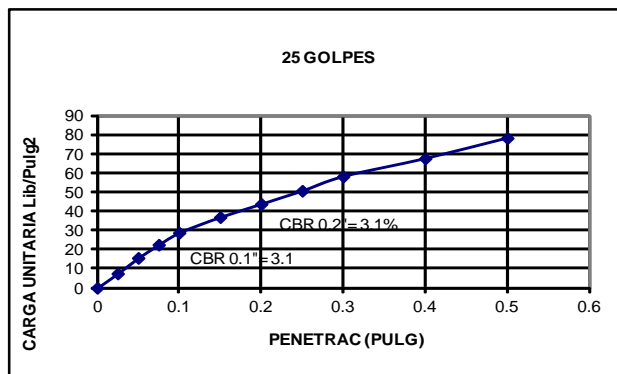
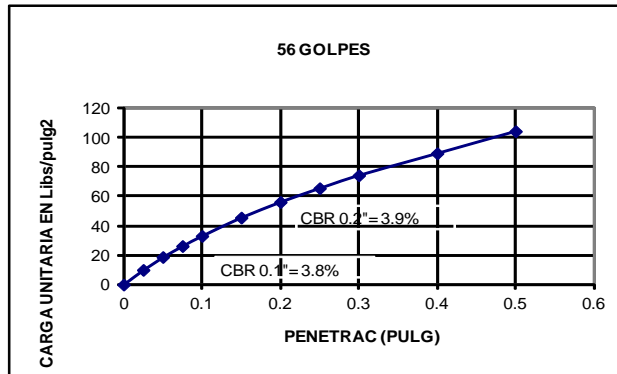
FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014

CALICATA : 7

PROF : 1.50 m

REALIZADO : J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

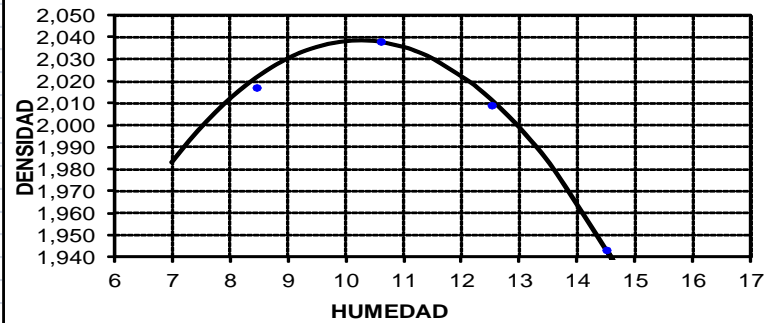
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ : YANACOCCHA
 SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014
 CALICATA : 7
 PROF : 1.50 m
 REALIZADO : J.V

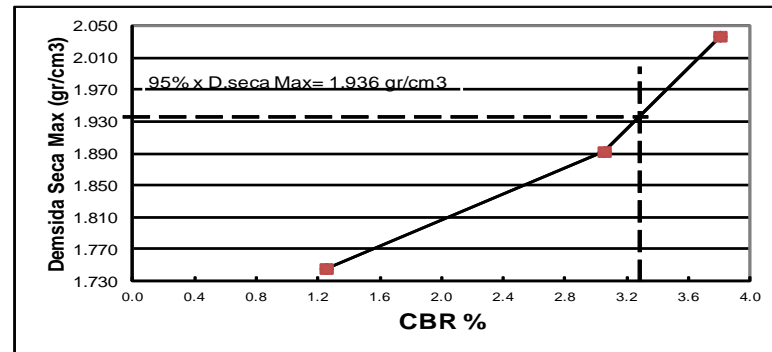
DENSIDAD SECA MÁXIMA = **2,039 Kg/m³**
 CONT. DE AGUA OPTIMO = **10.25 %**



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 3 %

CBR POZO 7

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max. (gr/cm ³)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm ³)	X	Y
	0.1	0.2				
56	3.8	3.93	2.037	1.936	3.8	2.037
25	3.05	3.13	1.893		3.05	1.893
10	1.3	1.3	1.746		1.3	1.746



OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
 DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
 TESISISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

ENSAYO D.C.P - C.B.R.

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

Localización = YANACUCHA

Pozo = 7

Profundidad (m) 1.50

Valor mm/golpe : 13.15

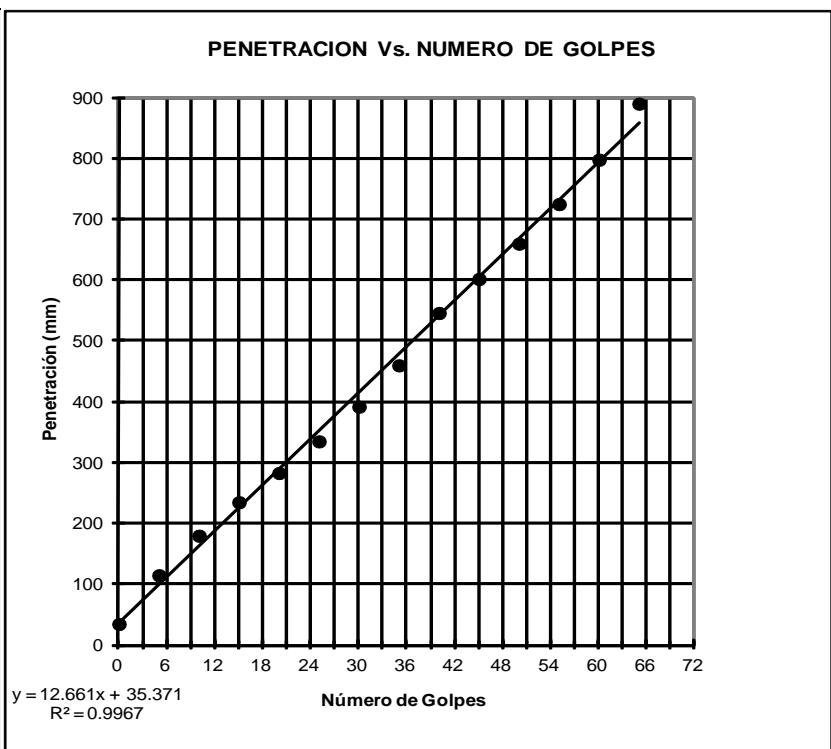
CBR (Kleyn 1975) = 19.5

CBR (Kleyn & Heerden 1983) = 15.6

CBR (Harrison 1987) = 21.2

Valor CBR Promedio = 18.8

Golpes Acumulados	Penetración (mm)
0	35.00
5	115.00
10	180.00
15	235.00
20	283.00
25	335.00
30	392.00
35	460.00
40	546.00
45	602.00
50	660.00
55	725.00
60	798.00
65	890.00


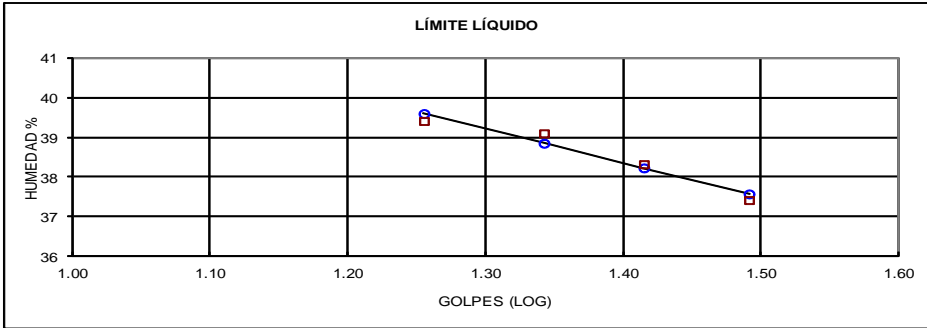


Observaciones: El ensayo es realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis. El resultado del CBR de DCP es 19.0 %

Ing. Carmen Esparza Villalba
 DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
 TESISTA

Pozo 8

		DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL LABORATORIOS UTPL				
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN						
INF-LAB-DGM-IC-007-2014 PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "						
OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27			
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	8			
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	1			
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	0.5 m			
		REALIZADO:	J.V			
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		325.22 312.86	285.86 274.64	72.29 63.30	18.43 18.08	18.26
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 22 26 31	59.38 71.87 77.50 74.36	54.82 67.62 73.07 70.21	43.25 56.75 61.51 59.12	39.41 39.10 38.32 37.42	38.38
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.59 31.26	31.41 31.13	30.49 30.48	19.57 20.00	19.78
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 534.92 (H/S) S PESO INICIAL DE CÁLCULO: 534.92			GRAVA 6 ARENA 31 FINOS 63			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 38.00 LP = 20.00 IP = 18.00		
1"	0.00	0	100			
3/4"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 9 IG(45): 9		
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	7.13	1	99			
No. 4	32.56	6	94			
No. 10	55.25	10	90			
No. 40	89.58	17	83			
No. 200	199.06	37	63			
						
CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)						
Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.						
Ing. Carmen Esparza Villalba DIRECTORA DE TESIS			Egdo. Jorge Luis Vásquez TESISTA			



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

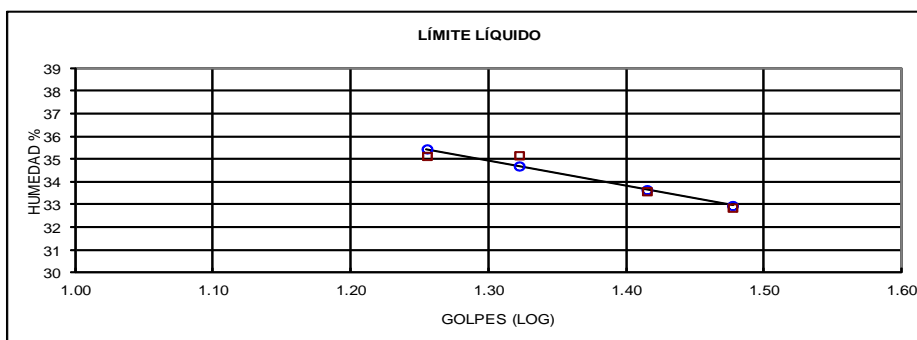
INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	8
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	2
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		325.02 323.42	284.54 283.90	68.23 65.15	18.71 18.07	18.39
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 21 26 30	46.74 47.28 48.45 49.54	42.52 42.93 43.98 44.88	30.51 30.56 30.67 30.70	35.14 35.17 33.58 32.86	33.84
3.- LÍMITE PLÁSTICO		70.00 31.71	69.82 31.53	68.91 30.62	19.78 19.78	19.78

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	535.48	(H/S)	S	GRAVA	8
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			535.48	ARENA	41
				FINOS	51
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	34.00
1"	0.00	0	100	LP =	20.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	14.00
1/2"	13.29	2	98		
3/8"	24.17	5	95		
No. 4	42.64	8	92		
No. 10	63.91	12	88		
No. 40	99.58	19	81		
No. 200	260.85	49	51		
				CLASIFICACIÓN	
				SUCS :	CL
				AASHTO: A-6	
				IG(86):	5
				IG(45):	5



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

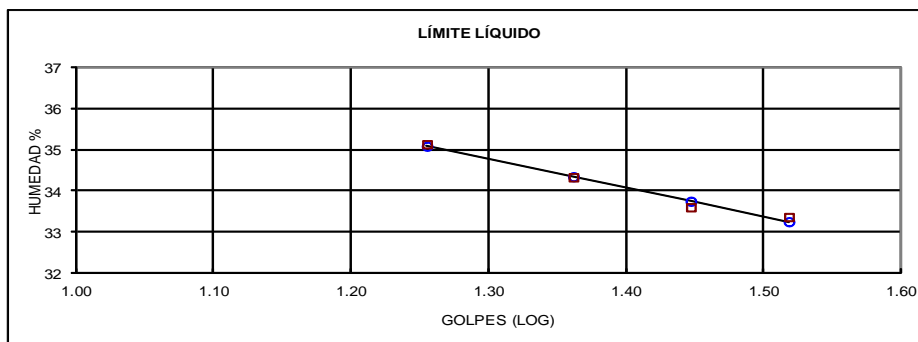
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	8
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	3
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		331.24 321.46	290.30 281.83	70.72 70.68	18.64 18.77	18.71
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 23 28 33	44.61 45.06 44.16 44.62	40.96 41.38 40.83 41.09	30.57 30.66 30.92 30.51	35.13 34.33 33.60 33.36	34.09
3.- LÍMITE PLÁSTICO		53.96 63.41	53.79 63.28	52.89 62.59	18.89 18.84	18.86
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 545.00 (H/S) S			GRAVA 5			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 545.00			ARENA 28			
			FINOS 67			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 34.00		
1"	0.00	0	100	LP = 19.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 15.00		
1/2"	7.67	1	99	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 9 IG(45): 8		
3/8"	12.84	2	98			
No. 4	27.42	5	95			
No. 10	39.06	7	93			
No. 40	68.50	13	87			
No. 200	181.58	33	67			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGMHC-007-2014

PROYECTO :

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : AASHTO T 180-D

OBRA:

ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ:

YANACOCCHA

PROFUND.: 1.5 m

SOLICITADO:

EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO: J.V

FECHA:

/ABRIL - AGOSTO/ 2014

CALICATA:

8

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE		
DIÁMETRO:	15.20	cm.
ALTURA:	11.6	cm
VOLUMEN :	2,105	cm3
PESO :	6,290	gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	6%	8%	10%	12%
Peso comp.:	10,869	10,975	10,960	10,855
Peso suelo:	4,579	4,685	4,670	4,565
Dens. Hum :	2,175	2,226	2,219	2,169

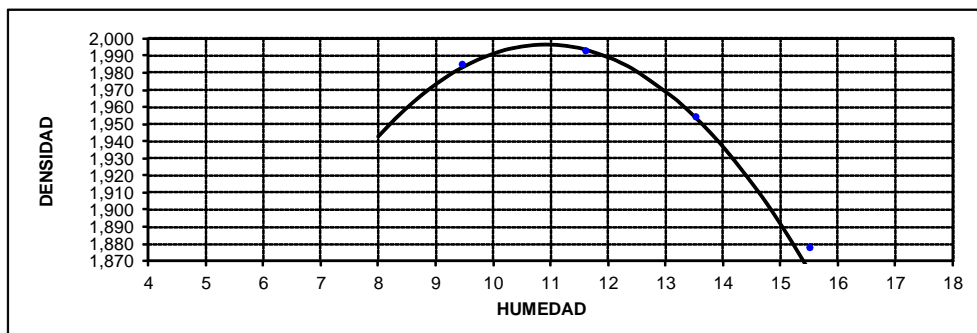
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	470.72	474.07	453.68	452.48	472.84	470.69	426.94	423.55
W. seco:	435.18	438.10	412.72	411.50	424.66	422.72	378.02	375.16
W. caps:	64.56	61.74	63.08	58.58	69.64	65.57	61.77	62.28
w (%) :	9.59	9.56	11.71	11.61	13.57	13.43	15.47	15.47
promedio	9.57		11.66		13.50		15.47	
Dens. Seca:	1,985		1,993		1,955		1,878	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1,997 Kg/m3
10.92 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la direccion del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ: YANACOCCHA
 SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014
 CALICATA: 8

NUMERO DEL MOLDE Nº	7	8	9
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.22	15.22	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.65	12.65	12.63
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08

NORMA: ASTM 1883
 PROF: 1.5 m
 REALIZADO: J.V

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA * C. B. R. *

MOLDE Nº	7		8		9	
	56		25		10	
Nº DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr. 12198	12526	11668	12057	11713	12130
PESO DEL MOLDE + BASE	gr. 7140	7140	6781	6781	7151	7151
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr. 5058	5386	4887	5276	4562	4979
VOLUMEN DE MUESTRA	cm ³ 2301.49	2301.49	2301.49	2301.49	2297.85	2297.85
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ 2.198	2.340	2.123	2.292	1.985	2.167

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE Nº	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE.	gr. 30.54	30.66	61.43	64.59	30.62	30.55	52.59	57.33	30.51	30.98	54.09	56.31
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr. 174.96	185.14	498.06	513.25	163.70	159.70	434.11	471.70	158.83	162.03	449.50	444.92
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr. 161.22	170.60	433.60	446.80	150.89	147.26	374.58	403.17	146.48	149.23	382.17	379.62
PESO DE AGUA.	gr. 13.74	14.54	64.46	66.45	12.81	12.44	59.53	68.53	12.35	12.8	67.33	65.3
PESO DE MUESTRA SECA.	gr. 130.68	139.94	372.17	382.21	120.27	116.71	321.99	345.84	115.97	118.25	328.08	323.31
CONTENIDO DE HUMEDAD.	gr. 10.51	10.39	17.32	17.39	10.65	10.66	18.49	19.82	10.65	10.82	20.52	20.20
HUMEDAD PROMEDIO.	%.	10.45	17.35		10.65		19.15		10.74		20.36	
DENSIDAD SECA.	gr/cm ³	1.990	1.994		1.919		1.924		1.793		1.800	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE Nº	7	8	9
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12526	12057	12130
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12198	11668	11713
PESO DE AGUA ABSORBIDA	328	389	417
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	6.48	7.96	9.14

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA TIEMPO	MOLDE Nº 7			MOLDE Nº 8			MOLDE Nº 9		
	Y	EN	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%
	1	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	337	2.66	357	3.57	2.82	417	4.17	3.30
	3	689	5.45	697	6.97	5.51	547	5.47	4.33
	4	804	6.36	792	7.92	6.26	579	5.79	4.58
	5	853	6.74	839	8.39	6.63	598	5.98	4.73

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET. CARGAS	MOLDE Nº 7			MOLDE Nº 8			MOLDE Nº 9			
	EN	TIPO	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN
plg.	lb/plg ²	plgx10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plgx10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plgx10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²
0.025		6.0	3.76		5.00	3.13		4.0	2.50	
0.050		11.0	6.88		8.00	5.01		7.0	4.38	
0.075		15.0	9.39		11.00	6.88		10.0	6.26	
0.100	1000	19.0	11.89	1.5	15.00	9.39	1.0	13.0	8.14	0.9
0.150		29.0	18.15		21.00	13.14		19.0	11.89	
0.200	1500	40.0	25.04	1.9	29.00	18.15	1.2	23.0	14.40	1.0
0.250		52.0	32.55		35.00	21.91		28.0	17.52	
0.300	1900	62.0	38.80		41.00	25.66		31.0	19.40	
0.400	2300	83.0	51.95		52.00	32.55		39.0	24.41	
0.500	2600	103.0	64.47		62.00	38.80		46.0	28.79	

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : YANACOAHA

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

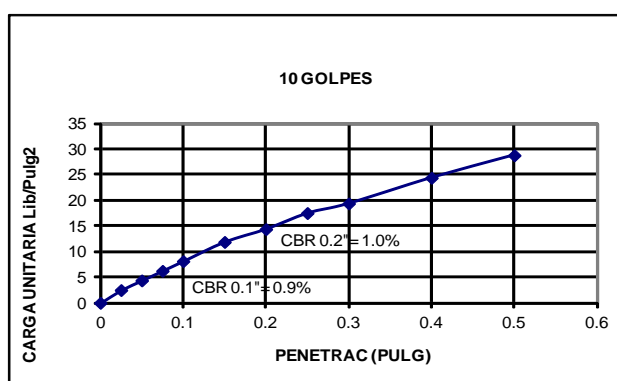
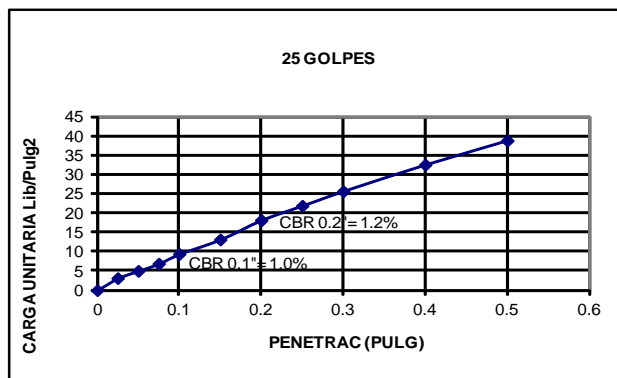
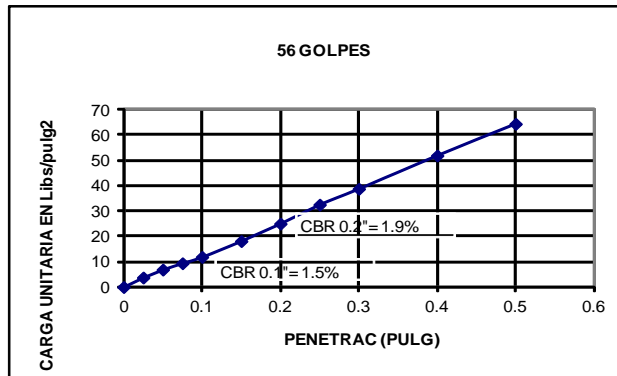
FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014

CALICATA : 8

PROF : 1.50 m

REALIZADO : J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

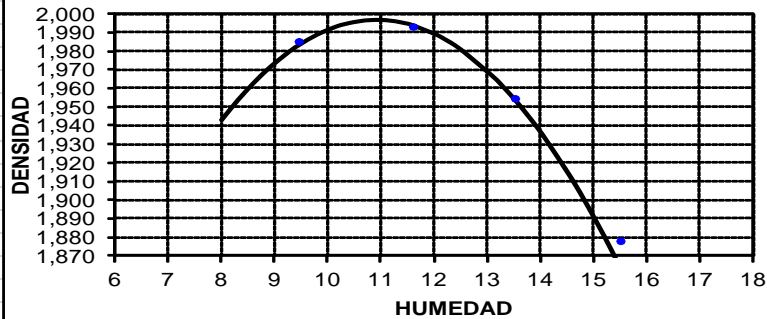
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL**

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ : YANACOCHA
 SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014
 CALICATA : 8
 PROF : 1.50 m
 REALIZADO : J.V

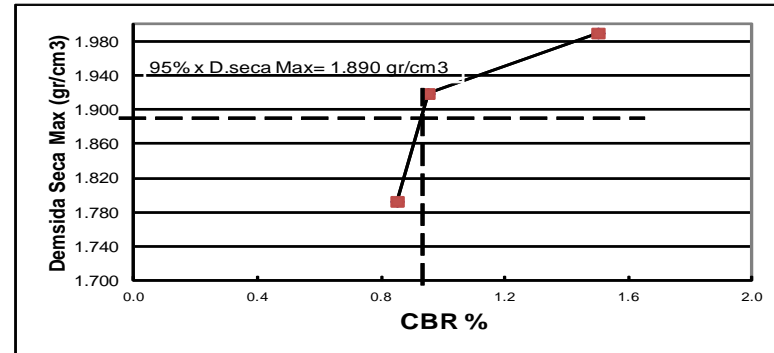
DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,997 Kg/m³
CONT. DE AGUA OPTIMO = 10.92 %



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 1 %

CBR DEL POZO 8

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max. (gr/cm ³)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm ³)	X	Y
	0.1	0.2				
56	1.5	1.9	1.990	1.890	1.5	1.990
25	0.95	1.2	1.919		0.95	1.919
10	0.9	1.0	1.793		0.9	1.793



OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
TESISTA

Pozo 9



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	9
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	1
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	0.5 m
		REALIZADO:	J.V

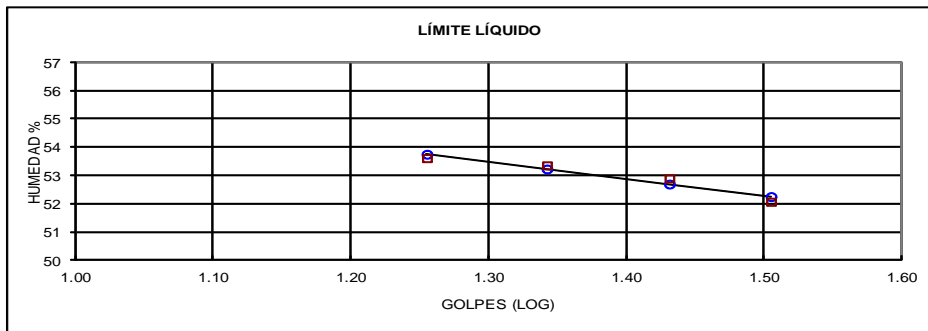
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		388.87 380.86	299.41 308.83	54.72 64.56	36.56 29.49	33.02
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 22 27 32	83.05 63.79 82.54 69.31	78.44 59.17 77.87 65.15	69.84 50.51 69.04 57.16	53.60 53.35 52.89 52.07	52.89
3.- LÍMITE PLÁSTICO		72.25 73.64	71.95 73.33	71.09 72.43	34.88 34.44	34.66

4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN
PESO IN= 532.45 (H/S) S	GRAVA 7
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 532.45	ARENA 32
	FINOS 61

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	4.17	1	99
3/8"	7.82	1	99
No. 4	35.15	7	93
No. 10	70.79	13	87
No. 40	109.79	21	79
No. 200	206.40	39	61

LL =	53.00
LP =	35.00
IP =	18.00

CLASIFICACIÓN	
SUCS :	M-H
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	11
IG(45):	10



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-5)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

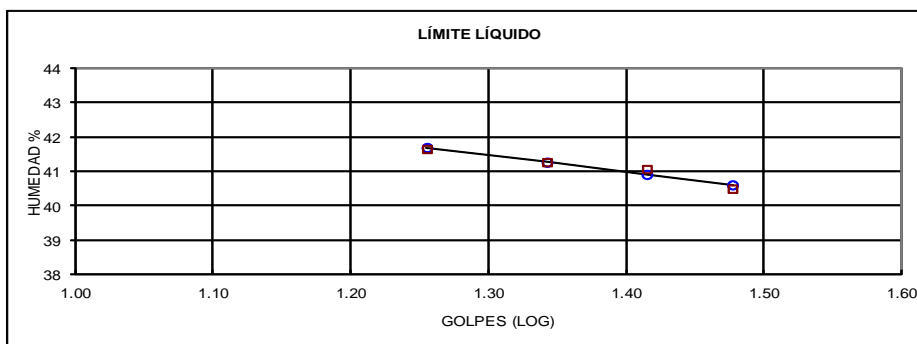
INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	9
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	2
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		416.46 364.22	346.31 299.43	61.67 37.10	24.65 24.70	24.67
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 22 26 30	71.00 75.91 69.53 77.80	66.81 72.20 65.14 74.22	56.75 63.21 54.45 65.38	41.65 41.27 41.07 40.50	41.00
3.- LÍMITE PLÁSTICO		58.63 55.37	58.47 55.16	57.75 54.24	22.22 22.83	22.52

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	533.66	(H/S)	S	GRAVA	7
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			533.66	ARENA	23
				FINOS	70
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	41.00
1"	0.00	0	100	LP =	23.00
3/4"	14.81	3	97	IP =	18.00
1/2"	21.14	4	96		
3/8"	28.93	5	95		
No. 4	34.81	7	93		
No. 10	42.44	8	92		
No. 40	59.07	11	89		
No. 200	159.85	30	70		
				CLASIFICACIÓN	
				SUCS :	CL
				AASHTO:	A-7-6
				IG(86):	12
				IG(45):	10



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-7-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

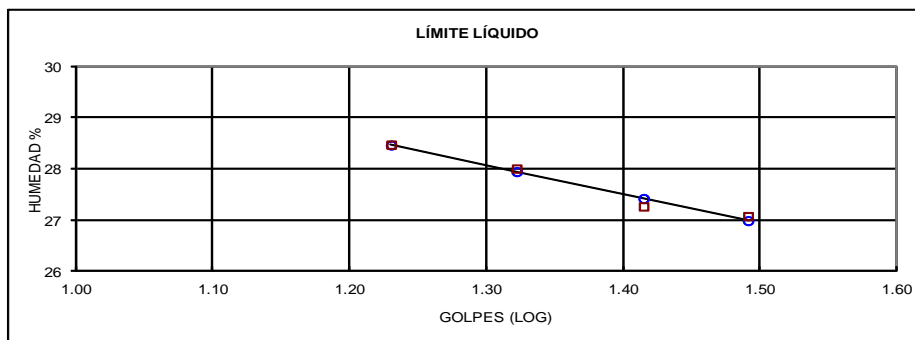
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	9
SOLIC:	EGDO. JORGE VAZQUEZ	MUESTRA:	3
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		461.83 447.95	407.68 398.67	60.56 63.20	15.60 14.69	15.14
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 26 31	80.63 77.22 78.62 76.40	76.96 73.84 75.34 73.14	64.07 61.77 63.31 61.10	28.47 28.00 27.27 27.08	27.52
3.- LÍMITE PLÁSTICO		61.20 55.19	61.00 55.02	59.90 54.09	18.18 18.28	18.23
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 536.47 (H/S) S			GRAVA 3			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 536.47			ARENA 50			
			FINOS 47			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 28.00		
1"	0.00	0	100	LP = 18.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 10.00		
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	5.44	1	99	CLASIFICACIÓN		
No. 4	18.05	3	97	SUCS : SC		
No. 10	38.72	7	93	AASHTO: A-4		
No. 40	99.12	18	82	IG(86): 2		
No. 200	286.15	53	47	IG(45): 2		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo Limoso (A-4)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villaiba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

NORMA : AASHTO T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ : YANACOCHA

PROFUND.: 1.5 m

SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO: J.V

FECHA : /ABRIL - AGOSTO/ 2014

CALICATA: 9

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15.20 cm.
ALTURA:	11.6 cm
VOLUMEN :	2,105 cm3
PESO :	6,290 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	10%	12%	14%	16%
Peso comp.:	10,896	11,030	10,997	10,850
Peso suelo:	4,606	4,740	4,707	4,560
Dens. Hum :	2,188	2,252	2,236	2,166

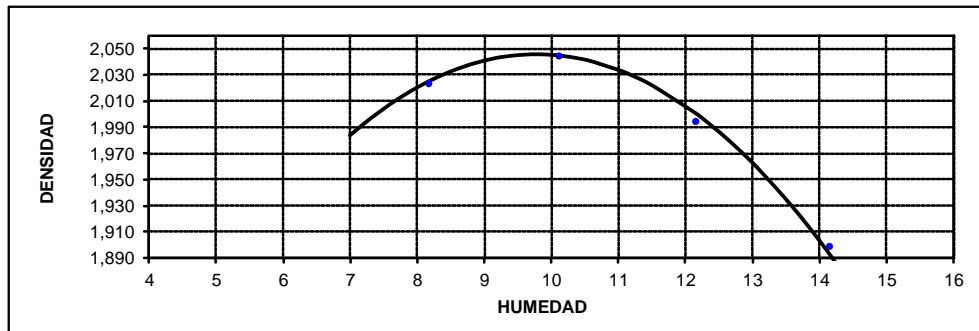
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	437.37	456.96	446.93	430.04	450.07	450.67	413.91	426.04
W. seco:	409.07	427.38	410.83	394.01	407.41	408.24	370.58	380.54
W. caps:	62.00	61.67	54.47	37.62	54.74	57.33	61.53	57.46
w (%) :	8.15	8.09	10.13	10.11	12.10	12.09	14.02	14.08
promedio	8.12		10.12		12.09		14.05	
Dens. Seca:	2,024		2,045		1,995		1,899	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA OPTIMO =

2,046 Kg/m3
9.78 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL**

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
LOCALIZ: YANACOCCHA
SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014
CALICATA: 9

NUMERO DEL MOLDE N°	10	11	12
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.28	15.23	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.64	12.65	12.68
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08

NORMA: ASTM 1883
PROF: 1.5 m
REALIZADO: J.V

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA " C. B. R. "

MOLDE N°	10		11		12	
	56		25		10	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12368	12507	11816	12053	11485	11777
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	7175	7175	6854	6854	6843	6843
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5193	5332	4962	5199	4642	4934
VOLUMEN DE MUESTRA cm ³	2317.84	2317.84	2304.52	2304.52	2306.95	2306.95
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm ³	2.240	2.300	2.153	2.256	2.012	2.139

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
RECIPIENTE N°	30.60	30.51	57.16	54.88	30.61	30.62	58.45	63.31	30.44	30.92	61.92	59.61
PESO DEL RECIPIENTE gr.	162.12	163.15	424.34	443.40	169.82	169.90	410.56	426.76	164.61	164.79	442.65	415.77
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	150.85	151.82	384.06	401.47	158.08	158.15	366.97	381.41	153.22	153.52	391.07	367.34
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	11.27	11.33	40.28	41.93	11.74	11.75	43.59	45.35	11.39	11.27	51.58	48.43
PESO DE AGUA gr.	120.25	121.31	326.90	346.59	127.47	127.53	308.52	318.1	122.78	122.6	329.15	307.73
PESO DE MUESTRA SECA gr.	9.37	9.34	12.32	12.10	9.21	9.21	14.13	14.26	9.28	9.19	15.67	15.74
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	9.36		12.21		9.21		14.19		9.23		15.70	
HUMEDAD PROMEDIO %	9.36		12.21		9.21		14.19		9.23		15.70	
DENSIDAD SECA gr/cm ³	2.049		2.050		1.972		1.976		1.842		1.848	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	10	11	12
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12507	12053	11777
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12368	11816	11485
PESO DE AGUA ABSORBIDA	139	237	292
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	2.68	4.78	6.29

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	163	1.63	1.29	167	1.67	1.32	138	1.38	1.09
	3	188	1.88	1.49	181	1.81	1.43	148	1.48	1.17
	4	193	1.93	1.53	187	1.87	1.48	152	1.52	1.20
	5	195	1.95	1.54	188	1.88	1.49	154	1.54	1.21

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET.	CARGAS	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²
0.025		27.0	16.90		20.00	12.52		19.0	11.89	
0.050		76.0	47.57		46.00	28.79		43.0	26.91	
0.075		148.0	92.63		80.00	50.07		62.0	38.80	
0.100	1000	233.0	145.83	24.0	108.00	67.60	8.0	81.0	50.70	5.3
0.150		431.0	269.76		190.00	118.92		109.0	68.22	
0.200	1500	603.0	377.41	27.6	244.00	152.72	10.0	132.0	82.62	5.5
0.250		735.0	460.03		291.00	182.13		153.0	95.76	
0.300	1900	835.0	522.61		339.00	212.18		171.0	107.03	
0.400	2300	994.0	622.13		429.00	268.51		206.0	128.93	
0.500	2600				519.00	324.83		237.0	148.33	

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : YANACOAHA

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

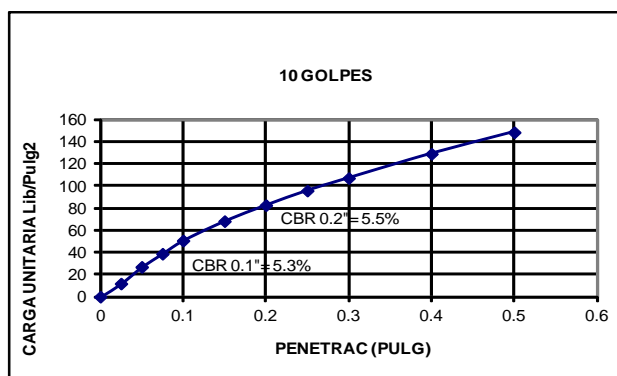
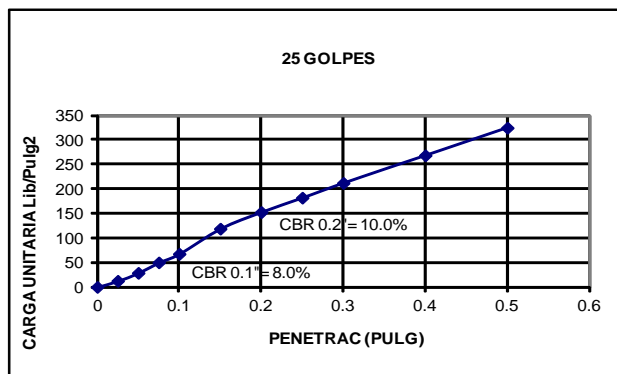
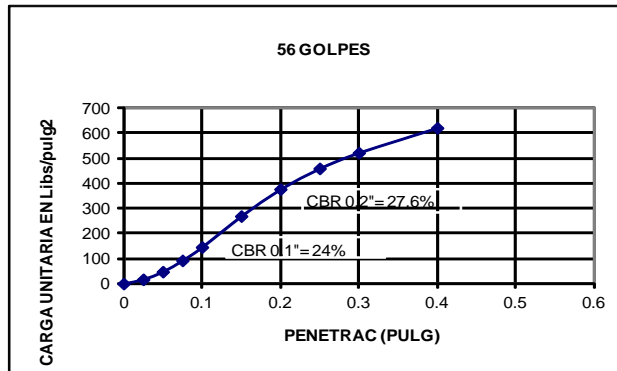
FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014

CALICATA : 9

PROF : 1.50 m

REALIZADO : J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

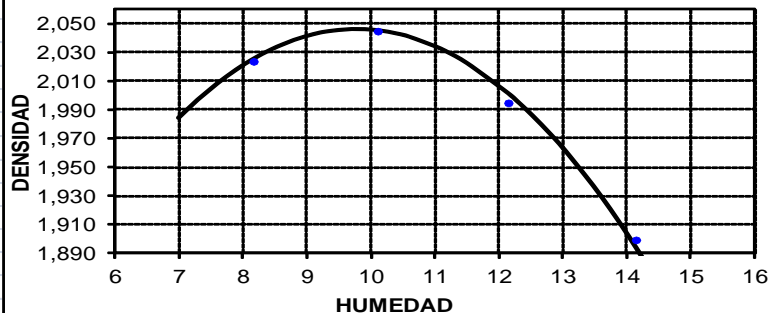
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ : YANACOCHA
 SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014
 CALICATA : 9
 PROF : 1.50 m
 REALIZADO : J.V

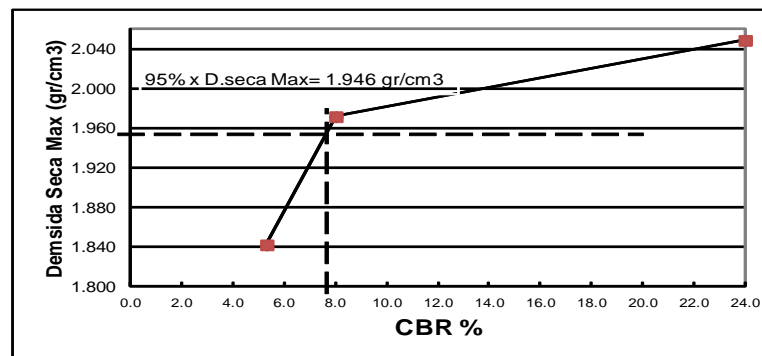
DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,046 Kg/m³
CONT. DE AGUA OPTIMO = 9.78 %



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 8 %

CBR POZO 9

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max. (gr/cm ³)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm ³)	X	Y
	0.1	0.2		1.946		
56	24.0	27.6	2.049		24.0	2.049
25	8	10	1.972		8	1.972
10	5.3	5.5	1.842		5.3	1.842



OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
 DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
 TESISISTA

Pozo 10



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL LABORATORIOS UTPL

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27

LOCALIZ: YANACOCHA

CALICATA: 10

SOLIC: EGDO. JORGE VASQUEZ

MUESTRA: 1

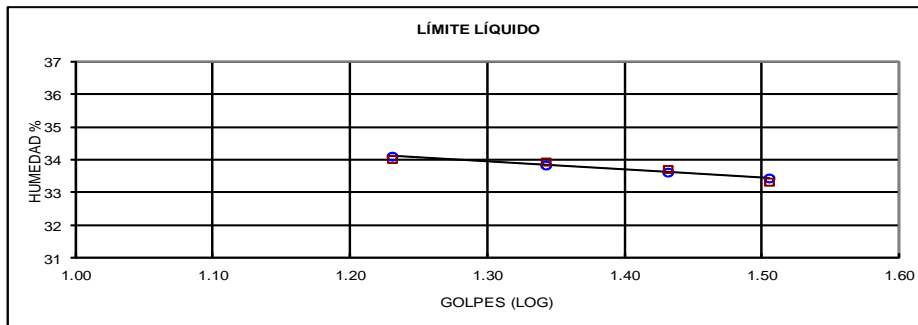
FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

PROFUNDIDAD: 0.5 m

REALIZADO: J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		449.27 397.73	376.63 330.10	61.73 37.61	23.07 23.12	23.09
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 22 27 32	47.73 49.54 49.04 46.50	43.46 44.73 44.37 42.50	30.91 30.56 30.52 30.50	34.02 33.94 33.72 33.33	33.71
3.- LÍMITE PLÁSTICO		56.87 55.93	56.57 55.70	55.47 54.87	27.27 27.71	27.49

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	536.39	(H/S)	S	GRAVA	4
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			536.39	ARENA	28
				FINOS	68
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	34.00
1"	0.00	0	100	LP =	27.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	7.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	9.05	2	98	CLASIFICACIÓN	
No. 4	19.50	4	96	SUCS :	ML-OL
No. 10	38.56	7	93	AASHTO: A-4	
No. 40	73.78	14	86	IG(86):	7
No. 200	174.00	32	68	IG(45):	7



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo Limoso (A-4)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

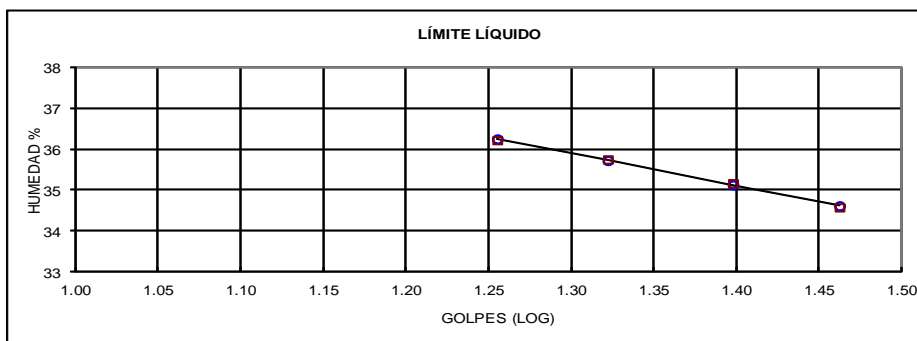
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	10
SOLIC:	EGDO. JORGE VASQUEZ	MUESTRA:	2
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		462.79 458.17	387.81 384.56	59.12 56.98	22.81 22.47	22.64
2.- LÍM. LÍQUIDO	18 21 25 29	91.23 84.68 47.34 47.26	86.29 79.99 42.99 42.91	72.65 66.87 30.62 30.33	36.22 35.75 35.17 34.58	35.12
3.- LÍMITE PLÁSTICO		57.51 62.45	57.34 62.26	56.58 61.43	22.37 22.89	22.63
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 542.69 (H/S) S			GRAVA 2			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 542.69			ARENA 22			
			FINOS 76			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 35.00		
1"	0.00	0	100	LP = 23.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 12.00		
1/2"	3.55	1	99			
3/8"	5.51	1	99			
No. 4	9.71	2	98	CLASIFICACIÓN		
No. 10	16.44	3	97	SUCS : CL		
No. 40	39.28	7	93	AASHTO: A-6		
No. 200	132.69	24	76	IG(86): 9		
				IG(45): 9		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

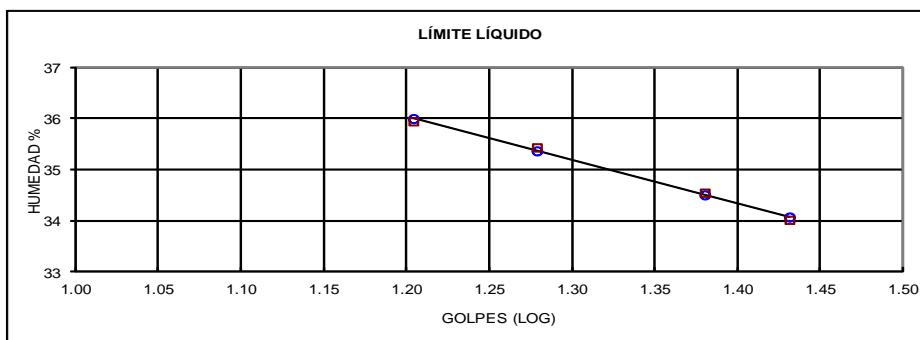
ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO :CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL "

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
LOCALIZ:	YANACOCCHA	CALICATA:	10
SOLIC:	EGDO. JORGE VASQUEZ	MUESTRA:	3
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	PROFUNDIDAD:	1.5 m
		REALIZADO:	J.V

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		482.54 458.07	422.74 401.30	69.01 59.44	16.91 16.61	16.76
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 19 24 27	49.61 47.47 49.26 48.13	44.61 43.14 44.43 43.66	30.70 30.92 30.45 30.52	35.95 35.43 34.55 34.02	34.36
3.- LÍMITE PLÁSTICO		62.46 55.56	62.29 55.40	61.56 54.72	23.29 23.53	23.41
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 1103.60 (H/S) S			GRAVA 24			
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 1103.60			ARENA 35			
			FINOS 41			
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 34.00		
1"	0.00	0	100	LP = 23.00		
3/4"	54.11	5	95	IP = 11.00		
1/2"	97.82	9	91			
3/8"	146.71	13	87			
No. 4	267.36	24	76	CLASIFICACIÓN		
No. 10	387.86	35	65	SUCS : SC		
No. 40	524.50	48	52	AASHTO: A-6		
No. 200	650.29	59	41	IG(86): 1		
				IG(45): 1		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelo arcilloso (A-6)

Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

NORMA : AASHTO T 180-D

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ: YANACOCCHA

PROFUND.: 1.5 m

SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO: J.V

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

CALICATA: 10

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	2
DIÁMETRO:	15.20 cm.
ALTURA:	11.6 cm
VOLUMEN :	2,105 cm ³
PESO :	6,290 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	6%	8%	10%	12%
Peso comp.:	10,725	10,900	10,940	10,840
Peso suelo:	4,435	4,610	4,650	4,550
Dens. Hum :	2,107	2,190	2,209	2,162

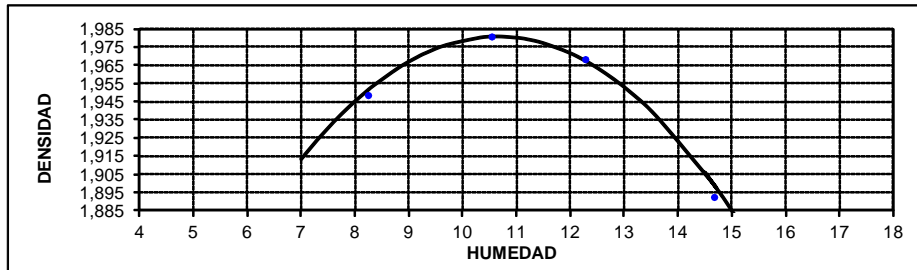
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	486.04	508.51	466.89	466.23	458.18	447.47	435.63	445.24
W. seco:	452.26	473.79	428.66	427.78	414.60	405.07	389.65	398.45
W. caps:	36.75	46.10	60.37	69.84	59.53	57.01	66.36	69.03
w (%) :	8.13	8.12	10.38	10.74	12.27	12.18	14.22	14.20
promedio	8.12		10.56		12.23		14.21	
Dens. Seca:	1,949		1,981		1,968		1,893	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA OPTIMO =

1,981 Kg/m³
10.65 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALIZ: YANACOCCHA
 SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014
 CALICATA: 10

NUMERO DEL MOLDE N°	10	11	12
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15.28	15.23	15.22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12.64	12.65	12.68
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5.08	5.08	5.08
NORMA: ASTM 1883			
PROF: 1.5 m			
REALIZADO: J.V			

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA * C. B. R. *

MOLDE N°	10		11		12	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr. 12258	12446	11636	11947	11419	11843
PESO DEL MOLDE + BASE	gr. 7175	7175	6854	6854	6843	6843
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr. 5083	5271	4782	5093	4576	5000
VOLUMEN DE MUESTRA	cm ³ 2317.84	2317.84	2304.52	2304.52	2306.95	2306.95
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³ 2.193	2.274	2.075	2.210	1.984	2.167

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPiente N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPiente.	gr. 30.62	30.67	60.41	55.26	30.51	30.62	52.54	57.16	30.98	30.56	64.58	59.80
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr. 188.43	193.31	415.46	433.12	183.02	191.38	443.16	388.62	192.04	189.94	409.43	388.61
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr. 173.40	177.68	369.82	385.60	168.66	176.13	386.16	339.09	176.43	174.85	351.45	332.80
PESO DE AGUA.	gr. 15.03	15.63	45.64	47.52	14.36	15.25	57	49.53	15.61	15.09	57.98	55.81
PESO DE MUESTRA SECA.	gr. 142.78	147.01	309.41	330.34	138.15	145.51	333.62	281.93	145.45	144.29	286.87	273
CONTENIDO DE HUMEDAD.	gr. 10.53	10.63	14.75	14.39	10.39	10.48	17.09	17.57	10.73	10.46	20.21	20.44
HUMEDAD PROMEDIO.	% 10.58		14.57		10.44		17.33		10.60		20.33	
DENSIDAD SECA.	gr/cm ³ 1.983		1.985		1.879		1.884		1.794		1.801	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	10	11	12
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12446	11947	11843
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12258	11636	11419
PESO DE AGUA ABSORBIDA	188	311	424
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	3.70	6.50	9.27

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00
	2	236	2.36	1.87	319	3.19	2.52	320	3.20	2.52
	3	251	2.51	1.99	324	3.24	2.56	328	3.28	2.59
	4	243	2.43	1.92		327	258.50	333	3.33	2.63
	5	263	2.63	2.08		329	260.08	336	3.36	2.65

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET	CARGAS	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²
0.025		16.0	54.07		9.00	30.41		2.0	6.76	
0.050		35.0	118.28		18.00	60.83		5.0	16.90	
0.075		57.0	192.63		25.00	84.49		8.0	27.04	
0.100	1000	70.0	236.56	28.4	32.00	108.14	10.6	11.0	37.17	4.3
0.150		105.0	354.84		45.00	152.07		16.0	54.07	
0.200	1500	130.0	439.33	31.5	56.00	189.25	12.6	21.0	70.97	4.9
0.250		154.0	520.43		67.00	226.42		25.0	84.49	
0.300	1900	173.0	584.64		76.00	256.84		30.0	101.38	
0.400	2300	204.0	689.40		89.00	300.77		38.0	128.42	
0.500	2600	232.0	784.03		97.00	327.80		46.0	155.45	

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ. : YANACOCCHA

SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

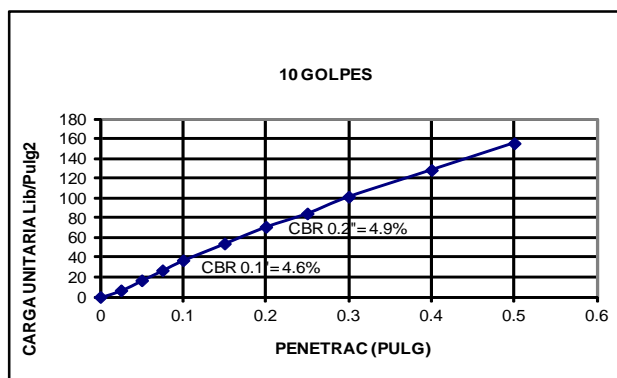
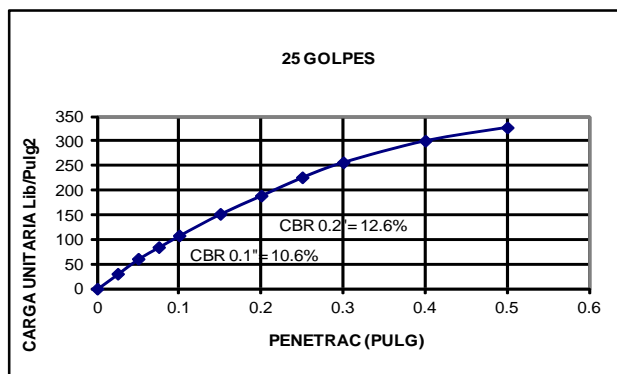
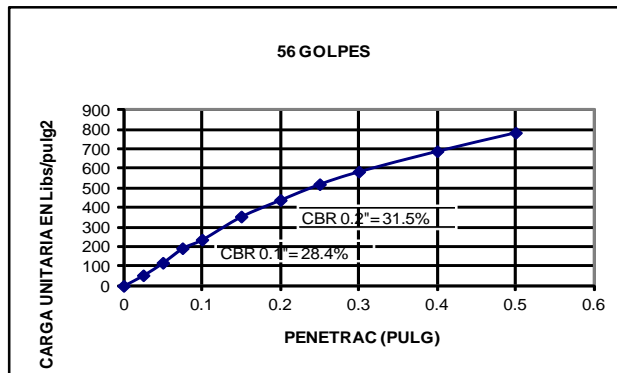
FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014

CALICATA : 10

PROF : 1.50 m

REALIZADO : J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

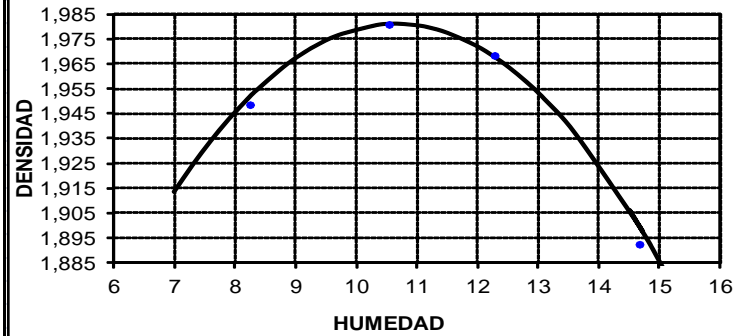
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL**

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE
 LOCALZ : YANACOCHA
 SOLICITADO : EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA
 FECHA : ABRIL - AGOSTO 2014
 CALICATA : 10
 PROF : 1.50 m
 REALIZADO : J.V

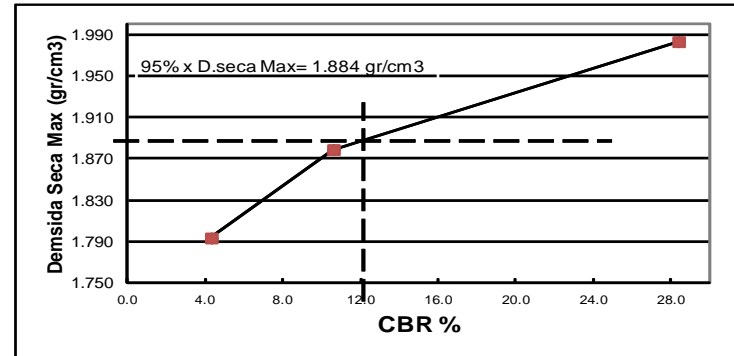
DENSIDAD SECA MÁXIMA = 1,981 Kg/m³
CONT. DE AGUA OPTIMO = 10.65 %



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 12 %

CBR DEL POZO 10

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max. (gr/cm ³)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm ³)	X	Y
	0.1	0.2				
56	28.4	31.5	1.983	1.884	28.4	1.983
25	10.6	12.6	1.879		10.6	1.879
10	4.3	4.9	1.794		4.3	1.794



OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
TESISTA

CBR de diseño: Polígono YANACOCHA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

CBR DE DISEÑO'

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE
EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA,
EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE SUBRASANTE

LOCALZ: POLIGONO YANACOCHA

PROFUND.: 1.5 m

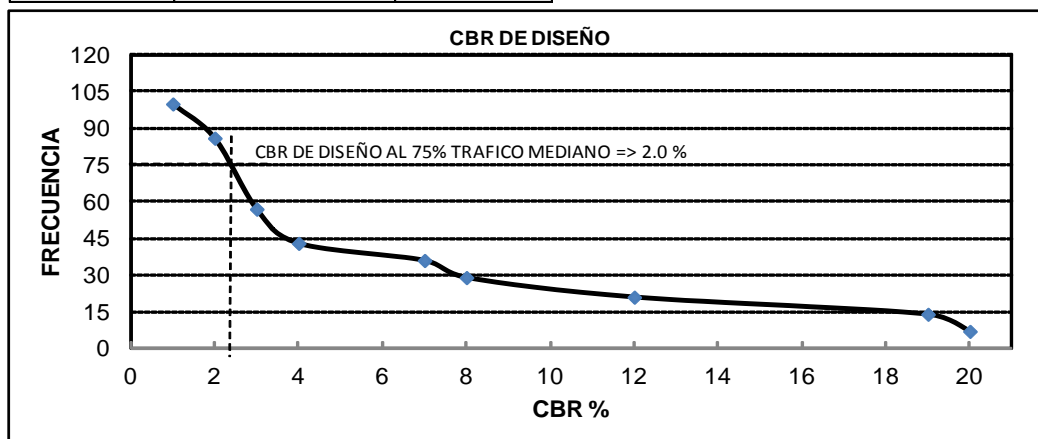
SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ CUENCA

REALIZADO: J.V

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

CÁLCULO DEL CBR DE DISEÑO		
Valores de CBR	# De Valores CBR >=	FRECUENCIA
1	14	100
1		
2	12	86
2		
2		
2		
3	8	57
3		
4	6	43
7	5	36
8	4	29
12	3	21
19	2	14
20	1	7

Valores de la Gráfica	
CBR	FRECUENCIA
1	100
2	86
3	57
4	43
7	36
8	29
12	21
19	14
20	7



Observaciones: El ensayo es realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis. El CBR de diseño del polígono YANACOCHA, para un tráfico de diseño liviano es de 2.0 %

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA

ANEXO II ENSAYOS DE CANTERA

CANTERA EN SU ESTADO NATURAL



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL LABORATORIOS UTPL

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : *CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.

OBRA : ESTUDIO DE TERIAL DE MEJORAMIENTO

LOCALIZAC: CANTERA ZALAPA

SOLICITADO : EDO. JORGE LUIS VASQUEZ

FECHA: ABRIL-AGOSTO / 2014

NORMA: ASTM D 422,

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

PROF: NIVEL DE SUBRASANTE

REALIZADO: J.V

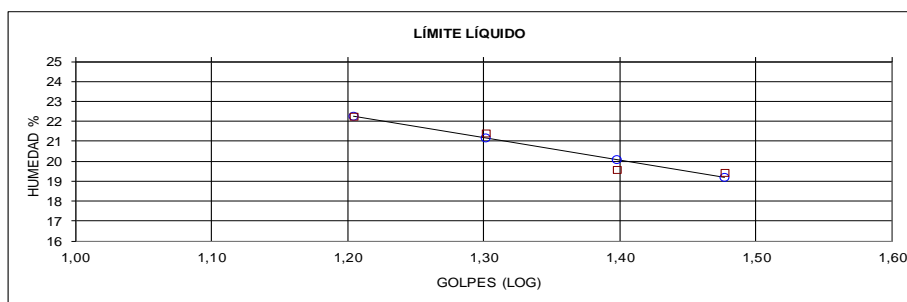
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		414,36 420,76	374,88 379,73	60,84 63,22	13 13	13
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 20 25 30	73,81 72,41 67,11 77,46	70,82 69,56 64,79 75,09	57,38 56,26 52,93 62,90	22 21 20 19	20
3.- LÍMITE PLÁSTICO		68,30 56,58	68,17 56,46	67,12 55,48	12 12	12

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	3054,30	(H/S)	S	GRAVA	52
PESO INICIAL DE CÁLCULO:	3054,30			ARENA	47
				FINOS	1

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
2"(50,8 mm)	0	0	100
1 1/2"(38,1mm)	0	0	100
1"(25,4mm)	143	5	95
3/4"(19,0mm)	406	13	87
1/2"(12,50mm)	742	24	76
3/8"(9,5mm)	994	33	67
Nº4 (4,76mm)	1.586	52	48
Nº10 (2,00mm)	2.117	69	31
Nº40 (0,425mm)	2.606	85	15
Nº200 (0,075mm)	3.018	99	1

LL =	20,00
LP =	12,00
IP =	8,00

CLASIFICACIÓN	
SUCS :	SM
AASHTO :	A-2-4
IG(86):	0
IG(45):	0



CLASIFICACIÓN AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa (A-2-4)

OBSERVACIONES: El ensayo es realizado por el testista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO

NORMA: ASTM D 422,

LOCALIZAC: CANTERA ZALAPA

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

SOLICITADO : EDO. JORGE LUIS VASQUEZ

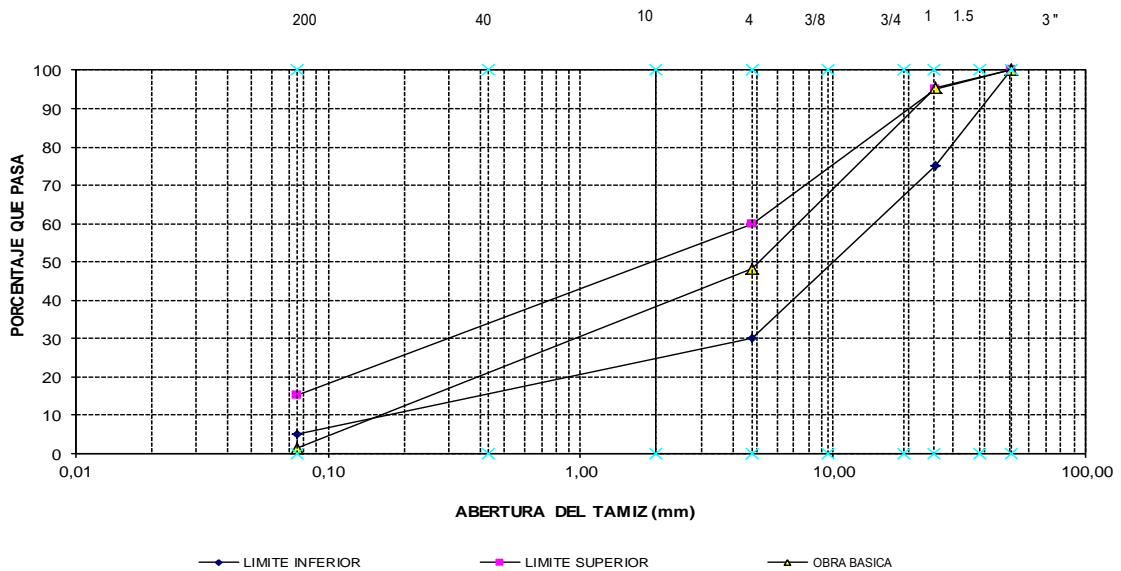
PROF: NIVEL DE SUBRASANTE

FECHA: ABRIL-AGOSTO / 2014

REALIZADO: J.V

Tamiz mm	Peso Acumulado	% Retenido	% Que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
2"(50,8 mm)	0	0	100	100	100
1 1/2(38.1mm)	0,0	0	100		
1"(25.4mm)	143,1	5	95	75	95
3/4"(19.0mm)	405,8	13	87		
1/2"(12.50mm)	742,2	24	76		
3/8"(9.5mm)	993,9	33	67		
N°4 (4.76mm)	1585,8	52	48	30	60
N°10 (2.00mm)	2116,55	69	31		
N°40 (0.425mm)	2605,69	85	15		
N°200 (0.075mm)	3017,74	99	1	5	15
FONDO	3054,9	100	0		
Total	3054,3				

CURVA GRANULOMÉTRICA MATERIAL DE MEJORTAMIENTO TIPO - B



Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la direccion del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PARTÍCULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

OBRA:	ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO	NORMA:	AASHTO T 96 - 02
LOCALZ.:	ZALAPA	MUESTRA:	MATERIAL DE CANTERA
SOLIC:	EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ	REALIZADO:	J.V
FECHA:	/ABRIL - AGOSTO/ 2014	'PROF:	NIVEL DE SUBRASANTE
ABCISA	BANCO DE PRESTAMO		

GRADACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO SEPARADA POR TAMIZADO

Tamices en mm				Masa de la muestra de ensayo en gramos			
Pasa		Retenido		Gradación			
mm	in	mm	in	A	B	C	D
37,5	(11/2)	25	(1)	1254			
25	(1)	19	(3/4)	1250			
19	(3/4)	12,5	(1/2)	1250			
12,5	(1/2)	9,5	(3/8)	1250			
9,5	(3/8)	6,3	(1/4)				
6,3	(1/4)	4,75	(N° 4)				
4,75	(N° 4)	2,36	(N°8)				
Total (gr)				5004			

Numero de esferas:	12	Masa de la carga abrasiva:	4956 gr
Masa total de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):	5004	gr	
Masa de la muestra despues de 500 revoluciones (B):	2694	gr	
Valor de abrasión despues de 500 revoluciones (V):	46,2	%	

Valor de Abrasión en Porcentaje	$V =$	$(A - B) / A * 100$	Según el capitulo 401_2.02 de la norma MOP - 001-F 2002, el porcentaje máximo de desgaste debe ser 50.0 %.	Máximo
				50%

Observacion: El ensayo fue realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis. El valor de abrasión esta muy cercano al máximo permitido por la norma por lo que se recomienda el mejoramiento con la mezcla material de rio.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA

CANTERA MEJORADA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL LABORATORIOS UTPL

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.

NORMA: ASTM D 422.

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

LOCALIZAC: CANTERA ZALAPA

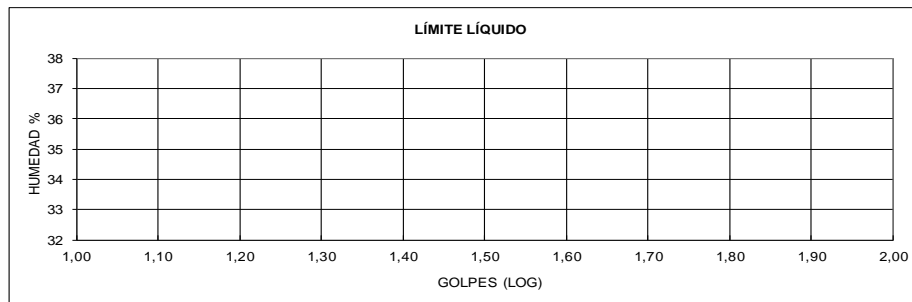
PROF: NIVEL DE SUBRASANTE

SOLICITADO : EDO. JORGE LUIS VASQUEZ

REALIZADO: J.V

FECHA: ABRIL-AGOSTO / 2014

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA						
2.- LÍM. LÍQUIDO						NP
3.- LÍMITE PLÁSTICO						NP
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
PESO IN= 4157,57 (H/S)		S		GRAVA 58		
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 4157,57				ARENA 29		
				FINOS 13		
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 0,00		
2"(50,8 mm)	0	0	100	LP = 0,00		
1 1/2"(38,1mm)	201	5	95	IP = 0,00		
1"(25,4mm)	702	17	83			
3/4"(19,0mm)	1.267	30	70			
1/2"(12,50mm)	1.685	41	59			
3/8"(9,5mm)	1.940	47	53			
Nº4 (4,76mm)	2.414	58	42			
Nº10 (2,00mm)	2.845	68	32			
Nº40 (0,425mm)	3.305	79	21			
Nº200 (0,075mm)	3.614	87	13			
				CLASIFICACIÓN		
				AASHTO: A-1-a		
				IG(86): 0		
				IG(45): 0		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de piedra grava y arena (A - 1 - a)

OBSERVACIONES: El ensayo es realizado por el tesista bajo la dirección del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS UTPL**

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS APLICADAS A OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.

OBRA : ESTUDIOS DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO

NORMA: ASTM D 422,

LOCALIZAC: CANTERA ZALAPA

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

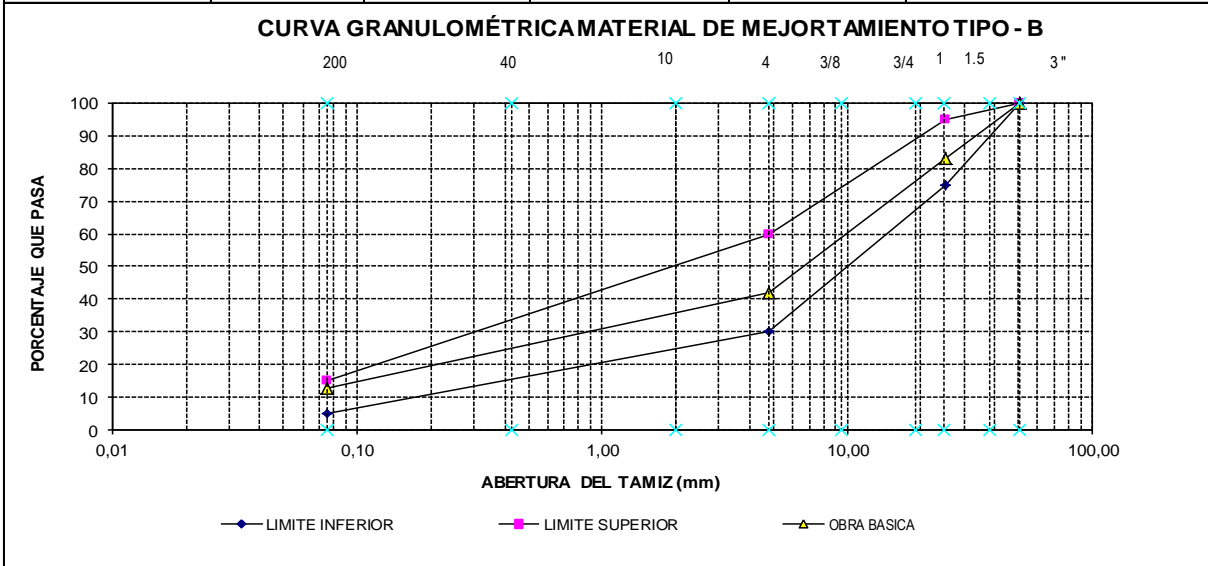
SOLICITADO : EDO. JORGE LUIS VASQUEZ

PROF: NIVEL DE SUBRASANTE

FECHA: ABRIL-AGOSTO / 2014

REALIZADO: J.V

Tamiz mm	Peso Acumulado	% Retenido	% Que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
2" (50,8 mm)	0	0	100	100	100
1 1/2 (38.1mm)	200,9	5	95		
1" (25.4mm)	702,4	17	83	75	95
3/4" (19.0mm)	1266,6	30	70		
1/2" (12.50mm)	1684,9	41	59		
3/8" (9.5mm)	1939,9	47	53		
N°4 (4.76mm)	2413,9	58	42	30	60
N°10 (2.00mm)	2844,83	68	32		
N°40 (0.425mm)	3304,93	79	21		
N°200 (0.075mm)	3614,14	87	13	5	15
FONDO	3642,1	88	12		
Total	4157,6				



Observaciones: La muestra es ensayada por el tesista bajo la direccion del Director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PARTÍCULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO
LOCALZ.: ZALAPA
SOLIC: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ
FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014
ABCISA BANCO DE PRESTAMO

NORMA:	AASHTO T 96 - 02		
MUESTRA:	MATERIAL DE CANTERA	50% M.CANTERA	
	MEJORADO	50% M. RIO	
REALIZADO:	J.V		
'PROF:	NIVEL DE SUBRASANTE		

GRADACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO SEPARADA POR TAMIZADO

Tamices en mm				Masa de la muestra de ensayo en gramos			
Pasa		Retenido		Gradación			
mm	in	mm	in	A	B	C	D
37,5	(11/2)	25	(1)	1278			
25	(1)	19	(3/4)	1250			
19	(3/4)	12,5	(1/2)	1250			
12,5	(1/2)	9,5	(3/8)	1250			
9,5	(3/8)	6,3	(1/4)				
6,3	(1/4)	4,75	(N° 4)				
4,75	(N° 4)	2,36	(N°8)				
Total (gr)				5028			

Numero de esferas:	12	Masa de la carga abrasiva:	4956 gr
Masa total de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):	5028	gr	
Masa de la muestra despues de 500 revoluciones (B):	3061	gr	
Valor de abrasión despues de 500 revoluciones (V):	39,1	%	

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$(A - B)/A * 100$	Según el capitulo 401_2.02 de la norma MOP - 001-F 2002, el porcentaje máximo de desgaste debe ser 50.0 %.	Máximo
				50%

Observacion: El ensayo fue realizado por el tesista bajo la dirección del director de tesis. EL material se mezcló con material de rio por lo que cumple con los requisitos de Desgaste y se recomienda como material de mejoramiento.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO : CARACTERIZACION DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

NORMA : AASHTO T 180-D

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO

PROF: NIVEL DE SURASANTE

LOCALZ: MOTUPE "CANTERA ZALAPA"

REALIZADO: J.V

SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ C.

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

ABSISA BANCO DE PRESTAMO

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4,5	Kg.
ALT. DE CAÍDA:	46,0	cm.

DATOS DEL MOLDE	2
DIÁMETRO:	15,20 cm.
ALTURA:	11,6 cm
VOLUMEN :	2.105 cm ³
PESO :	6.290 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	10.894	11.164	11.294	11.255
Peso suelo:	4.604	4.874	5.004	4.965
Dens. Hum :	2.187	2.316	2.377	2.359

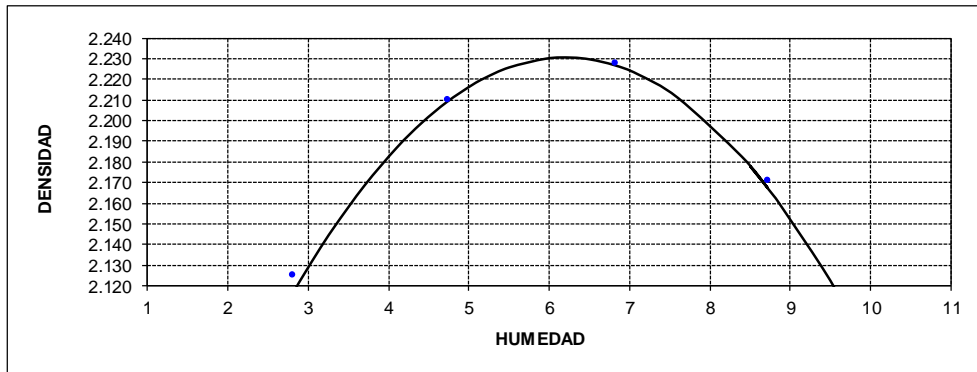
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	516,93	529,67	531,03	533,68	449,02	460,50	474,31	478,82
W. seco:	503,96	516,40	509,40	512,17	423,90	435,16	442,73	444,09
W. caps:	55,48	59,43	57,60	58,78	52,74	52,59	67,12	52,93
w (%) :	2,89	2,90	4,79	4,74	6,77	6,62	8,41	8,88
promedio		2,90		4,77		6,70		8,64
Dens. Seca:		2.126		2.210		2.228		2.171

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =
CONT. DE AGUA OPTIMO =

2.231 Kg/m³
6,20 %



OBSERVACIONES: La muestra es ensayada por el tesista bajo la direccion del director de tesis.

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez C.
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO

LOCALIZ: MOTUPE "CANTERA ZALAPA"

SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ C.

FECHA: /ABRIL - AGOSTO/ 2014

ABSISA BANCO DE PRESTAMO

NUMERO DEL MOLDE N°	1	2	3
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,22	15,22	15,22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	12,95	12,95	12,93
ALTURA DEL ALZA: (cm)	4,78	4,78	4,78

NORMA: ASTM 1883

PROF: NIVEL DE SURASANTE

REALIZADO: J.V

ÍNDICE DE SOPORTE CALIFORNIA * C. B. R. *

MOLDE N°	1		2		3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATUR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.	ANTES SATUR.	DESP. SATUR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12438	12472	12182	12257	12031	12153
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6840	6840	6856	6856	6814	6814
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5598	5632	5326	5401	5217	5339
VOLUMEN DE MUESTRA cm ³	2356,07	2356,07	2356,07	2356,07	2352,44	2352,44
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm ³	2,376	2,390	2,261	2,292	2,218	2,270

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°	31	MS	13	4	36	MS1	U21	17	MS8	MS80	D80	U42
PESO DEL RECIPIENTE gr.	61,76	60,99	57,38	61,00	56,26	57,38	61,09	54,63	54,08	61,33	54,08	59,43
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	418,76	421,15	484,00	467,31	436,06	390,77	474,71	441,45	439,99	464,14	457,63	507,63
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	397,73	399,96	456,87	442,01	413,94	371,36	446,31	413,76	417,22	440,87	425,26	473,63
PESO DE AGUA gr.	21,03	21,19	27,13	25,3	22,12	19,41	28,4	27,69	22,77	23,27	32,37	34
PESO DE MUESTRA SECA gr.	335,97	338,97	399,49	381,01	357,68	313,98	385,22	359,13	363,14	379,54	371,18	414,2
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	6,26	6,25	6,79	6,64	6,18	6,18	7,37	7,71	6,27	6,13	8,72	8,21
HUMEDAD PROMEDIO %	6,26		6,72		6,18		7,54		6,20		8,46	
DENSIDAD SECA gr/cm ³	2,236		2,240		2,129		2,132		2,088		2,092	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	1	2	3
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12472	12257	12153
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12438	12182	12031
PESO DE AGUA ABSORBIDA	34	75	122
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	0,61	1,41	2,34

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%	mm x 10 ⁻²	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0,00
	2	8	0,08	0,06	9	0,09	0,07	10	0,10	0,08
	3	24	0,24	0,19	28	0,28	0,22	30	0,3	0,23
	4	24	0,24	0,19	29	0,29	0,22	34	0,34	0,26
	5	24	0,24	0,19	30	0,3	0,23	34	0,34	0,26

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENET	CARGAS	MOLDE N° 10			MOLDE N° 11			MOLDE N° 12		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
EN	TIPO	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²	plg x 10 ⁻⁴	lb/plg ²	lb/plg ²
0,025		19,0	64,21		14,00	47,31		11,0	37,17	
0,050		43,0	145,32		32,00	108,14		21,0	70,97	
0,075		71,0	239,94		51,00	172,35		32,0	108,14	
0,100	1000	103,0	348,08	52,0	73,00	246,70	32,0	42,0	141,94	14,5
0,150		160,0	540,71		110,00	371,74		61,0	206,15	
0,200	1500	216,0	729,96	58,7	148,00	500,16	36,7	81,0	273,73	17,3
0,250		277,0	936,10		187,00	631,95		97,0	327,80	
0,300	1900	325,0	1098,32		219,00	740,10		111,0	375,12	
0,400	2300	437,0	1476,81		287,00	969,90		137,0	462,98	
0,500	2600	540,0	1824,89		350,00	1182,80		161,0	544,09	

Ing. Carmen Esparza Villalba
DIRECTORA DE TESIS

Egdo. Jorge Luis Vásquez
TESISTA



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

INF-LAB-DGM-IC-007-2014

PROYECTO: 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO

LOCALIZ: MOTUPE "CANTERA ZALAPA"

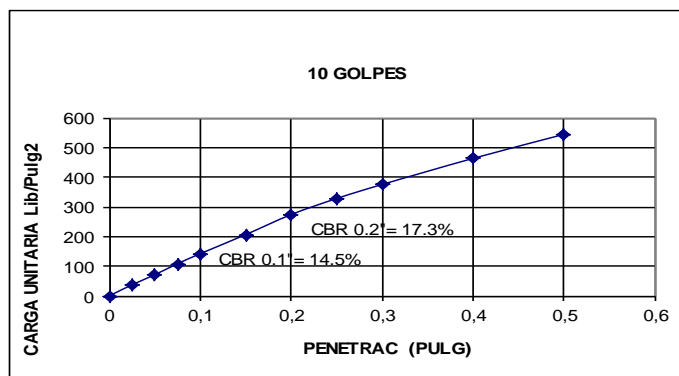
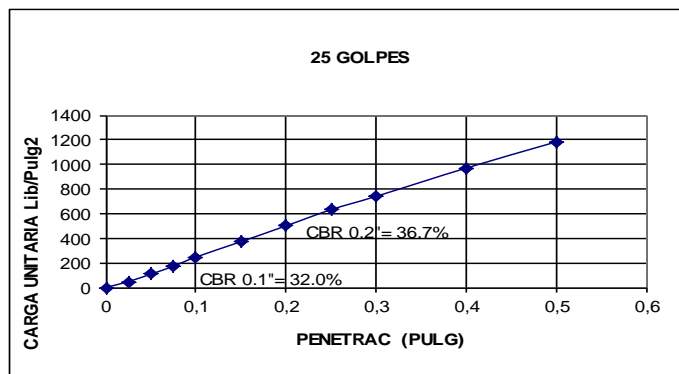
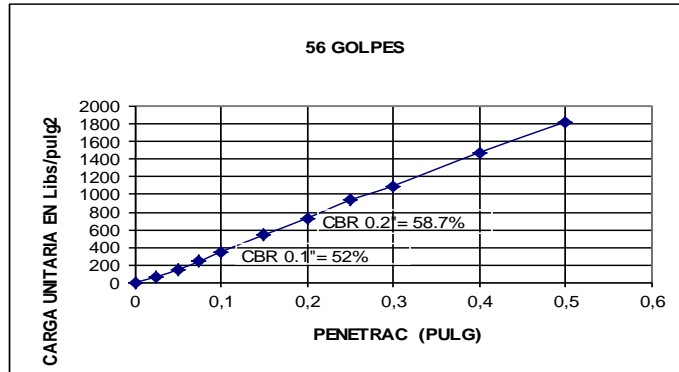
SOLICITADO: EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ C.

FECHA: ABRIL - AGOSTO 2014

ABSISA BANCO DE PRESTAMO

REALIZADO J.V

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

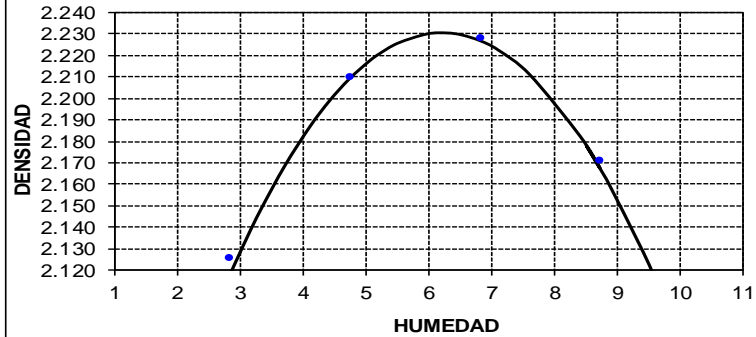
Egdo. Jorge Luis Vásquez C
TESISTA



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E ING. CIVIL
LABORATORIOS MECANICA DE SUELOS - UTPL**

INF-LAB-DGM-IC-007-2014
 PROYECTO : 'CARACTERIZACIÓN DE MATERIAL DE SUBRASANTE EN ZONAS NO URBANIZADAS DE LA CIUDAD DE LOJA, EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL'
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO
 LOCALZ: MOTUPE "CANTERA ZALAPA"
 SOLICITADO EGDO. JORGE LUIS VÁSQUEZ C.
 FECHA: ABRIL - AGOSTO 2014
 ABSISA BANCO DE PRESTAMO
 REALIZADO J.V

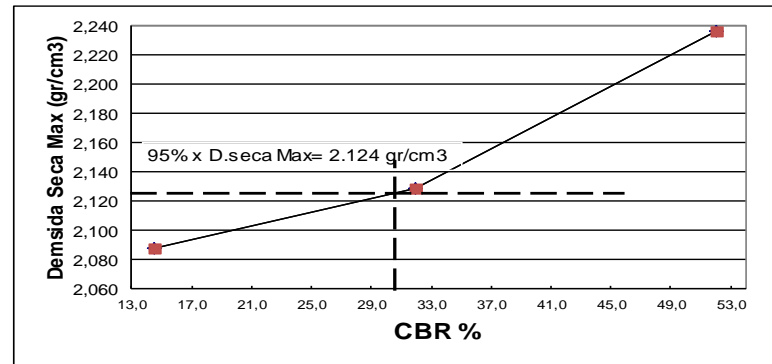
DENSIDAD SECA MÁXIM/ 2.231 Kg/m3
CONT. DE AGUA OPTIMO 6,20 %



C.B.R. REFERIDO AL 95% de la Densidad seca Máxima = 31 %

CBR CANTERA ZALAPA MEJORADA

# golpes	C.B.R. (%)		D.Seca Max. (gr/cm3)	D.Seca Maxima al 95% (gr/cm3)	X	Y
	0,1	0,2				
56	52,0	58,7	2,236	2,124	52,0	2,236
25	32	36,7	2,129		32	2,129
10	14,5	17,3	2,088		14,5	2,088



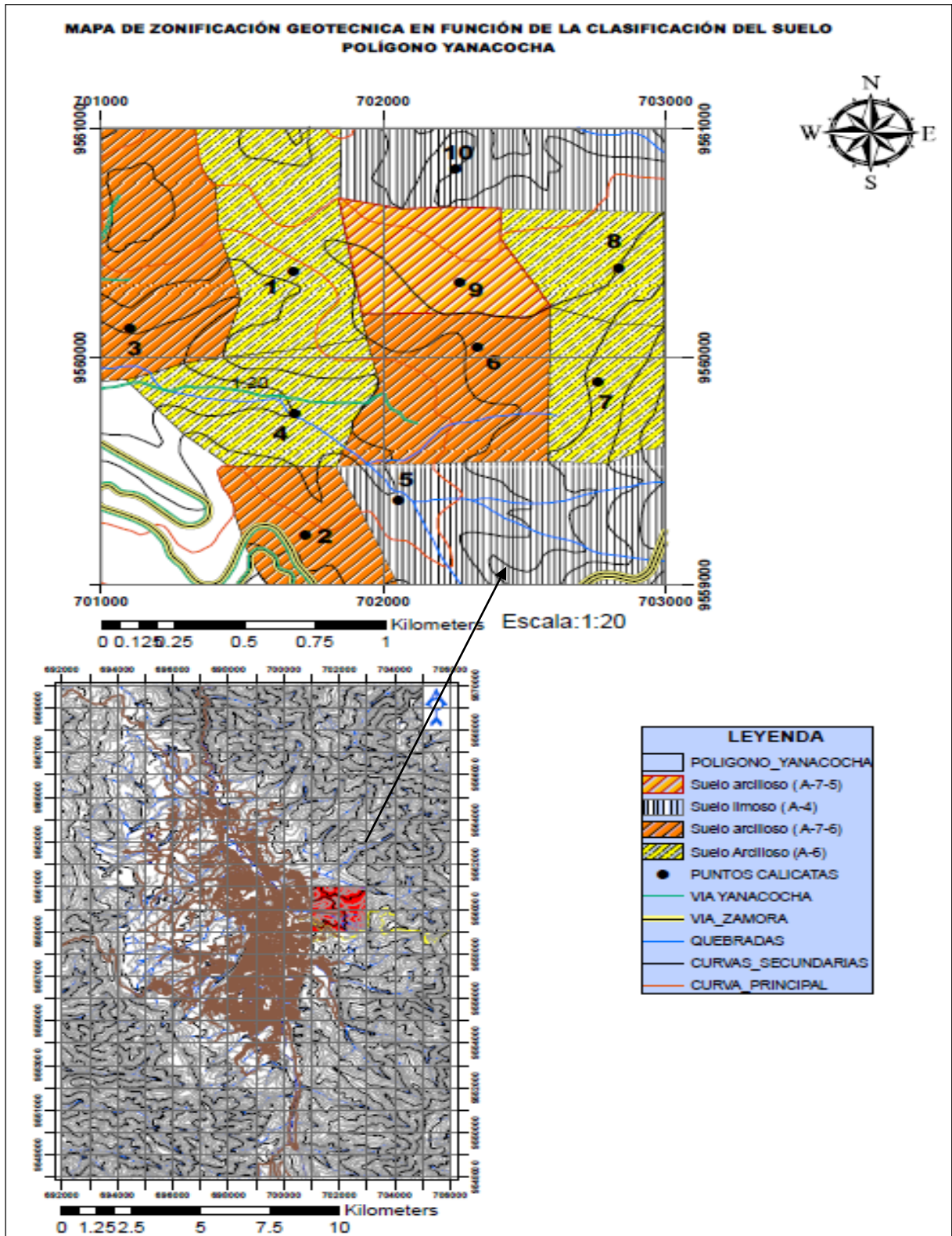
OBSERVACIONES: El CBR se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% del porcentaje de compactación.

Ing. Carmen Esparza
DIRECTORA DE TESIS

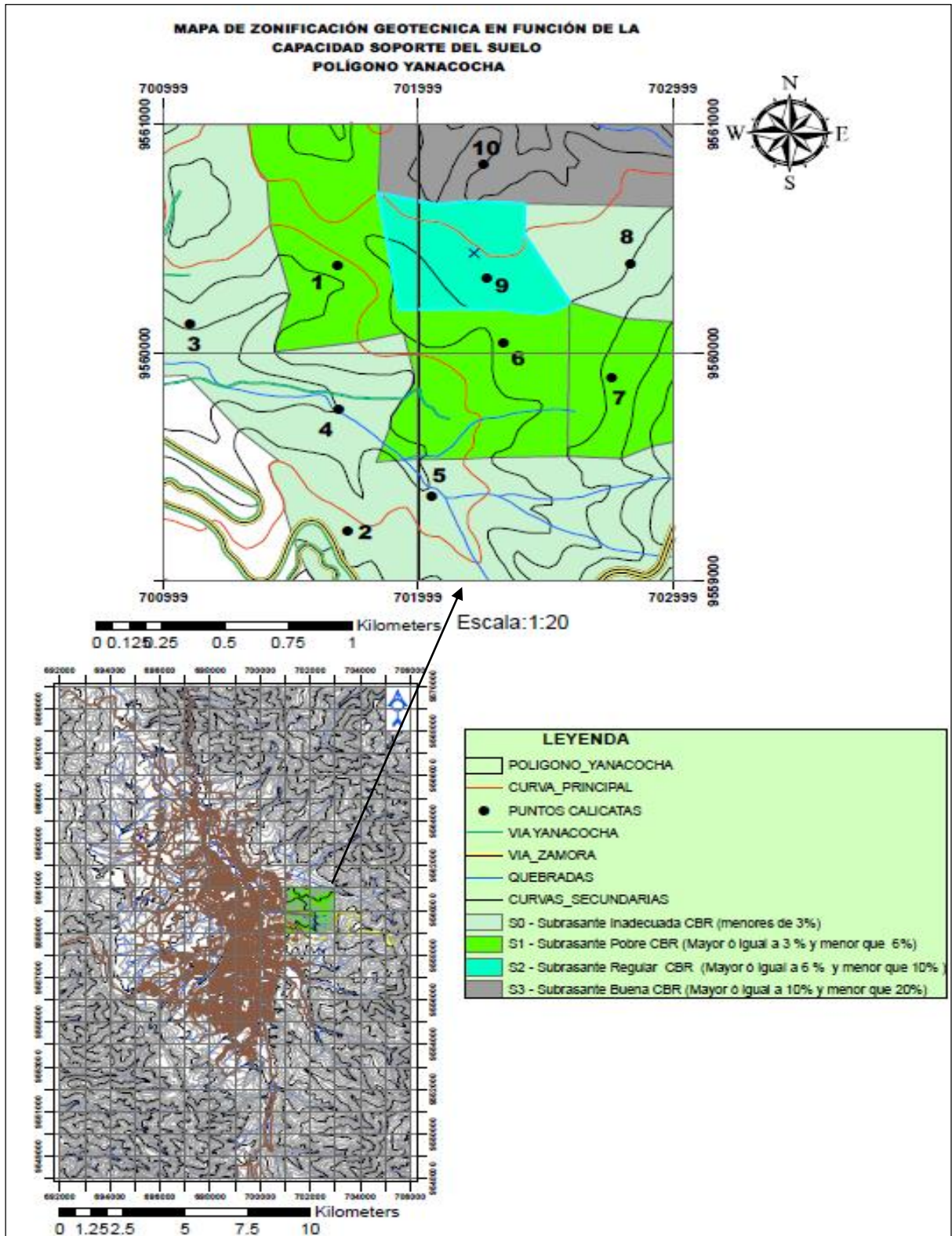
Egdo. Jorge Luis Vásquez Cuenca
TESISTA

ANEXO III MAPAS DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.

MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EN FUNCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.



MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO.



ANEXO IV FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Operación básica del equipo DCP



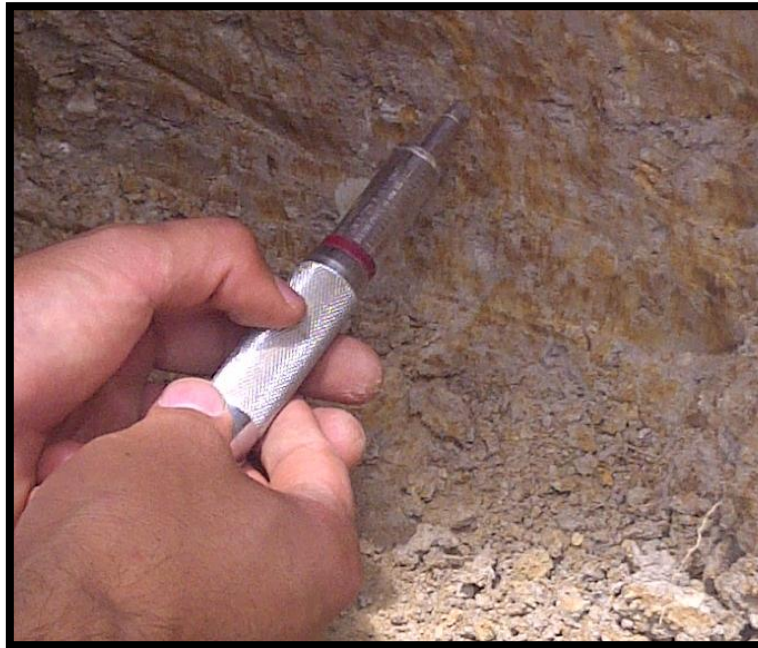
Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 2: Toma y registro de datos



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 3: Penetrómetro de bolsillo



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 4: Equipo para obtener muestras alteradas



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 5: Porción representativa para determinar el contenido de humedad



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 6: Proceso de la excavación y obtención de la muestra alterada



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 7 Muestra con ranura unida a 12 mm luego de la aplicación del No. De golpes



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 8 Cilindro roto o agrietado enrollado a un diámetro aprox. de 3 mm



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 9 Eliminación del material fino mediante lavado



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 10: Serie de tamices materiales finos.



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 11: Serie de tamices materiales gruesos.



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 12: Preparación de la muestra.



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 13: Caída libre del martillo de 8 Kg. Energía de compactación de 56000 lb/pulg.2



Fuente: Vázquez, J. (2014)

Fotografía 14: Alisado y enrazado de la parte superficial del molde



Fuente: Vázquez, J. (2014)

Fotografía 15: Peso del molde más muestra de suelo



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 16: Adición de agua, para el ensayo Proctor Modificado.



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 17: Grados de Compactación.



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 18: Colocación de sobrecargas.



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 19: Colocación del deformimetro para la toma de lecturas antes de remojar las probetas.



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 20: Inmersión de las probetas.



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 21: Lectura y registro de datos de hinchamiento en las muestra de suelo.



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 22: Aplicación de la carga sobre el pistón de penetración



Fuente: Vásquez, J. (2014)

Fotografía 23: Peso de los materiales retenidos en las cantidades del método que corresponde.



Fuente: **Vásquez, J. (2014)**

Fotografía 24: Colocación del material en la Máquina de los ángeles



Fuente: **Vásquez, J. (2014)**

Fotografía 25: Extracción del material



Fuente: **Vásquez, J. (2014)**