



# UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

*La Universidad Católica de Loja*

## ÁREA TÉCNICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GEOLOGIA Y MINAS

**Caracterización de bancos de préstamo localizados en la ciudad de Loja, para aplicación en obras de infraestructura vial**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**AUTOR:** Ludeña Piedra, Francel Alfredo

**DIRECTOR:** Tapia Chávez, Ángel Guillermo, M.Sc.

**CODIRECTOR:** Soto Luzuriaga, John Egverto, M.Sc.

LOJA - ECUADOR

2016



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

Septiembre, 2016

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Magíster.

Ángel Guillermo Tapia Chávez.

### DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “**Caracterización de bancos de préstamo localizados en la ciudad de Loja, para aplicación en obras de infraestructura vial**” realizado por Ludeña Piedra Francel Alfredo ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Octubre de 2016

f). .....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Ludeña Piedra Francel Alfredo declaro ser autor del presente trabajo de titulación: **“Caracterización de bancos de préstamo localizados en la ciudad de Loja, para aplicación en obras de infraestructura vial”**, de la Titulación de Geología y Minas, siendo el Ing. Ángel Guillermo Tapia Chávez director 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. 88 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, tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la universidad”

f) \_\_\_\_\_

Autor: Ludeña Piedra Francel Alfredo

Cédula: 1104806094

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios primeramente motor de mi vida, y con mucho cariño a mis amados padres Edith y Francel, pilares de mi vida, quienes nunca cedieron en sus esfuerzos de apoyo incondicional durante toda mi vida, de todo corazón espero retribuirles y dedicarles este logro que es suyo también.

A mis maravillosos hermanos Carolyn e Isaac, por ser mi fuente de fortaleza para seguir mejorando día a día, deseo dejarles un ejemplo que seguir.

A mi tío Paul, por siempre saber darme su incondicional apoyo, consejo, coraje y ganas de superarme en mi vida profesional.

A mis dulces abuelitas Maqueda y Lucrecia por estar ahí para darme tanto cariño y amor de todas las formas posibles.

A Rosalía y David, los mejores amigos y compañeros de aula que pude haber tenido en mi vida universitaria.

Y a todas aquellas personas quienes siempre supieron cómo ayudarme a lograr este valioso sueño.

## **AGRADECIMIENTO**

Es mi deseo en primera instancia agradecer infinitamente a Dios Padre y a La Santísima Virgen María, por darme la bendición y la fortaleza de conseguir este importante logro personal académico.

A mi director y codirector de proyecto M.Sc. Ángel Tapia, y M.Sc. John Soto, quienes gracias a su paciencia y apoyo pudieron orientarme en cada una de mis dudas, su conocimiento fue primordial para culminar mi carrera.

A mí amada familia porque nunca me dejaron de apoyar para poder cumplir esta meta tan esperada.

Además mis sinceros agradecimientos a todos mis amigos en especial a Enrique, Fabiola y Víctor, por colaborar conmigo de múltiples formas en mi formación profesional, en el desarrollo de este trabajo y por su preciada amistad gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE ECUACIONES	x
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	x
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	3
GENERALIDADES	3
1.1. Introducción.	4
1.2. Alcance.	5
1.3. Justificación.	5
1.4. Objetivos.	5
1.4.1. Objetivo general.	5
1.4.2. Objetivos específicos.	5
1.5. Áreas de estudio.	6
1.5.1. Área de libre aprovechamiento “GAD-Elvira 1”.	8
1.5.2. Concesión minera artesanal, “Narda”.	9
1.5.3. Área de libre aprovechamiento “Las Lágrimas”.	10
CAPÍTULO II	12
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	12
2.1. Caracterización de materiales para estructura de vías.	13
2.1.1. Parámetros utilizados para la caracterización de materiales que conforman la estructura de pavimentos.	13
2.2. Estructura de los pavimentos.	21
2.2.1. La Subrasante.	22
2.2.2. Capa Subbase.	23
2.2.3. Capa de Base.	23
2.2.4. Funciones de capas sub-bases y bases.	24
2.3. Material de cantera.	24
CAPÍTULO III	26
METODOLOGÍA	26
3.1. Recopilación de la información.	27

3.2.	Obtención de muestras y trabajo de laboratorio. _____	27
3.3.	Examinación petrológica, física y microscópica de las rocas de las canteras de estudio. _____	28
3.4.	Determinación del C.B.R. de Diseño. _____	28
3.5.	Estudio con material de río para mejorar las propiedades físico-mecánicas del material de las canteras de estudio. _____	29
3.6.	Base de resultados obtenidos de la caracterización de los materiales de subrasante de mejoramiento, subbase y base. _____	30
CAPÍTULO IV _____		31
ANÁLISIS DE RESULTADOS _____		31
4.1.	Resultados del análisis petrológico macroscópico y microscópico de los tipos de rocas presentes en las muestras de las canteras de estudio. _____	32
4.2.	Propiedades físicas obtenidas en los materiales de cantera a niveles de subrasante de mejoramiento, subbase y base. _____	34
4.3.	Propiedades mecánicas obtenidas en los materiales de cantera a nivel de subrasante de mejoramiento, subbase y base. _____	35
4.4.	Propiedades físicas y mecánicas obtenidas en los materiales de cantera mejorados con material de río Malacatos. _____	38
4.4.1	Estudio de cantera La Elvira mejorada. _____	39
4.4.2.	Estudio de cantera Narda mejorada. _____	47
4.4.3.	Estudio de cantera Las Lágrimas mejorada. _____	51
CONCLUSIONES _____		55
RECOMENDACIONES _____		58
BIBLIOGRAFÍA _____		59
ANEXOS _____		61
ANEXO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS MATERIALES ORIGINALES DE CANTERA _____		62
ANEXO 2: ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS MATERIALES DE CANTERA CON MEJORAMIENTO _____		85
ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MATERIAL DE RÍO _____		158
ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS _____		162
_____		163

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las canteras en la ciudad de Loja .....	7
Figura 2. Ubicación del punto de muestreo en la cantera "La Elvira" .....	8
Figura 3. Cantera "La Elvira" .....	9
Figura 4. Ubicación del punto de muestreo en la cantera "Narda" .....	9
Figura 5. Cantera "Narda" .....	10
Figura 6. Ubicación del punto de muestreo en la cantera "Las Lágrimas" .....	10
Figura 7. Cantera "Las Lágrimas" .....	11
Figura 8. Representación gráfica de los parámetros buscados en una compactación.....	19
Figura 9. Correlaciones típicas entre las clasificaciones y propiedades de un suelo con el índice de CBR .....	21
Figura 10. Estructuración típica de un pavimento flexible. ....	22
Figura 11. Clastos de cuarcita y filita de los conglomerados del material de cantera "La Elvira" .....	33
Figura 12. Esquistos con oxidaciones presentes en el material de la cantera "Narda" .....	33
Figura 13. Esquistos verdosos de la cantera "Las Lágrimas" .....	34
Figura 14. Curva granulométrica de materiales originales de la cantera Narda .....	38
Figura 15. Curva granulométrica de la mezcla 50%-50% del material de la cantera La Elvira con mejoramiento .....	45
Figura 16. Curva granulométrica de la mezcla 60%-40% del material de la cantera La Elvira con mejoramiento .....	46
Figura 17. Curva granulométrica de la mezcla 70%-30% del material de la cantera La Elvira con mejoramiento .....	46
Figura 18. Curva granulométrica de la mezcla 50%-50% del material de la cantera Narda con mejoramiento .....	49
Figura 19. Curva granulométrica de la mezcla 60%-40% del material de la cantera Narda con mejoramiento .....	50
Figura 20. Curva granulométrica de la mezcla 70%-30% del material de la cantera Narda con mejoramiento .....	50
Figura 21. Curva granulométrica de la mezcla 50%-50% del material de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento .....	53
Figura 22. Curva granulométrica de la mezcla 60%-40% del material de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento .....	54
Figura 23. Curva granulométrica de la mezcla 70%-30% del material de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo en las zonas de estudio.....	8
Tabla 2. Propiedades típicas de las rocas.....	13
Tabla 3. Designaciones del tamaño de la abertura de los tamices.....	15
Tabla 4. Clasificación en grupos y subgrupos de suelos según AASHTO.....	18
Tabla 5. Granulometría de la muestra de agregado para ensayo de abrasión de Los Ángeles.....	20
Tabla 6. Categorías de Subrasante .....	23
Tabla 7. Clasificación de canteras .....	25
Tabla 8. Ensayos de laboratorio para caracterización de materiales de subrasante, subbase y base.....	28
Tabla 9. Límites del valor de CBR recomendados por el MTOP .....	29
Tabla 10. Descripción del tipo de roca y minerales resultado del análisis petrológico .....	32
Tabla 11. Cuadro de resumen de la clasificación de los materiales de cantera según la norma AASHTO.....	34
Tabla 12. Cuadro de resumen de los resultados de propiedades mecánicas en los materiales de cantera.....	35
Tabla 13. Propiedades obtenidas de materiales de cantera relacionadas a los requerimientos del MTOP como subrasante de mejoramiento. ....	36
Tabla 14. Límites granulométricos para subrasante de mejoramiento .....	37
Tabla 15. Cuadro resumen de la clasificación según AASHTO de los materiales de cantera La Elvira mejorados .....	39
Tabla 16. Cuadro de resumen de los resultados de las propiedades mecánicas obtenidas en los materiales de la cantera La Elvira con mejoramiento .....	40
Tabla 17. Límites granulométricos para materiales de Sub-base según su clase .....	41
Tabla 18. Límites granulométricos para materiales de Base de Clase 1 .....	42
Tabla 19. Límites granulométricos para materiales de Base de Clase 2 .....	43
Tabla 20. Límites granulométricos para materiales de Base de Clase 3 .....	43
Tabla 21. Límites granulométricos para materiales Bases de Clase 4 .....	44
Tabla 22. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera La Elvira con mejoramiento relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Sub-base.....	44
Tabla 23. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera La Elvira con mejoramiento relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Base.....	45
Tabla 24. Cuadro resumen de la clasificación según AASHTO de los materiales de cantera Narda mejorados .....	47
Tabla 25. Cuadro de resumen de los resultados de propiedades mecánicas obtenidas en los materiales de la cantera Narda con mejoramiento .....	48
Tabla 26. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera Narda con mejoramiento, relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Sub-base.....	48
Tabla 27. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera Narda con mejoramiento, relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Base.....	49
Tabla 28. Cuadro resumen de la clasificación según AASHTO de los materiales de la cantera Las Lágrimas mejorados.....	51
Tabla 29. Cuadro de resumen de los resultados de propiedades mecánicas obtenidas en los materiales de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento .....	52
Tabla 30. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento, relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Sub-base.....	52
Tabla 31. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento, relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Base.....	53

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación No. 1 .....	14
Ecuación No. 2 .....	14
Ecuación No. 3 .....	16
Ecuación No. 4 .....	19

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía No. 1 Toma de muestras de cantera. ....	163
Fotografía No. 2 Tamizado de fracción gruesa en granulometría. ....	163
Fotografía No. 3 Lavado de la fracción fina del ensayo de granulometría.....	164
Fotografía No. 4 Realización del Límite Líquido. ....	164
Fotografía No. 5 Realización del Límite Plástico.....	164
Fotografía No. 6 Preparación de la Máquina de los Ángeles.....	164
Fotografía No. 7 Mojado de las muestras para compactación.....	164
Fotografía No. 8 Ensayo de Compactación .....	164
Fotografía No. 9 Moldes en saturación para ensayo CBR. ....	164
Fotografía No. 10 Lecturas en la máquina de penetración en CBR .....	164

## RESUMEN

La presente investigación está orientada a caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales ubicados en zonas de concesiones mineras no metálicas de tipo cantera de la ciudad de Loja, para conformación de materiales de subrasante de mejoramiento, sub-base y base, y así sustentar una fuente de estudio aplicado a infraestructura vial.

Esta caracterización se llevó a cabo en cuatro etapas, como primera, determinar las zonas de las canteras de estudio, la segunda la toma de muestras de cada una de ellas para su posterior análisis, la tercera el trabajo de laboratorio mediante el cual se analizó las muestras con los siguientes ensayos: contenido de humedad, límites de Atterberg (LL, LP, IP), análisis granulométrico, resistencia a la abrasión, compactación y capacidad de soporte (CBR). La cuarta etapa es el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos.

A los parámetros obtenidos de cada cantera se los dosificó con agregado del río Malacatos en las siguientes proporciones: 50% de río con 50 % de cantera, 60% de río con 40% de cantera y 70% de río con 30% de cantera, para generar materiales de mejores características, o mejorar las propiedades geotécnicas de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el MTOP, para su uso en proyectos futuros de infraestructura urbana vial de la ciudad.

**Palabras clave:** Caracterización, subrasante, subbase, base, infraestructura, muestras, cantera, capacidad de soporte, propiedades geotécnicas, mejoramiento.

## ABSTRACT

The present research is oriented to characterize the physical and mechanical properties of the materials located in areas of non-metallic mining concessions of type quarry in the city of Loja, for conformation of subgrade materials of improvement, subbase and base, and so support a source of study applied to road infrastructure.

This characterization was carried out in four stages, as first, determine the areas of the quarries of study, the second the sampling of each one of them for later analysis, the third lab work, through which the samples are analyzed with the following tests moisture content, Atterberg limits (LL, LP, IP), sieve analysis, resistance to abrasion, compaction and support capacity (CBR).

The parameters obtained from each quarry were the dosed with aggregate of Malacatos river in the following proportions: 50 percent of river with 50 percent of quarry, 60 percent of river with 40 percent of quarry and 70 percent of river with 30 percent of quarry, to generate materials of best features, or improve the geotechnical properties according to the specifications recommended by the MTOP, for use in future projects of urban infrastructure road of the city.

**Keywords:** Characterization, subgrade, sub-base, base, infrastructure, sampling, quarry, supportability, geotechnical properties, improvement.

**CAPÍTULO I**  
**GENERALIDADES**

## 1.1. Introducción.

Es de gran importancia tener muy en cuenta las propiedades físicas, mecánicas e ingenieriles del suelo principalmente el tipo de roca que lo compone y su capacidad de soporte como subrasante, subbase o base, ya que son los elementos que conforman el paquete estructural de una vía, conocer este tipo de propiedades de los suelos y sus características contribuirán en el diseño de una vía.

La subrasante es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y sobre la cual se lo construye. El objetivo de la subrasante es soportar las cargas transmitidas por el pavimento, darle sustentación, y a su vez principalmente servirle como cimiento. La subbase y base deben soportar los esfuerzos transmitidos por cargas directas sobre el pavimento como es el caso de vehículos, y deben transmitir estos esfuerzos a un nivel adecuado a la subrasante

Cuando existe una correcta selección a la hora de emplear las propiedades de los materiales de subrasante, subbase y base, se proporciona los datos requeridos para el tipo y diseño de pavimento del que se va a hacer uso. En varias circunstancias las características de dichos materiales no cumplen con los parámetros técnicos recomendados, por lo que se pueden efectuar modificaciones y mejoras de los mismos para conseguir las características eficaces necesarias para un pavimento en condiciones óptimas

Con la finalidad de facilitar la información de los datos mencionados, en ésta investigación se realizó un estudio de tres canteras de materiales de préstamo ubicadas en la ciudad de Loja para conformar materiales de mejoramiento, útiles óptimamente para conformar la estructura de una vía.

En las zonas de estudio se tomó muestras representativas. Las muestras de suelo fueron llevadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Técnica Particular de Loja, para que mediante un conjunto de ensayos establecidos, determinar las características y el desempeño de los materiales y así verificar que actúen adecuadamente acorde a los rangos y especificaciones de las normas instituidas.

El presente proyecto de investigación está compuesto de cuatro capítulos: **Capítulo I** explica el tema de estudio junto con sus alcances y objetivos, **capítulo II** define las bases conceptuales de los temas y subtemas que abarca este estudio, **capítulo III** describe la metodología aplicada en la investigación y en el **capítulo IV** analiza los resultados obtenidos bajo la línea de objetivos planteados por el presente proyecto.

## **1.2. Alcance.**

El desarrollo del presente estudio consiste en obtener una base de datos de las propiedades físico-mecánicas (geotécnicas) de materiales a nivel de subrasante de mejoramiento, sub-base y base en las zonas específicas seleccionadas de la ciudad de Loja.

Concluido el estudio la información será útil como base y fundamento para futuras implementaciones de estudio, diseño de infraestructura vial y para el progreso urbanístico de la ciudad con miras a mejorar las condiciones de vida de las personas.

## **1.3. Justificación.**

La presencia de irregularidades en vías y calles como baches, asentamientos por la mala conformación estructural, etc., afecta a la superficie de un pavimento provocando molestias, malestares en el tránsito de vehículos, ocasionado dificultades en el desarrollo urbano de nuestra ciudad.

Esta es la razón por la cual este proyecto constituye en gran parte una respuesta a las carencias del conocimiento de características y propiedades portantes del material de cantera de la localidad usado como mejoramiento de subrasante y capas superiores a ésta, obteniéndose así una fuente de información a para el diseño de vías.

## **1.4. Objetivos.**

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

- ✓ Caracterizar materiales a nivel de subrasante de mejoramiento, sub-base y base de bancos de préstamo localizados en zonas de concesiones mineras no metálicas (canteras) de la ciudad de Loja.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- ✓ Efectuar el muestreo y aplicar ensayos de laboratorio a los materiales de cantera correspondientes a cada punto donde se realiza el estudio, y a los materiales mejorados con agregado de río.
- ✓ Examinar petrológicamente las rocas de los materiales muestreados.

- ✓ Obtener y analizar las características físicas y mecánicas (propiedades geotécnicas) de los materiales de estudio, que se considera para usar un material en la construcción de subestructuras viales.
- ✓ Identificar la capacidad de soporte del suelo existente a nivel de subrasante de mejoramiento, de sub-base y de base.

### **1.5. Áreas de estudio.**

Luego de un análisis y planteamiento del número de sitios posibles de muestreo para la realización de este estudio dentro de la ciudad de Loja, se determinó las zonas de estudio, calificadas como zonas de libre aprovechamiento y como concesiones mineras de explotación de materiales para construcción.

Una vez establecidos las 3 zonas de dónde se iba a estudiar el material, se identificó cada una de ellas y con ayuda de un GPS se fijó las coordenadas y cotas de los puntos de muestreo con el DATUM WGS84, como se visualiza en la figura 1.

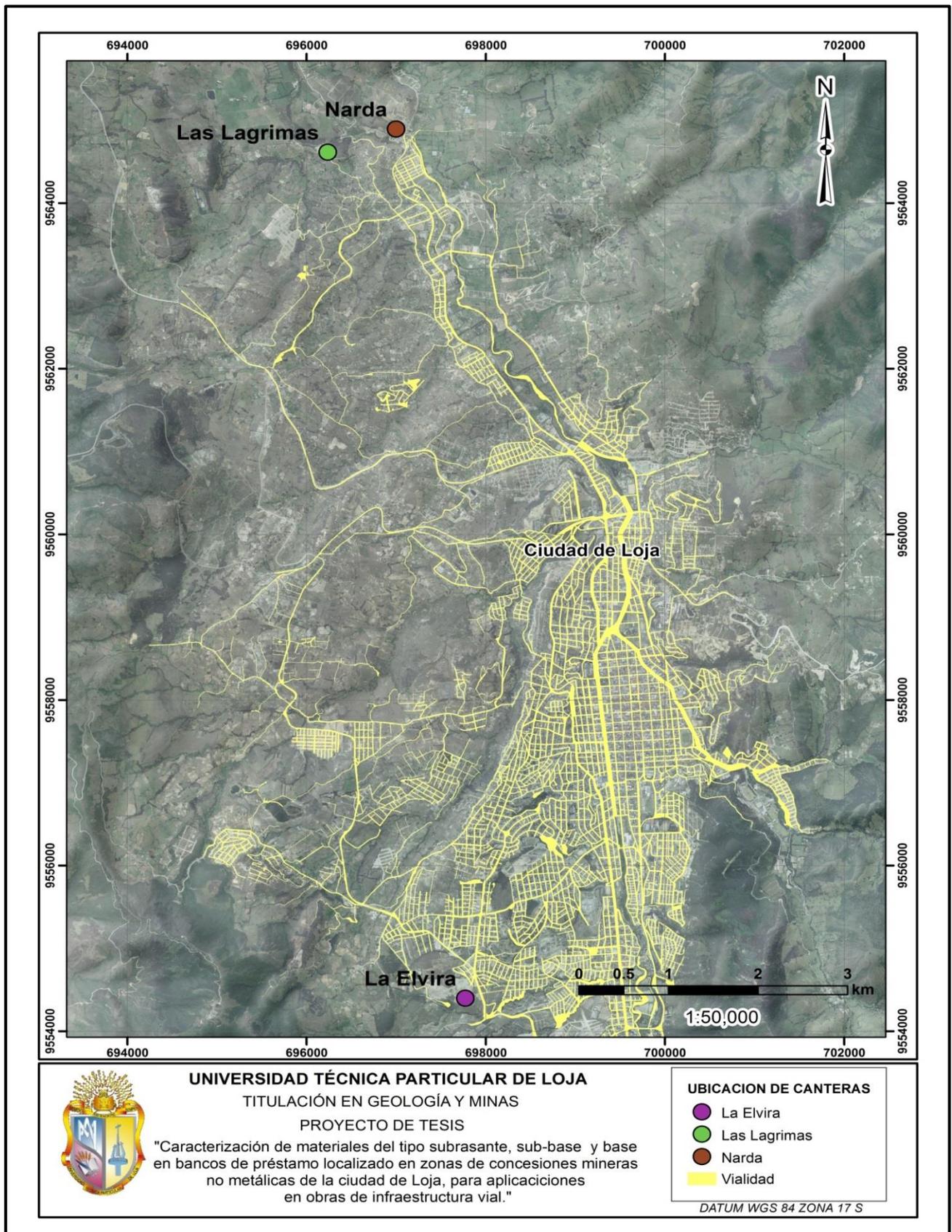


Figura 1. Ubicación de las canteras en la ciudad de Loja

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

En la Tabla 1 se detallan las coordenadas de cada uno de los puntos, de dónde se obtuvo las respectivas muestras de cada cantera establecida.

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo en las zonas de estudio.

PUNTO	NOMBRE DE CANTERA	UBICACIÓN	COOR. X	COOR. Y	COTA
1	La Elvira	Punzara Alto	697773.375	9554398.000	2236 m
2	Narda	Sauces Norte	696999.750	9564893.000	1992 m
3	Las Lágrimas	Motupe	696237.125	9564614.000	2001 m

Elaboración: Francel Ludeña

### 1.5.1. Área de libre aprovechamiento “GAD-Elvira 1”.

Se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Loja, en el barrio Punzara Alto, compuesta litológicamente por materiales conformados por gravas, arenas y limos, el titular de esta cantera es el GAD de Loja, está asentada en la formación geológica Quillollaco por sus conglomerados característicos de origen sedimentario. Mediante indagaciones se llegó a saber que el material de esta cantera es combinado con material de río en mayores proporciones de este último para ser usado en vialidad debido a la baja resistencia que ofrece el material de esta área de libre aprovechamiento.



Figura 2. Ubicación del punto de muestreo en la cantera "La Elvira"

Fuente: Adaptada de Google Maps.  
Elaboración: Francel Ludeña, 2016



Figura 3. Cantera "La Elvira"

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

### 1.5.2. Concesión minera artesanal, "Narda".

Está ubicada al Norte de la ciudad de Loja, en el barrio Saucos Norte, compuesta principalmente por material de peña en bloques medianamente meteorizados por la erosión; el titular de esta cantera es el señor Marcelo Terreros. De acuerdo al propietario de esta concesión, el material de esta zona es bastante resistente y se lo combina con río en bajas proporciones para usos en subbases y bases principalmente. Al estar ubicada en la periferia de la ciudad se encuentra en la formación paleozoica Chiguinda, caracterizada por sus rocas metamórficas.



Figura 4. Ubicación del punto de muestreo en la cantera "Narda"

Fuente: Adaptada de Google Maps.  
Elaboración: Francel Ludeña, 2016



Figura 5. Cantera "Narda"  
Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

### 1.5.3. Área de libre aprovechamiento “Las Lágrimas”.

Localizada de igual forma al norte de la ciudad de Loja, en el barrio Motupe, compuesta de material de peña bastante meteorizada en pequeños bloques producto de factores erosivos, el titular de esta cantera es el GAD de Loja. Se pudo indagar que el material de la zona es mezclado con grandes dosificaciones de agregado de río por la baja resistencia provocada probablemente por su alta meteorización. Ubicada en la periferia de la ciudad, esta cantera se encuentra en la formación metamórfica Chiguinda.



Figura 6. Ubicación del punto de muestreo en la cantera "Las Lágrimas"

Fuente: Adaptada de Google Maps.  
Elaboración: Francel Ludeña, 2016



Figura 7. Cantera "Las Lágrimas"  
Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

## 2.1. Caracterización de materiales para estructura de vías.

La caracterización de las capas estructurales que sostienen los pavimentos mediante ensayos tiene una importancia significativa al momento de analizar los resultados de las pruebas de laboratorio, estos resultados permiten ajustar los diseños a las características de los materiales disponibles de la zona como un paso inicial para obtener un buen diseño.

Han sido desarrolladas innumerables pruebas y ensayos para cuantificar las propiedades físico-mecánicas de los materiales para construir pavimentos, la mayoría de ellos arbitrarios. Sin embargo en el momento de seleccionar una fuente de materiales se debería como primer paso interpretar una clasificación geológica y petrológica del tipo de roca, y por lo tanto de minerales que la conforman otorgando un excelente indicio acerca de la conveniencia de los materiales que de ella provienen.

Tabla 2. Propiedades típicas de las rocas

Tipo de Roca	Resistencia	Durabilidad	Estructura	Textura
Rocas ígneas intrusivas como granito, gabro, riolita, diorita, basaltos y andesitas,	Muy fuertes	Muy duras	Masiva	Gruesa a mediana o Fina
Rocas sedimentarias como areniscas, limolita, lutita, dolomita, clásticas con cementación pobre o inexistente: conglomerados.	Débiles	Moderadamente Suaves – Moderadamente Duras	Estratificada, Cementada o Laminada	Gruesa redondeada o angular, Fina y Muy Fina
Rocas metamórficas como gneiss, esquisto, serpentita, cuarcita, mármol, dolerita y también algunos basaltos.	Fuertes	Moderadamente Duras – Muy Duras	Bandeada, Foliada o Masiva	Gruesa a mediana o Fina y Muy Fina

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas de Panamá, 2004)

Elaboración: Francel Ludeña

### 2.1.1. Parámetros utilizados para la caracterización de materiales que conforman la estructura de pavimentos.

Para conocer las características físicas y mecánicas que poseen los suelos y materiales luego de ser muestreados representativamente, es necesario determinar sus propiedades mediante ensayos de laboratorio.

#### **2.1.1.1. Contenido de Humedad.**

El ensayo busca determinar el contenido de humedad de un suelo, relación expresada como el porcentaje, del peso del agua en una masa dada de suelo o material, al peso de las partículas sólidas siguiendo el procedimiento de las normas. (AASHTO T 265-93, ASTM D 2216).

Para calcular el contenido de humedad de un suelo o agregado se utiliza la siguiente fórmula:

$$W = \frac{(W1-W2)}{(W2-Wc)} \times 100 \quad \text{Ecuación No. 1}$$

$$W = \frac{Ww}{Ws} \times 100 \quad \text{Ecuación No. 2}$$

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)

#### **2.1.1.2. Análisis granulométrico.**

Este método tiene por objeto describir el procedimiento para determinar la distribución del tamaño de las partículas o granos que conforman un suelo y fijar, en porcentaje su peso total, junto con la cantidad de granos de diferente tamaño que así mismo contiene. La forma de realizar esta determinación es por medio de tamices de abertura cuadrada especificada. (AASHTO T 88).

Tabla 3. Designaciones del tamaño de la abertura de los tamices

<b>Designación Estándar mm</b>	<b>Designación alternativa</b>
75	3 pulg.
50	2 pulg.
37.5	1,5 pulg.
25	1 pulg.
19	3/4 pulg.
9.25	1/2 pulg.
12.5	3/8 pulg.
4.75	N°4
2.00	N°10
0.425	N°40
0.075	N°200

Fuente: Norma (AASHTO T 88).

Elaboración: Francel Ludeña

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis granulométrico, un suelo se puede clasificar como agregado grueso o fino, esto dependerá de la cantidad de material que se retenga o pase el tamiz N°4, si la mayoría del material en peso se retiene en el tamiz mencionado será clasificado como agregado grueso, y si la mayoría del material en peso pasa el mismo tamiz N° 4 será considerado como agregado fino.

#### **2.1.1.3. Determinación del límite líquido.**

El ensayo de determinación del límite líquido (L.L.) de un suelo consiste en obtener el contenido de humedad, expresado en porcentaje de suelo secado en el horno, en el momento que éste se pasa de su límite entre su estado plástico y su estado líquido. (AASHTO T 89, ASTM D 4318).

#### **2.1.1.4. Determinación del límite plástico.**

Determinar el límite plástico (L.P.) consiste en obtener la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y sobre una superficie lisa generalmente de vidrio esmerilado, sin que las mencionadas barritas se desmoronen. Conocido previamente el límite líquido del mismo material se puede calcular el índice de plasticidad (I.P.) (AASHTO T 90, ASTM D 4318).

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

**Ecuación No. 3**

Dónde:

I.P.= Índice de Plasticidad, (%)

L.L.= Límite Líquido, (%)

L.P.= Límite Plástico, (%)

#### **2.1.1.5. Clasificación de los suelos.**

El conocimiento del tipo del suelo mediante una clasificación dentro de un método o métodos estandarizados, contribuye vitalmente al momento de plantear una obra vial. Por ello es necesario que el profesional o técnico disponga imprescindiblemente esta información, esto permitirá definir los criterios a usarse a la hora de elaborar el diseño de un pavimento.

Se conoce la existencia de varios sistemas de clasificación de suelos, sin embargo los más usados y recomendados por el MTOP en nuestro país son los siguientes:

*Clasificación de suelos según AASHTO*

*Clasificación de suelos según SUCS*

La clasificación AASHTO es usada en vías mientras que la SUCS implementada en cimentaciones, ambos sistemas requieren de la previa ejecución y resultados de los ensayos de granulometría y de límites de Atterberg, para poder clasificar un material. La clasificación empleada en este proyecto de investigación es la AASHTO.

##### **- Clasificación de suelos según AASHTO**

Esta clasificación divide a los suelos en dos clases: la primera conformada por suelos granulares y la segunda por suelos de fina granulometría detallados a continuación (Valle Rodas, 1970):

##### **Suelos granulares**

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

**Grupo A-1:** Comprendido por las mezclas bien graduadas, compuestas de fragmentos de piedra, grava arena y material ligante de poca plasticidad. Están incluidas también las mezclas bien graduadas que no tienen material ligante.

**Subgrupo A-1a:** Constituido por materiales formados predominantemente por piedra o grava; con o sin material ligante bien graduado.

**Subgrupo A-1b:** Constituido por aquellos materiales formados predominantemente por arena gruesa y con, o sin material ligante bien graduado.

**Grupo A-2:** Este grupo incluye una gran variedad de material granular que contiene menos del 35% de material fino, incluido el que no se puede clasificar como A-1 o A-3. El grupo A-2 tiene los subgrupos A-2-4, A-2-5, A-2-6 y A-2-7.

**Grupo A-3:** En este grupo están incluidas las arenas finas, de playa y las que tienen poca cantidad de limo sin plasticidad. Arenas de río que contengan poca grava y arena gruesa están también incluidas en este grupo.

### **Suelos finos**

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

**Grupo A-4:** A este grupo pertenecen los suelos limosos poco o nada plásticos, que tienen un 75% o más de material fino que pasa el tamiz N°200. Se incluyen además, las mezclas de limo con grava y arena hasta de un 64%.

**Grupo A-5:** Los suelos de este grupo son semejantes a los del anterior, la diferencia es que contienen material micáceo o diatomáceo. Son elásticos y tienen un elevado límite líquido.

**Grupo A-6:** El material típico de este grupo es la arcilla plástica. Al menos el 75% de estos suelos deben pasar el tamiz N°200, se incluyen también las mezclas arcillo-arenosas cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%.

**Grupo A-7:** Estos suelos son semejantes a los del A-6, pero son elásticos y de límites líquidos elevados. Se subdivide en A-7-5 y A-7-6.

Tabla 4. Clasificación en grupos y subgrupos de suelos según AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35 % o menos pasa el tamiz N°200)						Materiales limoarcillosos (Más del 35 % pasa el tamiz N°200)				
	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
Subgrupos	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N°10 .....	50 máx.										
N°40 .....	30 máx.	50 máx.									
N°200 .....	15 máx.	25 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	51 mín. 10 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz N°40:											
Límite líquido .....			40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.		40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.*
Índice de plasticidad .....	6 máx.	6 máx.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	NP.	10 máx.	10 máx.		
Índice de grupo .....	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	0	8 máx.	12 máx.	16 máx. 11 mín.	20 máx.
Tipos de material .....	Fragmentos de piedra, grava y arena		Gravas y arenas limosas y arcillosas				Arena fina	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Terreno de fundación .....	Excelente a bueno		Excelente a bueno		Regular		Excelente a bueno	Regular a malo			

Fuente: (Valle Rodas, 1970)

Elaboración: (Valle Rodas, 1970)

### 2.1.1.6. Ensayo de compactación con Proctor Modificado.

La compactación es el procedimiento mecánico a través del cual se reduce el volumen de los materiales en un tiempo relativamente corto, con la finalidad de que resistan cargas y tengan una relación esfuerzo-deformación favorable durante el tiempo de vida útil de la obra. (Olivera Bustamante, 1996).

Este tipo de ensayos abarca los procedimientos de compactación que se usa en laboratorio con el fin de determinar la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación).

- Para suelos de agregado grueso se usa Proctor Modificado (AASHTO T 180, ASTM D 1557)
- Para suelos de agregado fino se usa Proctor Estándar (AASHTO T 99, ASTM D 698)

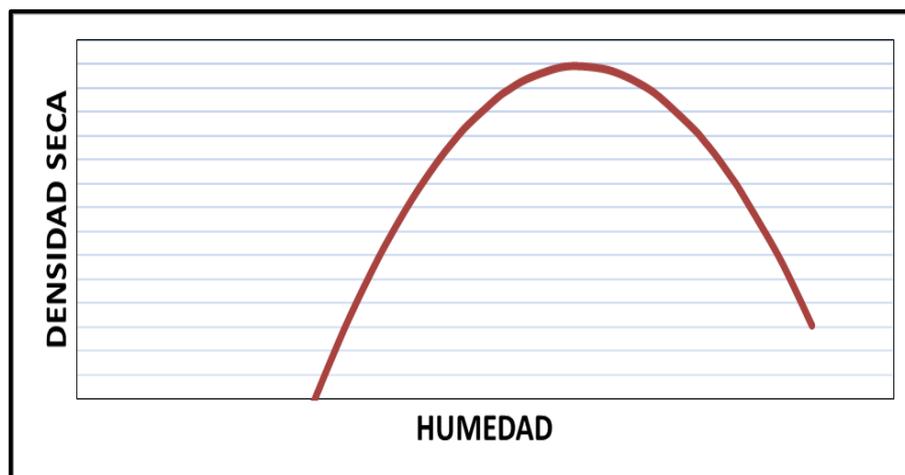


Figura 8. Representación gráfica de los parámetros buscados en una compactación  
Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

#### **2.1.1.7. Determinación de la Abrasión.**

Este ensayo se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados de tamaño inferior a 37,5 mm (1½”), mediante la pérdida de masa por impacto y desgaste utilizando la máquina de Los Ángeles. (AASHTO T 96-02).

El porcentaje de desgaste se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{A-B}{A}$$

**Ecuación No. 4**

Dónde:

V = Resistencia al desgaste por abrasión en %.

A = Masa total inicial del árido en gr.

B = Masa del árido después de ser sometido a desgaste en gr.

Tabla 5. Granulometría de la muestra de agregado para ensayo de abrasión de Los Ángeles

Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometrías de la muestra para ensayo (g)			
Mm	(alt.)	mm	(alt.)	A	B	C	D
37,5	(1 1/2")	-25,0	(1")	1250 ± 25			
25,0	(1")	-19,0	(3/4")	1250 ± 25			
19,0	( 3/4")	-12,5	(1/2")	1250 ± 10	2500 ± 10		
12,5	( 1/2")	-9,5	(3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10		
9,5	(3/8")	-6,3	(1/4")			2500 ± 10	
6,3	(1 1/4")	-4,75	(N° 4)			2500 ± 10	
4,75	(N° 4)	-2,36	(N° 8)				5000 ± 10
TOTALES				5000 ± 10	2500 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: (AASHTO T 96-02)

Elaboración: Francel Ludeña

### 2.1.1.8. Capacidad portante del suelo.

La capacidad que el suelo posee para soportar cargas que se aplican sobre el mismo se denomina capacidad portante. Se presenta como el esfuerzo máximo que un suelo puede resistir sin que éste llegue a romperse o a manifestar fallas de corte como resultado de las cargas a las que se encuentre sometido. Existen algunos tipos de ensayos para medir la capacidad portante del suelo bajo la acción de cargas, entre los más sobresalientes consta el Ensayo de Relación de Soporte California (C.B.R.).

- **Ensayo de Relación de Soporte California**

El ensayo C.B.R. (California Bearing Ratio) determina un índice en porcentaje de la resistencia de los suelos denominado valor de relación de soporte, que es bastante aplicado. Se lo realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones de humedad y densidad previstas en la compactación seleccionada previamente; aunque también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. (AASHTO T 193, ASTM D 1883)

Este índice es utilizado para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base y subbase y de afirmado.

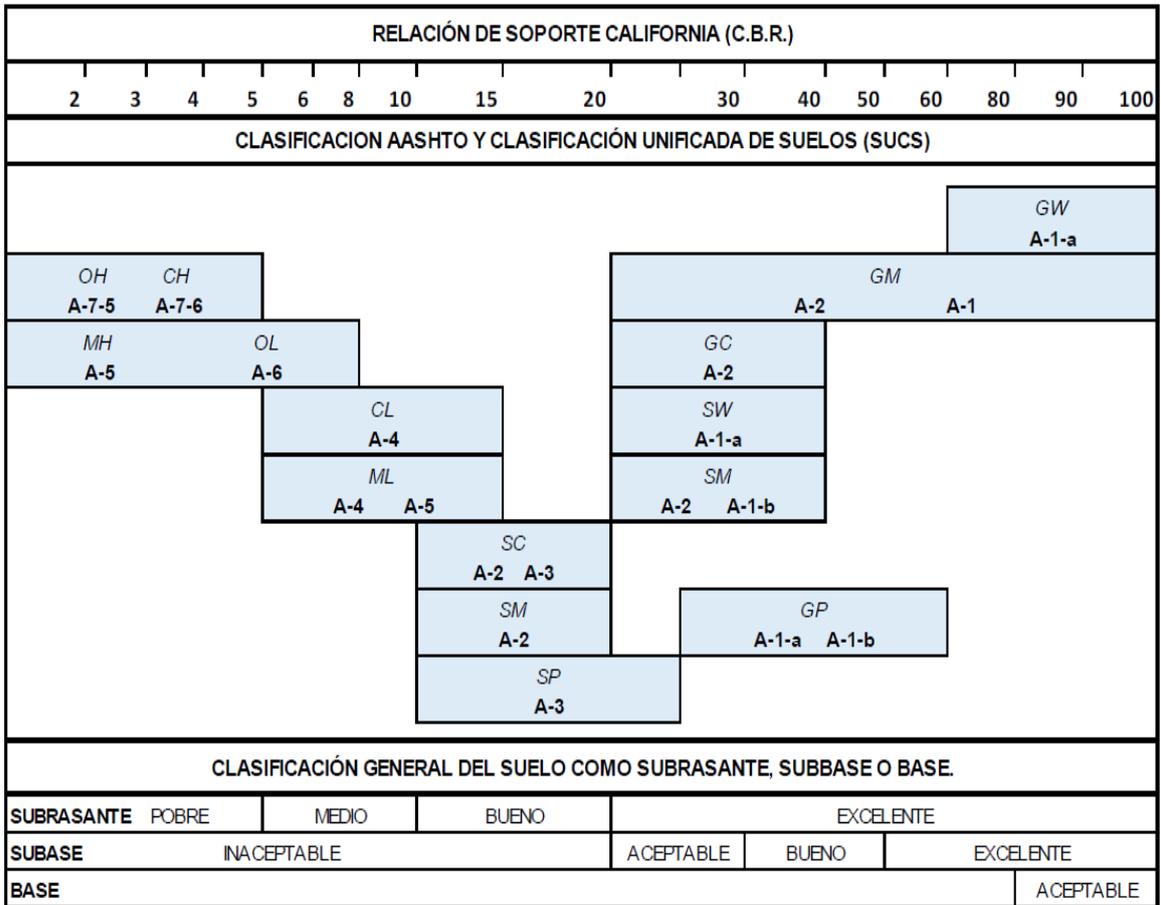


Figura 9. Correlaciones típicas entre las clasificaciones y propiedades de un suelo con el índice de CBR

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2013)

Elaboración: (Castillo B., 2015)

## 2.2. Estructura de los pavimentos.

Los pavimentos están constituidos por un conjunto de capas superpuestas, que se encuentran relativamente horizontales, las cuáles se diseñan y construyen técnicamente con adecuados materiales y apropiadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se encuentran apoyadas sobre la subrasante de una vía que ha sido generada por el movimiento de tierras durante el proceso de exploración y que han de resistir de forma proporcionada los esfuerzos emitidos por las cargas frecuentes que el tránsito transmite durante el tiempo para el cual la estructura del pavimento fue diseñada.

Los pavimentos de acuerdo a los requerimientos de construcción de una vía pueden ser de tipo flexible o rígido según su estructura y tipos de materiales que los conforman. Esta investigación está inclinada a la estructura de un pavimento flexible, los mismos que están conformados por tres capas de agregados especificados por las normas.

Nombradas desde la que compone la parte inferior de la estructura hasta la que va bajo la carpeta asfáltica tenemos las siguientes capas:

- Subrasante
- Subbase
- Base

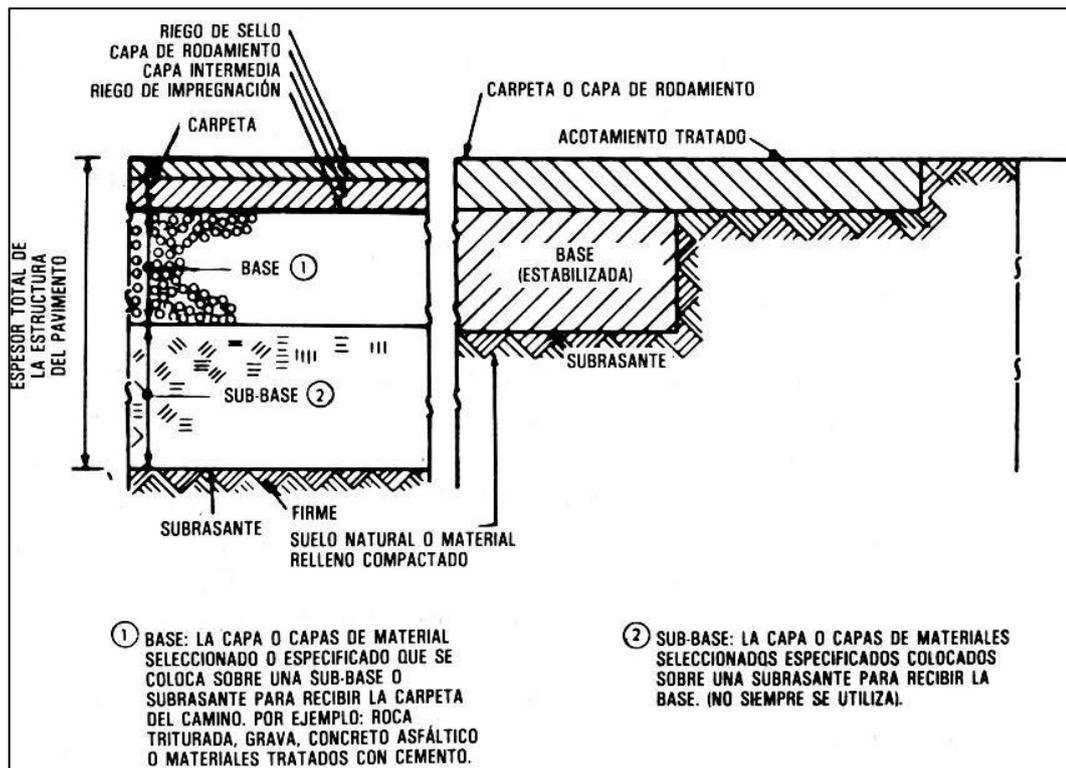


Figura 10. Estructuración típica de un pavimento flexible.

Fuente: (Wright, 1993).

Elaboración: (Wright, 1993).

### 2.2.1. La Subrasante.

La subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera, se construye entre el terreno natural allanado o explanada y la estructura del pavimento. De su capacidad de soporte depende, en gran parte el espesor que debe tener un pavimento, ya sea éste flexible o rígido. En el caso de que la subrasante natural no cumpla con los requisitos solicitados por las normas puede ser mejorada con capas de agregados no tratados.

Tabla 6. Categorías de Subrasante

<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR</b>
$S_0$ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
$S_1$ : Subrasante Pobre	De CBR $\geq$ 3% A CBR < 6%
$S_2$ : Subrasante Regular	De CBR $\geq$ 6% A CBR < 10%
$S_3$ : Subrasante Buena	De CBR $\geq$ 10% A CBR < 20%
$S_4$ : Subrasante Muy Buena	De CBR $\geq$ 20% A CBR < 30%
$S_5$ : Subrasante Excelente	CBR $\geq$ 30%

Fuente: (MOP-2002)

Elaboración: Francel Ludeña

### **2.2.1.1. Funciones de la subrasante.**

Las principales funciones de la capa subrasante como estructura base de un pavimento son:

- a) Recibir y resistir las cargas de tránsito que le son transferidas por el pavimento.
- b) Transmitir y distribuir de modo adecuado las cargas del tránsito al cuerpo del terraplén.

### **2.2.2. Capa Subbase.**

Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Sirve además como capa de drenaje del pavimento y controla la ascensión capilar del agua proveniente de las napas freáticas cercanas. (Valle Rodas, 1970)

Dependiendo del tipo de diseño y dimensionamiento que tenga el pavimento, esta capa puede evitarse. Esta capa puede cumplir con las especificaciones del MTOP citadas en esta investigación en la página número 41.

### **2.2.3. Capa de Base.**

Es la capa inferior a la capa de rodadura, que recibe la mayor parte de los esfuerzos ocasionados por los vehículos. Su principal función es contribuir a soportar la carga del pavimento y del tránsito. La base debe tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie arriba de ella y debe poder transmitirla a la capa siguiente que puede ser una sub-base o subrasante. (Moncayo V, 1980)

Esta capa debe ser de material granular y deberá cumplir con las especificaciones del MTOP citadas en esta investigación en la página número 42.

#### **2.2.4. Funciones de capas sub-bases y bases.**

Las sub-bases y bases tienen finalidades y características semejantes; sin embargo las primeras tienden a ser de menor calidad. Las principales funciones de estas capas son:

- a) Recibir y resistir las cargas del tránsito a través de la capa que constituye la superficie de rodamiento.
- b) Transmitir éstas cargas, apropiadamente a la subrasante y terracería.
- c) Impedir que la humedad de la subrasante y terracería ascienda por capilaridad.
- d) Si es el caso que se introduce agua por la parte superior, permitir que el líquido descienda hasta la capa subrasante, donde se desaloja al exterior por el efecto del bombeo o la sobreelevación.

#### **2.3. Material de cantera.**

Una cantera es un tipo de mina no subterránea. Se localizan usualmente en una zona que se sabe es abundante en rocas o formaciones rocosas particulares.

Los materiales de cantera considerados como pétreos en el ámbito de la construcción son la fuente importante e imprescindible como recursos en el sector de la construcción de obras civiles, estructuras, infraestructuras, vías, presas y embalses, entre otras.

En ciudades dónde el desarrollo vial siempre está en apogeo, las canteras son establecidas como zonas de préstamo. El interés fundamental sobre los sitios de préstamo (o bancos de préstamo) es que se los ha seleccionado y catalogado así, para obtener el material destinado a la construcción de una carretera, calle o pista de aterrizaje. Conocer una zona de préstamo y las características de ésta da un confiable respaldo y una base de datos de información muy útil si de infraestructura vial se trata.

Tabla 7. Clasificación de canteras

<b>CLASIFICACIÓN DE CANTERAS</b>	
<b>Según el tipo de explotación</b>	<p>Canteras a Cielo Abierto:</p> <p>En laderas, cuando la roca se arranca en la falda de un cerro.</p> <p>En corte, cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno.</p> <p>Canteras Subterráneas.</p>
<b>Según el material a explotar</b>	<p>De Materiales Consolidados o Roca.</p> <p>De Materiales no Consolidados como suelos, saprolito, agregados, terrazas aluviales y arcillas</p>
<b>Según su origen</b>	<p>Canteras Aluviales</p> <p>Canteras de roca o peña</p>

Fuente: (Repetto, 2009)

Elaboración: Francel Ludeña

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

La metodología usada para llevar a cabo la presente investigación de fin de carrera se encuentra distribuida paso a paso de la siguiente manera:

- a) Compilación de información referente al tema de estudio.
- b) Delimitación y asignación de las zonas de estudio.
- c) Visita y reconocimiento de los lugares dónde se va a realizar el estudio.
- d) Ubicación por coordenadas de los puntos de muestreo con la asistencia de un GPS
- e) Obtención de muestras
- f) Examinación petrológica de las rocas de las canteras
- g) Aplicación de pruebas y ensayos respectivos de laboratorio.
- h) Estudio de los materiales de canteras y de mezclas en proporciones necesarias con material de río para mejorar las propiedades físico-mecánicas-ingenieriles del material de las canteras de estudio.
- i) Obtención de una base de resultados de las características de los materiales de subrasante de mejoramiento, de sub-base y base.
- j) Análisis de los resultados obtenidos.

Se creyó conveniente unir estas actividades por etapas según el desarrollo de la investigación para así representar de mejor manera la metodología empleada en el proyecto, la misma que se estructuró acorde a las siguientes etapas:

### **3.1. Recopilación de la información.**

Para el abordar este proyecto se procedió a recopilar información preliminar referente a la investigación, temas involucrados, libros, proyectos, bibliografías y a determinación las zonas de estudio para posteriormente realizar las visitas de campo.

### **3.2. Obtención de muestras y trabajo de laboratorio.**

Luego de identificar las canteras de trabajo y de conseguir el permiso correspondiente para el muestreo por parte de los titulares, se procedió a realizar la obtención de muestras tomando las cantidades necesarias o representativas recomendadas por el tutor del proyecto, para realizar los exámenes y ensayos en laboratorio, las muestras fueron tomadas en sacos directamente de los bancos de almacenamiento de las concesiones mineras.

Posteriormente las muestras fueron transportadas al laboratorio de mecánica de suelos, las mismas que serían sometidas a los ensayos necesarios para caracterizar los materiales como son: contenido de humedad, límites de consistencia, granulometría, abrasión, compactación y CBR.

Los concernientes ensayos de laboratorio se ejecutaron de acuerdo a las siguientes normativas:

Tabla 8. Ensayos de laboratorio para caracterización de materiales de subrasante, subbase y base.

ENSAYOS DE LABORATORIO	NORMA
Contenido de Humedad	AASHTO T 265-93
Análisis Granulométrico	AASHTO T 88
Límite Líquido (L.L.)	AASHTO T 89
Límite Plástico (L.P.)	AASHTO T 90
Compactación Proctor Modificado	AASHTO T 180
Índice de Soporte de California (CBR)	AASHTO T 193

Elaboración: Francel Ludeña

### **3.3. Examinación petrológica, física y microscópica de las rocas de las canteras de estudio.**

De cada cantera se tomó muestras para analizarlas petrológicamente de forma física y con uso del microscopio, con el motivo de obtener una mejor información de los materiales de estudio, y en sí de sus rocas, su textura, su grado de meteorización, su desgaste en el tiempo, y los minerales que principalmente las componen. Conociendo esas características presentes en las rocas de los materiales con los que se trabaja, se puede hacer una mejor relación junto con los parámetros obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos y así sustentar un análisis basado también en el conocimiento de las materiales que se está examinando para usos en construcciones viales.

### **3.4. Determinación del C.B.R. de Diseño.**

El CBR de diseño es un valor que se obtiene luego de las pruebas de penetración al obtenerse todos las lecturas tanto de las penetraciones como de las cargas que resultan del ensayo a el material de estudio, este valor de diseño toma en cuenta el tipo de tráfico que circulará sobre el material de la zona analizada, cuando sea usado en obras con miras futuras.

En esta investigación se determina el CBR de diseño de acuerdo a la capa estructural considerada y según las especificaciones del MTOP como se aprecia en la Tabla 9. El CBR de diseño se define para la penetración de 0. 25 cm (0. 1pulgada).

Tabla 9. Límites del valor de CBR recomendados por el MTOP

<b>Capa de Estudio</b>	<b>CBR de diseño Recomendado por el MTOP</b>
Subrasante de mejoramiento	Mayor al 20%
Subbase	Mayor al 30%
Base	Mayor al 80%

Fuente: (MOP-2002), (NEVI-2012)

Elaboración: Francel Ludeña

### **3.5. Estudio con material de río para mejorar las propiedades físico-mecánicas del material de las canteras de estudio.**

Si un material de cantera no cumple con los requisitos y estándares recomendados por el Ministerio de transporte y Obras Publicas se lo puede mezclar con material aluvial. El material de río contribuye indudablemente a mejorar las propiedades geotécnicas naturales de otros materiales, por sus conocida resistencia, es por ello que este proyecto también planteó la realización de mezclas en proporciones estimadas y así tener datos más óptimos para ser aprovechados en la infraestructura vial, es así entonces que el material natural seleccionado de cada cantera al cumplir, cumplir en parte, o no cumplir, con las especificaciones recomendadas, fue mejorado con material proveniente del Río Malacatos.

Las mezclas en peso por proporciones que se plantearon hacer del material de las canteras con el material de río fueron tres y se las menciona a continuación:

- 50% Material de río con 50% Material de cantera
- 60% Material de río con 40% Material de cantera
- 70% Material de río con 30% Material de cantera

Cada una de estas mezclas fue realizada para cada cantera, obteniéndose como resultado 9 diferentes tipos de materiales nuevos, a los cuales se les aplicó las mismas pruebas de laboratorio de la misma forma que al material único de cantera.

Los resultados de estas pruebas hechas a las mezclas planteadas se observan en el ANEXO 2.

### **3.6. Base de resultados obtenidos de la caracterización de los materiales de subrasante de mejoramiento, subbase y base.**

Para obtener una base de resultados de cada uno de los distintos tipos de materiales analizados, se tuvo que analizar los datos obtenidos de las pruebas de laboratorio de granulometría, límite líquido, límite plástico, clasificación del suelo compactación y CBR. Estos resultados se encuentran en la sección de los ANEXOS 1 y 2.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### 4.1. Resultados del análisis petrológico macroscópico y microscópico de los tipos de rocas presentes en las muestras de las canteras de estudio.

De los materiales muestreados de cada cantera se tomó ejemplares de las rocas presentes en cada una para observar a detalle con ayuda de un microscopio, la clase de roca que se iba a estudiar y algunos de sus minerales que mayormente se pudieron distinguir.

Los resultados de este análisis se exhiben en la Tabla 10.

Tabla 10. Descripción del tipo de roca y minerales resultado del análisis petrológico

CANTERA	DESCRIPCIÓN DE ROCA OBSERVADA EN LA MUESTRA	FORMACIÓN GEOLOGICA A LA QUE SE LA RELACIONA	CONTENIDO ESTIMADO DE MINERALES PRIMARIOS QUE LA COMPONEN		CONTENIDO ESTIMADO DE MINERALES ACCESORIO QUE LA COMPONEN	
<b>LA ELVIRA</b>	Conglomerados de clastos subredondeados y subangulosos poco cementados de cuarcita y filita, de diámetros que van desde 3 pulg hasta 3/8 de pulg, algunos de los clastos tienen oxidaciones y vetillas de cuarzo, la matriz va de limosa a limo-arcillosa. El grado de meteorización de esta roca es medio.	Fm. Quillollaco	Cuarzo	100%	----	----
<b>NARDA</b>	Esquistos micáceos con oxidaciones de limonita, su textura es lepidoblástica, el grado de metamorfismo va de medio a alto. El grado de meteorización de la roca va de bajo a medio.	Fm. Chiguinda	Biotita Cuarzo Hematita Clorita	55% 30% 10% 5%	Limonita Calcita	80% 20%
<b>LAS LÁGRIMAS</b>	Esquistos micáceos verdosos con presencia de cuarzo en vetillas, de textura lepidoblástica y de grado medio de metamorfismo. La meteorización de la roca es de alto grado	Fm. Chiguinda	Biotita Cuarzo Moscovita Clorita Plagioclasas	40% 25% 15% 15% 5%	Calcita	100%

Elaboración: Francel Ludeña

Las figuras que se representa a continuación nos dan una vista más cercana de las rocas presentes en los materiales de estudio analizados.



Figura 11. Clastos de cuarcita y filita de los conglomerados del material de cantera “La Elvira”.

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.



Figura 12. Esquistos con oxidaciones presentes en el material de la cantera “Narda”

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.



Figura 13. Esquistos verdesos de la cantera “Las Lágrimas”  
Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

#### 4.2. Propiedades físicas obtenidas en los materiales de cantera a niveles de subrasante de mejoramiento, subbase y base.

Los resultados obtenidos de las pruebas de contenido de humedad, límites de consistencia y de análisis granulométrico que sirven para clasificar un suelo por el método AASHTO y a su vez a las muestras tomadas de las tres canteras, se muestran a continuación en la Tabla 11.

Estos resultados nos muestran un perfil general de las características de los agregados estudiados, y la calidad de estos materiales para desempeñar funciones en capas de subrasante, subbase y base.

El respectivo análisis de los resultados obtenidos hace referencia exclusivamente a la normativa AASHTO.

Tabla 11. Cuadro de resumen de la clasificación de los materiales de cantera según la norma AASHTO

CANTERA	% HUMEDAD NATURAL	LÍMITES			CLASIFICACIÓN AASHTO
		L.L.	L.P	I.P.	
<b>LA ELVIRA</b>	3,75	N.P.	N.P.	N.P.	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)
<b>NARDA</b>	3,84	28	25	3	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)
<b>LAS LÁGRIMAS</b>	1,85	28	20	8	Grava y arena arcillosa o limosa (A-2-4)

Elaboración: Francel Ludeña

Referente a los resultados de los ensayos de clasificación, se observa que todos están clasificados como suelos granulares considerados en los grupos A-1 y A-2. Los materiales de las canteras Narda y La Elvira se encuentran considerados como fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a), mientras que el material de Las Lágrimas clasificado como una grava y arena arcillosa o limosa (A-2-4). En la Tabla 11 se evidencia también, la falta de plasticidad (N.P.) de la fracción fina de la cantera La Elvira.

Los resultados más detallados de esta sección se muestran en el ANEXO 1

#### 4.3. Propiedades mecánicas obtenidas en los materiales de cantera a nivel de subrasante de mejoramiento, subbase y base.

Los resultados de los ensayos obtenidos para determinar las características ingenieriles como son compactación (Proctor Modificado), la capacidad de soporte del suelo (CBR de laboratorio) y la resistencia a la abrasión, se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Cuadro de resumen de los resultados de propiedades mecánicas en los materiales de cantera

CANTERA	COMPACTACION		CBR (%)	ABRACION (%)
	Densidad Seca Max (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad Óptima (%)		
<b>LA ELVIRA</b>	2,18	5,83	118	59,44
<b>NARDA</b>	2,28	6,82	73	39,90
<b>LAS LÁGRIMAS</b>	2,29	6,15	92	51,42

Elaboración: Francel Ludeña

La Tabla 12 manifiesta que la capacidad portante de los suelos, todos considerados granulares, es satisfactoria según las normas del MTOP tanto como para subrasante de mejoramiento, subbase y base. Sin embargo, los valores de abrasión de las canteras La Elvira y Las Lágrimas no son adecuados, debido a que sobrepasan los límites de la norma (50% máximo), a excepción del valor de abrasión de la cantera Narda que sí está dentro de los requerimientos.

Tabla 13. Propiedades obtenidas de materiales de cantera relacionadas a los requerimientos del MTOP como subrasante de mejoramiento.

Propiedades de los materiales	Requerimientos del MTOP	Cantera La Elvira		Cantera Narda		Cantera Las Lágrimas	
		Dato Obtenido	Cumple	Dato Obtenido	Cumple	Dato Obtenido	Cumple
Límite Líquido	Máximo 35%	No Plástico	×	28	√	28	√
Índice de Plasticidad	Máximo 9%	No Plástico	×	3	√	8	√
% de Abrasión	Máximo 50%	59,44	×	39,90	√	51,42	×
Granulometría	De Tipo A, B, C y D	----	----	Tipo A	√	----	----
% CBR	Mayor al 20%	118	√	73	√	92	√

Elaboración: Francel Ludeña

En la Tabla 13 se puede observar los resultados de las propiedades obtenidas de cada material de las tres canteras de estudio y su cabida dentro de las especificaciones (MOP-2002) y (NEVI-2012) para agregados no tratados de mejoramiento de subrasante.

Estas especificaciones mencionan que: 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; 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 caso de no encontrarse materiales originales que cumplan los requisitos para estas superficies de áridos no tratados, podrán utilizarse mezclas de materiales en las proporciones que señale el Fiscalizador. En todo caso, se deberá cumplir los límites de una de las granulometrías especificadas en la Tabla 401-2.1, la misma que está representada como la Tabla 14 en esta investigación.

Tabla 14. Límites granulométricos para subrasante de mejoramiento

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVES 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
Nº 4 (4.750mm.)	30 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
Nº200(0.075mm.)	5 - 15	5 -15	5 -15	5 -20

Fuente: (MOP-2002) (NEVI-2012)

Elaboración: Francel Ludeña

De acuerdo a la Tabla 14 y a las propiedades obtenidas de los materiales de cantera relacionadas a los requerimientos del MTOP de la Tabla 13, solamente el agregado procedente de la cantera Narda, es el único que puede ser considerado como material de mejoramiento no tratado para uso en exclusivo a nivel de la subrasante. El material de las canteras La Elvira y Las Lágrimas es rechazado de ser utilizado a nivel de subrasante de mejoramiento, de subbase y base, además se descarta su uso como material para mejorar debido a su falta de cumplimiento total con los lineamientos de las normas.

La granulometría del material de la cantera Narda adquiere la denominación del Tipo A de acuerdo a la Tabla 14, y que corresponde a su vez a agregados no tratados, esta granulometría de cantera que aún no es combinada con material de río se representa en la Figura 14.

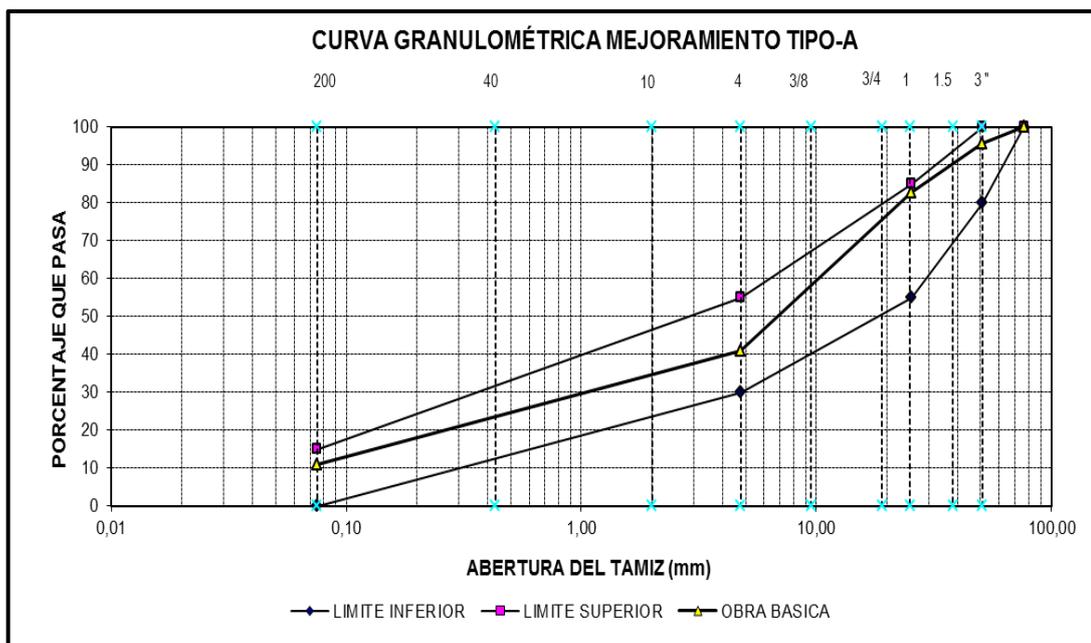


Figura 14. Curva granulométrica de materiales originales de la cantera Narda  
Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

Los resultados con mayor detalle de esta sección se los puede visualizar en el ANEXO 1.

#### 4.4. Propiedades físicas y mecánicas obtenidas en los materiales de cantera mejorados con material de río Malacatos.

En la sección anterior se muestra la falta de cumplimiento general de las propiedades del material natural de las canteras para su aprovechamiento en vialidad, es por ello que fue justamente necesario el optimizar esas propiedades con material de río, el cual provee características de mejor desempeño, debido a su conocida resistencia, baja plasticidad y capacidad de funcionamiento más conveniente en el momento de ser usado en la infraestructura de las vías.

En el capítulo de metodología se plantea que las mezclas del material de cantera con el material de río serían en proporciones del 50-50, 60-40 y 70-30, aumentándose respectivamente en cada proporción la cantidad de material de río para obtener diferentes puntos de análisis.

#### 4.4.1 Estudio de cantera La Elvira mejorada.

Los resultados que se obtuvo de las pruebas de contenido de humedad, límites de consistencia y de análisis granulométrico, utilizadas para clasificar un suelo por el método AASHTO, y en éste caso a las muestras de materiales mezclados con agregado de río, se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Cuadro resumen de la clasificación según AASHTO de los materiales de cantera La Elvira mejorados

PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS DE MATERIAL DE CANTERA CON MATERIAL DE RÍO		% HUMEDAD NATURAL	LÍMITES			CLASIFICACION AASHTO
			L.L.	L.P.	I.P.	
<b>LA ELVIRA</b>	50%-50%	2,43	20	16	4	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)
	60%-40%	2,27	18	15	3	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)
	70%-30%	2,03	18	17	1	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

Elaboración: Francel Ludeña

En lo referente a los resultados de clasificación del material mezclado, la Tabla 15 muestra que todos están en la categoría de suelos granulares del Tipo A-1-a, conocidos como fragmentos de roca, grava y arena. Además los resultados de esta tabla ilustran la mejoría de la propiedad plástica del material original de ésta cantera, resultado no precisamente esperado por la escasa consistencia que poseen comúnmente las fracciones finas de los agregados de ríos, sin embargo, esto es beneficioso especialmente porque el material de río le otorga una plasticidad, útil para evitar excesivas fricciones en las fracciones gruesas. Esta propiedad plástica, nula en la muestra natural de la cantera La Elvira se observa en la Tabla 11.

Al no esperarse un contenido de plasticidad considerable en el material originario del río Malacatos, se procedió a analizarlo mediante las pruebas de Límite Líquido, Límite Plástico, y desgaste a la Abrasión, datos que se ven a detalle en el ANEXO 3.

Los resultados de los ensayos obtenidos y aplicados a éstas mezclas para determinar las propiedades mecánicas como son compactación (Proctor Modificado), la capacidad de soporte del suelo (CBR de laboratorio) y la resistencia a la abrasión, se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Cuadro de resumen de los resultados de las propiedades mecánicas obtenidas en los materiales de la cantera La Elvira con mejoramiento

PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS DE MATERIAL DE CANTERA CON MATERIAL DE RÍO		COMPACTACION		CBR (%)	ABRASION (%)
		Densidad Seca Max (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad Óptima (%)		
LA ELVIRA	50%-50%	2,19	5,77	72	41,62
	60%-40%	2,22	5,52	94	36,37
	70%-30%	2,21	5,91	112	36,61

Elaboración: Francel Ludeña

Con los resultados presentados en la Tabla 16 y comparados a su vez con los expuestos en la Tabla 12 se puede determinar que la cantera La Elvira mejora notablemente, especialmente su propiedad de resistencia al desgaste, propiedad que en la muestra original de esta cantera excedía los límites del 50% como máximo permitido.

Las especificaciones del MTOP establecen que para clasificar el material granular dentro de su uso como capa subrasante de mejoramiento, subbase o base de un pavimento, se deben tomar en cuenta los valores de CBR, porcentajes de los límites de plasticidad y el porcentaje de resistencia al desgaste, pero son en sí las granulometrías, las que dan la pauta conclusiva para considerar que las mezclas de esta cantera, puedan ser consideradas como una de las capa estructurales existentes.

Debido a los altos valores de CBR obtenidos en laboratorio por ser las tres mezclas suelos gruesos, y a la granulometría de cada una, la derivación de cada proporción planteada se considerada únicamente orientada a materiales de uso en subbases y bases granulares.

El MTOP en sus solicitudes (MOP-2002) y (NEVI-2012) establecen que para que una material sea considerado como subbase o base se tome en cuenta lo siguiente:

**a) Sub-bases de agregados**

Clasificados como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos los agregados que se emplean deberán tener un coeficiente

de desgaste máximo de 50% de acuerdo con el ensayo de abrasión de Los Ángeles y a la porción que se pase el tamiz N° 40, misma que deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

- **Clase 1:** Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de rocas o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1 en la Tabla 403-1.1.(Tabla 17 en esta investigación). Por lo menos el 30% del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.
- **Clase 2:** Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2 en la Tabla 403-1.1. (Tabla 17 en esta investigación).
- **Clase 3:** Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados por la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1. (Tabla 17 en esta investigación)

Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clase 2 o 3 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

Tabla 17. Límites granulométricos para materiales de Sub-base según su clase

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVES DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA.		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE3
3" (76.2 mm.)	---	---	100
2" (50.4 mm.)	---	100	100
1 ½ (38.1 mm.)	100	70 – 100	---
Nº4 (4.75 mm.)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 – 35	15 – 40	---
Nº 200 (0.075 mm.)	0 – 15	0– 20	0 – 20

Fuente: (MOP-2002) (NEVI-2012)

Elaboración: Francel Ludeña

### **b) Bases granulares**

Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N°40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

- **Clase 1:** Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en la subsección 814-2 y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B en la Tabla 404-1.1. (Tabla 18 en esta investigación).

Tabla 18. Límites granulométricos para materiales de Base de Clase 1

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVES DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA	
	TIPO A	TIPO B
2" (50.8mm)	100	--
1 1/2" (38,1mm)	70 – 100	100
1" (25.4 mm)	55 – 85	70 – 100
3/4" (19.0 mm)	50 – 80	60 – 90
3/8"(9.5 mm)	35 – 60	45 – 75
N° 4 (4.76 mm)	25 – 50	30 – 60
N° 10 (2.00 mm)	20 – 40	20 – 50
N°20 0.425 mm)	10 – 25	10 – 25
N°200(0.075mm)	2 – 12	2 – 12

Fuente: (MOP-2002) (NEVI-2012)

Elaboración: Francel Ludeña

- **Clase 2:** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.2. (Tabla 19 en esta investigación).

Tabla 19. Límites granulométricos para materiales de Base de Clase 2

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVES DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA
1" (25.4 mm)	100
¾" (19.0 mm)	70 – 100
3/8" (9.5 mm)	50 – 80
Nº4 (4.76 mm)	35 – 65
Nº10 (2.00 mm)	25 – 50
Nº40 (0.425 mm)	15 – 30
Nº200 (0.075 mm)	3 – 15

Fuente: (MOP-2002) (NEVI-2012)

Elaboración: Francel Ludeña

- **Clase 3:** Son bases construidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25 % en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4.

Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.3. (Tabla 20 en esta investigación).

Tabla 20. Límites granulométricos para materiales de Base de Clase 3

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVES DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA
¾" (19.0 MM)	100
Nº 4 (4.76 MM)	45 – 80
Nº 10 (2.00 MM)	30 – 60
Nº40 (0.425 MM)	20 – 35
Nº200 (0.075 MM)	3 – 15

Fuente: (MOP-2002) (NEVI-2012)

Elaboración: Francel Ludeña

- **Clase 4:** Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en

la subsección 814-3 y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.4. (Tabla 21 en esta investigación).

Tabla 21. Límites granulométricos para materiales Bases de Clase 4

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVES DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA
2" (50.8 MM)	100
1" (25.4 MM)	60 – 90
Nº 4 (4.76 MM)	20 – 50
Nº 200 (0.075 MM)	0 – 15

Fuente: (MOP-2002) (NEVI-2012)

Elaboración: Francel Ludeña

Conociendo estas previas especificaciones citadas, sin tomar en cuenta el porcentaje de material triturado que debe estar presente en cada categoría mencionada, y de acuerdo a los resultados de las propiedades obtenidas, las mezclas de la cantera La Elvira encajaron dentro de dos tipos de capas específicas que son Sub-bases de Clase 2 y Bases de Clase 1 de Tipo A.

El cumplimiento de las propiedades resultantes del análisis del material de la cantera La Elvira mejorado, dentro de los requerimientos asignados por el MTOP se muestra en la Tabla 22 y 23.

Tabla 22. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera La Elvira con mejoramiento relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Sub-base

Propiedades de los materiales	Requerimientos del MTOP	Mezcla 50%–50%	
		Dato Obtenido	Cumple
Límite Líquido	Máximo 25%	20	√
Índice de Plasticidad	Máximo 6%	4	√
% de Abrasión	Máximo 50%	41,62	√
Granulometría	Sub-bases Clases 1, 2 o 3	Sub-base Clase 2	√
% CBR	Mayor al 30%	72	√

Elaboración: Francel Ludeña

Tabla 23. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera La Elvira con mejoramiento relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Base

Propiedades de los materiales	Requerimientos del MTOP	Mezcla 60%–40%		Mezcla 70%–30%	
		Dato Obtenido	Cumple	Dato Obtenido	Cumple
Límite Líquido	Máximo 25%	18	√	18	√
Índice de Plasticidad	Máximo 6%	3	√	1	√
% de Abrasión	Máximo 40%	36,37	√	36,61	√
Granulometría	Bases Clases 1, 2, 3 o 4	Base 1 Tipo A	√	Base 1 Tipo A	√
% CBR	Mayor al 80%	94	√	112	√

Elaboración: Francel Ludeña

La granulometrías de los materiales de la cantera La Elvira con mejoramiento adquieren la denominaciones de Sub-base Clase 2 y Base 1 de Tipo A de acuerdo a las tablas anteriores, estas granulometrías se representan particularmente en las Figuras 15, 16 y 17 expuestas a continuación.

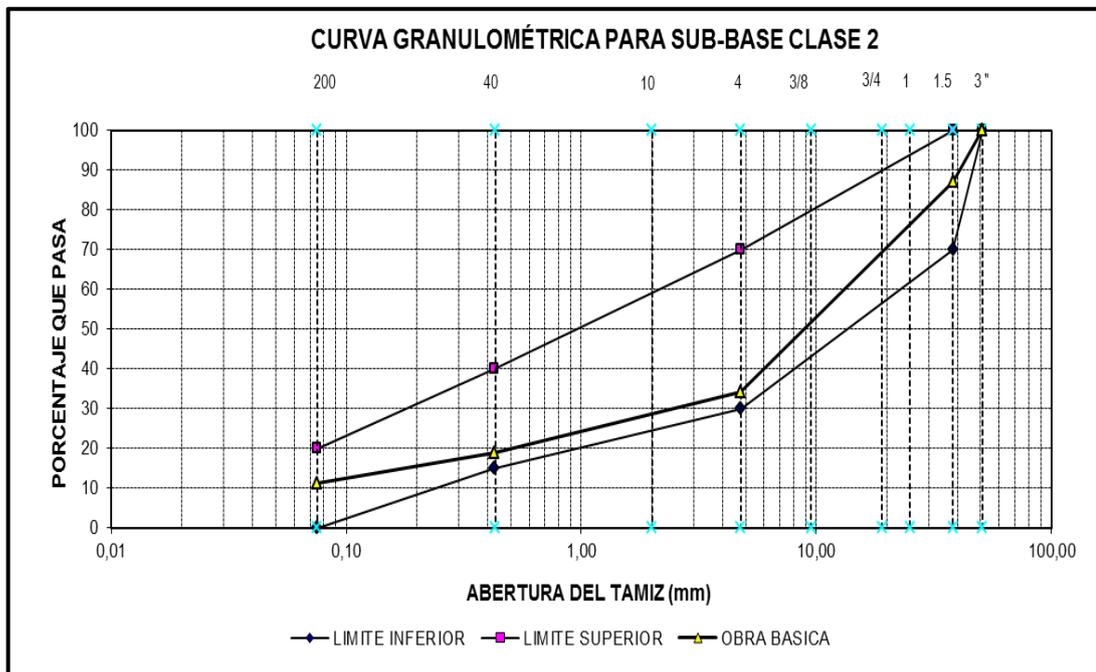


Figura 15. Curva granulométrica de la mezcla 50%-50% del material de la cantera La Elvira con mejoramiento.

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

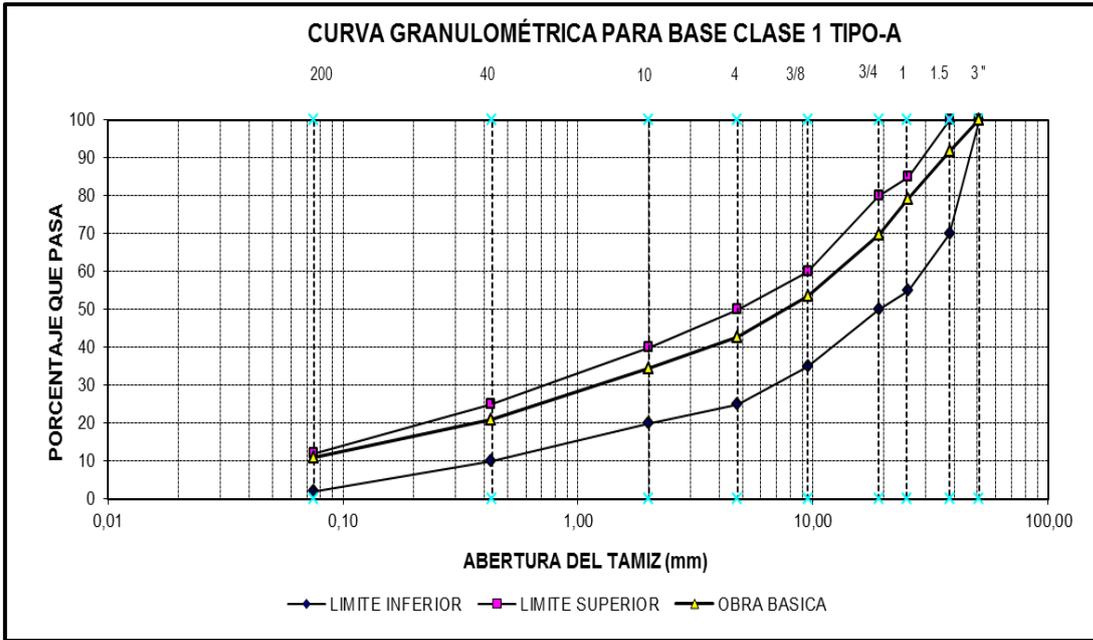


Figura 16. Curva granulométrica de la mezcla 60%-40% del material de la cantera La Elvira con mejoramiento  
Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

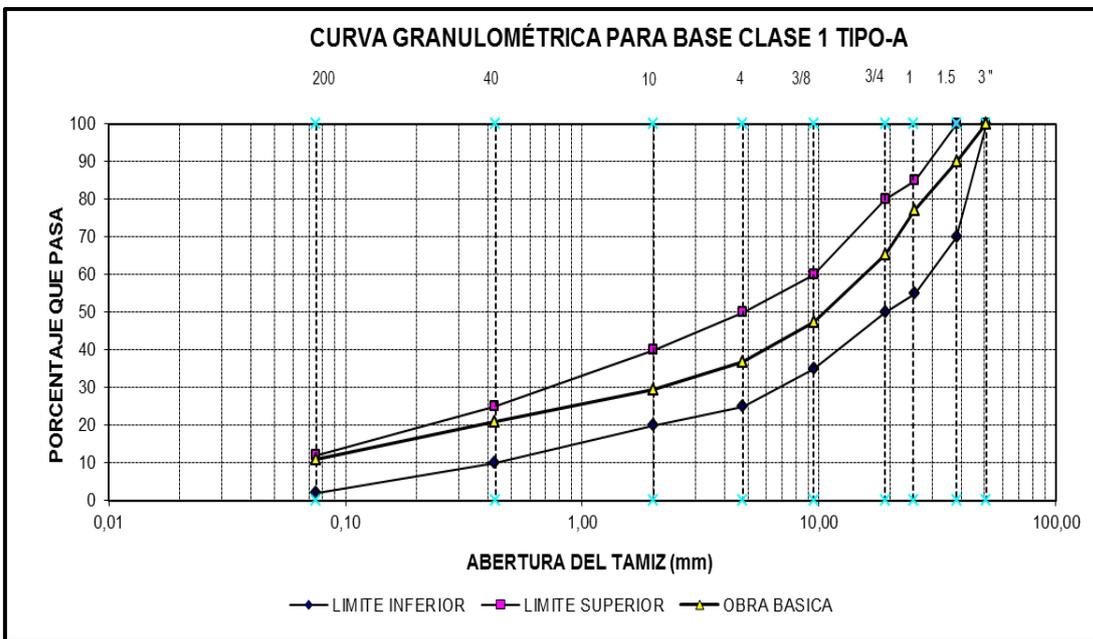


Figura 17. Curva granulométrica de la mezcla 70%-30% del material de la cantera La Elvira con mejoramiento  
Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

Los resultados presentados en esta sección se muestran más a detalle en el ANEXO 2.

#### 4.4.2. Estudio de cantera Narda mejorada.

Los resultados generados de los ensayos de contenido de humedad, límites de plasticidad y de análisis granulométrico, que se usa para clasificar un suelo por el método AASHTO, y en éste caso a las muestras de esta cantera combinadas con material proveniente de río, se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24. Cuadro resumen de la clasificación según AASHTO de los materiales de cantera Narda mejorados

PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS DE MATERIAL DE CANTERA CON MATERIAL DE RÍO		% HUMEDAD NATURAL	LÍMITES			CLASIFICACIÓN AASHTO
			L.L.	L.P.	I.P.	
<b>NARDA</b>	50%-50%	1,25	23	17	6	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)
	60%-40%	1,17	23	18	5	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)
	70%-30%	1,53	20	16	4	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

Elaboración: Francel Ludeña

En lo concerniente a los resultados de clasificación del material mezclado, la Tabla 24 muestra que todos están dentro de la categoría de suelos granulares del Tipo A-1-a, llamados fragmentos de roca, grava y arena. Los resultados de esta tabla ilustran una disminución de la propiedad plástica del material original de ésta cantera, resultado muy aceptable para consideración a niveles de subrasante sub-base o base.

Los resultados de los ensayos obtenidos y aplicados a éstas mezclas para determinar las propiedades mecánicas como son compactación (Proctor Modificado), la capacidad de soporte del suelo (CBR de laboratorio) y la resistencia a la abrasión, se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25. Cuadro de resumen de los resultados de propiedades mecánicas obtenidas en los materiales de la cantera Narda con mejoramiento

PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS DE MATERIAL DE CANTERA CON MATERIAL DE RÍO		COMPACTACION		CBR (%)	ABRASION (%)
		Densidad Seca Max (gr/cm3)	Humedad Óptima (%)		
<b>NARDA</b>	50%-50%	2,23	5,72	68	31,50
	60%-40%	2,23	6,38	70	34,84
	70%-30%	2,24	5,80	84	33,76

Elaboración: Francel Ludeña

Los resultados presentados en la Tabla 25 y comparados a su vez con los expuestos en la Tabla 12, determinan el mejoramiento del material de la cantera Narda, principalmente su propiedad de resistencia al desgaste, propiedad que en la muestra original se encontraba cerca del 40%, valor aceptable pero siendo disminuido en las mezclas con agregado de río, las capacidades del material mejorado resultarían mucho más aptas, razón importante por la que se realiza el mejoramiento de este tipo de materiales.

Con el conocimiento de las especificaciones del MTOP mencionadas en puntos anteriores, y acorde a los resultados de las propiedades obtenidas, las mezclas de la cantera Narda se acoplan a tres tipos de capas específicas que son Sub-bases de Clase 2, Sub-bases de Clase 3 y Bases de Clase 1 de Tipo A.

La constancia del cumplimiento de las propiedades resultantes del análisis del material de la cantera La Elvira mejorado, dentro de los requerimientos asignados por las especificaciones (MOP-2002) y (NEVI-2012) se muestra en la Tabla 26 y 27.

Tabla 26. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera Narda con mejoramiento, relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Sub-base

Propiedades de los materiales	Requerimientos del MTOP	Mezcla 50%–50%		Mezcla 60%–40%	
		Dato Obtenido	Cumple	Dato Obtenido	Cumple
Límite Líquido	Máximo 25%	23	√	23	√
Índice de Plasticidad	Máximo 6%	6	√	5	√
% de Abrasión	Máximo 50%	31,50	√	34,84	√
Granulometría	Sub-bases Clases 1, 2 o 3	Sub-base Clase 3	√	Sub-base Clase 2	√
% CBR	Mayor al 30%	68	√	70	√

Elaboración: Francel Ludeña

Tabla 27. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera Narda con mejoramiento, relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Base

Propiedades de los materiales	Requerimientos del MTOP	Mezcla 70%–30%	
		Dato Obtenido	Cumple
Límite Líquido	Máximo 25%	20	√
Índice de Plasticidad	Máximo 6%	4	√
% de Abrasión	Máximo 40%	33,76	√
Granulometría	Bases Clases 1, 2, 3 o 4	Base 1 Tipo A	√
% CBR	Mayor al 80%	84	√

Elaboración: Francel Ludeña

De acuerdo a las tablas anteriores las granulometrías de los materiales de la cantera Narda con mejoramiento adquieren la denominaciones de Sub-base Clase 2, Sub-base 3 y Base 1 de Tipo A, estas granulometrías se representan individualmente en las Figuras 18, 19 y 20 presentadas a continuación.

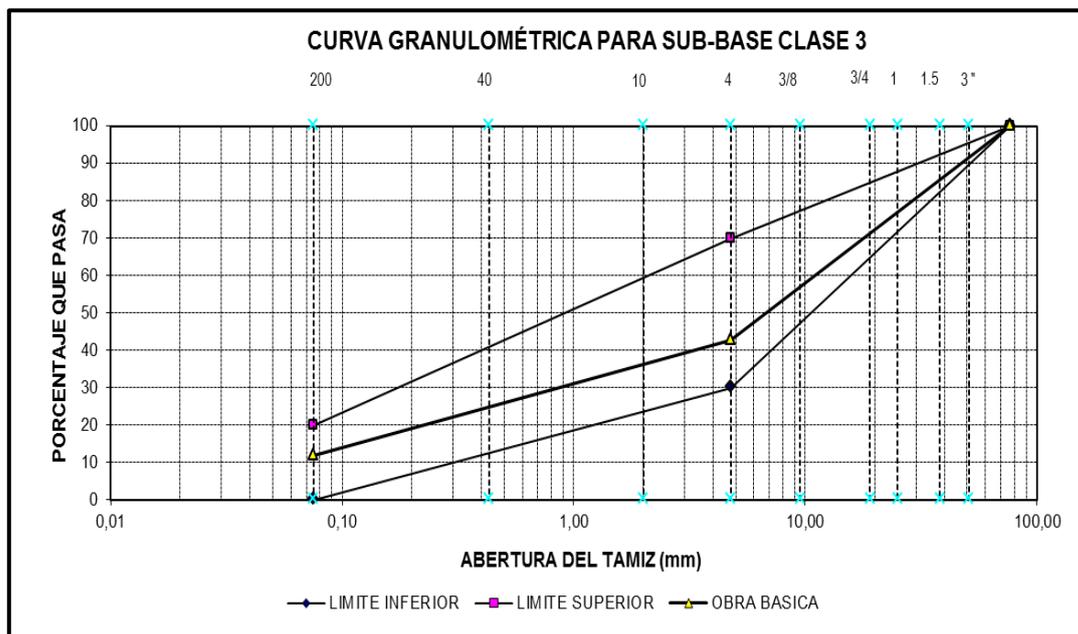


Figura 18. Curva granulométrica de la mezcla 50%-50% del material de la cantera Narda con mejoramiento.

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

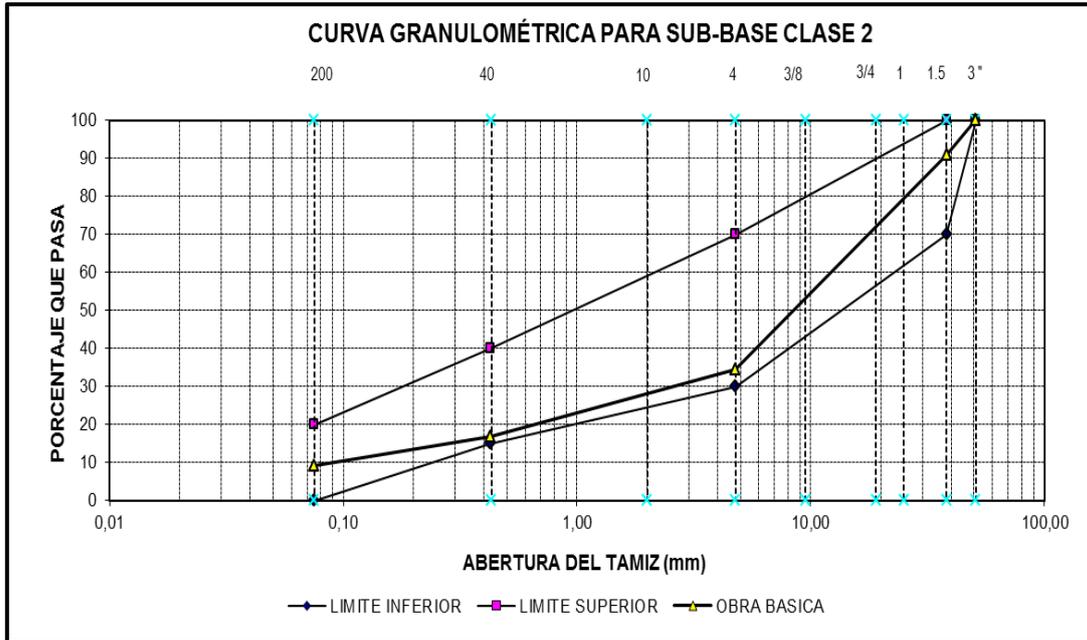


Figura 19. Curva granulométrica de la mezcla 60%-40% del material de la cantera Narda con mejoramiento.

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

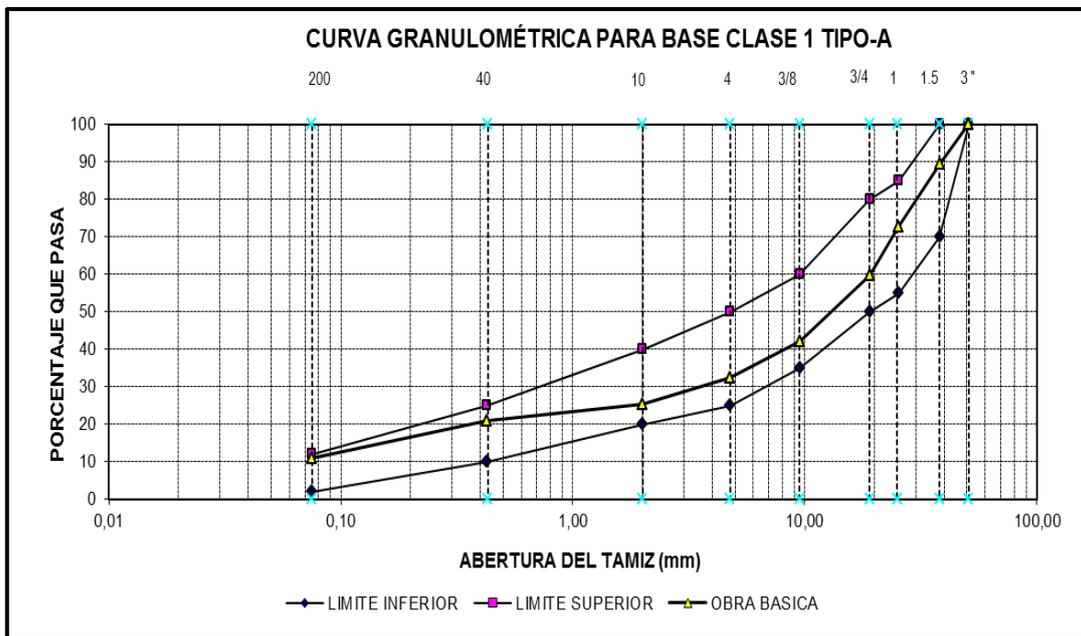


Figura 20. Curva granulométrica de la mezcla 70%-30% del material de la cantera Narda con mejoramiento.

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

Los resultados presentados en esta sección se encuentran a mayor a detalle en el ANEXO 2.

#### 4.4.3. Estudio de cantera Las Lágrimas mejorada.

Los resultados logrados de los ensayos de contenido de humedad, límites de plasticidad y de análisis granulométrico, que sirven para la clasificación de un suelo por el método AASHTO, y en éste caso a las muestras de esta cantera preparadas con material proveniente de río, se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28. Cuadro resumen de la clasificación según AASHTO de los materiales de la cantera Las Lágrimas mejorados

PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS DE MATERIAL DE CANTERA CON MATERIAL DE RÍO		% HUMEDAD NATURAL	LÍMITES			CLASIFICACIÓN AASHTO
			L.L.	L.P	I.P.	
<b>LAS LÁGRIMAS</b>	50%-50%	1,65	19	16	3	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)
	60%-40%	1,63	19	17	2	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)
	70%-30%	1,94	18	17	1	Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

Elaboración: Francel Ludeña

Respecto a los resultados obtenidos de la clasificación del material mezclado, la Tabla 28 muestra que todos están considerados como suelos granulares del Tipo A-1-a, denominados fragmentos de roca, grava y arena. Los resultados de esta tabla ilustran además una disminución de la propiedad plástica del material original de ésta cantera. Estos resultados de plasticidad son aceptables para consideración a niveles de subrasante de mejoramiento, sub-base o base.

Los resultados de las pruebas aplicados a estas mezclas para determinar sus propiedades mecánicas como son compactación (Proctor Modificado), la capacidad de soporte del suelo (CBR de laboratorio) y la resistencia a la abrasión, se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29. Cuadro de resumen de los resultados de propiedades mecánicas obtenidas en los materiales de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento

PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS DE MATERIAL DE CANTERA CON MATERIAL DE RÍO		COMPACTACION		CBR (%)	ABRASION (%)
		Densidad Seca Max (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad Óptima (%)		
<b>LAS LÁGRIMAS</b>	50%-50%	2,28	6,04	84	38,87
	60%-40%	2,25	5,81	89	36,96
	70%-30%	2,25	6,03	106	35,98

Elaboración: Francel Ludeña

Los resultados expuestos en la Tabla 29 y contrastados a su vez con los enseñados en la Tabla 12, comprueban el mejoramiento del material de la cantera Las Lágrimas, especialmente su propiedad de resistencia al desgaste, propiedad que en la muestra original se encontraba pasando el límite del 50% máximo permitido.

Basándose en el conocimiento de las solicitudes (MOP-2002) y (NEVI-2012) del MTOP señaladas en secciones previas, y de acuerdo a las propiedades obtenidas de los resultados, las mezclas de la cantera Las Lágrimas, son aptas para ser usadas en las capas especificadas de Sub-bases de Clase 3 y Bases de Clase 1 de Tipo A.

El cumplimiento de las propiedades resultantes del análisis del material de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento, dentro de los requerimientos asignados por el MTOP se muestra en la Tablas 30 y 31.

Tabla 30. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento, relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Sub-base

Propiedades de los materiales	Requerimientos del MTOP	Mezcla 50%–50%	
		Dato Obtenido	Cumple
Límite Líquido	Máximo 25%	19	√
Índice de Plasticidad	Máximo 6%	3	√
% de Abrasión	Máximo 50%	38,87	√
Granulometría	Sub-bases Clases 1, 2 o 3	Sub-base Clase 3	√
% CBR	Mayor al 30%	84	√

Elaboración: Francel Ludeña

Tabla 31. Propiedades obtenidas de los materiales de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento, relacionadas a los requerimientos del MTOP como materiales de Base

Propiedades de los materiales	Requerimientos del MTOP	Mezcla 60%–40%		Mezcla 70%–30%	
		Dato Obtenido	Cumple	Dato Obtenido	Cumple
Límite Líquido	Máximo 25%	19	√	18	√
Índice de Plasticidad	Máximo 6%	2	√	1	√
% de Abrasión	Máximo 40%	36,96	√	35,98	√
Granulometría	Bases Clases 1, 2, 3 o 4	Base 1 Tipo A	√	Base 1 Tipo A	√
% CBR	Mayor al 80%	89	√	106	√

Elaboración: Francel Ludeña

De acuerdo a las tablas previamente citadas, las granulometrías de los materiales de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento obtienen las designaciones de Sub-base 3 y Bases 1 de Tipo A, estas granulometrías se representan específicamente en las Figuras 21, 22, y 23 presentadas a continuación.

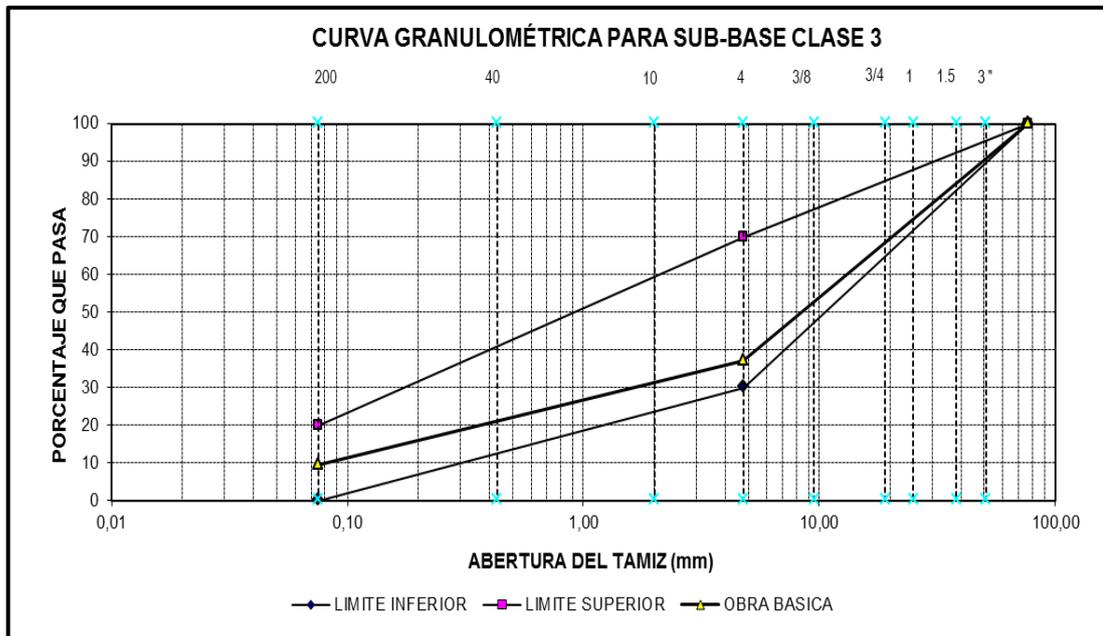


Figura 21. Curva granulométrica de la mezcla 50%-50% del material de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

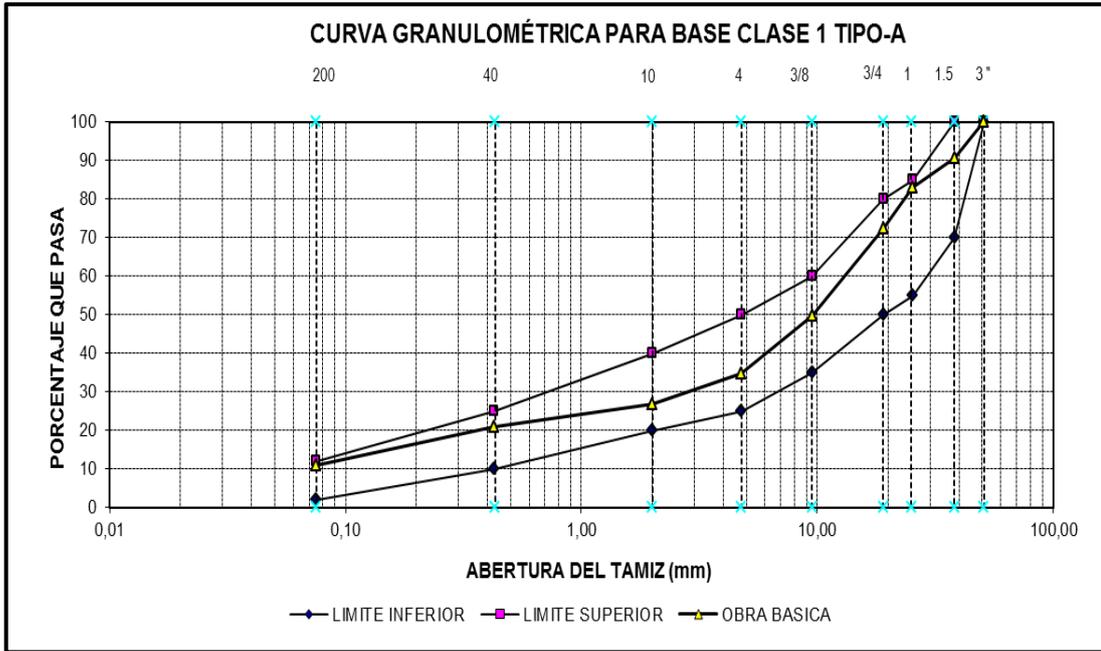


Figura 22. Curva granulométrica de la mezcla 60%-40% del material de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

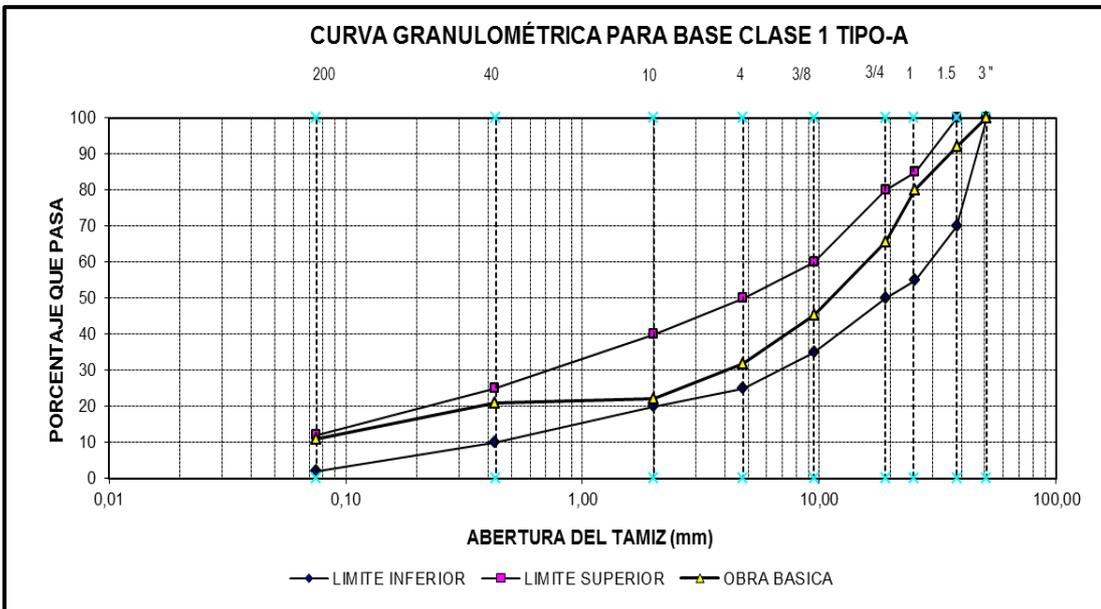


Figura 23. Curva granulométrica de la mezcla 70%-30% del material de la cantera Las Lágrimas con mejoramiento

Elaboración: Francel Ludeña, 2016.

Los resultados presentados en esta sección se encuentran a mayor a detalle en los ANEXO 2.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los ensayos de laboratorio realizados y a la interpretación y análisis de los resultados obtenidos, se establece las siguientes conclusiones:

- Petrológicamente las rocas de las muestras de la cantera “La Elvira” corresponden a conglomerados de clastos de cuarcita y filita de matriz limosa y poco cementados. Las rocas de la cantera “Narda” son esquistos micáceos con oxidaciones de limonita. Finalmente, las rocas de la cantera “Las Lágrimas” contienen esquistos micáceos verdosos.
- Según los ensayos de clasificación de suelos, bajo el método AASHTO, se determinó que el material muestreado en los bancos de préstamo, son suelos granulares arenosos, limosos y arcillosos, denominados A-1-a en las canteras “La Elvira” y “Narda”, mientras que A-2-4 en la cantera “Las Lágrimas”.
- La capacidad de soporte obtenida en laboratorio de los materiales de las canteras “La Elvira”, “Narda” y “Las Lágrimas” es del 118%, 73% y 92% respectivamente.
- Los valores de resistencia al desgaste del material de las canteras “La Elvira” y “Las Lágrimas”, de 59,44% y 51,42% respectivamente, contribuyen a descartar estos materiales para ser usados en infraestructura vial debido a que superan los límites especificados por el MTOP, se recomienda su mejoramiento con agregados de mayor resistencia abrasiva procedentes de otras canteras o de río preferencialmente.
- En la cantera “Narda” los valores de resistencia al desgaste de 39,90%, su Límite Líquido de 28%, Índice de plasticidad de 3%, granulometría y Capacidad de Soporte de Laboratorio de 73%, hacen que el material de esta cantera, cumpla con los requerimientos del MTOP para un uso de calificación excelente como material de mejoramiento de la subrasante con agregados no tratados.
- Se deduce que el desgaste mayor al 50% del material de la cantera La Elvira, es resultado de ser sus rocas de origen detrítico y por el tiempo que lleva la zona como material sedimentario a la intemperie, por lo que es más susceptible erosión. Otra razón es que los clastos del conglomerado, cuarcitas y filitas, son rocas metamórficas de bajo grados de metamorfismo, razón por la cual se explica su baja resistencia.

- El desgaste superior al 50% de la cantera “Las Lágrimas”, se produce por el alto grado de intemperismo que se está produciendo en las rocas metamórficas paleozoicas de este sector.
- Los materiales mejorados de la cantera “La Elvira” en sus mezclas del 50%-50%, 60%-40% y 70%-30% con material del río Malacatos, se clasifican según el método AASHTO como fragmentos de roca grava y arena (A-1-a).
- La capacidad de soporte obtenida en laboratorio de los materiales mejorados de la cantera “La Elvira” en sus mezclas del 50%-50%, 60%-40% y 70%-30%, resultó de 72%, 94% y 112% respectivamente.
- En las mezclas 50%-50%, 60%-40% y 70%-30%, de la cantera “La Elvira”, las características físicas y mecánicas obtenidas encajan dentro de los requerimientos del MTOP para uso de calificación aceptable como materiales para uso como Sub-bases de Clases 2, y en Bases de Clase 1 de Tipo A.
- Los materiales mejorados de la cantera “Narda” en sus mezclas del 50%-50%, 60%-40% y 70%-30% con material del río Malacatos, se clasifican según el método AASHTO como fragmentos de roca grava y arena (A-1-a).
- La capacidad de soporte obtenida en laboratorio de los materiales mejorados de la cantera “Narda” en sus mezclas del 50%-50%, 60%-40% y 70%-30%, resultó de 68%, 70% y 84% respectivamente.
- En las mezclas 50%-50%, 60%-40% y 70%-30%, de la cantera “Narda”, los valores de las propiedades físicas y mecánicas obtenidas son adecuadas con los requerimientos recomendados por el MTOP para uso de calificación aceptable como materiales de Sub.bases de Clase 2, Subbases de Clase 3 y de Bases de Clase 1 de Tipo
- Los materiales mejorados de la cantera “Las Lágrimas” en sus mezclas del 50%-50%, 60%-40% y 70%-30% con material del río Malacatos, se clasifican según el método AASHTO de igual manera como fragmentos de roca grava y arena (A-1-a).
- La capacidad de soporte obtenida en laboratorio de los materiales mejorados de la cantera “Las Lágrimas” en sus mezclas del 50%-50%, 60%-40% y 70%-30%, resultó de 84%, 89% y 106% respectivamente.

- En las mezclas 50%-50%, 60%-40% y 70%-30%, de la cantera Las Lágrimas, las características físicas y mecánicas obtenidas encajan dentro de los requerimientos del MTOP para uso de calificación aceptable como materiales para uso como Sub-bases de Clase 3 y como Bases de Clase 1 de Tipo A.
- Ciertos valores en algunas de las curvas granulométricas de las mezclas, están cerca de los límites granulométricos permitidos por el MTOP; aun así, los materiales van seguir cumpliendo con la designación respectiva obtenida, por el hecho de encontrarse dentro de la faja en la que encajaron.
- Los valores obtenidos de CBR que superan el 100%, se producen debido a que este ensayo en laboratorio es realizado en las condiciones óptimas del material que se está analizando.
- La fracción fina del material de río procedente del Río Malacatos presentó una plasticidad considerable, propiedad poco presentada en agregados de río por su alto contenido característico de arenas y limos, sin embargo se concluye finalmente que el mejoramiento de los materiales de cantera con este material del Río Malacatos resultó exitoso y mejoró indudablemente las propiedades y características geotécnicas presentes originalmente en las muestras de materiales de cada cantera.
- Las propiedades de los materiales de estas canteras mejorados con material de río no deben bordear los límites de las especificaciones para vialidad del MTOP, sino más bien que estén en términos medios de los intervalos recomendados.
- La presente investigación, es de considerable interés como fuente de referencia para la planificación de obras civiles de infraestructura vial aplicadas en la ciudad de Loja.

## RECOMENDACIONES

- Los ensayos de laboratorio deben basarse en las normas AASHTO y ASTM puesto que son las más apropiadas para conocer las propiedades geotécnicas de los suelos, y para el estudio de calles y carreteras dentro del campo orientado a obras civiles de infraestructura vial.
- Se recomienda que los materiales muestreados sean compactados de acuerdo a las normas AASHTO ya que este representa de similar manera las condiciones de compactación con maquinaria pesada
- Se recomienda el absoluto mejoramiento de los materiales de las canteras La Elvira y Las Lágrimas con materiales más resistentes de río o cantera, al momento de considerarlas en obras de infraestructura vial, para optimizar sus propiedades físicas y mecánicas.
- Es recomendable el uso del material de la cantera Narda como material de mejoramiento de subrasante de agregados no tratados.
- Se recomienda que para la preparación de materiales para uso en Sub-bases y Bases, se siga las especificaciones técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, incluyendo la especificación 403-1.02. para sub-bases de clase 2 y 3, donde dicta que al menos el 30% agregado preparado deberá ser triturado, y la especificación 404-1.02. que estipula que las Bases de Clase deben tener el 100% del material conformante sea agregado triturado.
- Se recomienda que el material de río seleccionado para mejorar los materiales de estas canteras sea estudiado, para evaluar de igual forma sus características físicas y mecánicas, y así aprovechar al máximo las propiedades de un material de cantera mejorado.
- Es aconsejable tomar distintos puntos de muestreo dentro del área de cada cantera, ya que los resultados obtenidos en este proyecto pueden variar según sean tomadas las muestras de un punto a otro.

## BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO T 180, ASTM D 1557. Compactación con proctor modificado-Suelos Gruesos.
- AASHTO T 193, ASTM D 1883. Determinación del C.B.R. de Laboratorio.
- AASHTO T 265. Determinación del contenido de humedad.
- AASHTO T 265-93, ASTM D 2216. Determinación del contenido de humedad.
- AASHTO T 88. Determinación del análisis granulométrico de los suelos.
- AASHTO T 89, ASTM D 4318. Determinación del límite líquido.
- AASHTO T 90, ASTM D 4318. Determinación del límite plástico.
- AASHTO T 96-02. Determinación de la Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados de tamaños menores a 37,5 mm.
- AASHTO T 99, ASTM D 698. Compactación proctor modificado-Suelos Finos.
- Castillo B., A. (2015). *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 "Zalapa Alto" (Ingeniero Civil)*. Loja - Ecuador: UTPL- Loja.
- Higuera Sandoval, C. H. (2010). *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos de carreteras* (Primera ed., Vol. 1). Colombia: Grupo Imprenta y Publicaciones.
- Higuera Sandoval, C. H. (2011). *Mecánica de Pavimentos: Principios Básicos*. Boyacá: Grupo Imprenta y Publicaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Ministerio de Obras Públicas de Panamá. (22 de Noviembre de 2004). *Reglamento Estructural de Panamá - Capítulo 5 de Geotecnia General, Exploración de Sitios, Asentamientos, Diseño de Cimientos Superficiales, Control de Excavaciones y Referencias*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú. (2013). *Manual de Carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"* - Sección Suelos y Pavimentos. Lima.
- Moncayo V, J. (1980). *Manual de Pavimentos*. México: Compañía Editorial Continental, S. A. de C.V.
- Montejo Fonseca, A. (2006). *Ingeniería de Pavimentos: Evaluación estructural, obras de mejoramiento y nuevas tecnologías; Tercera Edición Tomo 2*. Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Montejo Fonseca, A. (2006). *Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño; Tercera Edición Tomo 1*. Colombia: Panamericana Formas e Impresos, S.A.
- MOP-2002. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. Tomo I*. Quito: Ministerio de Obras Públicas del Ecuador.

- NEVI-2012. (2013). *Normativa Ecuatoriana Vial: Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*. Quito: Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador.
- Olivera Bustamante, F. (1996). *Estructuración de vías terrestres*. México: Continental, S.A. de C.V.
- Repetto, C. (11 de Junio de 2009). *Canteras y su clasificación*. Obtenido de [http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cestudiantes%5Ctrabajos\\_de\\_clases/27118\\_pasantia25.doc](http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cestudiantes%5Ctrabajos_de_clases/27118_pasantia25.doc)
- Rico Rodríguez, A., & Del Castillo, H. (1994). *La Ingeniería de suelos en las vías terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas; Volumen 1*. México: Limusa S.A.
- Sánchez Sabogal, F. (s.f.). *Materiales para base y subbase*. Obtenido de [http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina\\_via/modulos/MODULO%207.pdf](http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina_via/modulos/MODULO%207.pdf)
- Secretaría de Transportes y Telecomunicaciones de México. (s.f.). *Catálogo de secciones estructurales de pavimentos para las carreteras de la República Mexicana*. México.
- Valle Rodas, R. (1970). *Carreteras, Calles y Autopistas*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Wright, P. H. (1993). *Ingeniería de Carreteras*. México: Limusa S.A. - Grupo Noriega Editores.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS MATERIALES ORIGINALES DE  
CANTERA**

**CANTERA LA ELVIRA**

**LÍMITES DE PLASTICIDAD**

**ABRASIÓN**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

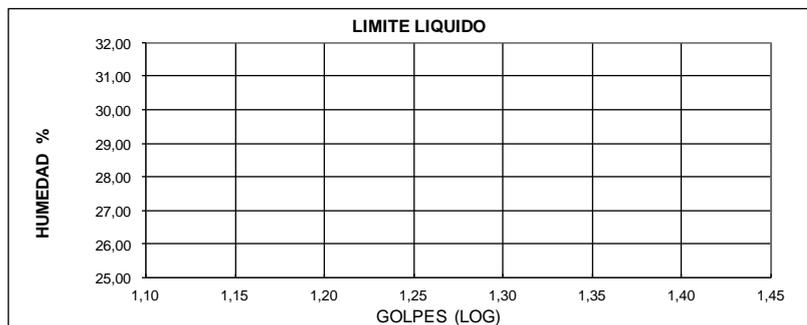
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
LOCALIZACIÓN: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27  
MUESTRA: 1  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		1.674,35 1.707,32	1.618,48 1.649,64	121,00 123,08	3,73 3,78	3,75
2.- LIM. LIQUIDO			NO PLASTICO			0,00
3.- LIMITE PLASTICO			NO PLASTICO			0,00
4.- GRANULOMETRIA	5.- CLASIFICACION.-					
PESO IN= 23.228,83 (H/S) S				GRAVA= 54 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 23.228,8				ARENA= 35 %		
				FINOS= 10 %		
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL =	0,00 %	
1 1/2"	1.348,40	5,8	94	LP =	0,00 %	
1"	1.729,61	13,3	87	IP =	0,00 %	
3/4"	1.564,60	20,0	80	CLASIFICACION:		
1/2"	2.549,48	31,0	69	SUCS =	GM	
3/8"	2.073,09	39,9	60	AASHTO=	A-1-a	
No. 4	3.308,15	54,1	46	IG(86)=	0	
No. 10	2.513,36	64,9	35	IG(45)=	0	
No. 40	2.750,29	76,8	23			
No. 200	2.973,29	89,6	10			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

**PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA **NORMA:** AASHTO T 96 - 02

**LOCALIZACIÓN:** LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)

**SOLICITADO:** ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

**FECHA:** OCTUBRE 2016

**REALIZADO:** F.L

**MUESTRA:** MATERIAL DE CANTERA 100 % M. Cantera

**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				
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000			
<b>Número de esferas utilizadas:</b>				12			
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>				5000			
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>				2028			
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>				<b>59,44%</b>			

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b> 50%
---------------------------------	----	----------------------------	--------------------------------------	----------------------

**Observación:** El material no cumple con los requisitos de desgaste de abrasion, el valor de abrasión sobrepasa al valor al maximo permitido por la norma por lo que se recomienda un mejoramiento con material de rio

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
LOCALZ : CANTERA LA ELVIRA  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

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:	15,31 cm.
ALTURA:	11,57 cm
VOLUMEN :	2.130 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.236 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	10.846	10.972	11.130	11.167
Peso suelo:	4.610	4.736	4.894	4.931
Dens. Hum :	2.164	2.223	2.298	2.315

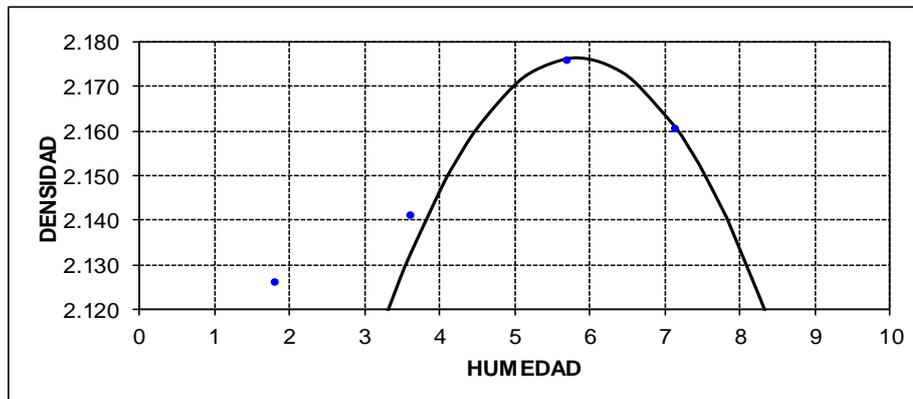
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	617,15	629,61	552,49	567,20	533,57	550,85	560,52	579,85
W. seco:	607,94	619,37	534,04	549,23	507,89	524,09	528,17	544,32
W. caps :	73,75	66,70	63,76	72,03	38,14	57,16	64,28	60,32
w (%) :	1,72	1,85	3,92	3,77	5,47	5,73	6,97	7,34
promedio	1,79		3,84		5,60		7,16	
Dens. Seca:	2.126		2.141		2.176		2.160	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
CONT. DE AGUA OPTIMO =

2.176 Kg/m<sup>3</sup>  
5,83 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL  
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
LOCALZ: CANERA LA ELVIRA  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE N°	13	14	15
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,21	15,235	15,22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,78	17,78	17,78
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,72	12,72	12,72
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,06	5,06	5,06
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE N°	13		14		15	
	56		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATURAR.	DESPUES. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	11960	12079	11764	11919	11645	11847
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6714	6714	6679	6679	6684	6684
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5246	5365	5085	5240	4961	5163
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2311,19	2311,19	2318,79	2318,79	2314,23	2314,23
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2,270	2,321	2,193	2,260	2,144	2,231

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO										
RECIPIENTE N°	GO43	LF3	MY7	MY4	J-2	J-8	JB4	J-8	GB3	GO22	GO22	GO52
PESO DEL RECIPIENTE. gr.	69,35	64,99	54,75	56,84	58,38	55,10	63,65	55,13	66,63	66,20	66,21	72,14
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	494,33	491,39	525,83	511,74	534,30	530,02	550,87	563,86	512,35	504,35	599,04	582,10
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	473,59	468,58	491,61	479,09	509,53	505,58	515,26	525,80	488,28	480,21	555,59	538,93
PESO DE AGUA. gr.	20,74	22,81	34,22	32,65	24,77	24,44	35,61	38,06	24,07	24,14	43,45	43,17
PESO DE MUESTRA SECA. gr.	404,24	403,59	436,86	422,25	451,15	450,48	451,61	470,67	421,65	414,01	489,38	466,79
CONTENIDO DE HUMEDAD. gr.	5,13	5,65	7,83	7,73	5,49	5,43	7,89	8,09	5,71	5,83	8,88	9,25
HUMEDAD PROMEDIO. %.	5,39		7,78		5,46		7,99		5,77		9,06	
DENSIDAD SECA. gr/cm <sup>3</sup>	2,154		2,154		2,079		2,093		2,027		2,046	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE N°	13	14	15
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12079	11919	11847
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	11960	11764	11645
PESO DE AGUA ABSORBIDA	119	155	202
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	2,27	3,05	4,07

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 13			MOLDE N° 14			MOLDE N° 15		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0,4	0,004	0,00	0	0	0,00	0,3	0,00	0,00
	3	0,7	0,007	0,01	0,1	0,001	0,00	0,3	0,003	0,00
	4	0,9	0,009	0,01	0,3	0,003	0,00	0,6	0,006	0,00
	5	0,9	0,009	0,01	0,3	0,003	0,00	0,6	0,01	0,00

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR. CARGAS	EN	TIPO	MOLDE N° 13			MOLDE N° 14			MOLDE N° 15		
			LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
			plg	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0,025			25,0	90,76		22,50	81,68		9,0	32,67	
0,050			153,0	555,43		51,50	186,96		21,0	76,24	
0,075			233,0	845,85		76,50	277,71		33,0	119,80	
0,100	1000		290,0	1052,77	118,0	108,50	393,88	39,0	46,0	166,99	16
0,150			375,0	1361,34		150,00	544,54		66,5	241,41	
0,200	1500		443,0	1608,20	113,0	184,00	667,96	45,0	87,0	315,83	21
0,250			498,0	1807,86		215,50	782,32		104,5	379,36	
0,300	1900		543,0	1971,22		240,00	871,26		118,0	428,37	
0,400	2300		605,5	2198,11		291,50	1058,22		143,0	519,12	
0,500	2600		686,0	2490,35		337,50	1225,21		159,0	577,21	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

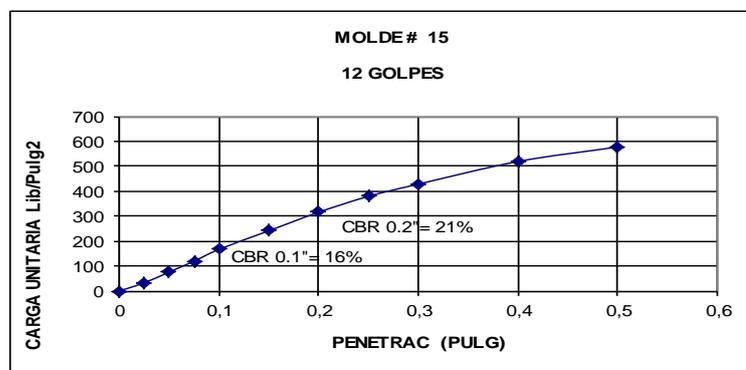
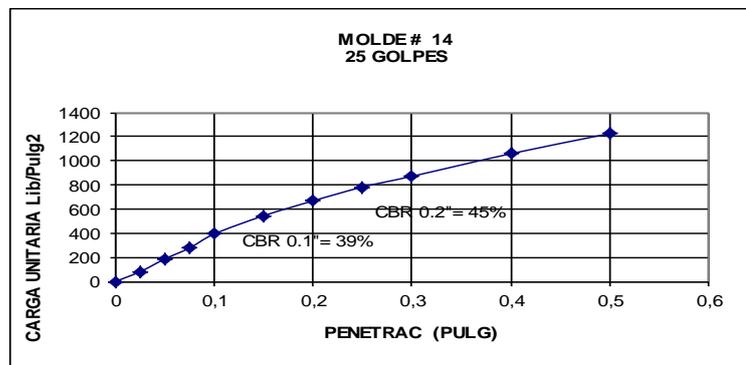
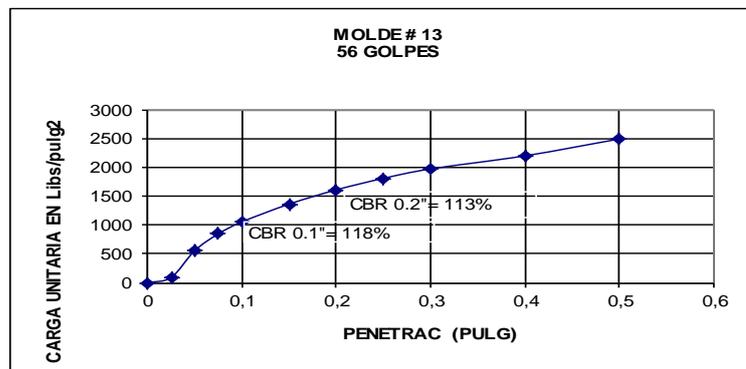


DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

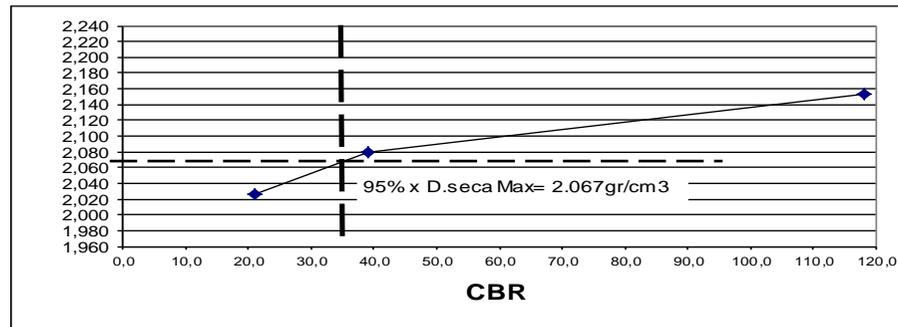
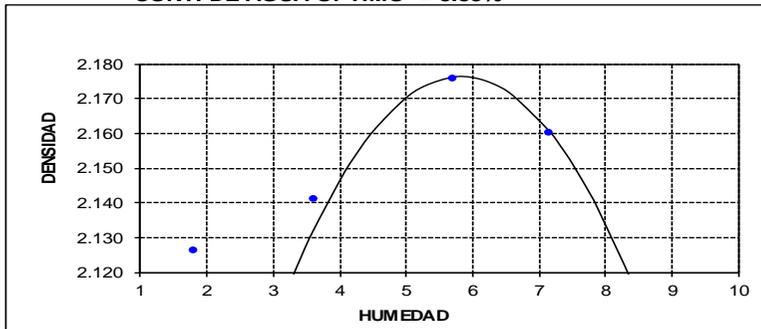


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
 LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,176 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 5.83%**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 118%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 34%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA
	0,1	0,2	MAX.
56	118,0	113	2,154
25	39	45	2,079
12	16,0	21,0	2,027

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**CANTERA NARDA**

**GRANULOMETRÍA  
LÍMITES DE PLASTICIDAD  
ABRASIÓN  
COMPACTACIÓN  
C.B.R**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA

LOCALIZACIÓN: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)

SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

FECHA: OCTUBRE 2016

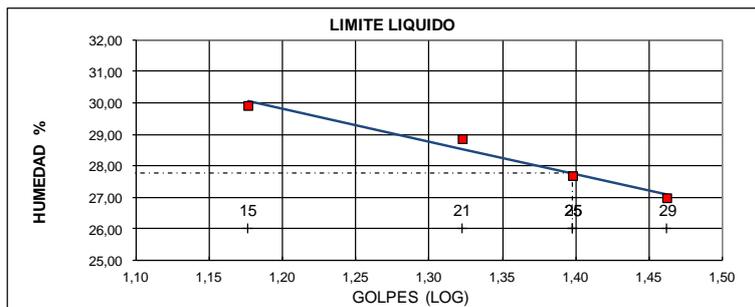
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27

MUESTRA: 1

PROFUNDIDAD: STOCK

REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		1.193,89	1.157,45	166,73	3,68	3,84
		1.204,89	1.165,05	167,06	3,99	
2.- LIM. LIQUIDO	15	64,17	61,69	53,40	29,92	27,77
	21	64,48	62,64	56,27	28,89	
	25	64,00	62,49	57,04	27,71	
	29	61,98	60,04	52,85	26,98	
3.- LIMITE PLASTICO		56,57	55,71	52,29	25,15	25,14
		75,23	74,76	72,89	25,13	
4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN= 17.575,54 (H/S) S				GRAVA= 59 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 17.575,5				ARENA= 30 %		
				FINOS= 11 %		
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL = 28,00 %		
1 1/2"	1.013,10	5,8	94	LP = 25,00 %		
1"	2.042,60	17,4	83	IP = 3,00 %		
3/4"	1.589,36	26,4	74	CLASIFICACION:		
1/2"	1.820,01	36,8	63	SUCS = GM		
3/8"	1.313,36	44,3	56	AASHTO= A-1-a		
No. 4	2.616,61	59,1	41	IG(86)= 0		
No. 10	1.771,61	69,2	31	IG(45)= 0		
No. 40	1.794,47	79,4	21			
No. 200	1.692,52	89,1	11			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

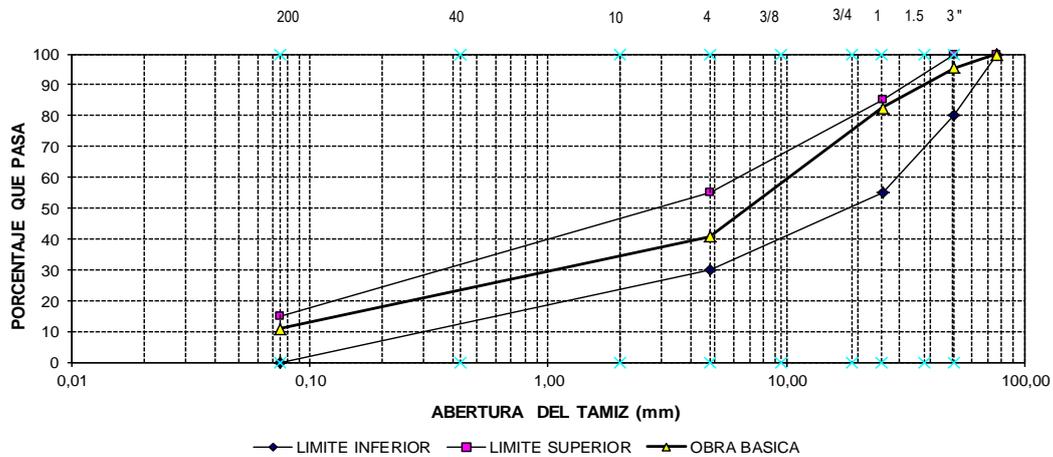
PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL"

NORMA: ASTM D 422,  
 ABCISIA : BANCO DE PRESTAMO  
 MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO  
 NIVEL: SUBRASANTE  
 REALIZADO: F.L.

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
 LOCALIZAC: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
 SOLICITADO : ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
 FECHA: OCTUBRE 2016

Tamiz (mm)	Peso Acumulado (gr)	% Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
3" (76,2mm)	0	0	100	100	100
2" (50.8mm)	770,4	4	96	80	100
1 1/2" (38.1mm)	1013,1	6	94		
1" (25.4mm)	3055,7	17	83	55	85
3/4" (19.0mm)	4645,1	26	74		
1/2" (12.50mm)	6465,1	37	63		
3/8" (9.5mm)	7778,4	44	56		
N°4 (4.76mm)	10395,0	59	41	30	55
N°10 (2.00mm)	12166,7	69	31		
N°40 (0.425mm)	13961,1	79	21		
N°200 (0.075mm)	15653,6	89	11	5	15
Total	17575,5				

**CURVA GRANULOMÉTRICA MEJORAMIENTO TIPO-A**



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

**PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA **NORMA:** AASHTO T 96 - 02

**LOCALIZACIÓN:** CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)

**SOLICITADO:** ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

**FECHA:** OCTUBRE 2016

**REALIZADO:** F.L

**MUESTRA:**

MATERIAL DE CANTERA

100 % M. Cantera

**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				
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000			

**Número de esferas utilizadas:**

12

**Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):**

5000

**Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):**

3005

**Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):**

**39,90%**

Valor de Abrasión en Porcentaje	v=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b>
				50%

**Observación: El material cumple perfectamente con los requisitos de desgaste de abrasion de la norma.**

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
LOCALZ: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: AGOSTO 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

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:	15,26 cm.
ALTURA:	11,64 cm
VOLUMEN :	2.129 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.473 gramos

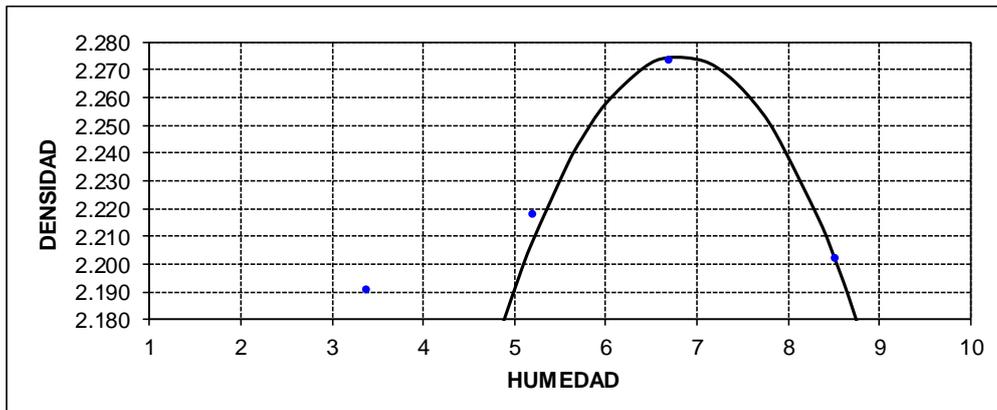
DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	11.287	11.447	11.634	11.561
Peso suelo:	4.814	4.974	5.161	5.088
Dens. Hum :	2.261	2.336	2.424	2.390

CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	623,88	641,95	577,31	565,42	570,77	557,82	621,47	608,23
W. seco:	605,11	625,54	550,86	540,31	540,91	525,95	578,66	564,63
W. caps:	57,43	71,72	63,51	59,47	70,72	62,85	61,49	65,54
w (%) :	3,43	2,96	5,43	5,22	6,35	6,88	8,28	8,74
promedio	3,20		5,32		6,62		8,51	
Dens. Seca:	2.191		2.218		2.274		2.202	

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.275 Kg/m<sup>3</sup>  
CONT. DE AGUA OPTIMO = 6,82 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL  
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
LOCAL: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE Nº	5	6	4
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,23	15,21	15,2
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,74	17,73	17,75
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,68	12,67	12,69
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,06	5,06	5,06
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE Nº	5		6		4	
	Nº DE GOLPES POR CAPA		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATURAR.	DESPUES. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	12710	12737	12170	12241	11908
PESO DEL MOLDE + BASE	gr.	7054	7054	6804	6804	6755
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr.	5656	5683	5366	5437	5153
VOLUMEN DE MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2309,98	2309,98	2302,10	2302,10	2302,71
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	2,449	2,460	2,331	2,362	2,238

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE Nº	MY12	JB6	G6	GE6	LF8	JB4	G18	A-7	MY7	GO52	MY16	3'
PESO DEL RECIPIENTE.	gr.	60,44	61,45	60,70	64,35	70,75	63,62	71,22	59,21	54,70	72,12	52,55
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr.	540,24	563,19	526,69	499,19	550,87	545,35	529,76	580,59	561,58	558,01	561,77
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr.	511,11	535,31	497,01	469,16	520,74	515,55	497,07	546,05	529,28	527,68	519,58
PESO DE AGUA.	gr.	29,13	27,88	29,68	30,03	30,13	29,8	32,69	34,54	32,3	30,33	42,19
PESO DE MUESTRA SECA.	gr.	450,67	473,86	436,31	404,81	449,99	451,93	425,85	486,84	474,58	455,56	467,03
CONTENIDO DE HUMEDAD.	gr.	6,46	5,88	6,80	7,42	6,70	6,59	7,68	7,09	6,81	6,66	9,03
HUMEDAD PROMEDIO.	%.	6,17		7,11		6,64		7,39		6,73		8,47
DENSIDAD SECA.	gr/cm <sup>3</sup>	2,306		2,297		2,186		2,199		2,097		2,112

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE Nº	5	6	4
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12737	12241	12031
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12710	12170	11908
PESO DE AGUA ABSORBIDA	27	71	123
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	0,48	1,32	2,39

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE Nº 5			MOLDE Nº 6			MOLDE Nº 4		
		Y	EN	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL
HORA	DÍAS	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,3	0,003	0,00	0,00	0,3	0,003	0,00	0,7	0,01	0,01
3	0,7	0,007	0,01	0,01	0,3	0,003	0,00	1	0,01	0,01
4	0,8	0,008	0,01	0,01	0,3	0,003	0,00	1,3	0,013	0,01
5	0,8	0,008	0,01	0,01	0,3	0,003	0,00	1,3	0,01	0,01

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS	MOLDE Nº 5			MOLDE Nº 6			MOLDE Nº 4			
		EN	TIPO	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN
	plg.	lb/plg <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0,025			9,0	32,67		22,00	79,87		15,0	54,45	
0,050			31,0	112,54		58,00	210,55		38,5	139,76	
0,075			75,0	272,27		92,00	333,98		65,0	235,97	
0,100	1000		121,0	439,26	73,0	118,50	430,18	42,0	74,0	268,64	26
0,150			204,0	740,57		165,00	598,99		99,5	361,21	
0,200	1500		286,0	1038,25	89,0	207,00	751,46	48,0	119,0	432,00	28
0,250			364,0	1321,41		247,00	896,67		138,0	500,97	
0,300	1900		438,0	1590,05		278,50	1011,02		153,0	555,43	
0,400	2300		565,0	2051,09		340,00	1234,28		180,5	655,26	
0,500	2600		685,0	2486,72		399,00	1448,47		209,0	758,72	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

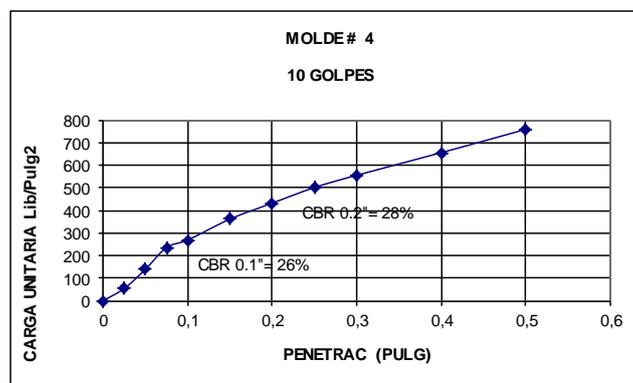
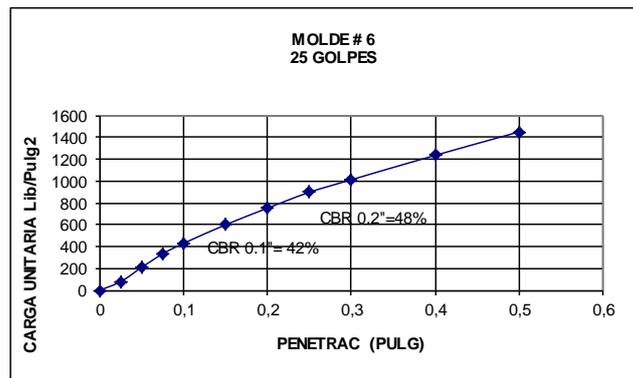
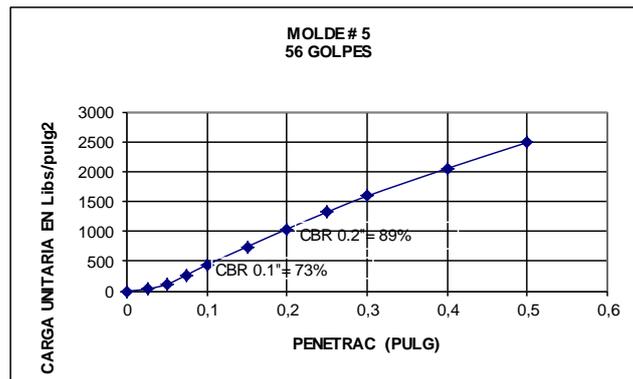
Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
LOCALZ: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

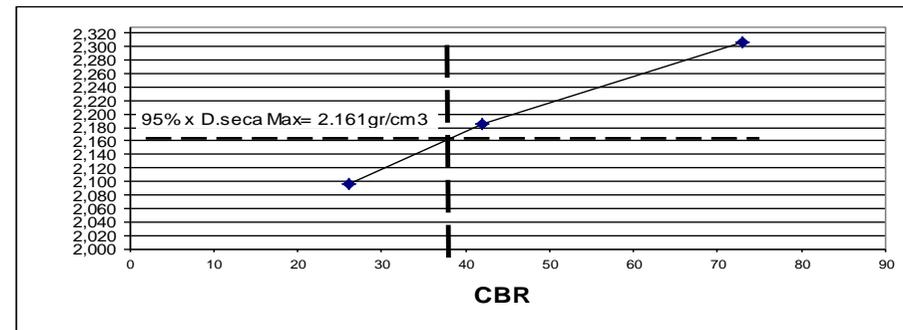
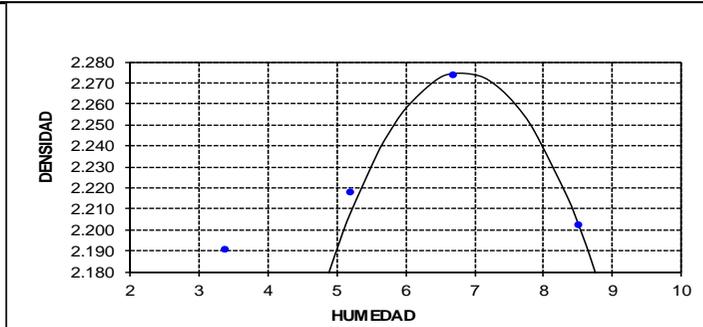


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
 LOCALZ: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,275 GR/CM<sup>3</sup>**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 6.82%**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 73%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 37%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX.
	0,1	0,2	
56	73,0	89	2,306
25	42	48	2,186
12	26,0	28	2,097

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo calculó para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**CANTERA LAS LÁGRIMAS**

**GRANULOMETRÍA  
LÍMITES DE PLASTICIDAD  
ABRASIÓN  
COMPACTACIÓN  
C.B.R**



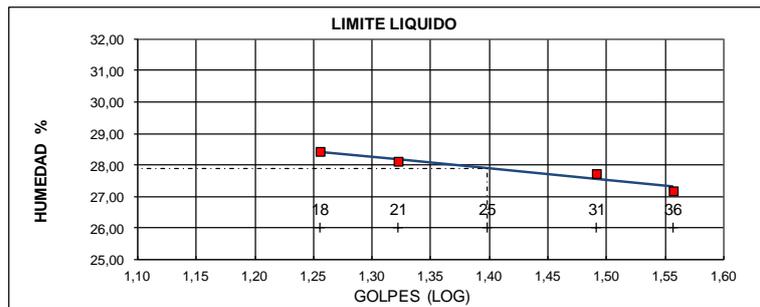
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
 LOCALIZACIÓN: CANTERA CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
 FECHA: OCTUBRE 2016

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27  
 MUESTRA: 1  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		1.678,10 1.713,32	1.650,57 1.685,45	168,25 166,73	1,86 1,84	1,85
2.- LIM. LIQUIDO	18 21 31 36	89,92 87,19 82,57 74,85	84,26 83,92 78,77 72,33	64,36 72,29 65,06 63,06	28,44 28,12 27,72 27,18	27,90
3.- LIMITE PLASTICO		67,35 65,36	66,96 64,98	65,06 63,06	20,53 19,79	20,16
4.- GRANULOMETRIA	5.- CLASIFICACION.-					
PESO IN= 24.486,70 (H/S) S	GRAVA= 69 %					
PESO INICIAL DE CALCULO: 24.486,7	ARENA= 21 %					
	FINOS= 10 %					
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL =	28,00 %	
1 1/2"	1.207,23	4,9	95	LP =	20,00 %	
1"	2.066,56	13,4	87	IP =	8,00 %	
3/4"	1.871,74	21,0	79	CLASIFICACION:		
1/2"	3.713,75	36,2	64	SUCS =	GC	
3/8"	3.294,11	49,6	50	AASHTO=	A-2-4	
No. 4	4.693,31	68,8	31	IG(86)=	0	
No. 10	1.576,94	75,2	25	IG(45)=	0	
No. 40	1.640,61	81,9	18			
No. 200	1.858,54	89,5	10			



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

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA NORMA: AASHTO T 96 - 02

LOCALIZACIÓN: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)

SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

FECHA: OCTUBRE 2016

REALIZADO: F.L

MUESTRA:

MATERIAL DE CANTERA

100 % M. Cantera

**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				
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000			

Número de esferas utilizadas:

12

Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):

5000

Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):

2428,84

Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):

**51,42%**

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	Máximo
				50%

Observación: El material no cumple con los requisitos de desgaste de abrasion, el valor de abrasión sobrepasa al valor al maximo permitido por la norma por lo que se recomienda un mejoramiento con material de rio

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESISEgdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
LOCALZ: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

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:	15,26 cm.
ALTURA:	11,64 cm
VOLUMEN :	2.129 cm3
PESO :	6.473 gramos

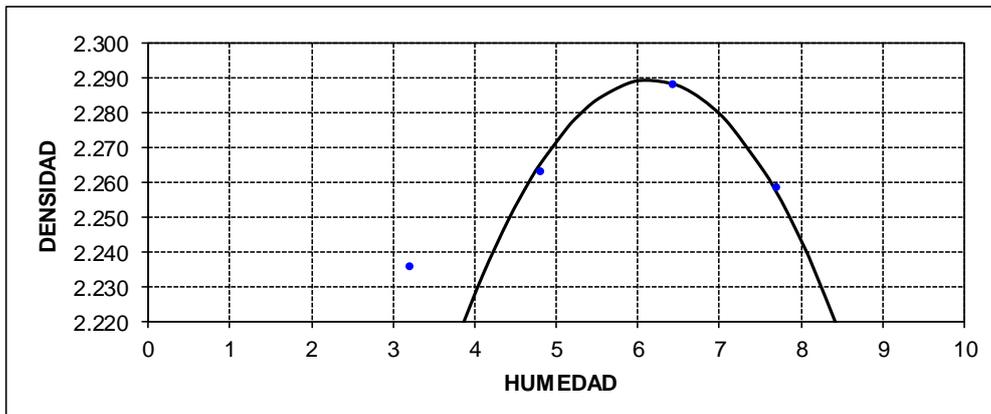
**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	11.386	11.519	11.658	11.650
Peso suelo:	4.913	5.046	5.185	5.177
Dens. Hum :	2.308	2.370	2.436	2.432

**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	564,43	622,48	632,78	616,25	605,61	601,72	686,60	643,10
W. seco:	548,03	605,36	606,66	591,77	573,17	569,41	643,26	601,64
W. caps:	52,56	59,39	61,54	69,72	66,61	71,22	70,19	66,64
w (%) :	3,31	3,14	4,79	4,69	6,40	6,49	7,56	7,75
promedio	3,22		4,74		6,44		7,66	
Dens. Seca:	2.236		2.263		2.288		2.259	

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.289 Kg/m3  
CONT. DE AGUA OPTIMO = 6,15 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL  
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
LOCAL: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE Nº	8	9	11
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,245	15,23	15,21
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,725	17,70	17,76
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,665	12,64	12,70
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,06	5,06	5,06
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE Nº	8		9		11	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATURAR.	DESPUES. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12455	12548	12390	12535	11858	12049
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6830	6830	7119	7119	6800	6800
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5625	5718	5271	5416	5058	5249
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2311,80	2311,80	2302,70	2302,70	2307,55	2307,55
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2,433	2,473	2,289	2,352	2,192	2,275

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO										
RECIPIENTE Nº	GR	LF5	GO43	LF5	G17	LF6	GO33	GO41	3'	PJ665	J-7	MY13
PESO DEL RECIPIENTE. gr.	69,37	66,87	69,34	66,87	65,06	65,00	69,00	68,71	57,31	66,70	58,65	54,07
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	536,68	565,80	512,14	546,18	539,87	522,14	563,47	580,72	551,92	524,76	594,91	580,91
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	510,18	537,17	480,71	513,67	511,87	496,21	524,99	543,32	522,80	498,40	549,31	539,50
PESO DE AGUA. gr.	26,5	28,63	31,43	32,51	28	25,93	38,48	37,4	29,12	26,36	45,6	41,41
PESO DE MUESTRA SECA. gr.	440,81	470,3	411,37	446,80	446,81	431,21	455,99	474,61	465,49	431,7	490,66	485,43
CONTENIDO DE HUMEDAD. gr.	6,01	6,09	7,64	7,28	6,27	6,01	8,44	7,88	6,26	6,11	9,29	8,53
HUMEDAD PROMEDIO. %.	6,05		7,46		6,14		8,16		6,18		8,91	
DENSIDAD SECA. gr/cm <sup>3</sup>	2,294		2,302		2,157		2,175		2,064		2,089	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE Nº	8	9	11
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12548	12535	12049
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12455	12390	11858
PESO DE AGUA ABSORBIDA	93	145	191
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1,65	2,75	3,78

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE Nº 8			MOLDE Nº 9			MOLDE Nº 11		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0,2	0,002	0,00	0,1	0,001	0,00	1,2	0,01	0,01
	3	0,5	0,005	0,00	0,3	0,003	0,00	1,4	0,014	0,01
	4	0,8	0,008	0,01	0,3	0,003	0,00	1,8	0,018	0,01
	5	0,8	0,008	0,01	0,3	0,003	0,00	1,8	0,02	0,01

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS	MOLDE Nº 8			MOLDE Nº 9			MOLDE Nº 11		
		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 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0,025		42,5	154,29		15,50	56,27		7,5	27,23	
0,050		108,0	392,07		44,50	161,55		13,0	47,19	
0,075		169,0	613,51		71,50	259,56		18,5	67,16	
0,100	1000	235,0	853,11	92,0	97,00	352,13	38,0	24,0	87,13	9
0,150		365,0	1325,04		136,50	495,53		36,5	132,50	
0,200	1500	483,0	1753,41	120,0	163,00	591,73	41,0	48,5	176,07	12
0,250		587,0	2130,95		192,00	697,01		59,5	216,00	
0,300	1900	686,0	2490,35		216,00	784,13		67,5	245,04	
0,400	2300	855,0	3103,86		262,00	951,12		86,5	314,02	
0,500	2600	920,0	3339,82		309,00	1121,74		107,0	388,44	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

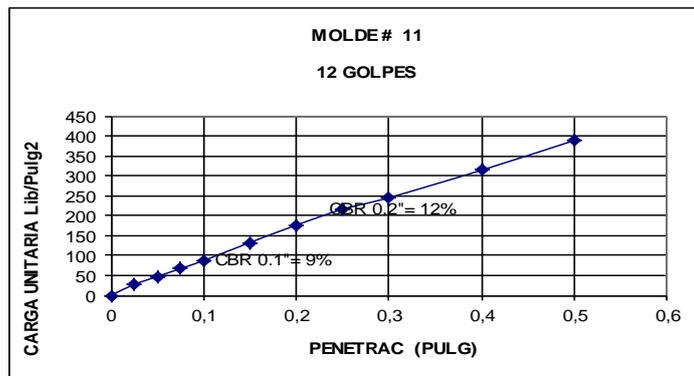
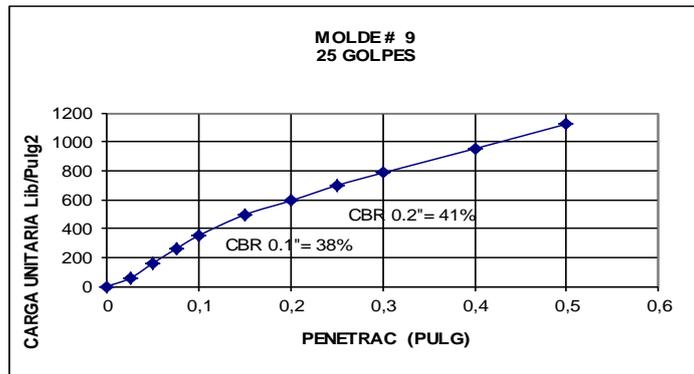
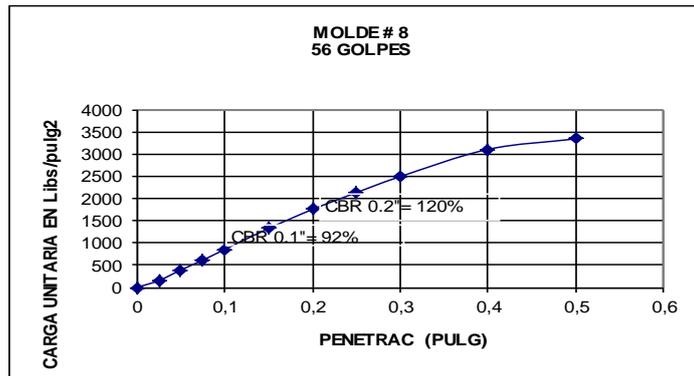
Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
LOCALZ: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

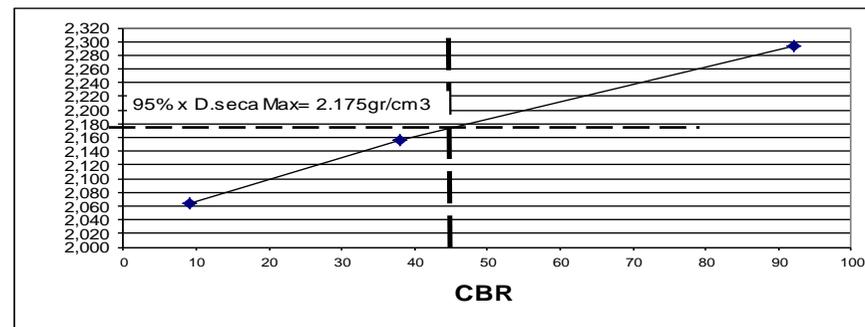
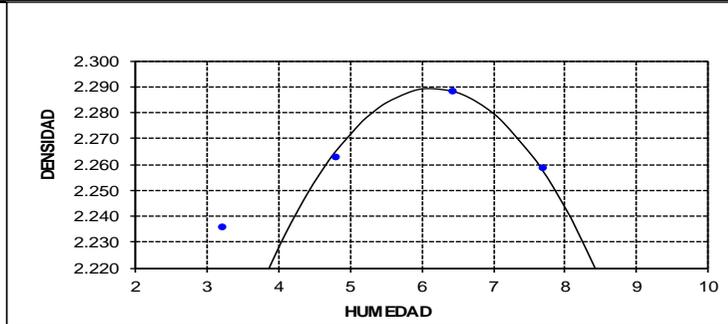


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA  
 LOCALZ: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,289 GR/CM<sup>3</sup>**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 6.15%**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 92%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 45%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA
	0,1	0,2	MAX
56	92,0	120	2,294
25	38	41	2,157
12	9,0	12,0	2,064

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**ANEXO 2: ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS MATERIALES DE CANTERA  
CON MEJORAMIENTO**

**CANtera LA ELVIRA MEJORADA MEZCLA 50%-50%**

**GRANULOMETRÍA**  
**LÍMITES DE PLASTICIDAD**  
**ABRASIÓN**  
**COMPACTACIÓN**  
**C.B.R**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO

LOCALIZACIÓN: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)

SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ

FECHA: OCTUBRE 2016

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27

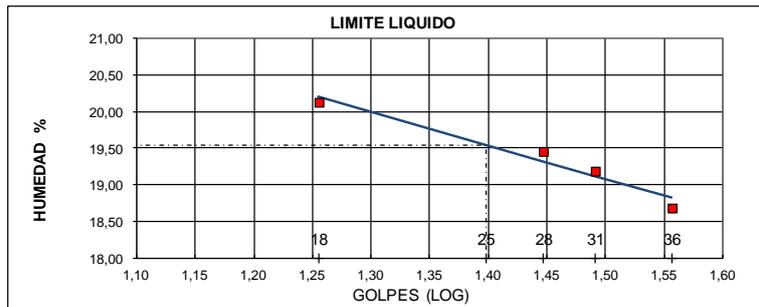
MUESTRA: 1

PROFUNDIDAD: STOCK

REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		496,16	485,85	69,03	2,47	2,43
		515,67	505,07	62,53	2,40	
2.- LIM. LIQUIDO	18	90,32	87,30	72,30	20,13	19,54
	28	85,47	82,57	67,66	19,45	
	31	74,15	71,59	58,25	19,19	
	36	83,69	79,78	58,85	18,68	
3.- LIMITE PLASTICO		75,18	73,66	64,42	16,45	16,42
		85,63	83,63	71,42	16,38	

4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-	
PESO IN=	21.493,71	(H/S)	S	GRAVA=	66 %
PESO INICIAL DE CALCULO:	21.493,7			ARENA=	23 %
				FINOS=	11 %
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL =	20,00 %
1 1/2"	2.804,56	13,0	87	LP =	16,00 %
1"	2.944,27	26,7	73	IP =	4,00 %
3/4"	2.532,55	38,5	61		
1/2"	2.351,13	49,5	51	CLASIFICACION:	
3/8"	1.302,43	55,5	44	SUCS =	GC
No. 4	2.189,77	65,7	34	AASHTO=	A-1-a
No. 10	1.624,00	73,3	27	IG(86)=	0
No. 40	1.666,66	81,0	19	IG(45)=	0
No. 200	1.679,69	88,8	11		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

Observaciones: La muestra es ensayada por el testista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESTISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL"

NORMA: ASTM D 422,

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALIZAC: LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)

MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

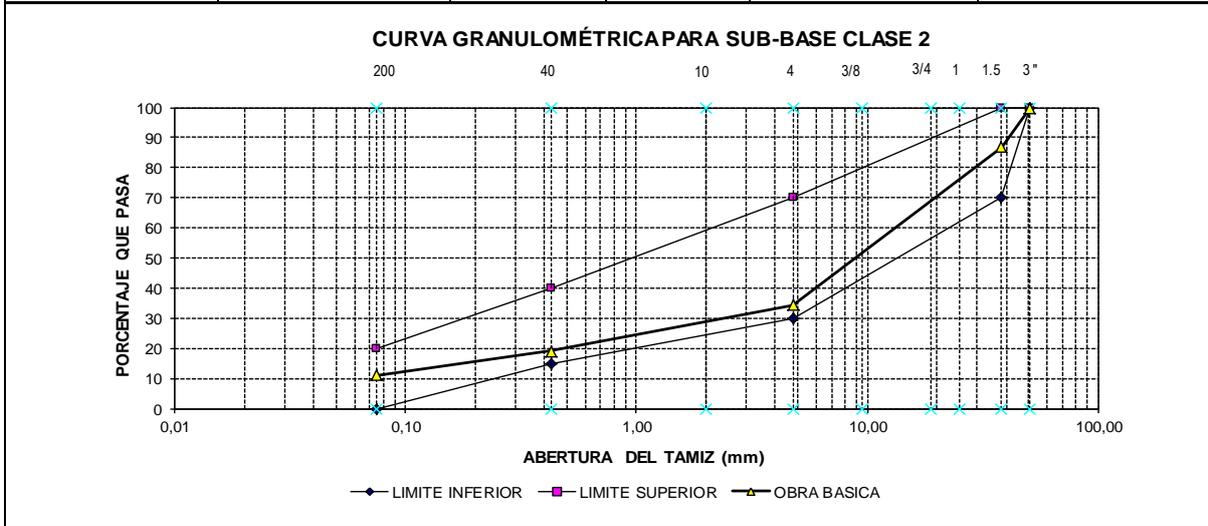
SOLICITADO : ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

NIVEL: SUB-BASE CLASE II

FECHA: OCTUBRE 2016

REALIZADO: F.L.

Tamiz (mm)	Peso Acumulado (gr)	% Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
3" (76.2mm)	0	0	100		
2" (50.8mm)	0	0	100	100	100
1 1/2" (38.1mm)	2804,6	13	87	70	100
1" (25.4mm)	5748,8	27	73		
3/4" (19.0mm)	8281,4	39	61		
1/2" (12.50mm)	10632,5	49	51		
3/8" (9.5mm)	11934,9	56	44		
Nº4 (4.76mm)	14124,7	66	34	30	70
Nº10 (2.00mm)	15748,7	73	27		
Nº40 (0.425mm)	17415,4	81	19	15	40
Nº200 (0.075mm)	19095,1	89	11	0	20
Total	21493,7				



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**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: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO **NORMA:** AASHTO T 96 - 02

**LOCALIZACIÓN:** CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)

**MUESTRA:**

MATERIAL DE CANTERA MEJORADA

50 % M. Cantera

50 % M. Río

**SOLICITADO:** ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ

**FECHA:** OCTUBRE 2016

**REALIZADO:** F.L

**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					
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)	1250				
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)					
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)					
Total en gramos				5000				

<b>Número de esferas utilizadas:</b>	12
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>	5000
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>	2919
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>	<b>41,62%</b>

Valor de Abrasión en Porcentaje	$v = \frac{A - B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b>
			50%

**Observación:** Este resultado se obtuvo con la realización de una mezcla con material de río para obtener los requisitos necesarios de desgaste; se mezcló 50 % de material de río y 50% de material de la cantera La Elvira obteniéndose una muestra homogénea

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO

PROFUND.: STOCK

LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)

REALIZADO: F.L

SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ

FECHA: OCTUBRE 2016

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:	15,31 cm.
ALTURA:	11,61 cm
VOLUMEN :	2.137 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.270 gramos

DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	10.931	11.128	11.242	11.193
Peso suelo:	4.661	4.858	4.972	4.923
Dens. Hum :	2.181	2.273	2.326	2.303

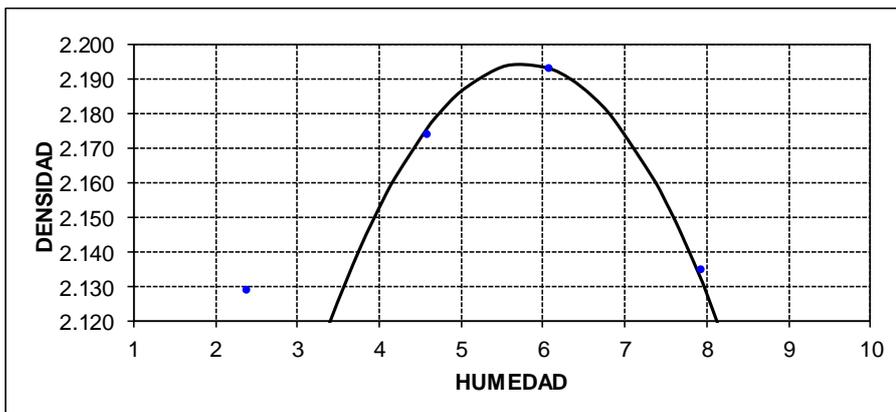
CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	537,81	534,63	500,41	524,65	534,29	523,29	592,68	551,79
W. seco:	526,54	523,67	482,07	504,72	507,61	497,39	554,69	515,71
W. caps:	68,45	66,69	73,61	70,07	63,07	76,84	66,07	63,75
w (%) :	2,46	2,40	4,49	4,59	6,00	6,16	7,77	7,98
promedio	2,43		4,54		6,08		7,88	
Dens. Seca:	2.129		2.174		2.193		2.135	

RESULTADOS:

DENSIDAD SECA MÁXIMA =  
CONT. DE AGUA OPTIMO =

2.194 Kg/m<sup>3</sup>  
5,77 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL  
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE N°	4	5	6
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,2	15,23	15,21
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,75	17,74	17,73
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,7	12,69	12,68
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,05	5,05	5,05
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE N°	4		5		6	
	56		25		12	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATURAR.	DESPUES. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12138	12219	12200	12332,5	11735	11916
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6755	6755	7054	7054	6804	6804
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5383	5464	5146	5278,5	4931	5112
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2304,52	2304,52	2311,81	2311,81	2303,92	2303,92
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2,336	2,371	2,226	2,283	2,140	2,219

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO										
RECIPIENTE N°	G18	LF3	PJ665	LF15	GO44	GE6	GO33	GE5	GO33	GO52	G20	LF6
PESO DEL RECIPIENTE. gr.	71,21	64,98	66,63	63,54	70,72	64,36	69,05	60,02	69,01	72,12	69,48	64,99
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	458,47	420,15	528,11	552,57	410,83	424,66	546,20	524,52	445,83	448,03	551,05	569,75
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	437,81	400,23	499,34	520,91	391,31	406,05	510,29	489,61	425,32	427,74	513,45	527,68
PESO DE AGUA. gr.	20,66	19,92	28,77	31,66	19,52	18,61	35,91	34,91	20,51	20,29	37,6	42,07
PESO DE MUESTRA SECA. gr.	366,6	335,25	432,71	457,37	320,59	341,69	441,24	429,59	356,31	355,62	443,97	462,69
CONTENIDO DE HUMEDAD. gr.	5,64	5,94	6,65	6,92	6,09	5,45	8,14	8,13	5,76	5,71	8,47	9,09
HUMEDAD PROMEDIO. %.	5,79		6,79		5,77		8,13		5,73		8,78	
DENSIDAD SECA. gr/cm <sup>3</sup>	2,208		2,220		2,105		2,112		2,024		2,040	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA			
MOLDE N°	4	5	6
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12219	12332,5	11916
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12138	12200	11735
PESO DE AGUA ABSORBIDA	81	132,5	181
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1,50	2,57	3,67

DATOS DE ESPONJAMIENTO										
FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 4			MOLDE N° 5			MOLDE N° 6		
Y	EN	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,6	0,006	0,00	0,00	0,5	0,005	0,00	0,9	0,01	0,01
3	1,2	0,012	0,01	0,01	1	0,01	0,01	1,5	0,015	0,01
4	1,4	0,014	0,01	0,01	1,3	0,013	0,01	1,6	0,016	0,01
5	1,4	0,014	0,01	0,01	1,3	0,013	0,01	1,6	0,02	0,01

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN										
PENETR.	CARGAS	MOLDE N° 4			MOLDE N° 5			MOLDE N° 6		
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 <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0.025		21,5	78,05		21,70	78,78		9,0	32,67	
0.050		76,5	277,71		43,80	159,00		17,3	62,80	
0.075		126,5	459,23		63,50	230,52		28,0	101,65	
0.100	1000	174,0	631,66	72,0	81,00	294,05	30,0	40,0	145,21	11
0.150		268,0	972,90		116,00	421,11		59,0	214,18	
0.200	1500	363,0	1317,78	97,0	149,50	542,72	36,0	77,0	279,53	15
0.250		469,0	1702,58		179,00	649,81		91,0	330,35	
0.300	1900	578,0	2098,28		210,00	762,35		105,5	382,99	
0.400	2300	768,0	2788,03		272,00	987,43		135,0	490,08	
0.500	2600	921,0	3343,45		319,50	1159,86		166,0	602,62	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

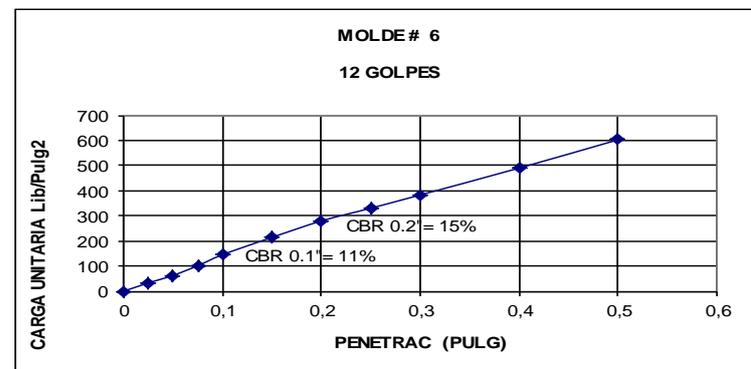
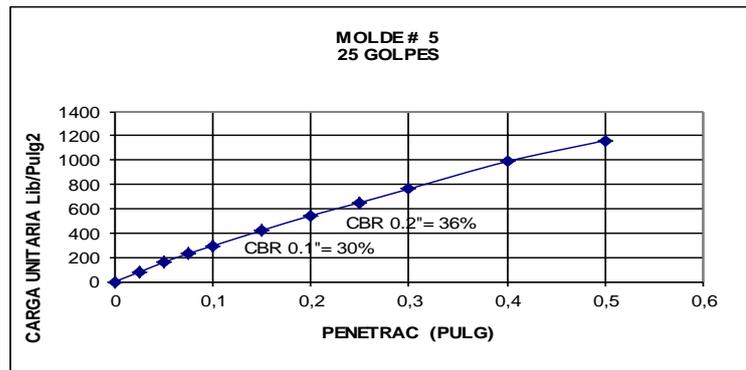
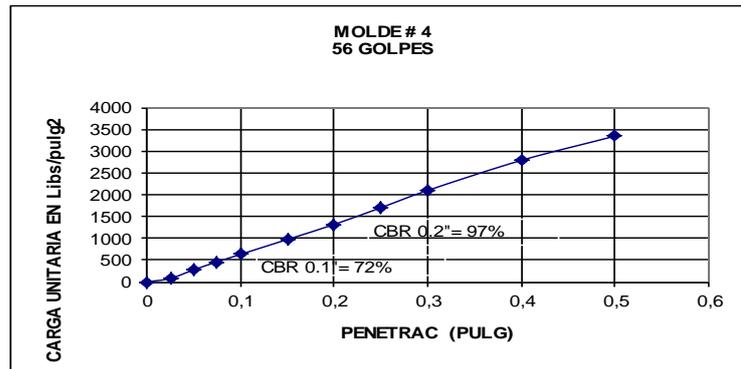


DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

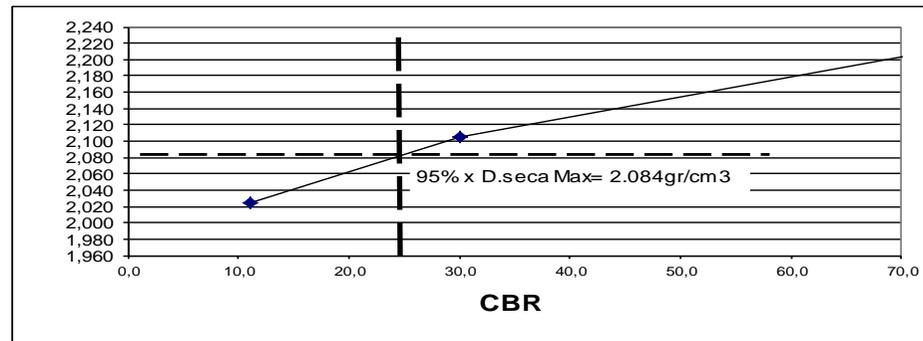
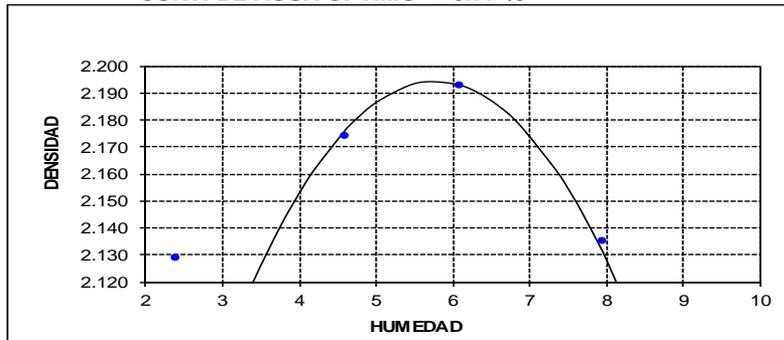


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,194 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 5.77 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 72%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 24 %**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX.
	0,1	0,2	
56	72,0	97	2,208
25	30	36	2,105
12	11,0	15,0	2,024

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**CANtera LA ELVIRA MEJORADA MEZCLA 60%-40%**

**GRANULOMETRÍA  
LÍMITES DE PLASTICIDAD  
ABRASIÓN  
COMPACTACIÓN  
C.B.R**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO

LOCALIZACIÓN: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)

SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ

FECHA: OCTUBRE 2016

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27

MUESTRA: 2

PROFUNDIDAD: STOCK

REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		494,45	485,19	69,03	2,23	2,27
		479,15	469,75	62,53	2,31	
2.- LIM. LIQUIDO	18	56,33	53,27	37,11	18,94	18,08
	22	84,20	81,21	64,98	18,42	
	29	86,11	82,66	63,30	17,82	
	35	74,35	71,47	54,61	17,08	
3.- LIMITE PLASTICO		76,86	75,85	69,02	14,79	14,83
		68,70	67,45	59,05	14,88	

**4.- GRANULOMETRIA**

PESO IN= 21.493,71 (H/S) S  
PESO INICIAL DE CALCULO: 21.493,7

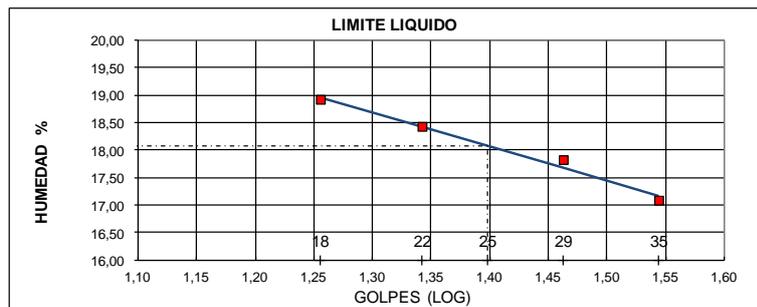
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA
1 1/2"	1.756,98	8,2	92
1"	2.695,39	20,7	79
3/4"	2.023,68	30,1	70
1/2"	2.201,10	40,4	60
3/8"	1.288,56	46,4	54
No. 4	2.345,02	57,3	43
No. 10	1.747,72	65,4	35
No. 40	2.351,51	76,3	24
No. 200	2.288,47	87,0	13

**5.- CLASIFICACION.-**

GRAVA= 57 %  
ARENA= 30 %  
FINOS= 13 %

LL = 18,00 %  
LP = 15,00 %  
IP = 3,00 %

CLASIFICACION:  
SUCS = GM  
AASHTO= A-1-a  
IG(86)= 0  
IG(45)= 0



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL"

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALIZAC: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)

SOLICITADO : ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

FECHA: OCTUBRE 2016

NORMA: ASTM D 422,

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

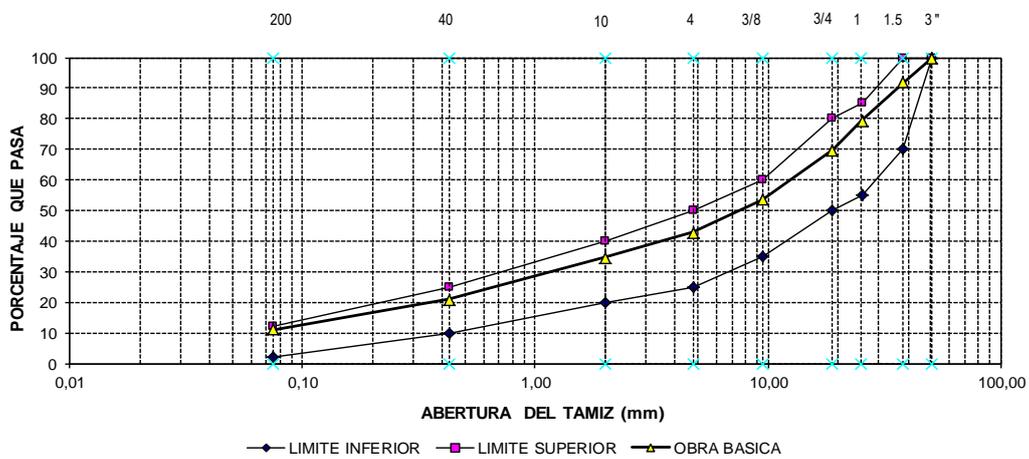
MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

NIVEL: BASE CLASE I TIPO-A

REALIZADO: F.L.

Tamiz (mm)	Peso Acumulado (gr)	%	%	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
3" (76,2mm)	0	0	100		
2" (50.8mm)	0	0	100	100	100
1 1/2" (38.1mm)	1757,0	8	92	70	100
1" (25.4mm)	4452,4	21	79	55	85
3/4" (19.0mm)	6476,1	30	70	50	80
1/2" (12.50mm)	8677,2	40	60		
3/8" (9.5mm)	9965,7	46	54	35	60
Nº4 (4.76mm)	12310,7	57	43	25	50
Nº10 (2.00mm)	14058,5	65	35	20	40
Nº40 (0.425mm)	16410,0	76	24	10	25
Nº200 (0.075mm)	18698,4	87	13	2	12
Total	21487,7				

**CURVA GRANULOMÉTRICA PARA BASE CLASE 1 TIPO-A**



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

**PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO **NORMA:** AASHTO T 96 - 02

**LOCALIZACIÓN:** CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)

**SOLICITADO:** ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ

**FECHA:** OCTUBRE 2016

**REALIZADO:** F.L

**MUESTRA:**

MATERIAL DE CANTERA MEJORADA

40 % M. Cantera

60 % M. Río

**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				
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000			

<b>Número de esferas utilizadas:</b>	12
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>	5000
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>	3181,5
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>	<b>36,37%</b>

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A - B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b>
				50%

**Observación:** Este resultado se obtuvo con la realización de una mezcla con material de río para obtener los requisitos necesarios de desgaste; se mezcló 60 % de material de río y 40% de material de la cantera La Elvira obteniéndose una muestra homogénea

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

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:	15,31 cm.
ALTURA:	11,61 cm
VOLUMEN :	2.137 cm3
PESO :	6.270 gramos

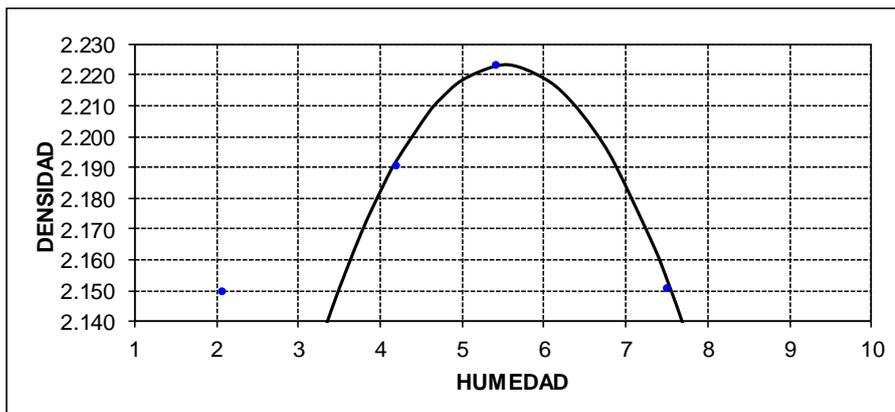
**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	10.959	11.147	11.283	11.214
Peso suelo:	4.689	4.877	5.013	4.944
Dens. Hum :	2.194	2.282	2.345	2.313

**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	579,10	578,77	542,05	531,88	547,15	532,97	530,67	550,00
W. seco:	568,77	568,52	522,90	513,84	523,09	508,07	496,79	517,31
W. caps:	68,45	66,69	73,61	70,07	63,07	76,84	66,07	63,75
w (%) :	2,06	2,04	4,26	4,07	5,23	5,77	7,87	7,21
promedio	2,05		4,16		5,50		7,54	
Dens. Seca:	2.150		2.191		2.223		2.151	

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.223 Kg/m3  
CONT. DE AGUA OPTIMO = 5,52 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALIZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
 FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE Nº	7	8	9
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,23	15,245	15,23
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,635	17,725	17,7
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,585	12,675	12,65
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,05	5,05	5,05
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE Nº	7		8		9	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATURAR.	DESPUES. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12500	12570	11999	12146	12068	12254
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	7102,5	7102,5	6830	6830	7119	7119
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5397,5	5467,5	5169	5316	4949	5135
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2292,68	2292,68	2313,62	2313,62	2304,52	2304,52
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2,354	2,385	2,234	2,298	2,148	2,228

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO										
RECIPIENTE Nº	LF5	07	LF3	GE6	PJ665	GE5	G1	GO44	G17	LF9	GB4	GO52
PESO DEL RECIPIENTE. gr.	66,89	71,37	64,99	64,36	66,63	69,98	68,25	70,72	65,06	67,63	72,40	72,12
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	468,57	422,97	545,24	524,15	446,63	451,53	523,18	575,52	471,95	480,80	603,99	600,29
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	448,74	403,26	513,00	496,02	425,90	432,21	491,77	540,21	450,95	459,05	561,81	559,39
PESO DE AGUA. gr.	19,83	19,71	32,24	28,13	20,73	19,32	31,41	35,31	21	21,75	42,18	40,9
PESO DE MUESTRA SECA. gr.	381,85	331,89	448,01	431,66	359,27	362,23	423,52	469,49	385,89	391,42	489,41	487,27
CONTENIDO DE HUMEDAD. gr.	5,19	5,94	7,20	6,52	5,77	5,33	7,42	7,52	5,44	5,56	8,62	8,39
HUMEDAD PROMEDIO. %.	5,57		6,86		5,55		7,47		5,50		8,51	
DENSIDAD SECA. gr/cm <sup>3</sup>	2,230		2,232		2,117		2,138		2,036		2,054	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE Nº	7	8	9
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12570	12146	12254
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12500	11999	12068
PESO DE AGUA ABSORBIDA	70	147	186
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1,30	2,84	3,76

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE Nº 7			MOLDE Nº 8			MOLDE Nº 9		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0,9	0,009	0,01	1	0,01	0,01	1	0,01	0,01
	3	1,9	0,019	0,02	1	0,01	0,01	1	0,01	0,01
	4	3	0,03	0,02	1	0,01	0,01	1	0,01	0,01
	5	3	0,03	0,02	1	0,01	0,01	1	0,01	0,01

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS	MOLDE Nº 7			MOLDE Nº 8			MOLDE Nº 9		
		LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
plg.	lb/plg <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0,025		25,0	90,76		22,00	79,87		13,0	47,19	
0,050		64,5	234,15		47,50	172,44		24,5	88,94	
0,075		120,5	437,44		59,00	214,18		35,0	127,06	
0,100	1000	187,0	678,86	94,0	89,50	324,91	32,0	44,5	161,55	17
0,150		315,0	1143,53		128,00	464,67		59,0	214,18	
0,200	1500	448,0	1626,35	125,0	164,00	595,36	40,0	72,0	261,38	18
0,250		568,0	2061,98		199,00	722,42		82,5	299,49	
0,300	1900	678,0	2461,30		234,00	849,48		94,0	341,24	
0,400	2300	874,0	3172,83		297,50	1080,00		113,0	410,22	
0,500	2600	1047,0	3800,86		363,00	1317,78		136,0	493,71	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

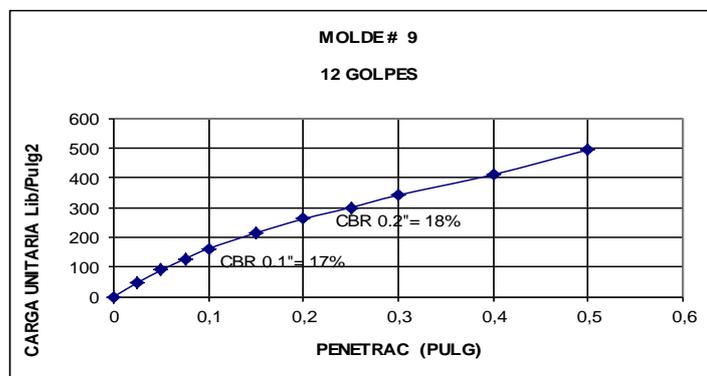
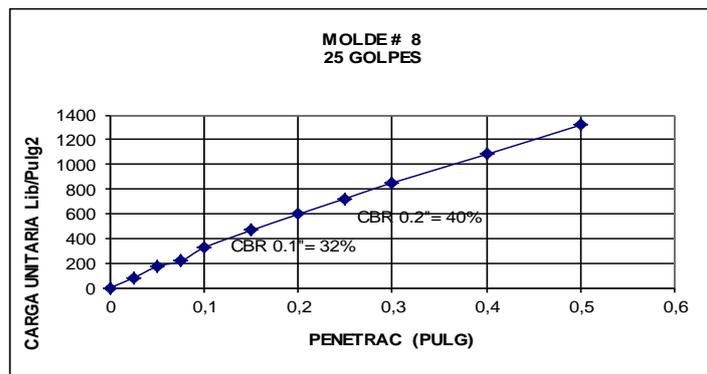
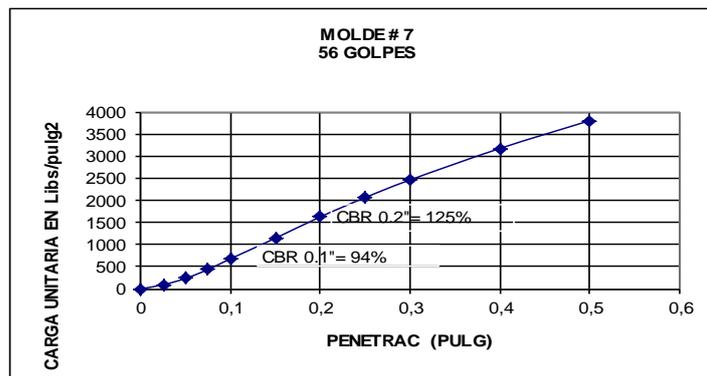


DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

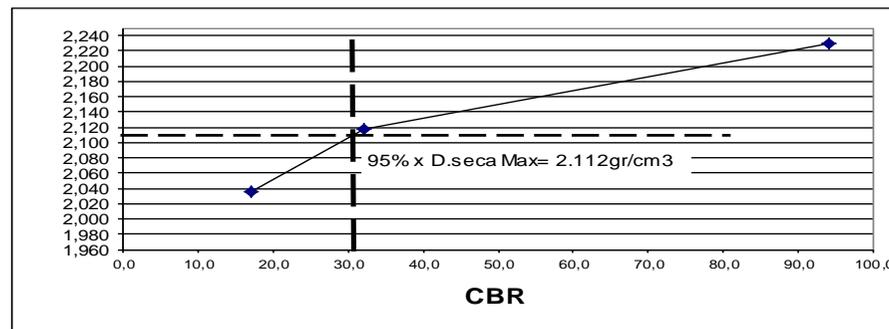
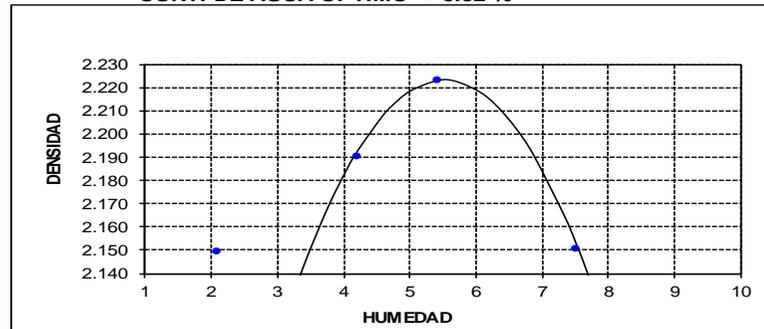


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,223 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 5.52 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 94%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 31%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0,1	0,2	
56	94,0	125	2,230
25	32	40	2,117
12	17,0	18,0	2,036

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**CANTERA LA ELVIRA MEJORADA MEZCLA 70%-30%**

**GRANULOMETRÍA**

**LÍMITES DE PLASTICIDAD**

**ABRASIÓN**

**COMPACTACIÓN**

**C.B.R**



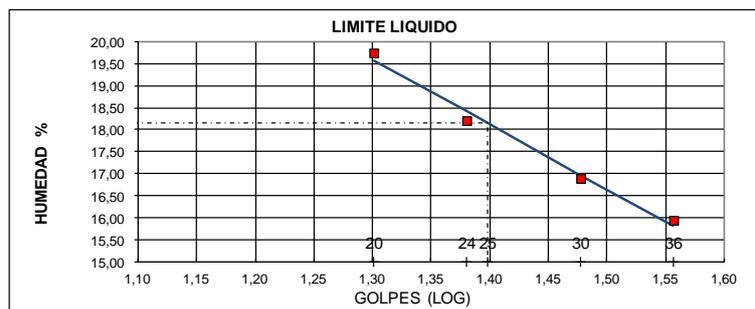
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27  
 LOCALIZACIÓN: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO) MUESTRA: 3  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ PROFUNDIDAD: STOCK  
 FECHA: OCTUBRE 2016 REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		504,23 456,35	495,19 448,87	69,03 62,53	2,12 1,94	2,03
2.- LIM. LIQUIDO	20 24 30 36	55,13 77,45 69,10 76,11	52,16 75,27 67,01 74,58	37,11 63,30 54,63 64,98	19,73 18,21 16,88 15,94	18,14
3.- LIMITE PLASTICO		70,44 84,25	68,67 82,55	58,45 72,75	17,32 17,35	17,33

4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-	
PESO IN=	21.504,47	(H/S)	S	GRAVA=	63 %
PESO INICIAL DE CALCULO:	21.504,5			ARENA=	25 %
				FINOS=	11 %
TAMZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL =	18,00 %
1 1/2"	2.129,83	9,9	90	LP =	17,00 %
1"	2.815,90	23,0	77	IP =	1,00 %
3/4"	2.522,31	34,7	65		
1/2"	2.437,71	46,1	54	CLASIFICACION:	
3/8"	1.378,73	52,5	48	SUCS =	GM
No. 4	2.328,99	63,3	37	AASHTO=	A-1-a
No. 10	1.576,47	70,6	29	IG(86)=	0
No. 40	1.936,04	79,6	20	IG(45)=	0
No. 200	1.936,24	88,6	11		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL"

NORMA: ASTM D 422,

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALIZAC: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)

MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

SOLICITADO : ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

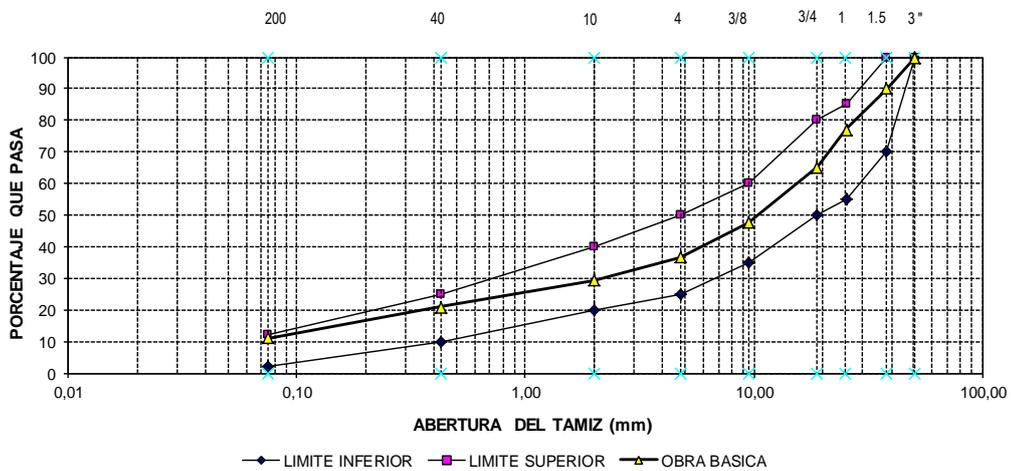
NIVEL: BASE CLASE I TIPO-A

FECHA: OCTUBRE 2016

REALIZADO: F.L.

Tamiz (mm)	Peso Acumulado (gr)	%	%	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
3" (76.2mm)	0	0	100		
2" (50.8mm)	0	0	100	100	100
1 1/2" (38.1mm)	2129,8	10	90	70	100
1" (25.4mm)	4945,7	23	77	55	85
3/4" (19.0mm)	7468,0	35	65	50	80
1/2" (12.50mm)	9905,8	46	54		
3/8" (9.5mm)	11284,5	52	48	35	60
Nº4 (4.76mm)	13613,5	63	37	25	50
Nº10 (2.00mm)	15189,9	71	29	20	40
Nº40 (0.425mm)	17125,0	80	20	10	25
Nº200 (0.075mm)	19062,2	89	11	2	12
Total	21504,5				

**CURVA GRANULOMÉTRICA PARA BASE CLASE 1 TIPO-A**



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES****PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO 02 NORMA: AASHTO T 96 -

<b>LOCALIZACIÓN:</b> CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)	<b>MUESTRA:</b>	MATERIAL DE CANTERA MEJORADA	30 % M. Cantera
<b>SOLICITADO:</b> ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ			70 % M. Río
<b>FECHA:</b> OCTUBRE 2016			
<b>REALIZADO:</b> F.L			

**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	(1 1/2)	25	-1				
25	1	19	(3/4)	1252			
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5002			
<b>Número de esferas utilizadas:</b>					12		
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>					5002		
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>					3171		
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>					<b>36,61%</b>		

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b> 50%
---------------------------------	----	----------------------------	--------------------------------------	----------------------

**Observación:** Este resultado se obtuvo con la realización de una mezcla con material de río para obtener los requisitos necesarios de desgaste; se mezcló 70 % de material de río y 30% de material de la cantera La Elvira obteniéndose una muestra homogénea

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESISEgdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ.: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

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:	15,31 cm.
ALTURA:	11,61 cm
VOLUMEN :	2.137 cm3
PESO :	6.270 gramos

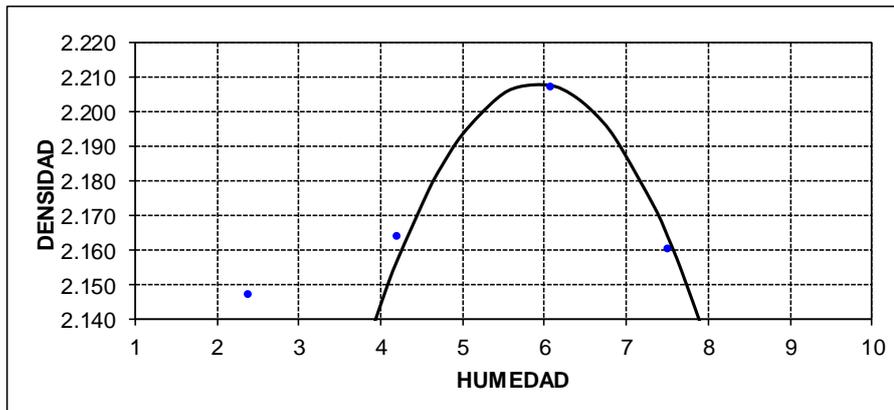
DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	10.962	11.096	11.277	11.237
Peso suelo:	4.692	4.826	5.007	4.967
Dens. Hum :	2.195	2.258	2.343	2.324

CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	580,64	570,43	532,24	517,84	535,11	533,29	540,73	561,47
W. seco:	569,37	559,57	513,57	498,93	507,36	507,29	506,05	527,84
W. caps:	68,45	66,69	73,61	70,07	63,07	76,84	66,07	63,75
w (%) :	2,25	2,20	4,24	4,41	6,25	6,04	7,88	7,25
promedio		2,23		4,33		6,14		7,56
Dens. Seca:		2.147		2.164		2.207		2.160

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.208 Kg/m3  
CONT. DE AGUA OPTIMO = 5,91 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL  
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE N°	13	14	15
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,21	15,235	15,22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,78	17,78	17,78
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,73	12,73	12,73
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,05	5,05	5,05
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE N°	13		14		15	
	56		25		12	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATURAR.	DESPUES. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12175,5	12231	11918	12025	11710	11841
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6714	6714	6679	6679	6684	6684
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5461,5	5517	5239	5346	5026	5157
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2313,01	2313,01	2320,62	2320,62	2316,05	2316,05
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2,361	2,385	2,258	2,304	2,170	2,227

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO										
RECIPIENTE N°	G20	LF6	GO43	G17	LF15	G1	07	LF9	GB4	GO43	G18	LF5
PESO DEL RECIPIENTE. gr.	69,47	64,98	69,43	65,07	63,54	68,25	71,36	67,63	72,39	69,34	71,22	66,89
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	475,98	452,05	538,16	515,02	473,73	457,70	540,97	548,96	522,55	490,70	550,71	541,42
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	451,35	431,89	510,03	483,36	451,10	435,94	504,78	513,76	498,06	465,99	513,72	501,65
PESO DE AGUA. gr.	24,63	20,16	28,13	31,66	22,63	21,76	36,19	35,2	24,49	24,71	36,99	39,77
PESO DE MUESTRA SECA. gr.	381,88	366,91	440,60	418,29	387,56	367,69	433,42	446,13	425,67	396,65	442,5	434,76
CONTENIDO DE HUMEDAD. gr.	6,45	5,49	6,38	7,57	5,84	5,92	8,35	7,89	5,75	6,23	8,36	9,15
HUMEDAD PROMEDIO. %.	5,97		6,98		5,88		8,12		5,99		8,75	
DENSIDAD SECA. gr/cm <sup>3</sup>	2,228		2,230		2,132		2,131		2,047		2,047	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE N°	13	14	15
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12231	12025	11841
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12175,5	11918	11710
PESO DE AGUA ABSORBIDA	55,5	107	131
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1,02	2,04	2,61

DATOS DE ESPONJAMIENTO

FECHA	TIEMPO	MOLDE N° 13			MOLDE N° 14			MOLDE N° 15		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0,1	0,001	0,00	0,1	0,001	0,00	0,2	0,00	0,00
	3	0,1	0,001	0,00	0,1	0,001	0,00	0,3	0,003	0,00
	4	0,1	0,001	0,00	0,1	0,001	0,00	0,8	0,008	0,01
	5	0,1	0,001	0,00	0,1	0,001	0,00	0,8	0,01	0,01

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENETR.	CARGAS	MOLDE N° 13			MOLDE N° 14			MOLDE N° 15		
		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 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0,025		29,0	105,28		18,50	67,16		11,0	39,93	
0,050		109,0	395,70		47,00	170,62		23,0	83,50	
0,075		185,0	671,59		78,00	283,16		35,5	128,87	
0,100	1000	264,0	958,38	112,0	108,50	393,88	44,0	47,0	170,62	17
0,150		408,0	1481,14		166,00	602,62		69,5	252,30	
0,200	1500	541,0	1963,96	131,0	220,50	800,47	55,0	88,5	321,28	21
0,250		660,0	2395,96		266,50	967,46		104,0	377,55	
0,300	1900	768,0	2788,03		310,00	1125,37		120,5	437,44	
0,400	2300	939,0	3408,80		397,50	1443,02		152,0	551,80	
0,500	2600	1114,0	4044,09		467,00	1695,32		180,0	653,44	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

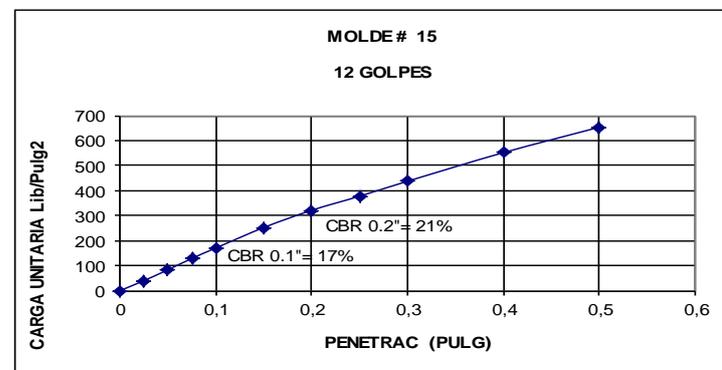
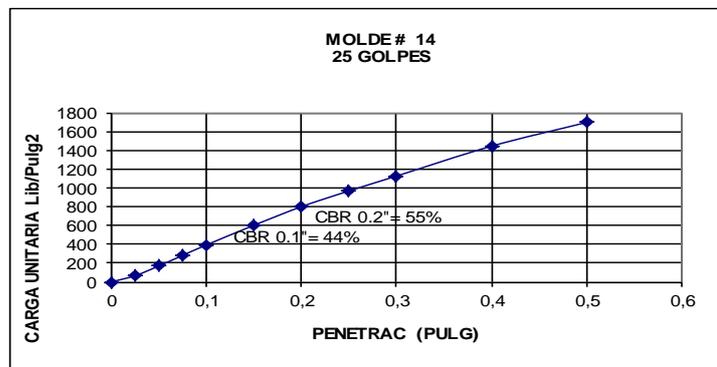
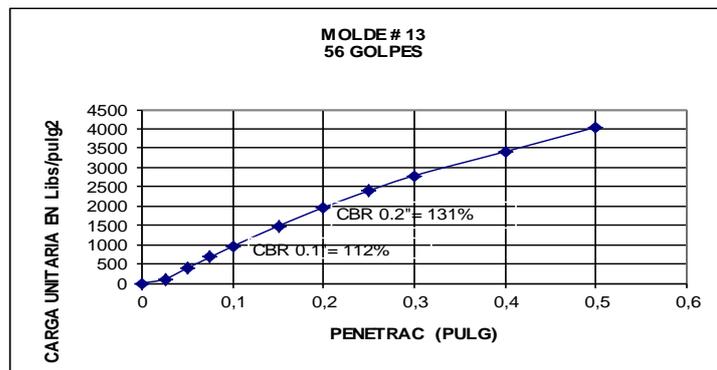


DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

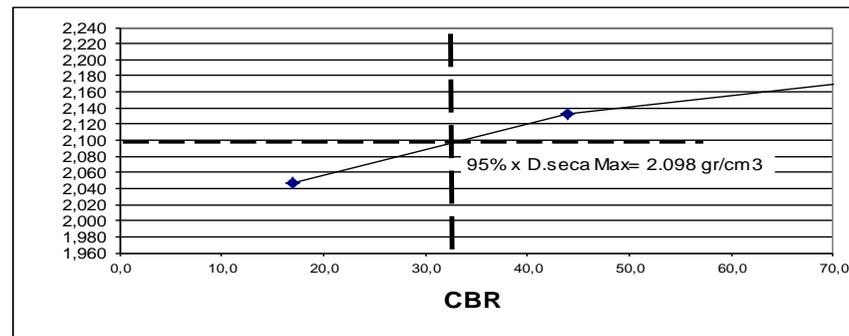
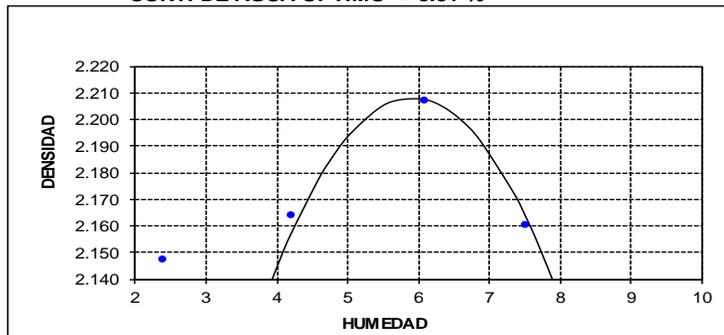


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA LA ELVIRA (PUNZARA ALTO)  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,208 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 5.91 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 112%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 33%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX.
	0,1	0,2	
56	112,0	131	2,228
25	44	55	2,132
12	17,0	21,0	2,047

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**CANtera NARDA MEJORADA MEZCLA 50%-50%**

**GRANULOMETRÍA  
LÍMITES DE PLASTICIDAD  
ABRASIÓN  
COMPACTACIÓN  
C.B.R**



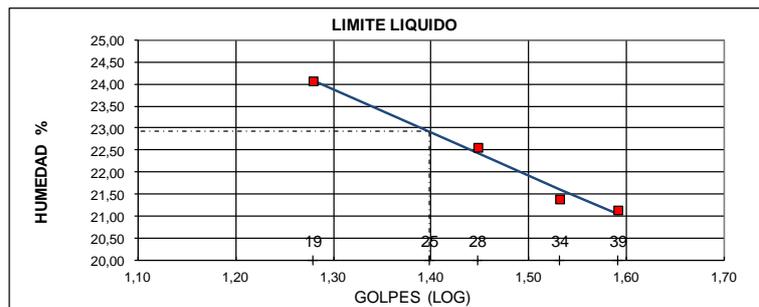
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL  
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALIZACIÓN: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE) NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ MUESTRA: 1  
FECHA: OCTUBRE 2016 PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		520,91 490,50	515,23 485,29	69,03 63,53	1,27 1,24	1,25
2.- LIM. LIQUIDO	19 28 34 39	82,59 79,83 75,28 85,58	79,04 76,99 73,21 83,11	64,29 64,41 63,54 71,42	24,07 22,58 21,41 21,13	22,92
3.- LIMITE PLASTICO		71,14 61,99	70,86 61,63	69,24 59,50	17,28 16,90	17,09

4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-	
PESO IN=	23.056,38	(H/S)	S	GRAVA=	57 %
PESO INICIAL DE CALCULO:			23.056,4	ARENA=	31 %
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	FINOS=	12 %
1 1/2"	950,81	4,1	96	LL =	23,00 %
1"	2.644,11	15,6	84	LP =	17,00 %
3/4"	2.641,28	27,0	73	IP =	6,00 %
1/2"	2.744,93	39,0	61		
3/8"	1.519,49	45,5	54	CLASIFICACION:	
No. 4	2.734,76	57,4	43	SUCS =	GC
No. 10	2.182,01	66,9	33	AASHTO=	A-1-a
No. 40	2.782,13	78,9	21	IG(86)=	0
No. 200	2.154,99	88,3	12	IG(45)=	0



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL"

NORMA: ASTM D 422,

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALIZAC: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)

MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

NIVEL: SUB-BASE CLASE III

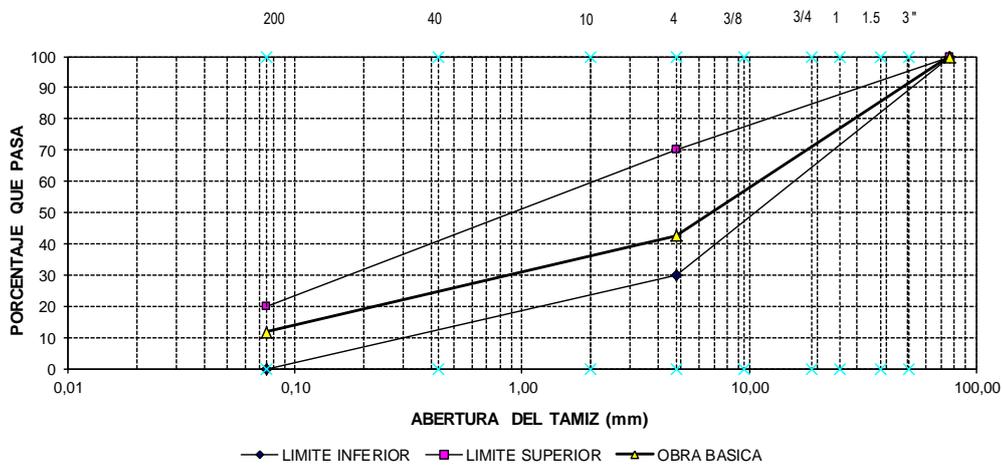
SOLICITADO : ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

REALIZADO: F.L.

FECHA: OCTUBRE 2016

Tamiz (mm)	Peso Acumulado (gr)	%	%	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
3" (76,2mm)	0	0	100	100	100
2" (50.8mm)	334,5	1	99		
1 1/2" (38.1mm)	950,8	4	96		
1" (25.4mm)	3594,9	16	84		
3/4" (19.0mm)	6236,2	27	73		
1/2" (12.50mm)	8981,1	39	61		
3/8" (9.5mm)	10500,6	46	54		
N°4 (4.76mm)	13235,4	57	43	30	70
N°10 (2.00mm)	15417,4	67	33		
N°40 (0.425mm)	18199,5	79	21		
N°200 (0.075mm)	20354,5	88	12	0	20
Total	23056,4				

**CURVA GRANULOMÉTRICA PARA SUB-BASE CLASE 3**



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

**PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO **NORMA:** AASHTO T 96 - 02

**LOCALIZACIÓN:** CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)

**SOLICITADO:** ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

**FECHA:** OCTUBRE 2016

**REALIZADO:** F.L

**MUESTRA:**

MATERIAL DE CANTERA MEJORADA

50 % M. Cantera

50 % M. Río

**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				
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000			

<b>Número de esferas utilizadas:</b>	12
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>	5000
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>	3425
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>	<b>31,50%</b>

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b>
				50%

**Observación:** Este resultado se obtuvo con la realización de una mezcla con material de río para obtener los requisitos necesarios de desgaste; se mezcló 50 % de material de río y 50% de material de la cantera Narda obteniéndose una muestra homogénea

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA DE MEJORAMIENTO  
LOCALZ : CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

NORMA ENSAYO:	T-180-D	
GOLPES/CAPA:	56	
No. DE CAPAS:	5	
PESO MARTILLO:	4,5	Kg.
ALT. DE CÁIDA:	46,0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIÁMETRO:	15,31 cm.
ALTURA:	11,64 cm
VOLUMEN :	2.143 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.270 gramos

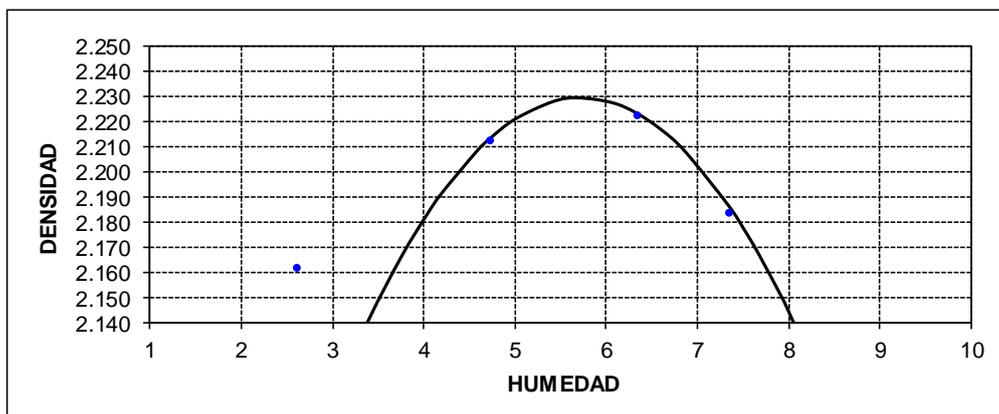
DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	11.022	11.235	11.336	11.296
Peso suelo:	4.752	4.965	5.066	5.026
Dens. Hum :	2.218	2.317	2.364	2.345

CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	548,18	550,49	511,56	531,70	517,10	530,86	548,71	561,80
W. seco:	536,08	538,32	491,53	511,27	489,35	504,31	516,37	526,62
W. caps:	68,45	66,69	73,61	70,07	63,07	76,84	66,07	63,75
w (%) :	2,59	2,58	4,79	4,63	6,51	6,21	7,18	7,60
promedio	2,58		4,71		6,36		7,39	
Dens. Seca:	2.162		2.213		2.223		2.184	

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.229 Kg/m<sup>3</sup>  
CONT. DE AGUA OPTIMO = 5,72 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
 FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE Nº	7	8	9
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,23	15,245	15,23
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,635	17,725	17,70
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,595	12,685	12,66
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,04	5,04	5,04
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE Nº	7		8		9	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATURAR	DESPUES. SATURAR	ANTES SATURAR	DESP. SATURAR	ANTES SATURAR	DESP. SATURAR
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12513,5	12583	12095	12229	12121,5	12283
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	7102,5	7102,5	6830	6830	7119	7119
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5411	5480,5	5265	5399	5002,5	5164
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2294,50	2294,50	2315,45	2315,45	2306,34	2306,34
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2,358	2,389	2,274	2,332	2,169	2,239

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO										
RECIPIENTE Nº	J-3	G18	LF15	GR	D81	MY12	LF6	G1	MK4	13	6	CT-2
PESO DEL RECIPIENTE. gr.	51,27	71,21	63,55	69,36	56,25	60,42	64,98	68,25	64,55	67,10	61,49	72,90
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	480,67	432,18	473,41	513,20	456,25	477,27	567,45	506,70	483,62	483,38	583,19	594,53
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	458,16	412,15	447,01	485,70	435,45	454,63	528,84	472,65	462,22	461,62	540,25	555,13
PESO DE AGUA. gr.	22,51	20,03	26,40	27,5	20,8	22,64	38,61	34,05	21,4	21,76	42,94	39,4
PESO DE MUESTRA SECA. gr.	406,89	340,94	383,46	416,34	379,2	394,21	463,86	404,40	397,67	394,52	478,76	482,23
CONTENIDO DE HUMEDAD. gr.	5,53	5,87	6,88	6,61	5,49	5,74	8,32	8,42	5,38	5,52	8,97	8,17
HUMEDAD PROMEDIO. %.	5,70		6,74		5,61		8,37		5,45		8,57	
DENSIDAD SECA. gr/cm <sup>3</sup>	2,231		2,238		2,153		2,152		2,057		2,062	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE Nº	7	8	9
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12583	12229	12283
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12513,5	12095	12121,5
PESO DE AGUA ABSORBIDA	69,5	134	161,5
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1,28	2,55	3,23

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA Y HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE Nº 7			MOLDE Nº 8			MOLDE Nº 9		
		LECTURA DIAL mm x 10 <sup>-2</sup>	CAMBIO DE LONGITUD mm	ESPONJAM. %	LECTURA DIAL mm x 10 <sup>-2</sup>	CAMBIO DE LONGITUD mm	ESPONJAM. %	LECTURA DIAL mm x 10 <sup>-2</sup>	CAMBIO DE LONGITUD mm	ESPONJAM. %
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,7	0,007	0,01	0,7	0,007	0,01	0,6	0,01	0,00	0,00
3	1,5	0,015	0,01	1,5	0,015	0,01	1,3	0,013	0,01	0,01
4	1,8	0,018	0,01	2	0,02	0,02	2	0,02	0,02	0,02
5	1,8	0,018	0,01	2	0,02	0,02	2	0,02	0,02	0,02

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR. EN PLG.	CARGAS TIPO lb/plg <sup>2</sup>	MOLDE Nº 7			MOLDE Nº 8			MOLDE Nº 9		
		LECTURA DIAL plg x 10 <sup>-4</sup>	PRESIÓN lb/plg <sup>2</sup>	C.B.R. CORREG. lb/plg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL plg x 10 <sup>-4</sup>	PRESIÓN lb/plg <sup>2</sup>	C.B.R. CORREG. lb/plg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL plg x 10 <sup>-4</sup>	PRESIÓN lb/plg <sup>2</sup>	C.B.R. CORREG. lb/plg <sup>2</sup>
0,025		22,0	79,87		41,00	148,84		14,7	53,36	
0,050		65,0	235,97		71,00	257,75		28,5	103,46	
0,075		115,0	417,48		95,00	344,87		42,0	152,47	
0,100	1000	164,0	595,36	68,0	118,00	428,37	43,0	52,0	188,77	19
0,150		255,0	925,71		164,50	597,17		71,6	259,93	
0,200	1500	334,0	1212,50	81,0	206,00	747,83	50,0	89,0	323,09	22
0,250		413,5	1501,10		244,00	885,78		104,0	377,55	
0,300	1900	484,0	1757,04		273,00	991,06		120,0	435,63	
0,400	2300	614,0	2228,97		332,00	1205,24		151,0	548,17	
0,500	2600	741,0	2690,01		375,00	1361,34		180,0	653,44	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

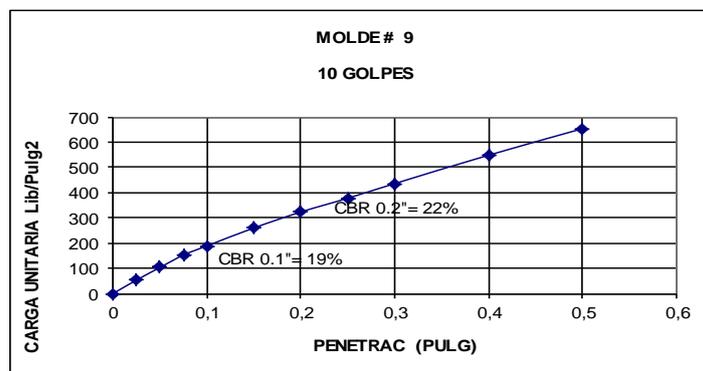
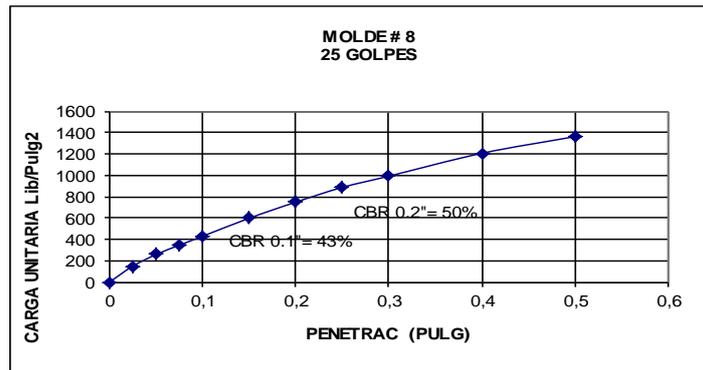
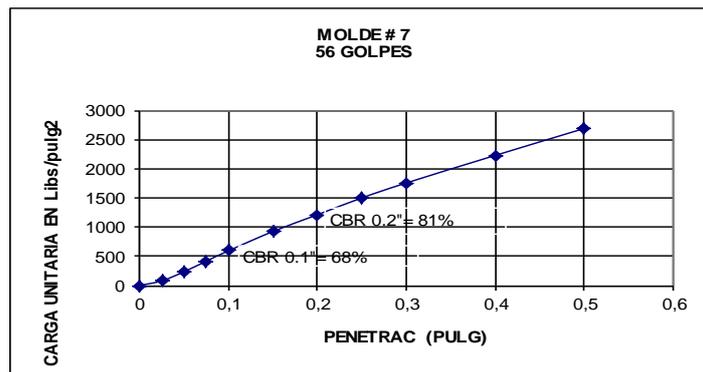
Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ.: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

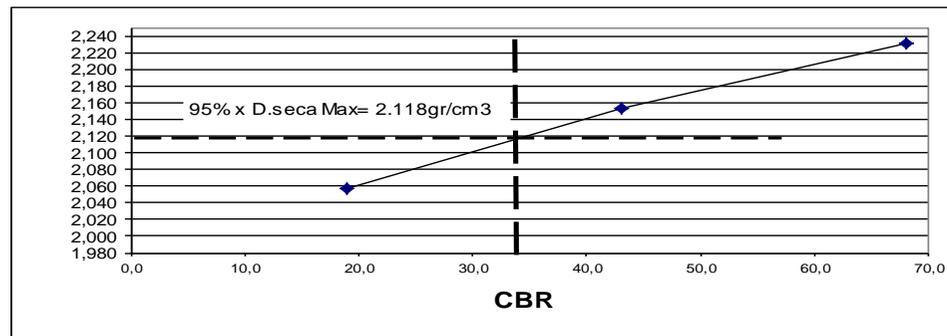
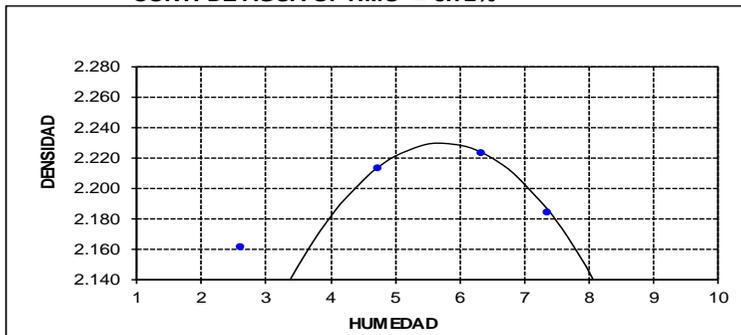


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,229 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 5.72%**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 68%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 34%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0,1	0,2	
56	68,0	81	2,231
25	43	50	2,153
12	19,0	22,0	2,057

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**CANtera NARDA MEJORADA MEZCLA 60%-40%**

**GRANULOMETRÍA  
LÍMITES DE PLASTICIDAD  
ABRASIÓN  
COMPACTACIÓN  
C.B.R**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

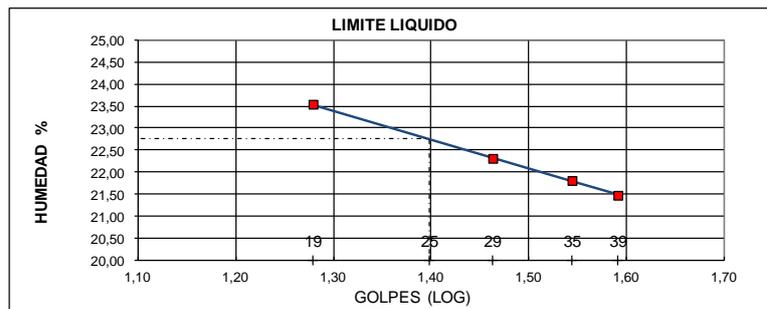
**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALIZACIÓN: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
 FECHA: OCTUBRE 2016

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27  
 MUESTRA: 2  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		457,61 491,34	453,15 486,15	57,16 59,06	1,13 1,22	1,17
	19 29 35 39	74,84 74,12 74,99 82,22	72,83 72,35 72,94 80,31	64,29 64,42 63,54 71,42	23,54 22,32 21,81 21,48	22,75
3.- LIMITE PLASTICO		71,67 74,99	71,30 74,54	69,23 72,03	17,87 17,93	17,90

4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-	
PESO IN=	20.967,93	(H/S)	S	GRAVA=	65 %
PESO INICIAL DE CALCULO:			20.967,9	ARENA=	25 %
				FINOS=	9 %
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL =	23,00 %
1 1/2"	1.917,95	9,1	91	LP =	18,00 %
1"	2.765,44	22,3	78	IP =	5,00 %
3/4"	2.601,39	34,7	65		
1/2"	2.683,80	47,5	52	CLASIFICACION:	
3/8"	1.383,80	54,1	46	SUCS =	GC
No. 4	2.367,55	65,4	35	AASHTO=	A-1-a
No. 10	1.705,88	73,6	26	IG(86)=	0
No. 40	2.017,77	83,2	17	IG(45)=	0
No. 200	1.572,08	90,7	9		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL"

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALIZAC: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)

SOLICITADO : ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

NORMA: ASTM D 422,

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

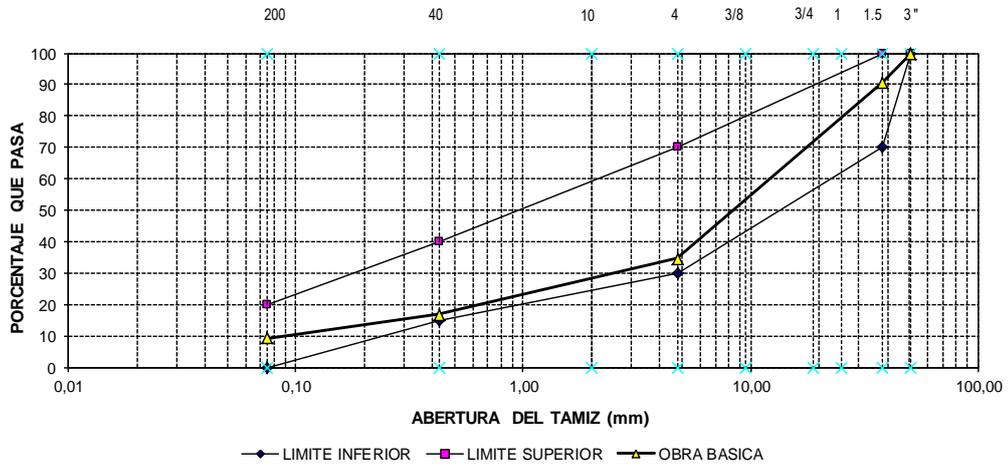
MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

NIVEL: SUB-BASE CLASE II

REALIZADO: F.L.

Tamiz (mm)	Peso Acumulado (gr)	%	%	ESPECIFICACIÓN	
				Acumulado	Que Pasa
3" (76.2mm)	0	0	100		
2" (50.8mm)	0	0	100	100	100
1 1/2" (38.1mm)	1918,0	9	91	70	100
1" (25.4mm)	4683,4	22	78		
3/4" (19.0mm)	7284,8	35	65		
1/2" (12.50mm)	9968,6	48	52		
3/8" (9.5mm)	11352,4	54	46		
N°4 (4.76mm)	13719,9	65	35	30	70
N°10 (2.00mm)	15425,8	74	26		
N°40 (0.425mm)	17443,6	83	17	15	40
N°200 (0.075mm)	19015,7	91	9	0	20
Total	20967,9				

**CURVA GRANULOMÉTRICA PARA SUB-BASE CLASE 2**



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES****PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL****OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORA MIENTO **NORMA:** AASHTO T 96 - 02**LOCALIZACIÓN:** CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)**MUESTRA:**

MATERIAL DE CANTERA MEJORADA

40 % M. Cantera

**SOLICITADO:** ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

60 % M. Río

**FECHA:** OCTUBRE 2016**REALIZADO:** F.L**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				
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000			
<b>Número de esferas utilizadas:</b>				12			
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>				5000			
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>				3258			
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>				<b>34,84%</b>			

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b> 50%
---------------------------------	----	----------------------------	--------------------------------------	----------------------

**Observación:** Este resultado se obtuvo con la realización de una mezcla con material de río para obtener los requisitos necesarios de desgaste; se mezcló 60 % de material de río y 40% de material de la cantera Narda obteniéndose una muestra homogénea

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESISEgdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ.: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

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:	15,31 cm.
ALTURA:	11,61 cm
VOLUMEN :	2.137 cm3
PESO :	6.270 gramos

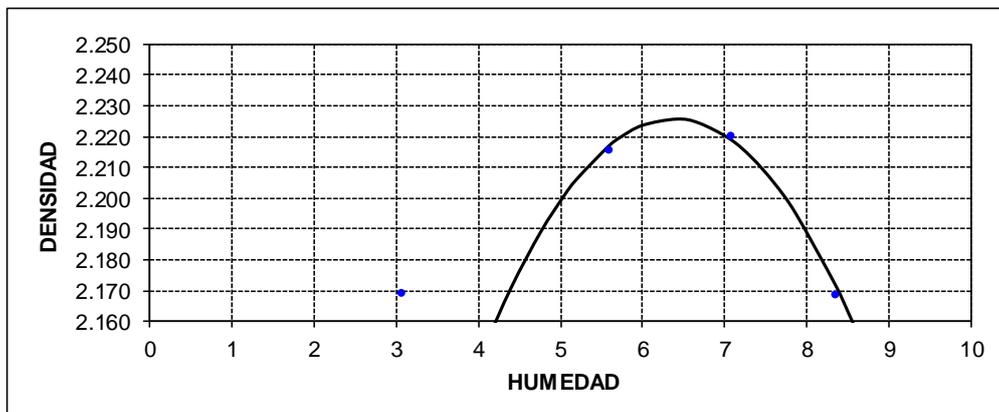
**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	11.048	11.268	11.348	11.295
Peso suelo:	4.778	4.998	5.078	5.025
Dens. Hum :	2.235	2.338	2.376	2.351

**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	560,40	570,03	516,33	505,95	523,66	522,04	514,12	540,28
W. seco:	545,59	555,34	493,83	482,41	493,16	493,19	478,49	504,29
W. caps:	68,49	66,73	73,62	70,08	63,09	76,86	66,07	63,77
w (%) :	3,10	3,01	5,35	5,71	7,09	6,93	8,64	8,17
promedio	3,06		5,53		7,01		8,40	
Dens. Seca:	2.169		2.216		2.220		2.169	

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.226 Kg/m<sup>3</sup>  
CONT. DE AGUA OPTIMO = 6,38 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCAL: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE N°	1	2	3
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,24	15,23	15,23
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,71	17,76	17,72
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,67	12,72	12,68
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,04	5,04	5,04

NORMA: ASTM 1883  
PROFUND: STOCK  
REALIZADO: F.L

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

MOLDE N°	1		2		3	
	56		25		12	
N° DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATURAR.	DESPUES. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12237	12304	12076	12206,5	11845	12011
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6742	6742	6812,5	6812,5	6776	6776
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5495	5562	5263,5	5394	5069	5235
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2311,19	2311,19	2317,27	2317,27	2309,98	2309,98
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2,378	2,407	2,271	2,328	2,194	2,266

HUMEDAD	ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO	
	JB6	6	LF11	GB4	MY3	2	GE5	GO53	A-5	5	PJ665	GO43
RECIPIENTE N°												
PESO DEL RECIPIENTE gr.	59,05	61,48	78,32	72,39	54,07	61,53	59,97	67,36	52,22	65,54	66,64	69,34
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	491,16	509,62	478,11	528,76	446,35	474,11	534,83	527,50	473,47	480,10	570,34	592,57
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	465,95	483,57	450,63	498,03	423,99	450,00	498,35	491,70	448,99	455,55	530,32	550,01
PESO DE AGUA gr.	25,21	26,05	27,48	30,73	22,36	24,11	36,48	35,8	24,48	24,55	40,02	42,56
PESO DE MUESTRA SECA gr.	406,9	422,09	372,31	425,64	369,92	388,47	438,38	424,34	396,77	390,01	463,68	480,67
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	6,20	6,17	7,38	7,22	6,04	6,21	8,32	8,44	6,17	6,29	8,63	8,85
HUMEDAD PROMEDIO %	6,18		7,30		6,13		8,38		6,23		8,74	
DENSIDAD SECA gr/cm <sup>3</sup>	2,239		2,243		2,140		2,148		2,066		2,084	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE N°	1	2	3
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12304	12206,5	12011
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12237	12076	11845
PESO DE AGUA ABSORBIDA	67	130,5	166
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1,22	2,48	3,27

**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.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0,1	0,001	0,00	0,7	0,007	0,01	0,3	0,00	0,00
	3	0,2	0,002	0,00	1,5	0,015	0,01	0,5	0,005	0,00
	4	0,5	0,005	0,00	2	0,02	0,02	0,5	0,005	0,00
	5	0,5	0,005	0,00	2	0,02	0,02	0,5	0,01	0,00

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	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	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0,025		27,5	99,83		27,00	98,02		17,0	61,71	
0,050		81,0	294,05		61,00	221,44		40,0	145,21	
0,075		124,0	450,15		83,00	301,31		59,5	216,00	
0,100	1000	168,0	609,88	70,0	113,50	412,03	30,0	72,5	263,19	26
0,150		255,0	925,71		146,50	531,83		97,5	353,95	
0,200	1500	338,5	1228,84	87,0	189,00	686,12	40,0	117,5	426,55	28
0,250		425,0	1542,85		230,00	834,96		136,0	493,71	
0,300	1900	505,0	1833,27		270,00	980,17		154,0	559,06	
0,400	2300	662,0	2403,22		353,00	1281,48		181,5	658,89	
0,500	2600	791,5	2873,34		421,00	1528,33		205,0	744,20	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

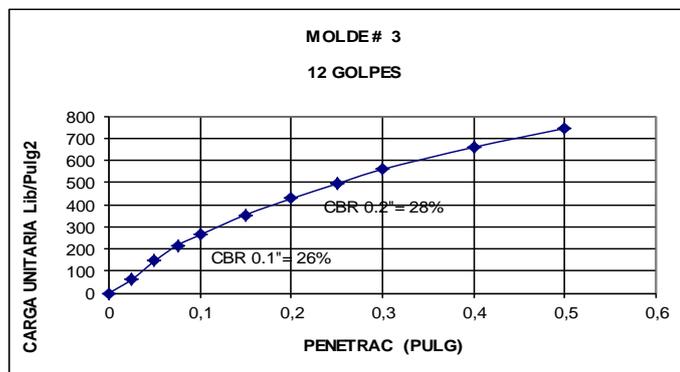
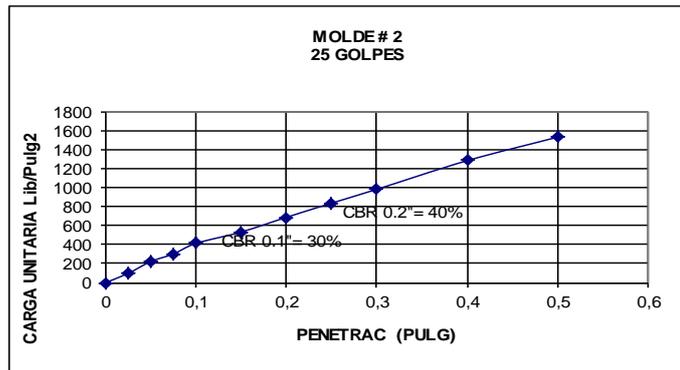
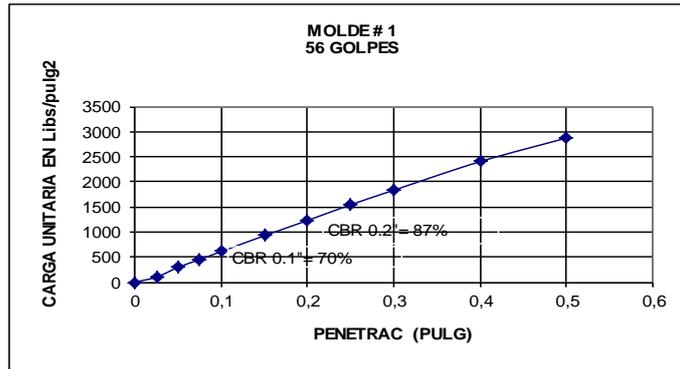
Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

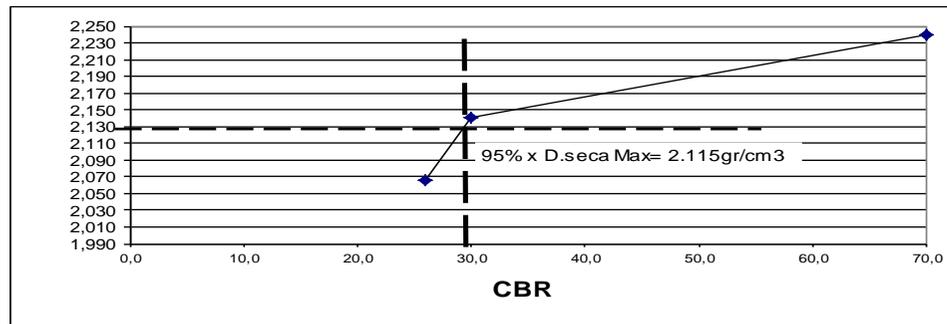
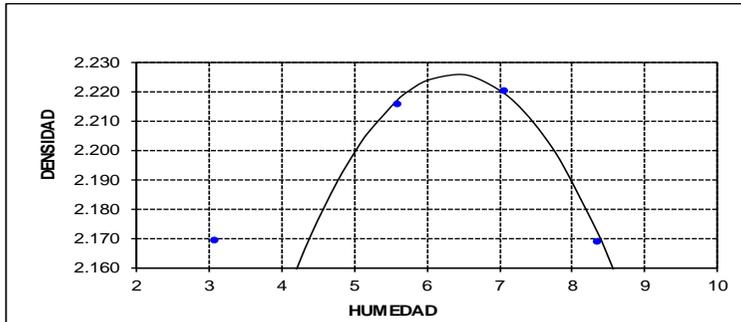


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,226 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 6.38%**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 70%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 29%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0,1	0,2	
56	70,0	87	2,239
25	30	40	2,140
12	26,0	28,0	2,066

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**CANtera NARDA MEJORADA MEZCLA 70%-30%**

**GRANULOMETRÍA**  
**LÍMITES DE PLASTICIDAD**  
**ABRASIÓN**  
**COMPACTACIÓN**  
**C.B.R**



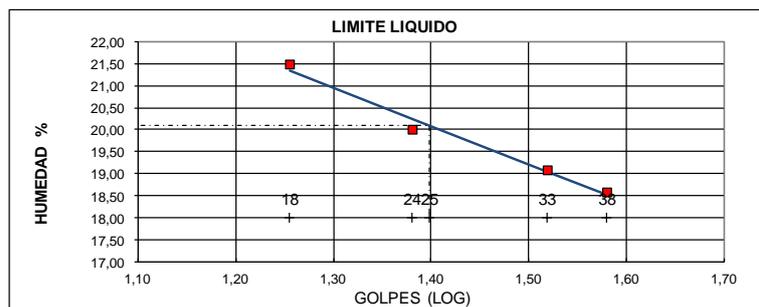
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27  
 LOCALIZACIÓN: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE) MUESTRA: 3  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ PROFUNDIDAD: STOCK  
 FECHA: OCTUBRE 2016 REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		490,56 501,35	485,21 493,45	57,16 59,06	1,25 1,82	1,53
	18	72,43	70,99	64,29	21,49	20,10
	24	73,44	71,75	63,30	20,00	
	33	76,27	74,23	63,54	19,08	
	38	83,73	81,80	71,42	18,59	
3.- LIMITE PLASTICO		72,77 62,20	72,28 61,83	69,23 59,50	16,07 15,88	15,97

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACION.-	
PESO IN=	20.997,54	(H/S)	S	GRAVA=	68 %
PESO INICIAL DE CALCULO:	20.997,5			ARENA=	24 %
				FINOS=	9 %
TAMZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL =	20,00 %
1 1/2"	2.226,27	10,6	89	LP =	16,00 %
1"	3.527,71	27,4	73	IP =	4,00 %
3/4"	2.703,44	40,3	60		
1/2"	2.433,03	51,9	48		
3/8"	1.279,77	58,0	42		
No. 4	2.041,32	67,7	32	CLASIFICACION:	
No. 10	1.445,42	74,6	25	SUCS =	GC
No. 40	1.893,24	83,6	16	AASHTO=	A-1-a
No. 200	1.611,42	91,3	9	IG(86)=	0
				IG(45)=	0



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL"

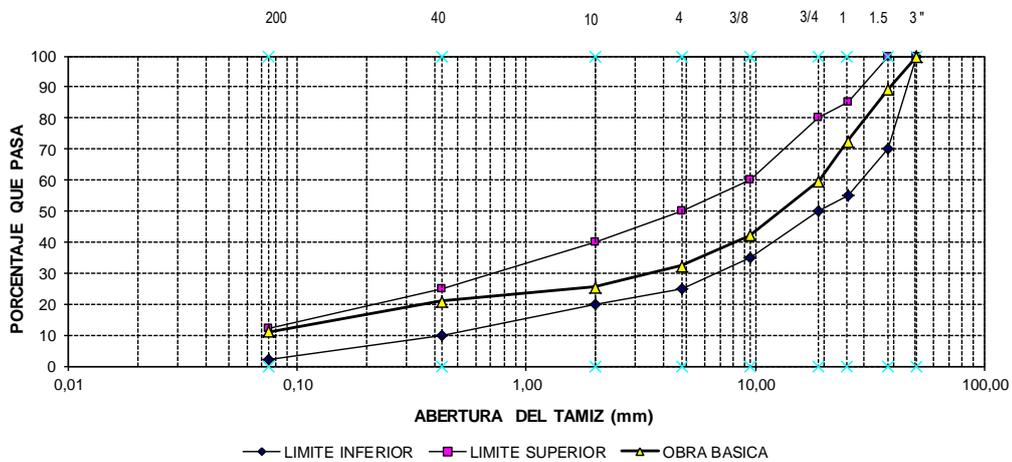
NORMA: ASTM D 422,  
ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO  
MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO  
NIVEL: BASE CLASE I TIPO-A  
REALIZADO: F.L.

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALIZAC: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)

SOLICITADO : ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

Tamiz (mm)	Peso Acumulado (gr)	%	%	ESPECIFICACIÓN	
				Que Pasa	Inferior
3" (76,2mm)	0	0	100		
2" (50.8mm)	0	0	100	100	100
1 1/2" (38.1mm)	2226,3	11	89	70	100
1" (25.4mm)	5754,0	27	73	55	85
3/4" (19.0mm)	8457,4	40	60	50	80
1/2" (12.50mm)	10890,5	52	48		
3/8" (9.5mm)	12170,2	58	42	35	60
N°4 (4.76mm)	14211,5	68	32	25	50
N°10 (2.00mm)	15657,0	75	25	20	40
N°40 (0.425mm)	17550,2	84	16	10	25
N°200 (0.075mm)	19161,6	91	9	2	12
Total	20997,5				

**CURVA GRANULOMÉTRICA PARA BASE CLASE 1 TIPO-A**



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES****PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL****OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO **NORMA:** AASHTO T 96 - 02**LOCALIZACIÓN:** CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)**MUESTRA:**MATERIAL  
DE CANTERA  
MEJORADA

30 % M. Cantera

**SOLICITADO:** ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

70 % M. Río

**FECHA:** OCTUBRE 2016**REALIZADO:** F.L**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				
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000			
<b>Número de esferas utilizadas:</b>				12			
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>				5000			
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>				3312			
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>				<b>33,76%</b>			

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b>
				50%

**Observación:** Este resultado se obtuvo con la realización de una mezcla con material de río para obtener los requisitos necesarios de desgaste; se mezcló 70 % de material de río y 30% de material de la cantera Narda obteniéndose una muestra homogénea

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESISEgdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ.: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

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:	15,31 cm.
ALTURA:	11,61 cm
VOLUMEN :	2.137 cm3
PESO :	6.270 gramos

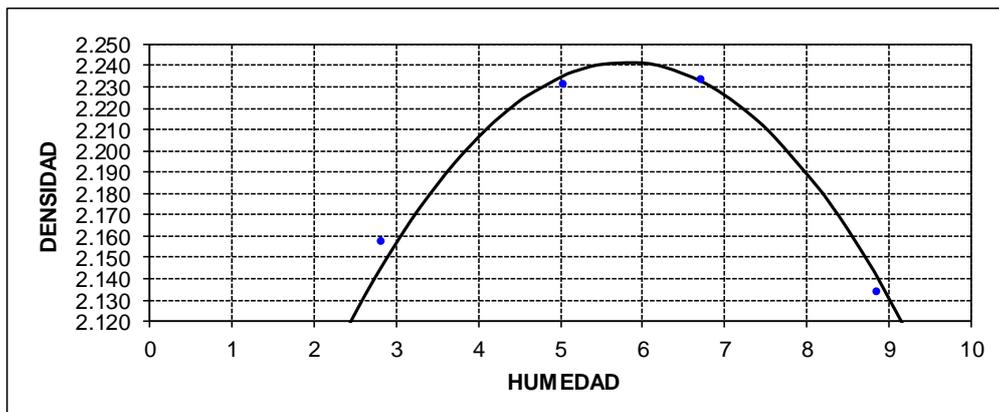
DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	11.015	11.269	11.362	11.240
Peso suelo:	4.745	4.999	5.092	4.970
Dens. Hum :	2.220	2.339	2.382	2.325

CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.:	534,01	526,01	502,31	499,67	514,47	515,55	512,95	543,29
W. seco:	521,28	512,90	482,03	480,44	486,99	487,42	476,11	503,94
W. caps:	68,45	66,69	73,61	70,07	63,07	76,84	66,07	63,75
w (%) :	2,81	2,94	4,97	4,69	6,48	6,85	8,98	8,94
promedio	2,87		4,83		6,67		8,96	
Dens. Seca:	2.158		2.231		2.233		2.134	

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.242 Kg/m<sup>3</sup>  
CONT. DE AGUA OPTIMO = 5,80 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL  
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE Nº	4	5	6
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,2	15,23	15,21
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,75	17,74	17,73
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,71	12,7	12,69
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,04	5,04	5,04
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE Nº	4		5		6	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATURAR.	DESPUES. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE gr.	12221	12298	12296	12434	11800	11990
PESO DEL MOLDE + BASE gr.	6755	6755	7054	7054	6804	6804
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA gr.	5466	5543	5242	5380	4996	5186
VOLUMEN DE MUESTRA cm <sup>3</sup>	2306,34	2306,34	2313,63	2313,63	2305,74	2305,74
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm <sup>3</sup>	2,370	2,403	2,266	2,325	2,167	2,249

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO										
RECIPiente Nº	GO32	7	LF3	G20	JB6	A-9	GO44	G17	G1	15	GO52	LF9
PESO DEL RECIPiente gr.	66,30	71,37	64,93	69,47	61,41	52,58	70,73	65,08	68,25	62,25	72,14	67,65
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC. gr.	456,30	459,63	522,11	533,42	464,11	494,61	585,77	582,12	438,25	496,97	540,17	531,25
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC. gr.	436,12	437,60	488,62	502,47	440,70	472,21	547,10	541,40	419,18	472,04	503,30	494,29
PESO DE AGUA gr.	20,18	22,03	33,49	30,95	23,41	22,4	38,67	40,72	19,07	24,93	36,87	36,96
PESO DE MUESTRA SECA gr.	369,82	366,23	423,69	433,00	379,29	419,63	476,37	476,32	350,93	409,79	431,16	426,64
CONTENIDO DE HUMEDAD gr.	5,46	6,02	7,90	7,15	6,17	5,34	8,12	8,55	5,43	6,08	8,55	8,66
HUMEDAD PROMEDIO %	5,74		7,53		5,76		8,33		5,76		8,61	
DENSIDAD SECA gr/cm <sup>3</sup>	2,241		2,235		2,142		2,146		2,049		2,071	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

MOLDE Nº	4	5	6
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12298	12434	11990
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12221	12296	11800
PESO DE AGUA ABSORBIDA	77	138	190
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	1,41	2,63	3,80

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 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,3	0,003	0,00	0,00	0,6	0,006	0,00	0,7	0,01	0,01
3	0,7	0,007	0,01	0,01	1,2	0,012	0,01	1,5	0,015	0,01
4	1	0,01	0,01	0,01	2,3	0,023	0,02	3	0,03	0,02
5	1	0,01	0,01	0,01	2,3	0,023	0,02	3	0,03	0,02

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN

PENETR.	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	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0,025		45,0	163,36		45,00	163,36		15,5	56,27	
0,050		117,0	424,74		79,50	288,60		26,0	94,39	
0,075		176,0	638,92		107,50	390,25		35,0	127,06	
0,100	1000	233,0	845,85	84,0	127,00	461,04	46,0	43,5	157,92	16
0,150		345,0	1252,43		169,00	613,51		59,0	214,18	
0,200	1500	455,0	1651,76	109,0	207,00	751,46	50,0	73,5	266,82	18
0,250		555,0	2014,78		242,00	878,52		88,5	321,28	
0,300	1900	647,0	2348,77		275,50	1000,13		101,5	368,47	
0,400	2300	810,0	2940,50		339,00	1230,65		127,5	462,86	
0,500	2600	952,0	3455,99		399,00	1448,47		157,5	571,76	

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

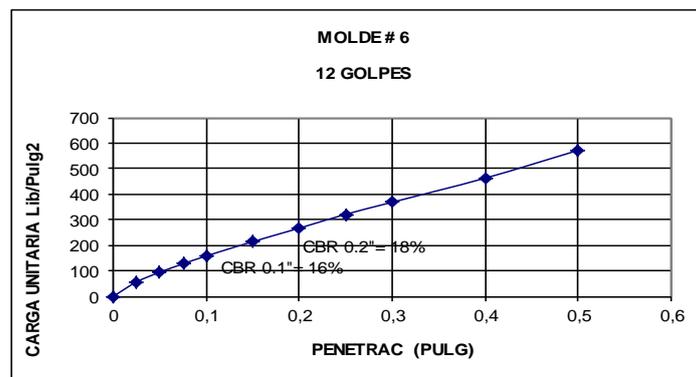
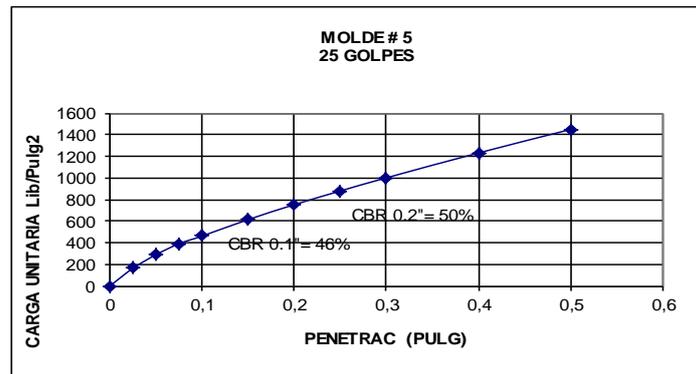
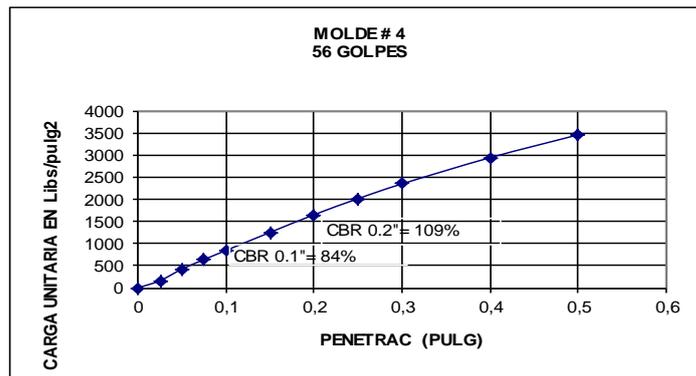
Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

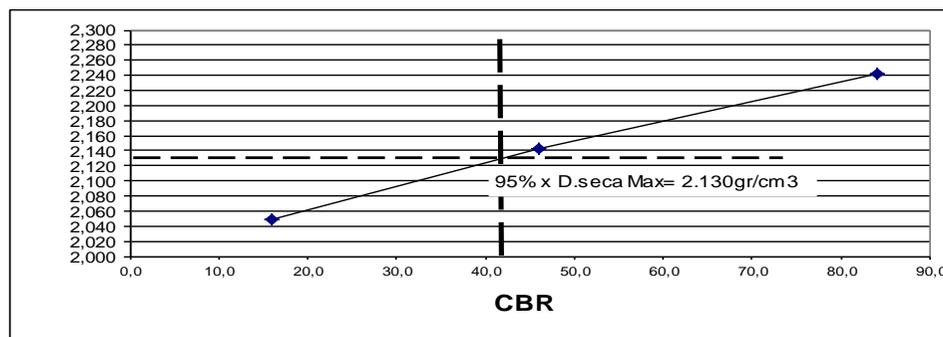
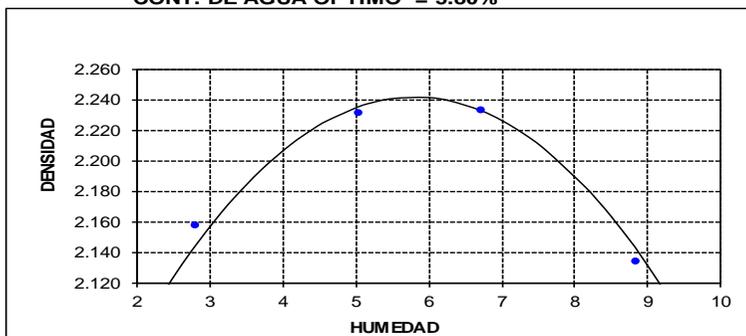


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA NARDA (SAUCES NORTE)  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,242 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 5.80%**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 84%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 42%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0,1	0,2	
56	84,0	109	2,241
25	46	50	2,142
12	16,0	18,0	2,049

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**CANtera LAS LÁGRIMAS MEJORADA MEZCLA 50%-50%**

**GRANULOMETRÍA  
LÍMITES DE PLASTICIDAD  
ABRASIÓN  
COMPACTACIÓN  
C.B.R**



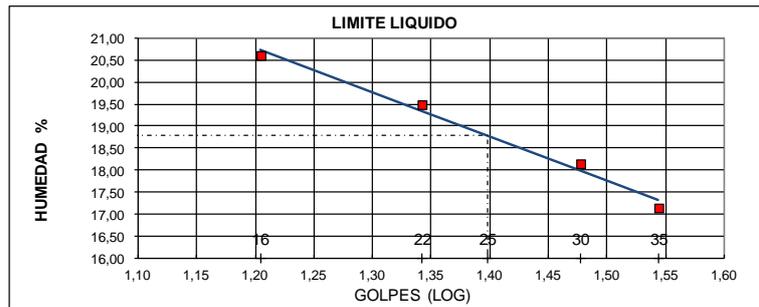
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL  
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALIZACIÓN: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE) NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ MUESTRA: 1  
FECHA: OCTUBRE 2016 PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		460,14 495,78	454,60 487,89	69,03 63,53	1,44 1,86	1,65
2.- LIM. LIQUIDO	16 22 30 35	74,41 72,44 75,45 81,87	72,68 70,95 73,62 80,34	64,29 63,30 63,54 71,42	20,62 19,48 18,15 17,15	18,79
3.- LIMITE PLASTICO		71,50 61,67	71,19 61,37	69,23 59,50	15,82 16,04	15,93

4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-	
PESO IN=	21.462,85	(H/S)	S	GRAVA=	63 %
PESO INICIAL DE CALCULO:			21.462,9	ARENA=	28 %
				FINOS=	10 %
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL =	19,00 %
1 1/2"	1.919,36	8,9	91	LP =	16,00 %
1"	2.448,95	20,4	80	IP =	3,00 %
3/4"	2.092,59	30,1	70		
1/2"	2.586,37	42,2	58		
3/8"	1.620,69	49,7	50		
No. 4	2.803,89	62,8	37	CLASIFICACION:	
No. 10	2.103,31	72,6	27	SUCS =	GM
No. 40	2.202,65	82,8	17	AASHTO=	A-1-a
No. 200	1.643,51	90,5	10	IG(86)=	0
				IG(45)=	0



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL"

NORMA: ASTM D 422,

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALIZAC: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)

MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

SOLICITADO : ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

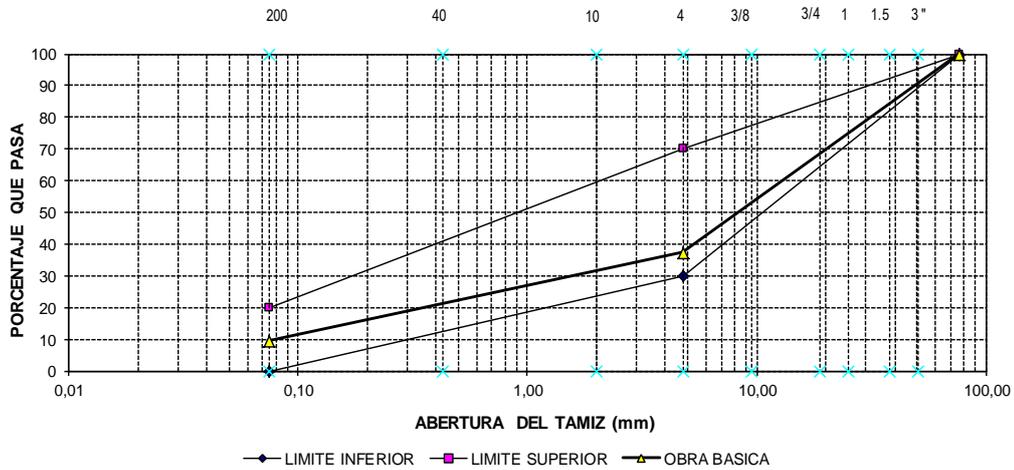
NIVEL: SUB-BASE CLASE III

FECHA: OCTUBRE 2016

REALIZADO: F.L.

Tamiz (mm)	Peso Acumulado (gr)	%	%	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
3" (76.2mm)	0	0	100	100	100
2" (50.8mm)	183,0	1	99		
1 1/2" (38.1mm)	1919,4	9	91		
1" (25.4mm)	4368,3	20	80		
3/4" (19.0mm)	6460,9	30	70		
1/2" (12.50mm)	9047,3	42	58		
3/8" (9.5mm)	10668,0	50	50		
N°4 (4.76mm)	13471,9	63	37	30	70
N°10 (2.00mm)	15575,2	73	27		
N°40 (0.425mm)	17777,8	83	17		
N°200 (0.075mm)	19421,3	90	10	0	20
Total	21462,9				

**CURVA GRANULOMÉTRICA PARA SUB-BASE CLASE 3**



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

**PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO **NORMA:** AASHTO T 96 - 02

<b>LOCALIZACIÓN:</b> CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)	<b>MUESTRA:</b>	MATERIAL DE CANTERA MEJORADA	50 % M. Cantera
<b>SOLICITADO:</b> ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ			50 % M. Río
<b>FECHA:</b> OCTUBRE 2016			
<b>REALIZADO:</b> F.L			

**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				
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000			
<b>Número de esferas utilizadas:</b>				12			
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>				5000			
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>				3056,5			
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>				<b>38,87%</b>			

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b>
				50%

**Observación:** Este resultado se obtuvo con la realización de una mezcla con material de río para obtener los requisitos necesarios de desgaste; se mezcló 50 % de material de río y 50% de material de la cantera Las Lágrimas obteniéndose una muestra homogénea

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ.: CANTERA LAS LAGRIMAS  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

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:	15,31 cm.
ALTURA:	11,61 cm
VOLUMEN :	2.137 cm3
PESO :	6.270 gramos

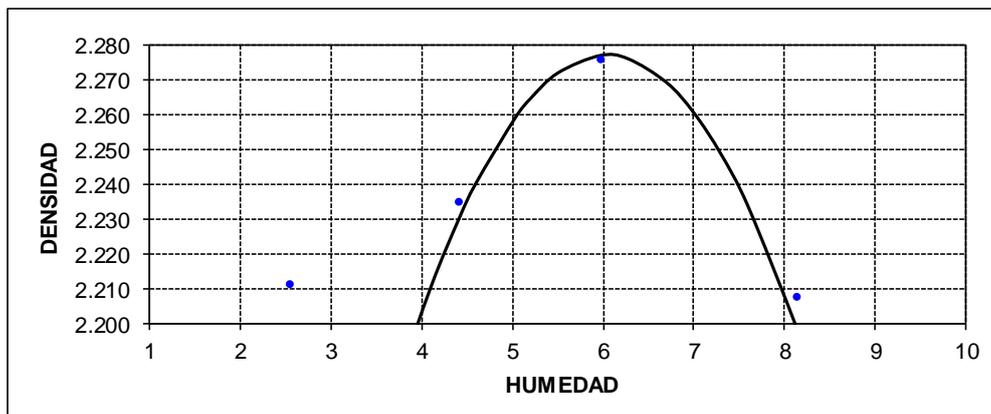
**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	11.113	11.262	11.416	11.367
Peso suelo:	4.843	4.992	5.146	5.097
Dens. Hum :	2.266	2.336	2.408	2.385

**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	561,57	559,95	519,20	532,66	513,49	552,94	579,05	598,38
W. seco:	549,75	548,12	499,73	513,05	488,54	527,21	540,55	559,21
W. caps:	68,45	66,69	73,61	70,07	63,07	76,84	66,07	63,75
w (%) :	2,46	2,46	4,57	4,43	5,86	5,71	8,11	7,91
promedio	2,46		4,50		5,79		8,01	
Dens. Seca:	2.212		2.235		2.276		2.208	

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.277 Kg/m3  
CONT. DE AGUA OPTIMO = 6,04 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL  
OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALIZ: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE Nº	10	11	12
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,2	15,21	15,245
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,715	17,76	17,75
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,675	12,72	12,71
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,04	5,04	5,04
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE Nº		10		11		12	
Nº DE GOLPES POR CAPA		56		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		ANTES SATURAR	DESPUES. SATURAR	ANTES SATURAR	DESP. SATURAR	ANTES SATURAR	DESP. SATURAR
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	12683	12733,5	12178	12306	11972	12102
PESO DEL MOLDE + BASE	gr.	7139	7139	6800	6800	6840	6840
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr.	5544	5594,5	5378	5506	5132	5262
VOLUMEN DE MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2299,99	2299,99	2311,19	2311,19	2320,01	2320,01
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	2,410	2,432	2,327	2,382	2,212	2,268

HUMEDAD		ARRIBA	ABAJO										
RECIPIENTE Nº		PJ665	LF15	JA10	CT-6	GO43	GE5	G18	J-8	LF3	GO44	A-5	JB6
PESO DEL RECIPIENTE	gr.	66,64	63,54	57,38	56,23	69,34	59,97	71,21	55,09	64,97	70,71	52,23	61,41
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr.	500,06	465,32	532,55	524,97	468,57	457,19	564,79	549,86	456,99	487,60	548,51	592,34
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr.	475,74	443,61	503,79	494,04	446,07	434,09	527,15	512,77	435,09	464,43	509,52	551,73
PESO DE AGUA	gr.	24,32	21,71	28,76	30,93	22,5	23,1	37,64	37,09	21,9	23,17	38,99	40,61
PESO DE MUESTRA SECA	gr.	409,1	380,07	446,41	437,81	376,73	374,12	455,94	457,68	370,12	393,72	457,29	490,32
CONTENIDO DE HUMEDAD	gr.	5,94	5,71	6,44	7,06	5,97	6,17	8,26	8,10	5,92	5,88	8,53	8,28
HUMEDAD PROMEDIO	%	5,83		6,75		6,07		8,18		5,90		8,40	
DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup>	2,278		2,279		2,194		2,202		2,089		2,092	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA				
MOLDE Nº		10	11	12
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN		12733,5	12306	12102
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN		12683	12178	11972
PESO DE AGUA ABSORBIDA		50,5	128	130
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA		0,91	2,38	2,53

DATOS DE ESPONJAMIENTO											
FECHA	TIEMPO	MOLDE Nº 10			MOLDE Nº 11			MOLDE Nº 12			
Y	EN	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	
HORA	DÍAS	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0,1	0,001	0,00	0,4	0,004	0,00	0,2	0,00	0,00	
	3	0,1	0,001	0,00	0,8	0,008	0,01	0,5	0,005	0,00	
	4	0,1	0,001	0,00	1,5	0,015	0,01	1,5	0,015	0,01	
	5	0,1	0,001	0,00	1,5	0,015	0,01	1,5	0,02	0,01	

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN											
PENETR	CARGAS	MOLDE Nº 10			MOLDE Nº 11			MOLDE Nº 12			
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 <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plgx10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	
0,025		56,0	203,29		15,00	54,45		16,0	58,08		
0,050		116,0	421,11		27,00	98,02		36,0	130,69		
0,075		177,0	642,55		40,00	145,21		55,5	201,48		
0,100	1000	231,0	838,59	84,0	54,00	196,03	32,0	74,0	268,64	27	
0,150		343,0	1245,17		88,00	319,46		104,0	377,55		
0,200	1500	452,0	1640,87	110,0	131,00	475,56	64,0	129,0	468,30	31	
0,250		556,0	2018,41		173,00	628,03		155,0	562,69		
0,300	1900	647,0	2348,77		211,00	765,98		175,0	635,29		
0,400	2300	838,0	3042,14		276,50	1003,76		213,5	775,06		
0,500	2600	975,0	3539,49		335,00	1216,13		254,0	922,08		

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

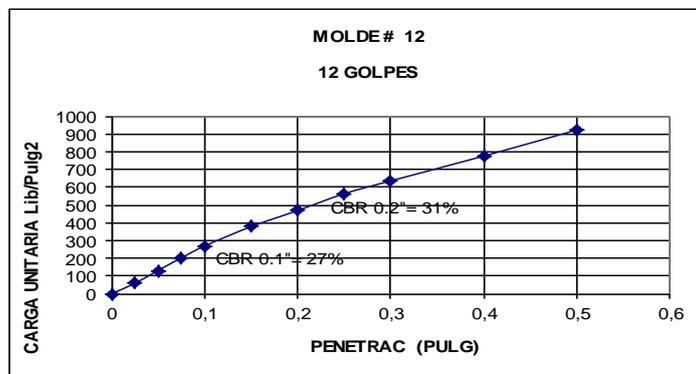
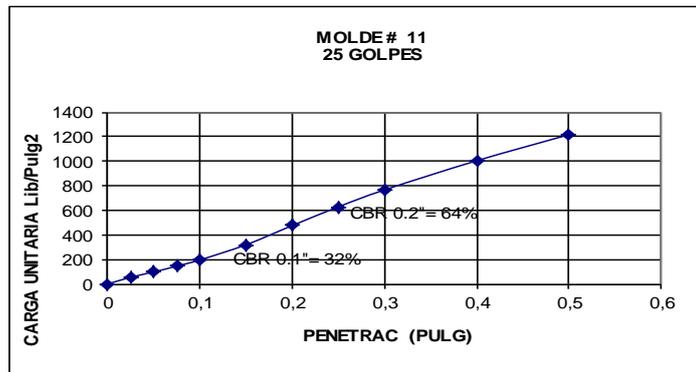
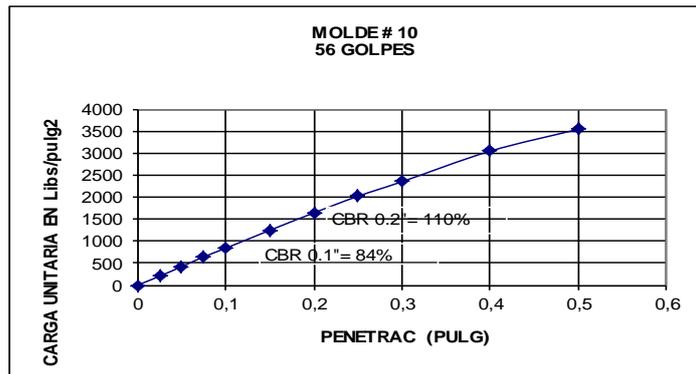


DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTP

PROYECTO CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA LAS LAGRIMAS  
SOLICITADO ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

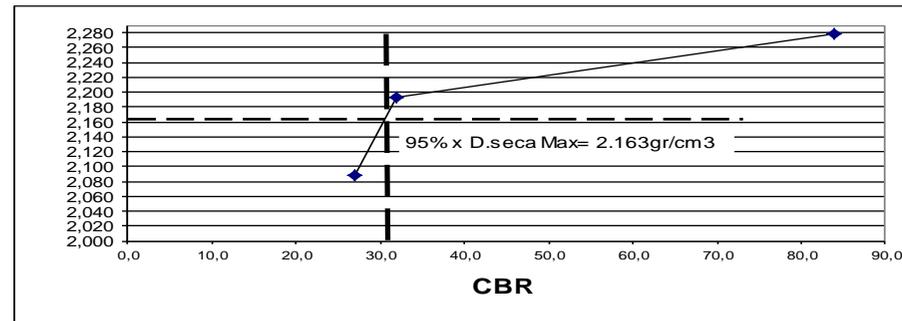
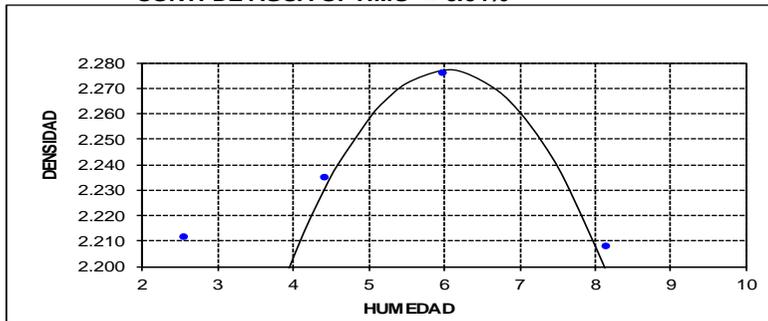


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA LAS LÁGRIMAS (MOTUPE)  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,277 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 6.04%**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 84%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 31%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX.
	0,1	0,2	
56	84,0	110	2,278
25	32	64	2,194
12	27,0	31,0	2,089

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**CANtera LAS LÁGRIMAS MEJORADA MEZCLA 60%-40%**

**GRANULOMETRÍA  
LÍMITES DE PLASTICIDAD  
ABRASIÓN  
COMPACTACIÓN  
C.B.R**



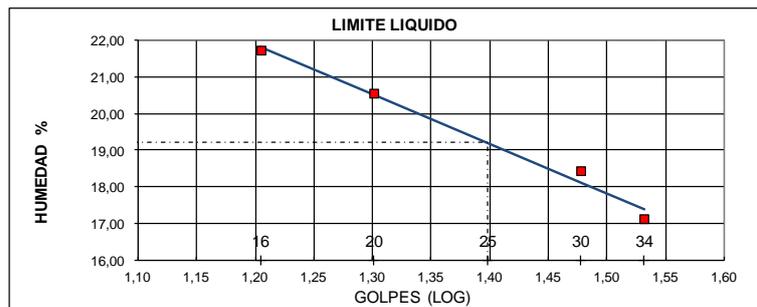
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALIZACIÓN: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE) NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ MUESTRA: 2  
 FECHA: OCTUBRE 2016 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		476,16 502,56	469,85 495,32	69,03 63,53	1,57 1,68	1,63
2.- LIM. LIQUIDO	16 20 30 34	75,21 74,50 77,99 83,25	73,26 72,59 75,74 81,52	64,29 63,30 63,54 71,42	21,74 20,56 18,44 17,13	19,20
3.- LIMITE PLASTICO		80,83 80,86	79,08 79,57	68,87 72,03	17,14 17,11	17,12

4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-	
PESO IN=	21.462,85	(H/S)	S	GRAVA=	65 %
PESO INICIAL DE CALCULO:			21.462,9	ARENA=	26 %
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	FINOS=	9 %
1 1/2"	2.045,34	9,5	90	LL =	19,00 %
1"	1.602,38	17,0	83	LP =	17,00 %
3/4"	2.257,20	27,5	72	IP =	2,00 %
1/2"	2.956,75	41,3	59		
3/8"	1.937,39	50,3	50	CLASIFICACION:	
No. 4	3.211,48	65,3	35	SUCS =	GM
No. 10	1.739,12	73,4	27	AASHTO=	A-1-a
No. 40	2.052,78	82,9	17	IG(86)=	0
No. 200	1.809,09	91,4	9	IG(45)=	0



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL"

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALIZAC: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)

SOLICITADO : ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

FECHA: OCTUBRE 2016

NORMA: ASTM D 422,

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

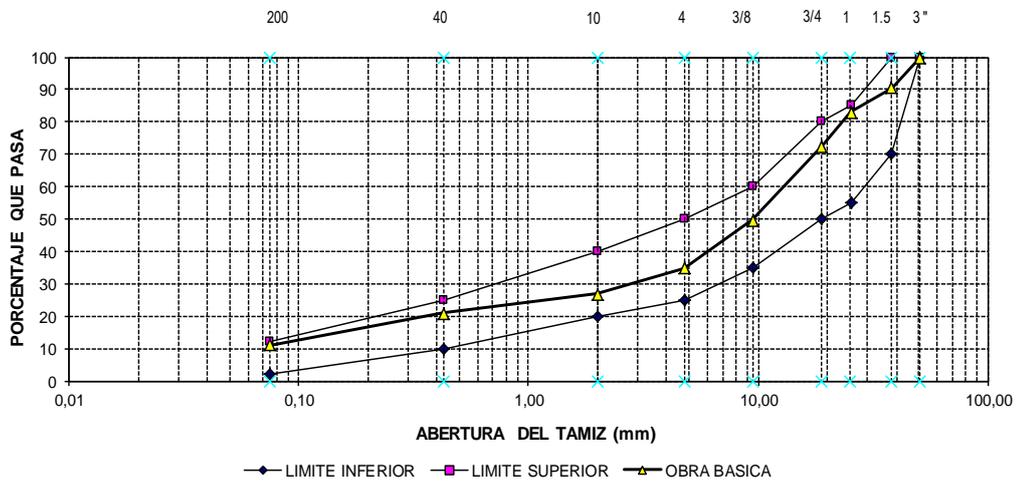
MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

NIVEL: BASE CLASE I TIPO-A

REALIZADO: F.L.

Tamiz (mm)	Peso Acumulado (gr)	% Acumulado	% Que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
3" (76.2mm)	0	0	100		
2" (50.8mm)	0	0	100	100	100
1 1/2" (38.1mm)	2045,3	10	90	70	100
1" (25.4mm)	3647,7	17	83	55	85
3/4" (19.0mm)	5904,9	27	73	50	80
1/2" (12.50mm)	8861,7	41	59		
3/8" (9.5mm)	10799,1	50	50	35	60
N°4 (4.76mm)	14010,5	65	35	25	50
N°10 (2.00mm)	15749,7	73	27	20	40
N°40 (0.425mm)	17802,4	83	17	10	25
N°200 (0.075mm)	19611,5	91	9	2	12
Total	21496,5				

**CURVA GRANULOMÉTRICA PARA BASE CLASE 1 TIPO-A**



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

**PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO **NORMA:** AASHTO T 96 - 02

<b>LOCALIZACIÓN:</b> CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)	<b>MUESTRA:</b>	MATERIAL DE CANTERA MEJORADA	40 % M. Cantera
<b>SOLICITADO:</b> ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ			60 % M. Río
<b>FECHA:</b> OCTUBRE 2016			
<b>REALIZADO:</b> F.L			

**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				
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000			
<b>Número de esferas utilizadas:</b>				12			
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>				5000			
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>				3152			
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>				<b>36,96%</b>			

Valor de Abrasión en Porcentaje	v=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b> 50%
---------------------------------	----	----------------------------	--------------------------------------	----------------------

**Observación:** Este resultado se obtuvo con la realización de una mezcla con material de río para obtener los requisitos necesarios de desgaste; se mezcló 60 % de material de río y 40% de material de la cantera Las Lágrimas obteniéndose una muestra homogénea

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ.: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

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:	15,31 cm.
ALTURA:	11,61 cm
VOLUMEN :	2.137 cm <sup>3</sup>
PESO :	6.270 gramos

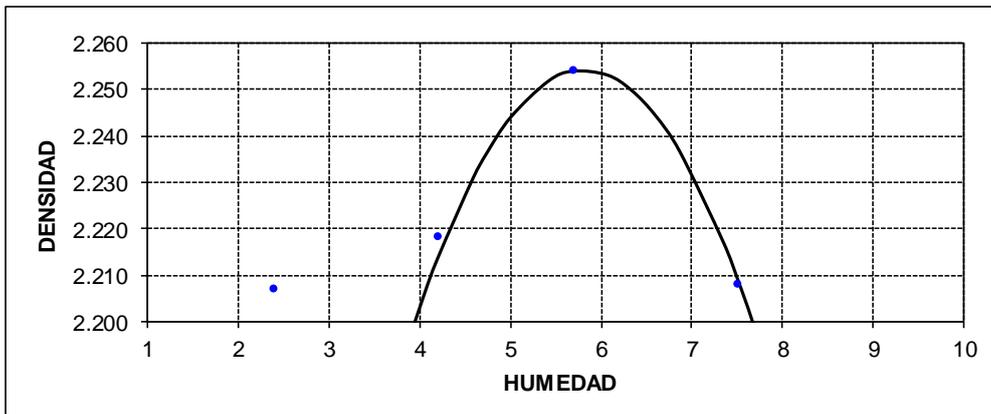
**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	11.101	11.215	11.364	11.345
Peso suelo:	4.831	4.945	5.094	5.075
Dens. Hum :	2.260	2.314	2.383	2.374

**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	561,19	565,59	524,91	526,15	582,98	559,52	550,05	572,51
W. seco:	549,69	553,87	505,84	507,87	555,31	532,84	515,46	537,70
W. caps:	68,45	66,69	73,61	70,07	63,07	76,84	66,07	63,75
w (%) :	2,39	2,41	4,41	4,18	5,62	5,85	7,70	7,34
promedio	2,40		4,29		5,74		7,52	
Dens. Seca:	2.207		2.218		2.254		2.208	

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.254 Kg/m<sup>3</sup>  
CONT. DE AGUA OPTIMO = 5,81 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
 FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE Nº	13	14	15
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,21	15,235	15,22
ALTURA DEL MOLDE: (cm)	17,78	17,78	17,78
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,74	12,74	12,74
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,04	5,04	5,04
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE Nº		13		14		15	
Nº DE GOLPES POR CAPA		56		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		ANTES SATURAR.	DESPUES. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	12238	12300	11966	12091	11655,5	11750
PESO DEL MOLDE + BASE	gr.	6714	6714	6679	6679	6684	6684
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr.	5524	5586	5287	5412	4971,5	5066
VOLUMEN DE MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2314,82	2314,82	2322,44	2322,44	2317,87	2317,87
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	2,386	2,413	2,276	2,330	2,145	2,186

HUMEDAD		ARRIBA	ABAJO										
RECIPIENTE Nº		U22	R2	R2	MY6	LF5	G5	MY4	GO33	GB4	GO33	GO32	5'
PESO DEL RECIPIENTE.	gr.	61,92	66,34	66,34	54,58	66,87	72,40	56,77	69,01	72,39	69,00	66,31	65,55
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr.	497,88	482,55	559,05	525,48	499,16	468,63	614,22	553,55	514,83	481,92	568,32	593,12
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr.	474,97	459,08	530,09	494,50	475,52	448,20	578,58	519,31	492,20	457,94	538,15	559,82
PESO DE AGUA.	gr.	22,91	23,47	28,96	30,98	23,64	20,43	35,64	34,24	22,63	23,98	30,17	33,3
PESO DE MUESTRA SECA.	gr.	413,05	392,74	463,75	439,92	408,65	375,8	521,81	450,30	419,81	388,94	471,84	494,27
CONTENIDO DE HUMEDAD.	gr.	5,55	5,98	6,24	7,04	5,78	5,44	6,83	7,60	5,39	6,17	6,39	6,74
HUMEDAD PROMEDIO.	%	5,76		6,64		5,61		7,22		5,78		6,57	
DENSIDAD SECA.	gr/cm <sup>3</sup>	2,256		2,263		2,156		2,173		2,028		2,051	

**PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA**

MOLDE Nº		13		14		15	
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.		12300		12091		11750	
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.		12238		11966		11655,5	
PESO DE AGUA ABSORBIDA		62		125		94,5	
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA		1,12		2,36		1,90	

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

FECHA	TIEMPO	MOLDE Nº 13			MOLDE Nº 14			MOLDE Nº 15		
		Y	EN	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
HORA	DÍAS	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0,2	0,002	0,00	0,5	0,005	0,00	1,7	0,02	0,01
	3	0,5	0,005	0,00	1	0,01	0,01	3,5	0,035	0,03
	4	1	0,01	0,01	1,5	0,015	0,01	4,3	0,043	0,03
	5	1	0,01	0,01	1,5	0,015	0,01	4,3	0,04	0,03

**DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN**

PENETR.	CARGAS	MOLDE Nº 13			MOLDE Nº 14			MOLDE Nº 15		
		EN	TIPO	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.	LECTURA DIAL	PRESIÓN	C.B.R. CORREG.
	plg.	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0,025			19,0	68,97		34,00	123,43		13,0	47,19
0,050			52,0	188,77		61,00	221,44		29,0	105,28
0,075			106,0	384,81		96,00	348,50		45,0	163,36
0,100	1000		161,0	584,47	89,0	123,00	446,52	44,0	53,0	192,40
0,150			280,0	1016,47		174,00	631,66		81,0	294,05
0,200	1500		401,0	1455,73	117,0	222,00	805,91	54,0	105,0	381,18
0,250			529,0	1920,40		274,00	994,69		130,5	473,75
0,300	1900		648,0	2352,40		314,00	1139,90		147,5	535,46
0,400	2300		841,0	3053,03		382,00	1386,75		194,0	704,27
0,500	2600		991,5	3599,38		467,00	1695,32		239,0	867,63

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

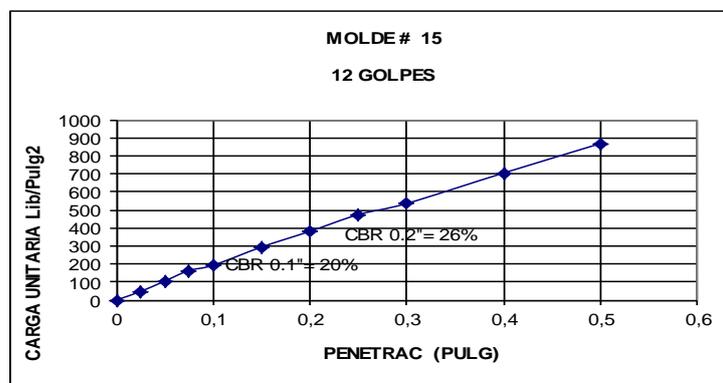
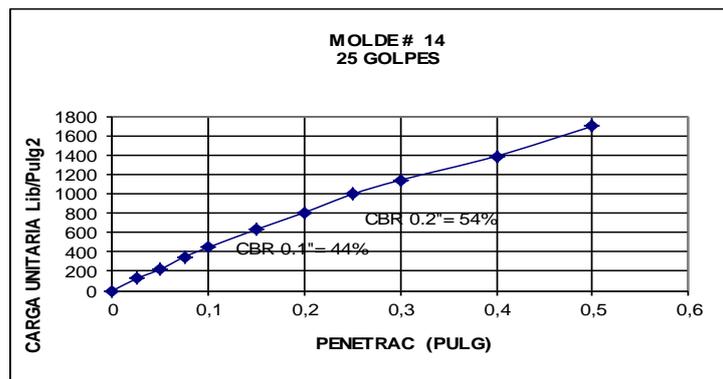
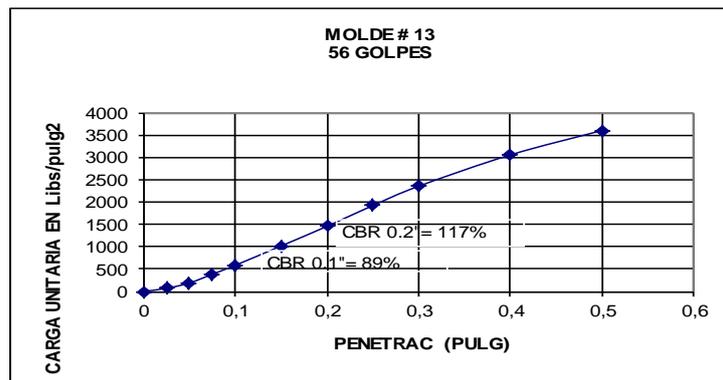
Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

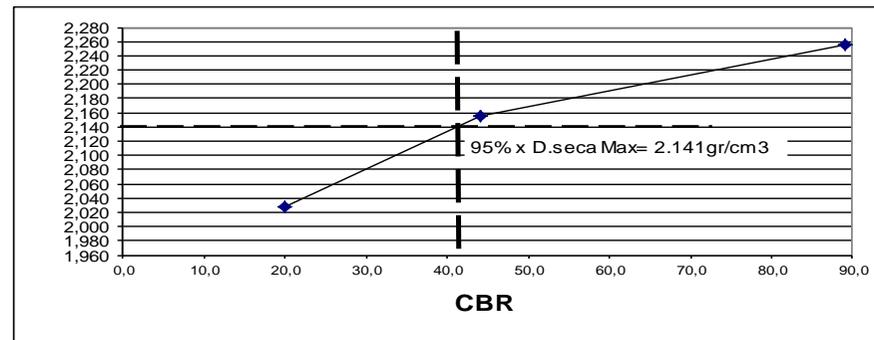
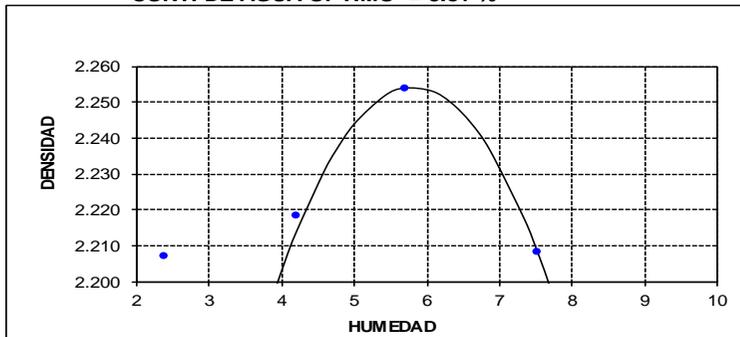


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,254 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 5.81 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 89%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 42%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0,1	0,2	
56	89,0	117	2,256
25	44	54	2,156
12	20,0	26,0	2,028

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

**CANTERA LAS LÁGRIMAS MEJORADA MEZCLA 70%-30%**

**GRANULOMETRÍA  
LÍMITES DE PLASTICIDAD  
ABRASIÓN  
COMPACTACIÓN  
C.B.R**



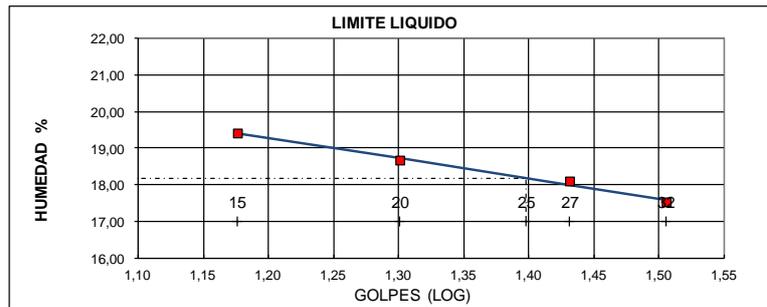
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALIZACIÓN: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE) NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ MUESTRA: 3  
 FECHA: OCTUBRE 2016 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		486,16	477,85	69,03	2,03	1,94
		523,43	515,07	62,53	1,85	
2.- LIM. LIQUIDO	15	74,56	72,89	64,29	19,42	18,19
	20	73,85	72,19	63,30	18,67	
	27	76,97	74,91	63,54	18,12	
	32	82,35	80,72	71,42	17,53	
3.- LIMITE PLASTICO		81,37	79,70	69,85	16,95	16,87
		81,56	80,32	72,93	16,78	

4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-	
PESO IN=	21.499,76	(H/S)	S	GRAVA=	68 %
PESO INICIAL DE CALCULO:	21.499,8			ARENA=	25 %
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	FINOS=	6 %
1 1/2"	1.731,32	8,1	92	LL =	18,00 %
1"	2.585,93	20,1	80	LP =	17,00 %
3/4"	3.074,62	34,4	66	IP =	1,00 %
1/2"	2.613,84	46,5	53	CLASIFICACION:	
3/8"	1.761,99	54,7	45	SUCS =	GM
No. 4	2.904,56	68,2	32	AASHTO=	A-1-a
No. 10	2.052,62	77,8	22	IG(86)=	0
No. 40	1.951,59	86,9	13	IG(45)=	0
No. 200	1.440,76	93,6	6		



CLASIFICACIÓN AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena (A-1-a)

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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL"

NORMA: ASTM D 422,

ABSCISA : BANCO DE PRESTAMO

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALIZAC: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)

MUESTRA: MATERIAL DE MEJORAMIENTO

SOLICITADO : ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ

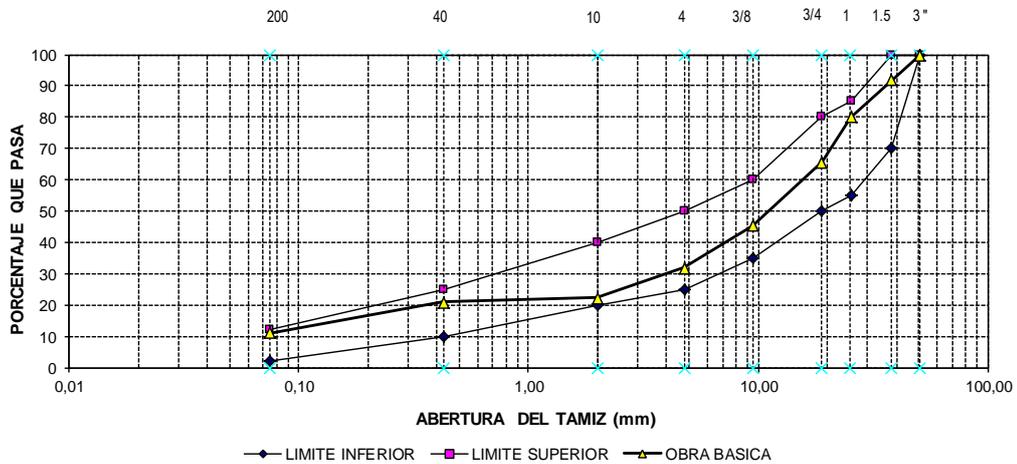
NIVEL: BASE CLASE I TIPO-A

FECHA: OCTUBRE 2016

REALIZADO: F.L.

Tamiz (mm)	Peso Acumulado (gr)	%	%	ESPECIFICACIÓN	
				Inferior	Superior
3" (76,2mm)	0	0	100		
2" (50,8mm)	0	0	100	100	100
1 1/2" (38,1mm)	1731,3	8	92	70	100
1" (25,4mm)	4317,3	20	80	55	85
3/4" (19,0mm)	7391,9	34	66	50	80
1/2" (12,50mm)	10005,7	47	53		
3/8" (9,5mm)	11767,7	55	45	35	60
Nº4 (4,76mm)	14672,3	68	32	25	50
Nº10 (2,00mm)	16724,9	78	22	20	40
Nº40 (0,425mm)	18676,5	87	13	10	25
Nº200 (0,075mm)	20117,2	94	6	2	12
Total	21499,8				

**CURVA GRANULOMÉTRICA PARA BASE CLASE 1 TIPO-A**



OBSERVACIONES: La muestra fue tomada y ensayada por el tésista bajo la dirección del director de tesis.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**

LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS - UTPL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PÁRTICULAS MENORES A 37.5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

**PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**OBRA:** ESTUDIO DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO **NORMA:** AASHTO T 96 - 02

<b>LOCALIZACIÓN:</b> CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)	<b>MUESTRA:</b>	MATERIAL DE CANTERA MEJORADA	30 % M. Cantera
<b>SOLICITADO:</b> ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ			70 % M. Río
<b>FECHA:</b> OCTUBRE 2016			
<b>REALIZADO:</b> F.L			

**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				
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)	1250			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000			
<b>Número de esferas utilizadas:</b>				12			
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>				5000			
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>				3201			
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>				<b>35,98%</b>			

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b>
				50%

**Observación:** Este resultado se obtuvo con la realización de una mezcla con material de río para obtener los requisitos necesarios de desgaste; se mezcló 50 % de material de río y 50% de material de la cantera Las Lágrimas obteniéndose una muestra homogénea

Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA



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

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

NORMA : T 180-D

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ.: CANTERA LAS LAGRIMAS  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
FECHA: OCTUBRE 2016

PROFUND.: STOCK  
REALIZADO: F.L

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:	15,31 cm.
ALTURA:	11,61 cm
VOLUMEN :	2.137 cm3
PESO :	6.270 gramos

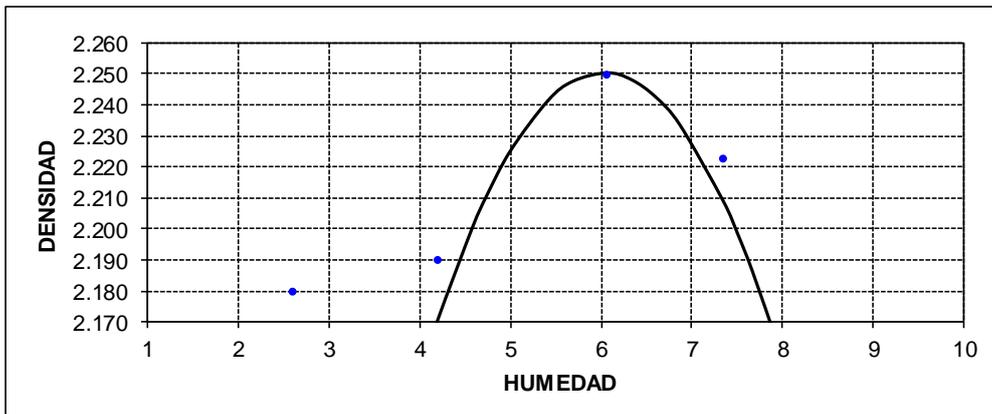
**DATOS PARA LA CURVA:**

PUNTO No.:	2%	4%	6%	8%
Peso comp.:	11.042	11.159	11.360	11.358
Peso suelo:	4.772	4.889	5.090	5.088
Dens. Hum :	2.232	2.287	2.381	2.381

**CONTENIDOS DE HUMEDAD:**

W. hum.:	547,59	576,92	547,03	556,55	560,00	566,77	572,87	610,26
W. seco:	536,50	564,67	526,84	535,97	532,56	539,59	538,92	574,32
W. caps:	68,45	66,69	73,61	70,07	63,07	76,84	66,07	63,75
w (%) :	2,37	2,46	4,45	4,42	5,84	5,87	7,18	7,04
promedio	2,41		4,44		5,86		7,11	
Dens. Seca:	2.180		2.190		2.250		2.223	

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2.250 Kg/m3  
CONT. DE AGUA OPTIMO = 6,03 %



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

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



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

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
 EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
 INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALIZ: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
 FECHA: OCTUBRE 2016

NUMERO DEL MOLDE Nº	12	16	17
DIÁMETRO DEL MOLDE: (cm)	15,21	15,22	15,22
ALTURA DEL MOLDE : (cm)	17,785	17,78	17,80
ALTURA DE LA MUESTRA: (cm)	12,735	12,73	12,75
ALTURA DEL ALZA: (cm)	5,05	5,05	5,05
NORMA: ASTM 1883			
PROFUND: STOCK			
REALIZADO: F.L			

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

MOLDE Nº	12		16		17		
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12		
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES SATURAR.	DESPUES. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	ANTES SATURAR.	DESP. SATURAR.	
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	gr.	12194,5	12231	11918	12000	11467	11558,5
PESO DEL MOLDE + BASE	gr.	6694	6694	6709	6709	6628	6628
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	gr.	5500,5	5537	5209	5291	4839	4930,5
VOLUMEN DE MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2313,91	2313,91	2316,05	2316,05	2319,69	2319,69
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	2,377	2,393	2,249	2,284	2,086	2,126

HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	
RECIPIENTE Nº	J-8	CT-6	JB2	07'	GE6	G6	A-9	U22	G17	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	
PESO DEL RECIPIENTE.	gr.	55,09	56,22	59,05	71,37	64,35	60,70	52,58	61,93	65,07	67,63	66,87	64,36
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA + REC.	gr.	484,86	498,63	564,22	556,48	447,48	461,93	591,08	591,94	460,21	475,39	610,08	558,46
PESO DE LA MUESTRA SECA + REC.	gr.	462,56	474,58	531,33	525,77	426,06	439,81	551,05	555,89	438,90	452,02	575,90	527,70
PESO DE AGUA.	gr.	22,3	24,05	32,89	30,71	21,42	22,12	40,03	36,05	21,31	23,37	34,18	30,76
PESO DE MUESTRA SECA.	gr.	407,47	418,36	472,28	454,40	361,71	379,11	498,47	493,96	373,83	384,39	509,03	463,34
CONTENIDO DE HUMEDAD.	gr.	5,47	5,75	6,96	6,76	5,92	5,83	8,03	7,30	5,70	6,08	6,71	6,64
HUMEDAD PROMEDIO.	%.	5,61		6,86		5,88		7,66		5,89		6,68	
DENSIDAD SECA.	gr/cm <sup>3</sup>	2,251		2,239		2,124		2,122		1,970		1,992	

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA						
MOLDE Nº	12		16		17	
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE DESPUÉS DE SATURACIÓN.	12231		12000		11558,5	
PESO MUESTRA HÚMEDA + MOLDE ANTES DE SATURACIÓN.	12194,5		11918		11467	
PESO DE AGUA ABSORBIDA	36,5		82		91,5	
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	0,66		1,57		1,89	

DATOS DE ESPONJAMIENTO										
FECHA	TIEMPO	MOLDE Nº 12			MOLDE Nº 16			MOLDE Nº 17		
		LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.	LECTURA DIAL	CAMBIO DE	ESPONJAM.
Y	EN	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%	mm x 10 <sup>-2</sup>	LONGITUD mm	%
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0,6	0,006	0,00	1,7	0,017	0,01	0,3	0,00	0,00
	3	1,2	0,012	0,01	3,5	0,035	0,03	0,5	0,005	0,00
	4	2,2	0,022	0,02	4,5	0,045	0,04	1,5	0,015	0,01
	5	2,2	0,022	0,02	4,5	0,045	0,04	1,5	0,02	0,01

DATOS ENSAYO DE PENETRACIÓN												
PENETR.	CARGAS	MOLDE Nº 12			MOLDE Nº 16			MOLDE Nº 17				
		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 <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	plg x 10 <sup>-4</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
0,025		25,0	90,76		21,00	76,24		14,0	50,82			
0,050		84,0	304,94		47,50	172,44		27,0	98,02			
0,075		165,0	598,99		75,00	272,27		40,0	145,21			
0,100	1000	227,0	824,06	106,0	100,50	364,84	32,0	57,0	206,92	20		
0,150		380,0	1379,49		148,00	537,28		87,5	317,65			
0,200	1500	523,0	1898,62	133,0	193,00	700,64	43,0	116,0	421,11	28		
0,250		657,0	2385,07		237,00	860,37		145,0	526,38			
0,300	1900	777,0	2820,70		281,00	1020,10		166,0	602,62			
0,400	2300	982,0	3564,90		363,00	1317,78		208,0	755,09			
0,500	2600	1157,0	4200,19		440,00	1597,31		250,0	907,56			

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

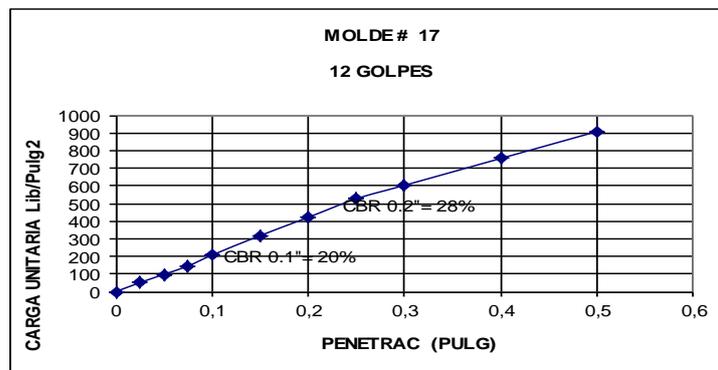
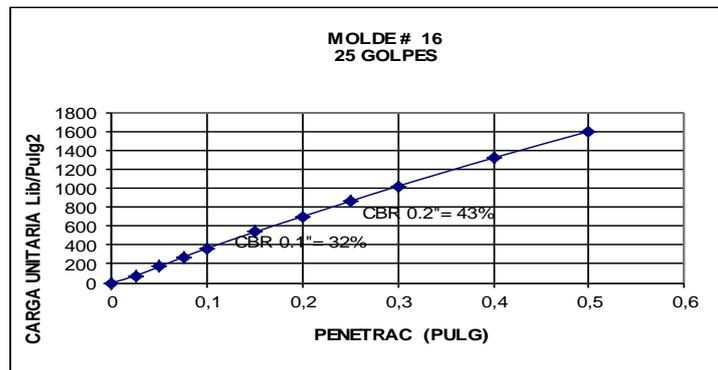
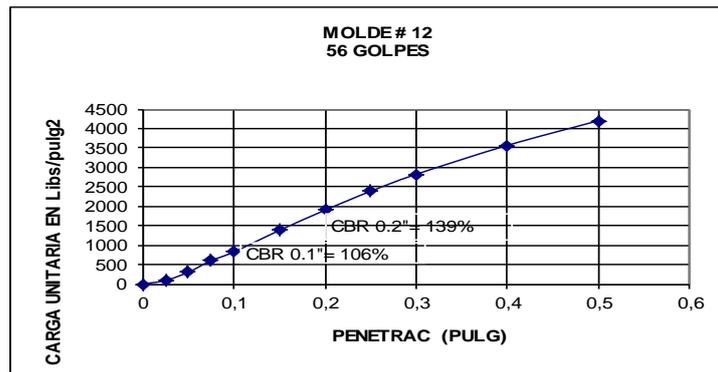
Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**



PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS  
EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
LOCALZ: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
PROFUNDIDAD: STOCK  
REALIZADO: F.L  
FECHA: OCTUBRE 2016

CURVAS DE CARGA UNITARIA - PENETRACIÓN



Ing. Ángel Tapia Chávez  
DIRECTOR DE TESIS

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
TESISTA

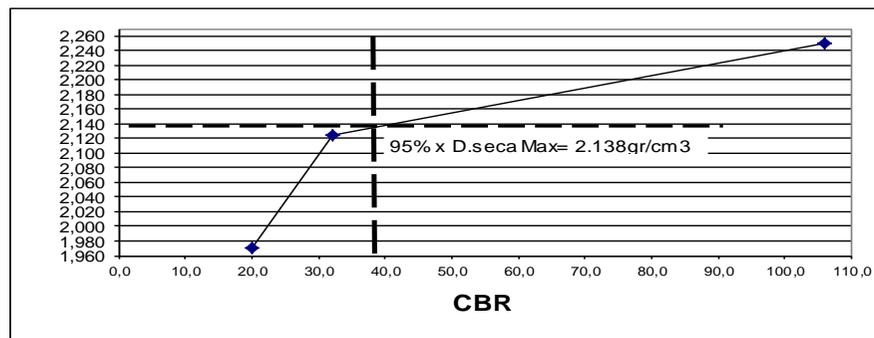
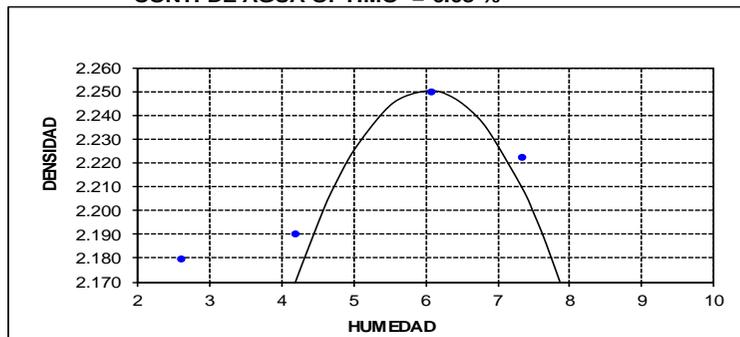


**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-UTPL**

PROYECTO: CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA,  
 PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

OBRA : ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA CON MEJORAMIENTO  
 LOCALZ: CANTERA LAS LAGRIMAS (MOTUPE)  
 SOLICITADO: ING. ANGEL TAPIA CHAVEZ  
 PROFUNDIDAD: STOCK  
 REALIZADO: F.L  
 FECHA: OCTUBRE 2016

**DENSIDAD SECA MÁXIMA = 2,250 GR/CM3**  
**CONT. DE AGUA ÓPTIMO = 6.03 %**



**C.B.R. DE DISEÑO AL 100% COMPACTACIÓN = 106%**  
**C.B.R. DE DISEÑO AL 95% COMPACTACIÓN = 37%**

# golpes	C.B.R.		D. SECA MAX
	0,1	0,2	
56	106,0	133	2,251
25	32	43	2,124
12	20,0	28,0	1,970

OBSERVACIONES: El CBR de diseño se lo cálculo para 0.1 pulgadas de penetración al 95% y al 100% del porcentaje de compactación.

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

### **ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MATERIAL DE RÍO**

**MATERIAL PROVENIENTE DEL RÍO MALACATOS**

**LÍMITES DE PLASTICIDAD**

**ABRASION**



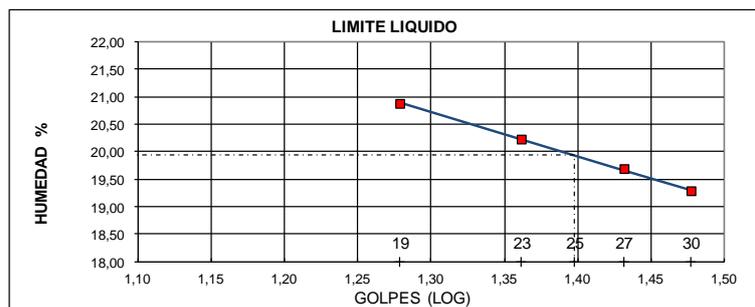
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE CLASIFICACIÓN**

PROYECTO : CARACTERIZACION DE BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL  
 OBRA: ESTUDIO DE MATERIAL DE CANTERA NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27  
 LOCALIZACIÓN: MATERIAL RIO MALACATOS (DEPOSITO DE FABIAN RODRIGUEZ) MUESTRA: 1  
 SOLICITADO: ING. ÁNGEL TAPIA CHAVEZ PROFUNDIDAD: STOCK  
 FECHA: OCTUBRE 2016 REALIZADO: F.L

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00
2.- LIM. LIQUIDO	19 23 27 30	84,76 86,18 79,30 82,29	82,04 83,37 76,12 79,76	69,01 69,48 59,98 66,64	20,87 20,23 19,70 19,28	19,94
3.- LIMITE PLASTICO		62,24 68,55	61,38 67,77	56,73 63,54	18,49 18,44	18,47

4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-	
PESO IN=	0,00	(H/S)	H	GRAVA=	0 %
PESO INICIAL DE CALCULO:	0,0			ARENA=	0 %
				FINOS=	0 %
TAMZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL =	20,00 %
1 1/2"		0,0	0	LP =	18,00 %
1"		0,0	0	IP =	2,00 %
3/4"		0,0	0		
1/2"		0,0	0	CLASIFICACION:	
3/8"		0,0	0	SUCS =	0,00
No. 4		0,0	0	AASHTO=	0,00
No. 10		0,0	0	IG(86)=	0
No. 40		0,0	0	IG(45)=	0
No. 200		0,0	0		



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

Ing. Ángel Tapia Ch.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**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 BANCOS DE PRÉSTAMO LOCALIZADOS EN LA CIUDAD DE LOJA, PARA APLICACIÓN EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

<b>OBRA:</b>	ESTUDIO DE MATERIAL DE RÍO	<b>NORMA:</b>	AASHTO T 96 - 02	
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	MATERIAL RIO MALACATOS (DEPOSITO DE FABIAN RODRIGUEZ)	<b>MUESTRA:</b>	MATERIAL DE RÍO	100 % M. Río
<b>SOLICITADO:</b>	ING. ÁNGEL TAPIA CHÁVEZ			
<b>FECHA:</b>	OCTUBRE 2016			
<b>REALIZADO:</b>	F.L			

**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				
25	1	19	(3/4)	1249,4			
19	(3/4)	12.5	(1/2)	1250,56			
12.5	(1/2)	9.5	(3/8)	1250,72			
9.5	(3/8)	6.3	(1/4)	1250,25			
6.3	(1/4)	4.75	(N° 4)				
4.75	(N° 4)	2.36	(N° 8)				
Total en gramos				5000,93			

<b>Número de esferas utilizadas:</b>	12
<b>Masa total en gramos de la muestra seleccionada antes del ensayo (A):</b>	5000,93
<b>Masa en gramos de la muestra después de 500 revoluciones (B):</b>	3552,17
<b>Valor de abrasión después de 500 revoluciones (V):</b>	<b>28,97%</b>

Valor de Abrasión en Porcentaje	V=	$\frac{A-B}{A} \times 100$	Requisitos de Desgaste a la Abrasión	<b>Máximo</b>
				50%

**Observación: El material de río cumple con los requisitos necesarios de desgaste**

Ing. Ángel Tapia Chávez  
**DIRECTOR DE TESIS**

Egdo. Francel Alfredo Ludeña Piedra  
**TESISTA**

## **ANEXO 4: FOTOGRAFIAS**



**Fotografía No. 1** Toma de muestras de cantera.



**Fotografía No. 2** Tamizado de fracción gruesa en granulometría.



**Fotografía No. 3** Lavado de la fracción fina del ensayo de granulometría



**Fotografía No. 4** Realización del Límite Líquido.



**Fotografía No. 5** Realización del Límite Plástico



**Fotografía No. 6** Preparación de la Máquina de los Ángeles



**Fotografía No. 7** Mojado de las muestras para compactación



**Fotografía No. 8** Ensayo de Compactación



**Fotografía No. 9** Moldes en saturación para ensayo CBR.



**Fotografía No. 10** Lecturas en la máquina de penetración en CBR