# UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**MODALIDAD DE GRADUACIÓN POR EL SISTEMA DE PROGRAMA DE SEMINARIO, ELABORACIÓN Y SUSTENTACION DE TESINA**

**Previa a la obtención del Título de:**

## INGENIERO CIVIL

**TEMA:**

**"DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, PARA EL DISEÑO DE LA VÍA DESDE EL SECTOR DEL CALVARIO HACIA EL RECINTO LA MONA DE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 2+500 DEL CANTÓN JIPIJAPA, PROVINCIA DE MANABÍ, AÑO 2012"**

**AUTOR:**

GREGORIO FERNANDO PONCE ORELLANA

**TUTOR:**

ING. RONALD PASTOR DELGADO ALVIA

**JIPIJAPA – MANABI - ECUADOR**

**2012**

# UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI

Creada el 7 de Febrero del año 2001, según Registro Oficial Nº 261

UNESUM

PROGRAMA DE TITULACION MODALIDAD SEMINARIO DE FIN DE CARRERA

## *ACTA/050 DE SUSTENTACION POR EL SISTEMA DE SEMINARIO DE FIN DE CARRERA, PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL DE LA UNIDAD ACADEMICA CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION*

*En la ciudad de Jipijapa, Provincia de Manabí, a los diez y ocho días del mes de Septiembre del año dos mil doce, siendo las 11H00, en el Salón Auditórium de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicado en el edificio Central Calle Santistevan entre Mejía y Alejo Lascano, se constituye el Tribunal de sustentación presidido por: Ing. Jorge Climaco Cañarte Murillo, Mg. Sc. Rector de la Universidad, Ec. Wilkins Álvarez Pincay, Mg. Sc. Director del Programa de Titulación, e integrado por los siguientes miembros: Ing. Manolo Castro Solís, Miembro del Tribunal de Sustentación, Ing. Miguel Fienco Sánchez, Miembro del Tribunal de Sustentación, para receptar la sustentación del trabajo de tesina del egresado:* ***PONCE ORELLANA GREGORIO FERNANDO****. Quien ha cumplido con todo el proceso académico de rigor, como requisito prescrito en la Ley de Educación Superior y los Estatutos de la Universidad, se ha matriculado y aprobado todos los semestres y ha elaborado su trabajo de tesina sobre el tema* ***"DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, PARA EL DISEÑO DE LA VIA DESDE EL SECTOR DEL CALVARIO HACIA EL RECINTO LA MONA DE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 2+500 DEL CANTON JIPIJAPA PROVINCIA DE MANABI, AÑO 2012"*** *que ha sido aprobado.*

*Luego de la sustentación rendida ante este tribunal, se recogió la evaluación que dio como resultado* ***10,00 (DIEZ).***

*Acto seguido, el presidente del Tribunal procedió a declararlos aptos para conferirles el Título de Ingeniero Civil, todo en presencia del Secretario General – Procurador de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, que certifica.-*

*Ing. Climaco Cañarte Murillo, Mg. Sc.*
***RECTOR***

*Ec. Wilkins Álvarez Pincay, Mg. Sc.*
***DIRECTOR DEL PROGRAMA***

*Ing. Manolo Castro Solís*
***MIEMBRO DEL TRIBUNAL***

*Ing. Miguel Fienco Sánchez*
***MIEMBRO DEL TRIBUNAL***

*Dr. Antonio González Vásquez*
***SECRETARIO GENERAL PROCURADOR***

## DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios por iluminar mi camino, a mis padres, hermanos y demás familiares por apoyarme siempre y nunca dejarme solo, a mis maestros por brindarme su paciencia, y a todos mis amigos quienes estuvieron a mi lado en los buenos y malos momentos.

**Gregorio Fernando Ponce Orellana**

## AGRADECIMIENTO

Una vez culminado este trabajo de investigación debo dejar constancia de un sincero y profundo agradecimiento:

A las autoridades de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, a los miembros del Tribunal de Sustentación del Sistema de Titulación por Seminario de Fin de Carrera, quienes introdujeron las correcciones pertinentes para mejorar el trabajo.

A cada uno de los docentes de cada etapa de estudio por las orientaciones en el desarrollo de este proceso.

A los directivos de la Unidad Académica Ciencias de la Construcción y a las personas que colaboraron para obtener la información y así poder culminar el trabajo planteado.

**Gregorio Fernando Ponce Orellana**

**ING. RONALD PASTOR DELGADO ALVIA**

CERTIFICA

Haber asesorado minuciosamente el proceso de desarrollo de la tesina, titulada: DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, PARA EL DISEÑO DE LA VÍA DESDE EL SECTOR DEL CALVARIO HACIA EL RECINTO LA MONA DE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 2+500 DEL CANTÓN JIPIJAPA, PROVINCIA DE MANABÍ, AÑO 2012, cuyo autor es Gregorio Fernando Ponce Orellana, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Tesina elaborada de acuerdo a las normas técnicas y en base a las normativas vigentes de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, por lo que se autoriza su presentación ante las instancias universitarias correspondientes.

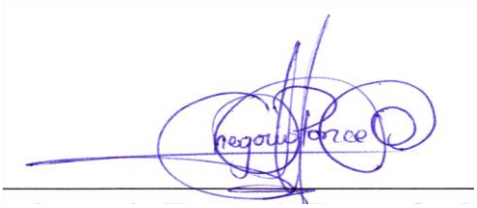
Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad

Ing. Ronald Pastor Delgado Alvia

**Tutor**

## DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR

Los conceptos, ideas y planteamientos que exponen en el presente trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor. El patrimonio de la misma es de propiedad de Universidad Estatal del Sur de Manabí.



**Gregorio Fernando Ponce Orellana**

## RESUMEN

Diagnosticada la situación actual de la infraestructura vial en el sector rural del cantón Jipijapa, con la finalidad de efectuar el respectivo trabajo de titulación, se escogió como tema de tesina: DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, PARA EL DISEÑO DE LA VÍA DESDE EL SECTOR DEL CALVARIO HACIA EL RECINTO LA MONA DE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 2+500 DEL CANTÓN JIPIJAPA, PROVINCIA DE MANABÍ, AÑO 2012.

Los objetivos planteados sirvieron como guía para tratar temas referentes a: granulometría, límite líquido, límite plástico, compactación, CBR. Para operativizar el trabajo se realizaron ensayos de laboratorio y la aplicación de hojas de cálculo en Microsoft Excel. La metodología se basó en los requerimientos necesarios para el desarrollo de un proyecto vial tal como lo solicita el Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador.

Los resultados obtenidos indican que en el aspecto técnico el suelo de subrasante donde se proyecta la vía tiene una baja resistencia mecánica; en lo relacionado a las características del material de subbase y base, cumple con las especificaciones técnicas requeridas, esto deriva básicamente porque se trabajó con material de canteras que tienen varios años de experiencia en lo concerniente a obras civiles en general.

Finalmente se incluye una propuesta global de ejecución de la vía, con su respectivo presupuesto, cronograma valorado y demás especificaciones constructivas.

INDICE

DEDICATORIA ..... i

AGRADECIMIENTO ..... ii

CERTIFICACIÓN ..... iii

DECLARACION SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR ..... iv

RESUMEN……..... v

1. TEMA ..... 1

2. PRESENTACIÓN..... 2

3. INTRODUCCIÓN ..... 4

4.JUSTIFICACIÓN ..... 6

5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS ..... 8

5.1.Objetivo General ..... 8

5.2.Objetivos Específicos..... 8

6.DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA..... 9

7. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA ..... 10

8.DIAGNÓSTICO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA. ..... 10

9.APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN..... 11

9.1. Caracterización de los sitios El Calvario y La Mona..... 11

9.2. Ensayos De Suelo..... 12

9.2.1. Contenido de Humedad. 13

9.2.2. Análisis Granulométrico. 13

9.2.3. Límites de Consitencia o de Atterberg 16

9.2.3.1. Límite Líquido 17

9.2.3.2. Límite Plástico 18

9.2.3.3. Límite de Contracción 18

9.2.3.4. Índice Plástico 19

9.2.4. Clasificacion de Suelos 19

9.2.4.1. Clasificación Unificada de Suelos (U.S.C) 20

9.2.4.2.. Clasificacion de la AASHTO 24

9.2.5. Ensayo Proctor Estándar ASTM D 698 27

9.2.6. Ensayo Proctor Modificado AASHTO T 180-90 28

9.2.7. Ensayo Valor relativo soporte o Relacion de Soporte California (CBR) 29

9.2.8.Específicaciones para Subrasante, Subbase y Base 31

9.2.8.1. Subrasante. 31

9.2.8.2. Subbase 32

9.2.8.3. Base 34

9.3. Presentación de resultados, análisis e interpretación 36

9.3.1.Ensayos de suelos Subrasante 36

9.3.2. Ensayos de suelos Subbase 60

9.3.3. Ensayos de suelos Base 65

10. PRESUPUESTO 71

11. CRONOGRAMA ..... 72

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 73

12. 1.Conclusiones ..... 73

12. 2.Recomendaciones ..... 74

13. BIBLIOGRAFIA. ..... 75

ANEXOS

# 1. TEMA

"DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, PARA EL DISEÑO DE LA VÍA DESDE EL SECTOR DEL CALVARIO HACIA EL RECINTO LA MONA DE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 2+500 DEL CANTÓN JIPIJAPA, PROVINCIA DE MANABÍ, AÑO 2012"

## 2. PRESENTACIÓN

El desarrollo cultural, económico e industrial de países desarrollados han mostrado que una de las formas de crecimiento interno es la creación y desarrollo de sus vías de comunicación.

Nuestro país a pesar de encontrarse en una etapa de desarrollo no cuenta en la actualidad con una apropiada red vial, poniendo en dificultades con ello el enlace de las principales ciudades con los pueblos que se encuentran a su alrededor.

En la provincia de Manabí el 55% de la población reside en las zonas rurales, en las cuales sus habitantes se dedican a las labores del campo, por lo que es necesario que se los provea de caminos vecinales para poder sacar sus productos hasta los centros de consumo, lo que les permitiría mejorar su condición socio-económica.

Cuando se planifica una vía de comunicación, el estudio del suelo se constituye en un factor muy importante en la proyección de la misma, una mala determinación de algunas de las características y propiedades del mismo ocasionaría que la vía no cumpla de manera satisfactoria con el período para el que fue diseñada.

Las localidades involucradas, se encuentran ubicadas al sureste de la cabecera cantonal de Jipijapa; la zona posee un clima tropical templado, con vegetación verde y abundante

en época de lluvia; escasa y amarilla en tiempo adusto, los cambios de temperatura ocurren durante todo el año, esto hace que el recinto La Mona sea un lugar estratégico para la sembríos típicos de la zona tales como: café, maíz, arroz (que sólo se cultivan en estaciones invernales). Debido a la presencia de pastizales en la zona, algunos moradores se dedican a la crianza de ganado.

Lo expuesto, conlleva a que los habitantes de estas localidades necesiten del camino vecinal para comunicarse en condiciones económicas y competitivas en donde la actividad del transporte es básica para su desarrollo.

# 3. INTRODUCCIÓN

Desde el primer momento de su existencia, el hombre camina y se desplaza, quiere ir cada vez más lejos, y para satisfacer estas ansias indudablemente debe inventar. Así es como desde los primeros troncos usados en forma de rodillos, pasando por la rueda, los barcos a vela y los aviones, el hombre fue creando los medios que le permitieron, por necesidad o curiosidad, transportarse de un lugar a otro.

Las vías de comunicación, en especial las carreteras tienen relacionadas su economía a las civilizaciones, ya que por medio de éstas se ha logrado acortar distancia y servir más a los pueblos; es por eso que una vía en buen estado incide en el desarrollo de una población.

Este proyecto de titulación "DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO, PARA EL DISEÑO DE LA VÍA DESDE EL SECTOR DEL CALVARIO HACIA EL RECINTO LA MONA DE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 2+500 DEL CANTÓN JIPIJAPA, PROVINCIA DE MANABÍ, AÑO 2012" tiene como objetivo presentar los resultados de la investigación de la subrasante, subbase y base, basada en los estudios preliminares, pruebas y resultados de laboratorios, las cuales permitirán determinar la resistencia de los suelos de apoyo, información que permite definir los espesores de la estructura vial. Dichos ensayos, varían de acuerdo a su complejidad y costos, por lo que se requiere utilizar métodos alternativos para obtener

los resultados requeridos con los medios y recursos disponibles. Los ensayos necesarios para el estudio de suelo son: granulometría, contenido de humedad, limite líquido, limite plástico, compactación, CBR.

A lo largo de los capítulos encontraremos información bibliográfica con relación al tema de investigación, la cual sirve para poder ejecutar los objetivos planteados, así mismo se ha elaborado su respectivo presupuesto, el cronograma de actividades, conclusiones y recomendaciones, con la finalidad que en su momento esta trabajo se convierta en ayuda técnica, para quienes se interesen en hacer realidad el anhelo de los habitantes del sector.

# 4. JUSTIFICACIÓN

La Universidad Estatal del Sur de Manabí se proyecta y se hace partícipe de los inconvenientes de la sociedad, generando soluciones prácticas y fundamentales, que favorezcan el crecimiento y desarrollo de los pueblos, es así que forma profesionales integrales para el desarrollo social, económico y cultural del Ecuador. Esto es, hombres que actúen con libertad, responsabilidad, tolerancia y respeto a la dignidad humana y con una sólida formación académica para ser verdaderos y honestos servidores de la comunidad.

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad aplicar conocimientos teórico-prácticos adquiridos en nuestra formación profesional, para dar una solución técnica a la problemática vial rural del cantón Jipijapa mediante ensayos del suelo, lo que permitirá realizar un buen diseño de la vía, la misma que se conectará con los polos regionales de desarrollo; igualmente permitirá el acceso de amplios grupos de la población a la salud y educación como satisfactores básicos para mejorar su calidad de vida.

El recinto la Mona tiene un gran desarrollo de actividades primarias, como el cultivo de, maíz, frejol, café, además de un valor comercial como es el alimento de ganado (pasto), parte importante de la economía y de mucha tradición. Por lo tanto se trata de una economía doméstica, para la cual, es indispensable el transporte de productos.

Al tener una vialidad que no cumple con las exigencias de la sociedad, la economía de la zona se puede ver seriamente afectada, ya que el tiempo de transporte y los daños a los vehículos son cada vez mayores.

Lo que se desea, es comunicar en condiciones económicas y competitivas a una sociedad en donde la actividad del transporte es básica para su desarrollo.

# 5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

## 5.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar ensayos para determinar las propiedades del suelo, para el diseño de la vía desde el sector del Calvario hacia el Recinto la Mona de la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+500 del Cantón Jipijapa, Provincia de Manabí.

## 5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar muestras in-situ del material de subrasante

- Obtener las características y propiedades de la subrasante, subbase, y base a partir de los ensayos de granulometría, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, próctor estándar y modificado, CBR.

- Calcular los valores de los parámetros de la subrasante, sub-base, y base necesarios para el diseño de la estructura del pavimento.

# 6. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Siendo Jipijapa un cantón rico en producción agrícola, ganadera y turística, es necesario que posea una verdadera infraestructura vial, que unan los sectores agrícolas que han quedado marginados del progreso por muchos años.

La vía que une al sector del Calvario con el recinto La Mona es una de ellas, pues actualmente la vía se encuentra en malas condiciones, por lo que los vehículos transitan con dificultad y a baja velocidad, situación que se agrava en épocas de precipitaciones pluviales, donde se activan las quebradas, quedando intransitable por la falta de obras de arte y drenaje.

El deterioro de la vía ocasiona que el agricultor, tenga dificultades para el traslado de sus productos, prolongando su tiempo de viaje, y alza en el costo de la tarifa de transporte, colocando al agricultor en una situación desventajosa, ya que los precios de sus productos no compensan demasiada ganancia, lo que ocasiona un bajo nivel de vida de los pobladores.

La ejecución del proyecto beneficiara a los habitantes mejorando su calidad de vida, ya que tendrán la posibilidad de transportar económicamente a los centros de acopio y expendio los productos agrícolas frutos de su esfuerzo y arduo trabajo en óptima calidad, y así obtener una mayor rentabilidad por su producción.

## 7. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las propiedades y características que se deben valorar en el estudio del suelo para diseñar la vía desde el sector del Calvario hacia el recinto la Mona desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+500 de la ciudad Jipijapa?

## 8. DIAGNÓSTICO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la vía que une al recinto La Mona con la ciudad de Jipijapa esta en uso con varias deficiencias, recalcando que este camino es de tipo veranero.

En épocas invernales (Diciembre – Mayo) se torna dificultoso el ingreso de vehículos por que activan las quebradas, obstruyendo en muchos casos la vía, provocando que los moradores se trasladen en acémilas o a pie.

En esta zona que es agrícola se cultiva el maíz, el café, entre otros productos; solo existe una escuela para los moradores del lugar, una iglesia, no tiene centro de atención médica, en caso de emergencia tienen que trasladar a los enfermos a la ciudad; para tener un nivel de estudio superior tienen que trasladarse a la cabecera cantonal en los pocos vehículos que llegan a dejar y recoger pasajeros, propiciado por la falta de una vía estable, esto a su vez incide que en caso de emergencia les toca caminar alrededor de una hora hasta encontrar un centro de salud.

# 9. APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

## 9.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS SITIOS EL CALVARIO Y LA MONA

El Cantón Jipijapa está ubicado en la parte sur de la provincia de Manabí, geográficamente se encuentra entre las coordenadas 1° 20′ 0″ de latitud sur y 80° 35′ 0″ de longitud oeste. El área de estudio se sitúa al sureste de la cabecera cantonal, abarca una longitud aproximada de 7 km y se ubica a una altitud de 546 m.s.n.m.

La zona de influencia conformada por el sitio El Calvario (coordenadas: N 9850282, al E 547562) y el recinto La Mona (coordenadas: N 985129, E 544159) cuenta con aproximadamente 1000 habitantes; altitudinalmente tiene variaciones que van desde los 342 m.s.n.m hasta los 546 m.s.n.m

Para las variables meteorológicas de este sector, no se tienen datos específicos, sin embargo para realizar este trabajo de titulación, se tomaron los valores reportados en la estación agro-meteorológica de la Granja Temática de la Universidad Estatal del Sur de Manabí ubicada en el sitio de Andil, la cual tiene un radio de cobertura de alrededor de 20 km; los valores son:

| TOTALIZADOS POR MES ESTACION METEOROLOGICA GRANJA TEMATICA ANDIL | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MESES | TEMPERATURAS EXTREMAS | | | HUMEDAD RELATIVA (%) | PRECIPITACION (mm) |
| | MAX | MIN | MEDIA | | |
| ENERO | 27,6 | 20,1 | 23,8 | 86,0 | 235,2 |
| FEBRERO | 54,4 | 20,2 | 24,2 | 87,0 | 537,3 |
| MARZO | 29,0 | 21,2 | 25,1 | 86,0 | 452,1 |
| ABRIL | 29,6 | 20,9 | 25,3 | 87,0 | 178,7 |
| S.TOT | 140,6 | 82,4 | 98,4 | 346,0 | 1403,3 |
| Med | 35,1 | 20,6 | 24,6 | 86,5 | 350,9 |
| MAX. | 54,4 | 21,2 | 25,3 | 87,0 | 537,8 |
| MIN. | 27,6 | 20,1 | 23,8 | 86,0 | 178,7 |

Las actividades productivas son la agricultura, ganadería, micro empresas y en bajas proporciones el turismo.

## 9.2. ENSAYOS DE SUELOS

Los ensayos de suelos son de mucha importancia para poder identificar que tipo de suelo existe en el área de trabajo de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente.

Los ensayos de suelos deben ejecutarse de acuerdo con la división siguiente:

1. Para la clasificación del tipo de suelo
2. Para el control de la construcción
3. Para determinar la resistencia del suelo

### 9.2.1. CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra después de ser secada al horno, expresada en tanto por ciento. En otras palabras no es nada más que el porcentaje o cantidad de agua presente en el suelo. Se representa por la siguiente expresión:

$$W = \frac{Peso\ del\ agua\ contenida}{Peso\ seco} = \frac{Wh - Ws}{Ws}$$

Donde:

W= humedad

Wh= peso de muestra húmeda

Ws= peso de muestra seca

### 9.2.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

La variedad en el tamaño de las partículas de suelos, casi es ilimitada; por definición, los granos mayores son los que se pueden mover con la mano, mientras que los más finos son tan pequeños que no se pueden apreciar con un microscopio corriente.

Debido a ello es que se realiza el Análisis Granulométrico que tiene por objeto determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo y fijar, en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distinto tamaño que el mismo contiene.

La manera de hacer esta determinación es por medio de tamices de abertura cuadrada. El procedimiento de ejecución del ensayo es simple y consiste en tomar una muestra de suelo de peso conocido, colocarlo en el juego de tamices ordenados de mayor a menor abertura, pesando los retenidos parciales de suelo en cada tamiz. Esta separación física de la muestra en dos o más fracciones que contiene cada una de las partículas de un solo tamaño, es lo que se conoce como “Fraccionamiento”.

La determinación del peso de cada fracción que contiene partículas de un solo tamaño es llamado “Análisis Mecánico”. Este es uno de los análisis de suelo más antiguo y común, brindando la información básica por revelar la uniformidad o graduación de un material dentro de rangos establecidos, y para la clasificación por textura de un suelo.

Sin embargo, debido a que el menor tamaño de tamiz que se utiliza corrientemente es el 0.074 mm (Malla No. 200), el análisis mecánico está restringido a partículas mayores que ese tamaño que corresponde a arenas limpias finas. Por lo tanto si el suelo contiene partículas menores que ese tamaño la muestra de suelo analizada debe ser separada en dos partes, para análisis mecánico y por vía húmeda (hidrometría).

Por medio de lavado por el tamiz No. 200 y lo que pase por este tamiz será sometido a un análisis granulométrico por vía húmeda, basado en la sedimentación. El análisis por vía húmeda se efectúa por medio del hidrómetro que mide la densidad de una suspensión del suelo a cierto nivel y se basa en el principio de la ley de Stokes.

Datos para el Análisis Granulométrico

| TAMIZ NO. | PESO RETENIDO PARCIAL EN GRS. | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULATIVO | % QUE PASA POR EL TAMIZ |
|---|---|---|---|---|
| 1 ½ | | | | |
| 1” | | | | |
| ¾ “ | | | | |
| ½ “ | | | | |
| 3/8 “ | | | | |
| No. 4 | | | | |
| PASA No. 4 | | | | |
| SUMA | | | | |
| **ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ NO. 4 (LAVADO)** | | | | |
| **TAMIZ NO.** | **PESO RETENIDO PARCIAL EN GRS.** | **% RETENIDO PARCIAL** | **% RETENIDO ACUMULATIVO** | **% QUE PASA POR EL TAMIZ** |
| 10 | | | | |
| 40 | | | | |
| 200 | | | | |
| PASA 200 | | | | |
| SUMA | | | | |

La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva. En el análisis por tamices se obtienen los resultados de pesos parciales retenidos en cada uno de ellos. Después se calcula los porcentajes retenidos parciales, los porcentajes acumulativos, los porcentajes que pasan por cada tamiz.

Además es conveniente presentar resultados en forma gráfica que tabular. La presentación gráfica se efectúa por medio de la curva granulométrica, que es la curva de los porcentajes que pasa por cada tamiz, esta curva se gráfica en papel semi-logaritmico.

En las ordenadas (escala natural del papel) se anotan los porcentajes que pasa y en las abscisas (escala logarítmica del papel) se anotan los diámetros de los tamices en milímetros.

### 9.2.3. LÍMITES DE CONSISTENCIA

Las propiedades de un suelo formado por partículas finamente divididas, como una arcilla no estructurada dependen en gran parte de la humedad. El agua forma una película alrededor de los granos y su espesor puede ser determinante del comportamiento diferente del material. Cuando el contenido de agua es muy elevado, en realidad se tiene una suspensión muy concentrada, sin resistencia estática al esfuerzo cortante; al perder agua va aumentando esa resistencia hasta alcanzar un estado plástico en que el material es fácilmente moldeable; si el secado continua, el suelo llega a adquirir las características de un sólido pudiendo resistir esfuerzos de compresión y tensión considerable.

Arbitrariamente Atterberg marcó las fronteras de los cuatro estados en que pueden presentarse los materiales granulares muy finos mediante la fijación de los límites siguientes: Líquido (L.L), Plástico (L.P.), y de contracción (L.C.) y mediante ellos se puede dar una idea del tipo de suelo en estudio.

El límite líquido es la frontera entre el estado líquido y el plástico; el límite plástico es la frontera entre el estado plástico y el semi-sólido y el límite de contracción separa el estado semi-sólido del sólido.

#### 9.2.3.1. LÍMITE LÍQUIDO (L.L)

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25 golpes ), en la copa de casa-grande, se cierre 1.27 cm a lo largo de una ranura formada en un suelo moldeado, cuya consistencia es la de una pasta dentro de la copa.

El límite líquido fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico. El límite líquido en ocasiones puede utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites juntos son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la norma AASHTO T 89 teniendo como obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

### 9.2.3.2. LÍMITE PLÁSTICO (L.P)

Es el estado límite de suelo ya un poco endurecido, pero sin llegar a ser semisólido. El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al dar un fluido viscoso.

El limite plástico se define como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco), con el cual se agrieta un cilindro de material de 3mm (1/8 de pulgada) de diámetro al rodarse con la palma de la mano o sobre una superficie lisa. El proceso analítico para este ensayo se encuentra en la norma AASHTO T 90.

### 9.2.3.3. LÍMITE DE CONTRACCIÓN (L.C)

Se define como el porciento de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual una reducción de agua no ocasiona disminución en el volumen del suelo.

Suelos con L.C menor a 5%; suelos buenos.

Suelos con L.C. entre 5% y 10%; suelos regulares.

Suelos con L.C. entre 10% y 15%; suelos pobres.

Suelos con L.C. mayor 15%; suelos muy pobre.

### 9.2.3.4. ÍNDICE PLÁSTICO

El índice plástico es el más importante y el más usado, y es simplemente la diferencia numérica entre el límite plástico y el limite líquido. Indica el margen de humedades, dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo define los ensayos. Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se considera no plástico.

Tanto el límite líquido como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Cuando un suelo tiene un índice plástico (I.P.) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

### 9.2.4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Un sistema de clasificación de suelos es el agrupamiento de diferentes tipos de suelos con propiedades similares, en grupos y subgrupos, basado en sus aplicaciones.

Proporciona un lenguaje común para expresar brevemente las propiedades generales de los suelos. Se basan en propiedades índices tales como granulometría y plasticidad.

Dichas clasificaciones son: la Clasificación Unificada de Suelos (U.S.C) y la de la AASHTO.

#### 9.2.4.1. CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (U.S.C)

Este sistema, basado en el análisis granulométrico por mallas y los límites de consistencia, fue originalmente propuesto por Arturo Casagrande. Posteriormente ha sufrido algunos cambios por parte de "Corps of Engineers" de los Estados Unidos y por el "Bureau of Reclamation" de los Estados Unidos, con la finalidad de hacerla de uso más universal.

Este sistema también requiere del conocimiento del contenido de materia orgánica, el cual se determina por medio de inspecciones visuales o por medio del límite líquido. Por medio del límite líquido lo que se hace es medir el límite líquido del suelo seco al aire y el del suelo seco al horno, al cual se le quema la materia orgánica, si la tiene. Si la relación entre el límite líquido del suelo seco en la estufa y el límite líquido del suelo seco al aire es menor que 0.7, se dice que el suelo es orgánico.

Los límites en tamaños de los granos adoptados para la clasificación son los siguientes:

| | |
|---|---|
| Cascajo grueso (grava gruesa) | De 3” a ¾” |
| Cascajo fino (grava fina) | De ¾”·a malla 4 |
| Arena gruesa | De malla 4 a malla 10 |
| Arena media | De malla 10 a malla 40 |
| Arena fina | De malla 40 a malla 200 |
| Finos | Menor que malla 200 |

Con base en esto, como una primera etapa en el uso de este sistema se pueden calcular los porcentajes de gravas, arenas y finos del suelo, de acuerdo con el ensayo de granulometría por mallas. La cantidad de gravas de la muestra se determina como la diferencia entre el 100%, que representa la totalidad del suelo ensayado, y el porcentaje que pasa la malla No. 4, la cantidad de arenas se determina como la diferencia entre el porcentaje que pasa la malla No. 4 y el porcentaje que pasa la malla No. 200 y la cantidad de finos se determina con la cantidad que pasa la malla No. 200.

%Gravas = 100% - %Pasa No. 4

%Arenas = %Pasa No. 4 - %Pasa No. 200

%Finos = %Pasa No. 200

Si más del 50% de las partículas es grava se dice que ese suelo es predominantemente una grava, así contenga arena y finos. Igualmente, si más del 50% de las partículas es arena se dice que ese suelo es predominantemente una arena, así contenga gravas y finos.

Una vez hecho lo anterior, se puede terminar de clasificar el suelo, para lo cual el sistema permite ubicar cada uno de los suelos existentes dentro de algunos de los siguientes 15 grupos de suelos.

GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, ML, CL, OL, MH, CH. OH y Pt

En ellos cada una de las letras tiene el siguiente significado:

G: Grava (del inglés gravel)

S: Arena (del inglés sand)

M: Limo (del sueco mo)

C: Arcillas (del inglés clay)

W: Bien gradado (del inglés web)

P: Mal o pobremente gradado (del inglés poor)

L: Baja plasticidad (del inglés low)

H: Alta plasticidad (del inglés high)

O: Orgánico (del inglés organic)

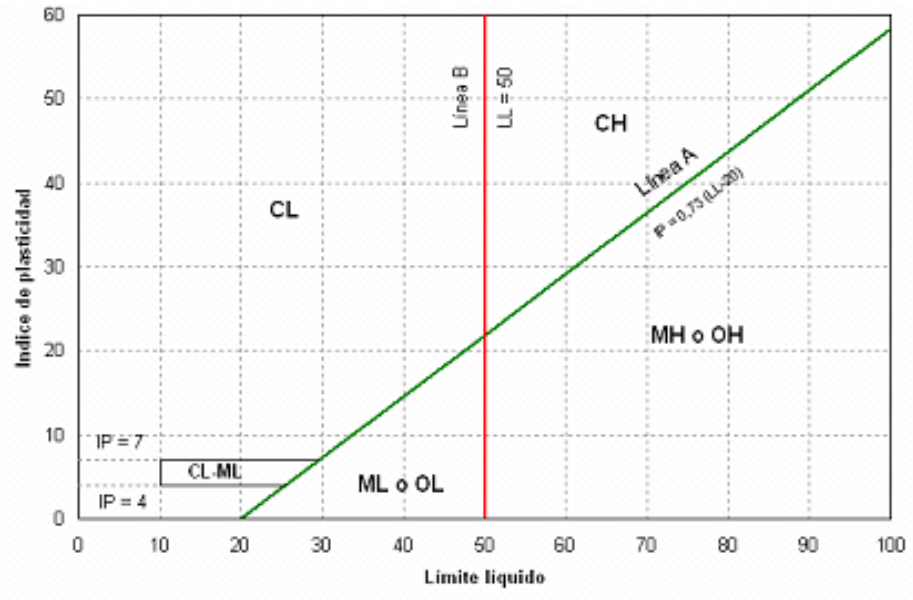
Pt: Turba (del inglés peat)

La primera letra asignada a cada suelo tiene el carácter de sustantivo y la segunda el carácter de adjetivo.

No hay suelos diferentes que los señalados en la tabla, es decir, no existen suelos MC aunque parezcan ser limos arcillosos. Pero si se asignan símbolos dobles a suelos intermedios entre dos grupos, como son:

GM-GC, GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SM-SC, SW-SM, SP-SM, SW-SC, SP-SC y el CL-ML.

Para distinguir entre limos y arcillas se emplea el límite líquido y el índice plástico por medio de la Carta de Plasticidad de Casagrande. Esta carta está dividida en cuatro zonas separadas por dos rectas, una llamada Línea A de la cual la ecuación es IP=0.73(LL-20) y la línea B de la cual la ecuación es LL=50.




Carta de plasticidad de Casagrande

En ella se coloca para cada suelo ensayado un punto, del cual la abscisa representa el límite líquido y la ordenada el índice plástico. En términos generales, los suelos que caen por encima de la Línea A son arcillas (C) y aquellos que caen por debajo de la Línea A son limos (M). Por otro lado, los suelos que quedan situados a la derecha de la Línea B son suelos de alta plasticidad (H) y los suelos que quedan situados a la izquierda de la Línea B son suelos de baja plasticidad (L). La ecuación dada para la Línea A permite determinar con exactitud cuando un suelo queda muy próximo a ella si se trata de un limo o una arcilla.

También hay una faja comprendida entre el 4% y el 7% del índice plástico en las ordenadas y entre el 10% del límite líquido y la Línea A. En esta franja quedan comprendidos los suelos con doble símbolo CL-ML.

#### 9.2.4.2. CLASIFICACIÓN DE LA AASHTO

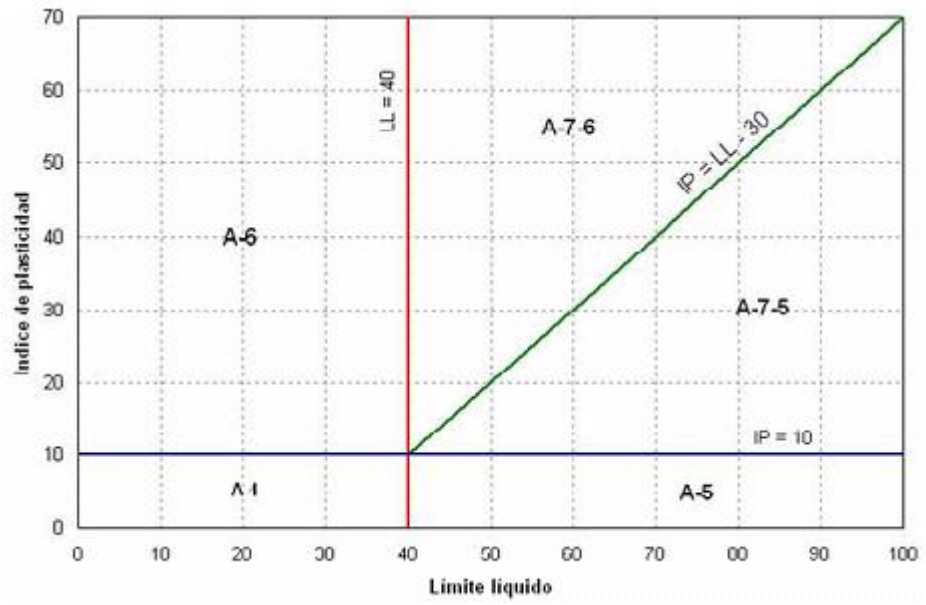
Este sistema es del Departamento de Caminos Públicos de las Estados Unidos y es uno de los más antiguos en el mundo. Este sistema divide los suelos en grupos de acuerdo con el uso para subrasante de carreteras y terraplenes.

Igual que el Sistema de Clasificación Unificado, este sistema está basado en el análisis granulométrico por mallas y los límites de consistencia, sólo que en este caso se requiere conocer no sólo el porcentaje de gravas, finos y arenas sino determinar los porcentajes de suelo más fino que las mallas 10, 40 y 200.

Con base en estos porcentajes y los límites de consistencia permite clasificar los suelos en uno de los siguientes grupos:

| Grupo | Nombre | Características |
|---|---|---|
| Suelos grueso granulares | A-1-a | Materiales que constan predominantemente de fragmentos de piedra o cascajo, sea con recebo o sin él. |
| | A-1-b | Materiales que constan predominantemente de arena gruesa (arena que queda retenida en la malla 10), sea con recebo o sin él. |
| | A-3 | El material típico de este grupo es arena fina de playa o arena fina del desierto sin finos limosos ni arcillas o con una pequeña cantidad de finos no plásticos. |
| | A-2-4 y A-2-5 | Gravas o arenas gruesas con contenidos de limo y también arenas finas con contenidos de limo no plástico. |
| | A-2-6 y A-2-7 | Gravas o arenas gruesas con contenidos de limo y también arenas finas con contenidos de finos plásticos. |
| Suelos fino granulares | A-4 | Suelo limoso no plástico o moderadamente plástico. También incluye mezcla de limo con grava y arena pero hasta el 65%. |
| | A-5 | Suelo limoso no plástico o moderadamente plástico. También incluye mezcla de limo con grava y arena pero hasta el 65%. La diferencia con el anterior es que este puede ser mucho más elástico. |
| | A-6 | Arcilla plástica con grava y arena hasta el 65%. Muy expansivos al pasar del estado seco al húmedo. |
| | A-7-5 | Arcilla plástica con grava y arena hasta el 65% pero con alto límite líquido e índice de plasticidad moderado en relación con el límite líquido. Es altamente elástico y expansivo al pasar del estado seco al húmedo. |
| | A-7-6 | Arcilla plástica con grava y arena hasta el 65% pero con alto límite líquido e índice de plasticidad alto en relación con el límite líquido. Es extremadamente elástico y expansivo al pasar del estado seco al húmedo. |

La clasificación de los suelos dentro de los grupos A-1-a, A-1-b y A-3 depende directamente de los porcentajes de suelo más fino que las mallas 10, 40 y 200 y de que el índice de plasticidad sea menor del 10%. Para clasificar los suelos dentro de los grupos restantes, se emplea la carta de plasticidad que se muestran en la siguiente figura.




El índice de grupo es un número que se emplea para complementar la clasificación de suelos de la AASHTO de modo que suministra información que permite evaluar la calidad del material dentro de su propio grupo y no ubicarlo dentro de un grupo determinado. Este índice, que se denomina IG se calcula de la siguiente manera:

$$IG = 0.2a+0.005ac+0.01bd$$

En donde:

a: Porcentaje que pasa la malla 200 – 35% (varia de 0a 40)

b: Porcentaje que pasa la malla 200 – 15% (varia de 0a 40)

c: LL – 40% (varia de 0 a 20)

d: IP -10% (varia de o a 20)

Cuando el valor de alguna de estas variables es menor que 0 se toma igual a 0 y cuando es mayor que 40 o 20, según el caso, se toma igual a 40 o a 20.

Con estas restricciones, los índices de grupo de todos los suelos quedan comprendidos entre 0 y 20. Los valores más altos del índice de grupo indican menor calidad del material como subrasante.

### 9.2.5. ENSAYO PROCTOR ESTÁNDAR ASTM D 698

El ensayo proctor estándar se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad.

Este ensayo está limitado a los suelos que pasen totalmente el tamiz No.4 o que como máximo tenga un retenido del 10% en ese tamiz, pero que pase dicho retenido totalmente por el tamiz de 3/8”.

Con los datos de pesos volumétricos seco en las ordenadas y contenidos de humedad en las abscisas, se gráfica la curva de compactación y de ahí se obtiene el peso volumétrico máximo (dmáx) y la humedad óptima los cuales corresponden al punto más alto de la curva de compactación.

### 9.2.6. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO AASHTO T180-90

Para carreteras en Ecuador se utiliza generalmente el ensayo próctor Modificado, según AASHTO T-180, Éste sirve para calcular la humedad óptima de compactación, que es cuando alcanzará su máxima compactación.

La masa de los suelos, está formada por partículas sólidas y vacíos, estos vacíos pueden estar llenos de agua, de aire o de ambos a la vez. Si la masa de un suelo se encuentra suelta, tienen mayor número de vacíos, los que, conforme se someta a compactación, van reduciéndose hasta llegar a un mínimo, que es cuando la masa del suelo, alcanza su menor volumen y su mayor peso, esto se conoce como Densidad Máxima. Para alcanzar la densidad máxima, es necesario que la masa del suelo tenga una humedad determinada, la que se conoce como Humedad óptima.

Cuando el suelo alcanza su máxima densidad tendrá mejores características, tales como:

**a.** Reducción del volumen de vacíos y la capacidad de absorber humedad.

**b.** Aumenta la capacidad del suelo, para soportar mayores cargas.

El Proctor modificado, tiene ventaja sobre el estándar en lo siguiente:

a. Mejor acomodación de las partículas que forman la masa de un suelo, reduciendo su volumen y aumentando el peso unitario o densidad.

b. Al tener una humedad óptima más baja, las operaciones de riego son más económicas, lo que facilita la compactación.

### 9.2.7. ENSAYO DE VALOR RELATIVO SOPORTE Ó RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

El ensayo de valor relativo soporte, se emplea en la caracterización de la resistencia del material de cimiento de una vía o de los diferentes materiales que se emplearan en un pavimento, con vista a dimensionar los espesores de los suelos que formarán parte del mismo empleando el método de diseño de pavimentos basado en dicho ensayo.

El C.B.R. se determina como la relación en porcentaje entre la fuerza utilizada para la penetración de 0.25 cm (0.1 pulgada) con un vástago de 19.35 $cm^2$ (3 $pulg^2$) de área con

una velocidad de penetración de 1.27 mm/minutos (0.05 pulg/min) y la fuerza ejercida en un material patrón (piedra triturada) para esa misma penetración.

$$C.B.R\ (\%) = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patrón}} \times 100$$

De esta ecuación se puede ver que el número CBR es un porcentaje de la carga unitaria patrón, el símbolo porcentaje se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero. Los valores de la carga unitaria patrón que deben utilizarse en la ecuación son los siguientes:

| PENETRACION | | | CARGA UNITARIA PATRON | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Milímetros (mm) | Centímetros (cm) | Pulgadas (pulg.) | Kilogramos/cm² (Kg/cm²) | MPa | PSI |
| 2.5 | 0.25 | 0.10 | 70.31 | 6.9 | 1,000 |
| 5.0 | 0.50 | 0.20 | 105.46 | 10.3 | 1,500 |
| 7.5 | 0.75 | 0.30 | 133.58 | 13.0 | 1,900 |
| 10.0 | 0.10 | 0.40 | 161.71 | 16.0 | 2,300 |
| 12.7 | 1.27 | 0.50 | 182.80 | 18.0 | 2,600 |

El CBR se define para la penetración de 0.25 cm (0.1pulg.) disminuyendo generalmente el valor de la relación entre la fuerza ejercida por el vástago y la correspondiente fuerza patrón a medida que la penetraciones aumentan, aunque en ocasionalmente la magnitud de dicha relación es mayor para 0.50 cm. de penetración, caso en que se adopta el valor de CBR determinado para dicha penetración.

El C.B.R de la carga patrón (piedra triturada) será de 100%. Un material cualquiera que tenga un C.B.R. de 50%, tiene la mitad de la capacidad soporte de la roca triturada.

Por lo general el C.B.R, se usara para el diseño de pavimentos, que corresponde a una penetración de 2.5 milímetros en un material compactado a la humedad óptima y densidad máxima, saturando la muestra durante noventa y seis horas (cuatro días).

### 9.2.8. ESPECIFICACIONES PARA SUBRASANTE, SUBBASE Y BASE

#### 9.2.8.1. SUBRASANTE

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que está debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante.

### 9.2.8.2. SUBBASE

Capa de material seleccionado que se coloca sobre la sub rasante con el propósito de cumplir con los siguientes objetivos.

- Sirve de capa de drenaje de la estructura de pavimento.

- Controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen, la elasticidad y la plasticidad que eventualmente puede tener el terreno de fundación.

- Controlar la capilaridad del agua proveniente de niveles freáticos cercanos.

- El material de sub-base necesariamente debe tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado, generalmente está formado por gravas o escorias de fundación.

El material ha de tener las características de un suelo A1 o A2 aproximadamente. Los agregados que se deben emplear deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz Nº 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. (Especificaciones MOP, Cap. 400).

El Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I, indica que la subbase debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Especificaciones Generales para Sub-bases

| | |
|---|---|
| **CBR** | > 30% |
| **Desgaste a la abrasión de los Ángeles** | <50% |

| | |
|---|---|
| Pasante del Tamiz 40 | |
| **Índice Plástico IP** | <6% |
| **Límite Líquido** | <25% |

Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

Según el Manual MOP-001- F-2002, TOMO I, las Sub-bases son de 3 clases, el uso está sujeto a obligación contractual. A continuación sus características:

Granulometrías para las diferentes clases de Sub-bases

| **TAMIZ** | **% Pasante a través de los tamices** | | |
|---|---|---|---|
| | ***CLASE 1*** | ***CLASE 2*** | ***CLASE 3*** |
| ***3" (76.2 mm)*** | - | - | 100 |
| ***2" (50.4 mm)*** | - | 100 | - |
| ***11/2 (38.1 mm)*** | 100 | 70-100 | - |
| ***Nº 4 (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:**Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

### 9.2.8.2. BASE

Esta capa tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos, repartiendo uniformemente estos esfuerzos a la capa de sub-base y al terreno de fundación.

Las bases pueden ser granular o estar formadas por mezclas estabilizadas con cemento, con cal, con materiales asfálticos o cualquier otro material ligante.

El material que utiliza para la construcción de una base debe cumplir con los siguientes requisitos:

- No debe presentar cambios de volumen por variaciones de humedad y temperatura.

- El porcentaje de desgaste en la máquina de los ángeles debe ser menor al 50 %.

- El límite líquido debe ser menor al 25 %.

- El valor de C.B.R. debe ser mayor al 50 %.

El Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I, indica que el material pétreo que se emplea en la base, debe llenar los siguientes requisitos:

Especificaciones Generales para Bases

| | | | |
|---|---|---|---|
| CBR | > 80% | Pasante del Tamiz 40 | |
| Desgaste a la abrasión de los Ángeles | <40% | Índice Plástico IP | <6% |
| | | Límite Líquido | <25% |

Fuente: Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

Según el MOP-001- F-2002. TOMO I las granulometrías para las distintas clases de Bases son:

**Granulometrías para las diferentes clases de Bases**

| **TAMIZ** | **% Pasante de los tamices cuadrados** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **CLASE 1** | | **CLASE 2** | **CLASE 3** | **CLASE 4** |
| | **A** | **B** | | | |
| 2" (50.4 mm) | 100 | - | - | - | 100 |
| 11/2 (38.1 mm) | 70-100 | 100 | - | - | - |
| 1" (25,4 mm) | 55-85 | 70-100 | 100 | - | 60-90 |
| 3/4" (19,0 mm) | 50-80 | 60-90 | 70-100 | 100 | - |
| 3/8" (9.5 mm) | 35-60 | 45-75 | 50-80 | - | - |
| Nº 4 (4.75 mm) | 25-50 | 30-60 | 35-65 | 45-80 | 20-50 |
| Nº 10 (2,00 mm) | 20-40 | 20-50 | 25-50 | 30-60 | - |
| Nº 40 (0,425 mm) | 10-25 | 10-25 | 15-30 | 20-35 | - |
| Nº 200 (0,075 mm) | 2-12 | 2-12 | 3-15 | 3-15 | 0-15 |

**Fuente:**Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

## 9.3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

### 9.3.1 ENSAYOS DE SUELOS SUBRASANTE

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

**Sector:** Calvario - La Mona

**Material:** Sub-rasante

**Perforación:** 1,30 m

**Fecha :** Julio - 2012

| MUESTRA | | | 0+000 | | 0+500 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Profundidad de la muestra | | | 1.3 m | | 1.3 m | |
| Tara | | | G1 | G2 | G3 | G4 |
| PESO EN GRAMOS | Tara + suelo húmedo | whr | 58,70 | 61,40 | 56,30 | 62,20 |
| | Tara + suelo seco | wdr | 49,15 | 52,13 | 46,40 | 51,90 |
| | Tara | wr | 15,30 | 20,00 | 13,80 | 17,20 |
| | Agua | ww | 9,55 | 9,27 | 9,90 | 10,30 |
| | Suelo seco | w3 | 33,85 | 32,13 | 32,60 | 34,70 |
| Contenido de humedad | | w | 28,21 | 28,85 | 30,37 | 29,68 |
| % | | | 28,53 | | 30,03 | |

| MUESTRA | | | 1+000 | | 1+500 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Profundidad de la muestra | | | 1.3 m | | 1.3 m | |
| Tara | | | G5 | G6 | G7 | G8 |
| PESO EN GRAMOS | Tara + suelo húmedo | whr | 53,80 | 58,00 | 57,60 | 60,13 |
| | Tara + suelo seco | wdr | 43,70 | 47,50 | 47,65 | 50,20 |
| | Tara | wr | 11,90 | 14,00 | 14,85 | 18,10 |
| | Agua | ww | 10,10 | 10,50 | 9,95 | 9,93 |
| | Suelo seco | w3 | 31,80 | 33,50 | 32,80 | 32,10 |
| Contenido de humedad | | w | 31,76 | 31,34 | 30,34 | 30,93 |
| % | | | 31,55 | | 30,63 | |

| MUESTRA | | | 2+000 | | 2+500 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Profundidad de la muestra | | | 1.3 m | | 1.3 m | |
| Tara | | | G9 | G10 | G11 | G12 |
| PESO EN GRAMOS | Tara + suelo húmedo | whr | 60,10 | 59,23 | 58,70 | 61,40 |
| | Tara + suelo seco | wdr | 49,47 | 48,15 | 48,10 | 51,30 |
| | Tara | wr | 14,90 | 12,00 | 13,60 | 18,20 |
| | Agua | ww | 10,63 | 11,08 | 10,60 | 10,10 |
| | Suelo seco | w3 | 34,57 | 36,15 | 34,50 | 33,10 |
| Contenido de humedad | | w | 30,75 | 30,65 | 30,72 | 30,51 |
| % | | | 30,70 | | 30,62 | |

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR: Gregorio Ponce O.

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**Sector:** Calvario - La Mona

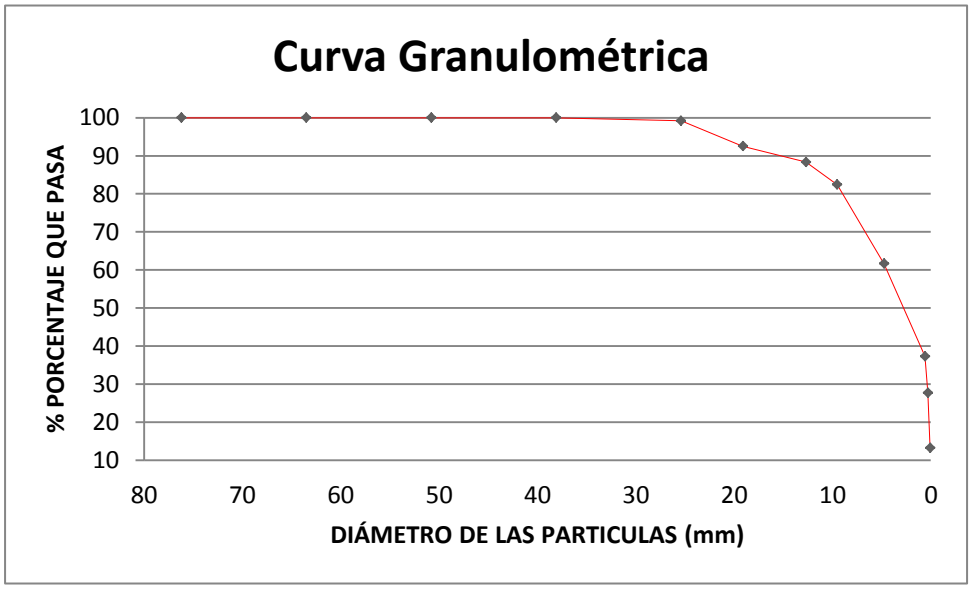
**Material:** Sub-rasante

**Abscisa:** 0+000

**Perforación:** 1,30 m

**Fecha :** Julio - 2012

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % PARCIAL RETENIDO | % ACUMULADO | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | RETENIDO | PASANTE |
| 3" | 76,2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2 ½" | 63,5 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2" | 50,8 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1½" | 38,1 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1" | 25,4 | 10,20 | 0,8 | 0,8 | 99,2 |
| 3/4" | 19,1 | 85,13 | 6,678 | 7,478 | 92,522 |
| 1/2" | 12,7 | 53,15 | 4,169 | 11,647 | 88,353 |
| 3/8" | 9,52 | 75,55 | 5,926 | 17,573 | 82,427 |
| N°4 | 4,76 | 265,24 | 20,806 | 38,379 | 61,621 |
| 30 | 0,600 | 310 | 24,317 | 62,696 | 37,304 |
| 50 | 0,300 | 122,11 | 9,579 | 72,275 | 27,725 |
| 200 | 0,075 | 185,25 | 14,531 | 86,806 | 13,194 |
| PASA N°200 | | 168,20 | 13,194 | 100 | 0 |
| | | 1274,83 | 100 | | |



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**Sector:** Calvario - La Mona

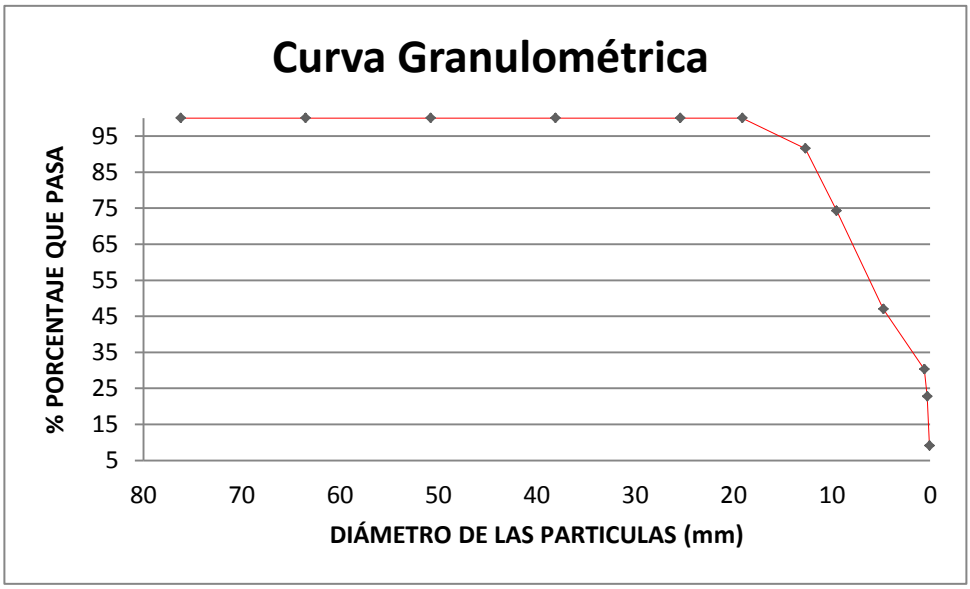
**Material:** Sub-rasante

**Abscisa:** 0+500

**Perforación:** 1,30 m

**Fecha :** Julio- 2012

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % PARCIAL RETENIDO | % ACUMULADO | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | RETENIDO | PASANTE |
| 3" | 76,2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2 ½" | 63,5 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2" | 50,8 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1½" | 38,1 | 0,00 | 0 | 0 | 100 |
| 1" | 25,4 | 0,00 | 0 | 0 | 100 |
| 3/4" | 19,1 | 0,00 | 0 | 0 | 100 |
| 1/2" | 12,7 | 123,40 | 8,463 | 8,463 | 91,537 |
| 3/8" | 9,52 | 251,23 | 17,229 | 25,692 | 74,308 |
| N°4 | 4,76 | 398,45 | 27,325 | 53,017 | 46,983 |
| 30 | 0,600 | 243,42 | 16,693 | 69,71 | 30,29 |
| 50 | 0,300 | 110,00 | 7,544 | 77,254 | 22,746 |
| 200 | 0,075 | 198,5 | 13,613 | 90,867 | 9,133 |
| PASA N°200 | | 133,18 | 9,133 | 100 | 0 |
| | | 1458,18 | 100 | | |



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**Sector:** Calvario - La Mona

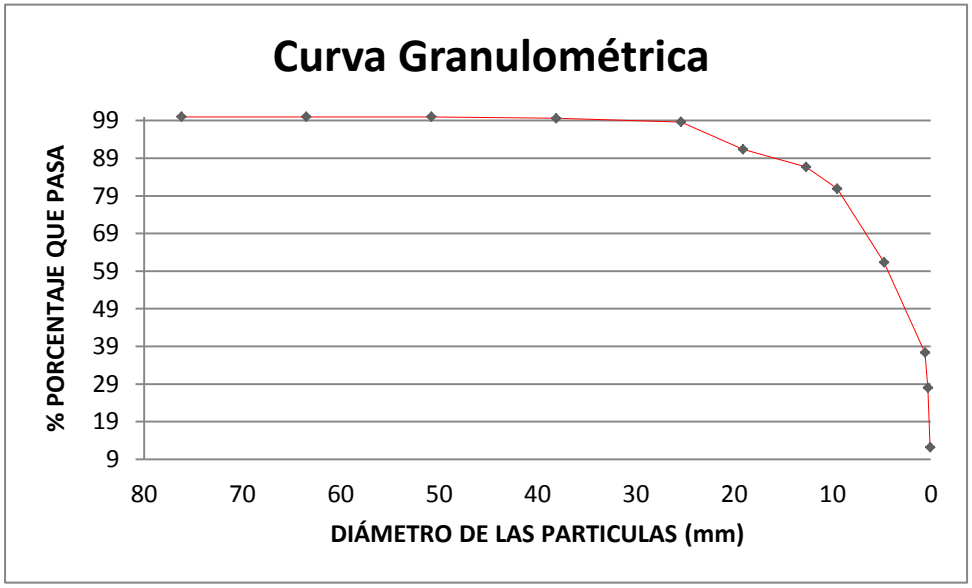
**Material:** Sub-rasante

**Abscisa:** 1+000

**Perforación:** 1,30 m

**Fecha :** Julio- 2012

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % PARCIAL RETENIDO | % ACUMULADO | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | RETENIDO | PASANTE |
| 3" | 76,2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2 ½" | 63,5 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2" | 50,8 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1½" | 38,1 | 5,2 | 0,384 | 0,384 | 99,616 |
| 1" | 25,4 | 13,25 | 0,979 | 1,363 | 98,637 |
| 3/4" | 19,1 | 98,25 | 7,256 | 8,619 | 91,381 |
| 1/2" | 12,7 | 63,56 | 4,694 | 13,313 | 86,687 |
| 3/8" | 9,52 | 78,23 | 5,777 | 19,09 | 80,91 |
| N°4 | 4,76 | 265,12 | 19,579 | 38,669 | 61,331 |
| 30 | 0,600 | 325,15 | 24,013 | 62,682 | 37,318 |
| 50 | 0,300 | 126,32 | 9,329 | 72,011 | 27,989 |
| 200 | 0,075 | 213,77 | 15,787 | 87,798 | 12,202 |
| PASA N°200 | | 165,23 | 12,202 | 100 | 0 |
| | | 1354,08 | 100 | | |



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**Sector:** Calvario - La Mona

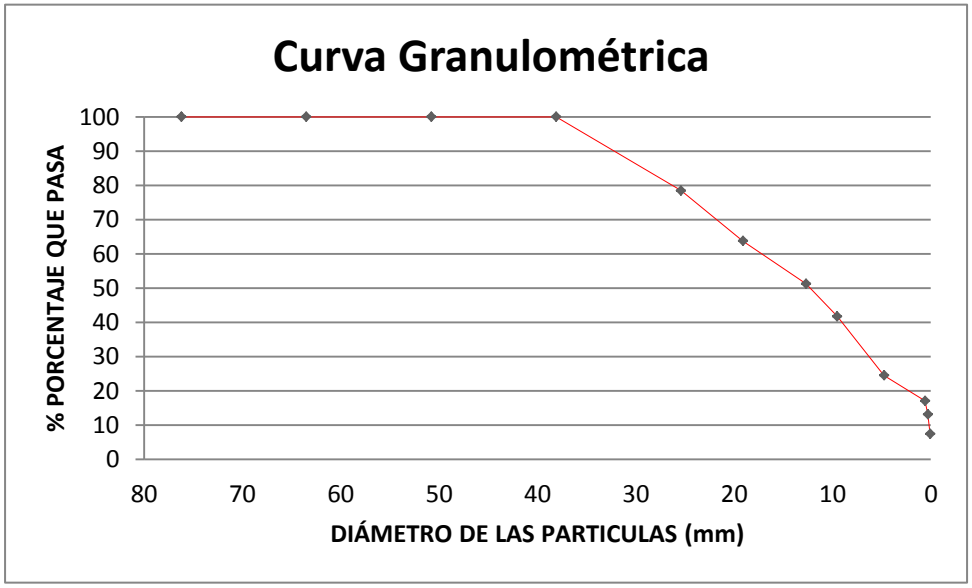
**Material:** Sub-rasante

**Abscisa:** 1+500

**Perforación:** 1,30 m

**Fecha :** Julio - 2012

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % PARCIAL RETENIDO | % ACUMULADO | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | RETENIDO | PASANTE |
| 3" | 76,2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2 ½" | 63,5 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2" | 50,8 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1½" | 38,1 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1" | 25,4 | 218,4 | 21,54 | 21,54 | 78,46 |
| 3/4" | 19,1 | 149,2 | 14,715 | 36,255 | 63,745 |
| 1/2" | 12,7 | 126,5 | 12,476 | 48,731 | 51,269 |
| 3/8" | 9,52 | 96,8 | 9,547 | 58,278 | 41,722 |
| N°4 | 4,76 | 174,9 | 17,25 | 75,528 | 24,472 |
| 30 | 0,600 | 75 | 7,397 | 82,925 | 17,075 |
| 50 | 0,300 | 40,00 | 3,945 | 86,87 | 13,13 |
| 200 | 0,075 | 58,13 | 5,733 | 92,603 | 7,397 |
| PASA N°200 | | 75,00 | 7,397 | 100 | 0 |
| | | 1013,93 | 100 | | |



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**Sector:** Calvario - La Mona

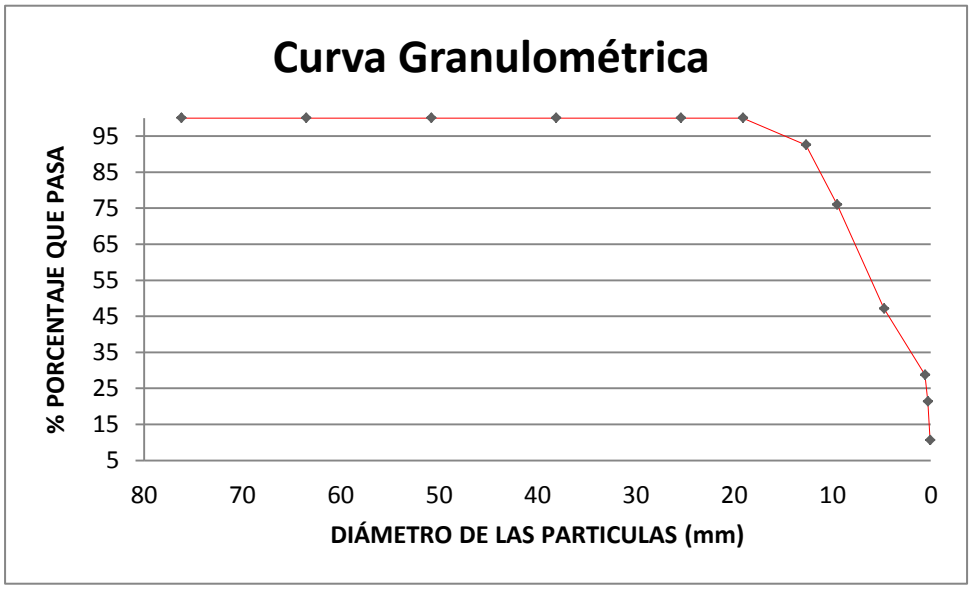
**Material:** Sub-rasante

**Abscisa:** 2+000

**Perforación:** 1,30 m

**Fecha :** Julio - 2012

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % PARCIAL RETENIDO | % ACUMULADO | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | RETENIDO | PASANTE |
| 3" | 76,2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2 ½" | 63,5 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2" | 50,8 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1½" | 38,1 | 0,00 | 0 | 0 | 100 |
| 1" | 25,4 | 0,00 | 0 | 0 | 100 |
| 3/4" | 19,1 | 0,00 | 0 | 0 | 100 |
| 1/2" | 12,7 | 126,08 | 7,47 | 7,47 | 92,53 |
| 3/8" | 9,52 | 280,03 | 16,591 | 24,061 | 75,939 |
| N°4 | 4,76 | 486,25 | 28,808 | 52,869 | 47,131 |
| 30 | 0,600 | 310,15 | 18,375 | 71,244 | 28,756 |
| 50 | 0,300 | 125,32 | 7,425 | 78,669 | 21,331 |
| 200 | 0,075 | 180,25 | 10,679 | 89,348 | 10,652 |
| PASA N°200 | | 179,80 | 10,652 | 100 | 0 |
| | | 1687,88 | 100 | | |



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**Sector:** Calvario - La Mona

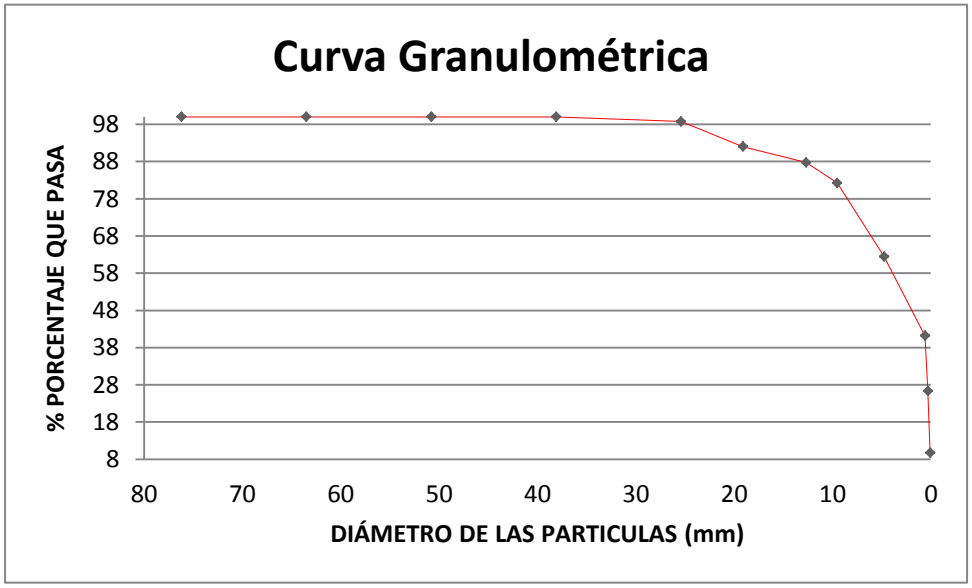
**Material:** Sub-rasante

**Abscisa:** 2+500

**Perforación:** 1,30 m

**Fecha :** Julio - 2012

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO | % PARCIAL RETENIDO | % ACUMULADO | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | RETENIDO | PASANTE |
| 3" | 76,2 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2 ½" | 63,5 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2" | 50,8 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1½" | 38,1 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1" | 25,4 | 18,80 | 1,261 | 1,261 | 98,739 |
| 3/4" | 19,1 | 100,30 | 6,73 | 7,991 | 92,009 |
| 1/2" | 12,7 | 63,80 | 4,281 | 12,272 | 87,728 |
| 3/8" | 9,52 | 82,00 | 5,502 | 17,774 | 82,226 |
| N°4 | 4,76 | 294,70 | 19,774 | 37,548 | 62,452 |
| 30 | 0,600 | 316,75 | 21,254 | 58,802 | 41,198 |
| 50 | 0,300 | 221,95 | 14,893 | 73,695 | 26,305 |
| 200 | 0,075 | 246,92 | 16,568 | 90,263 | 9,737 |
| PASA N°200 | | 145,12 | 9,737 | 100 | 0 |
| | | 1490,34 | 100 | | |

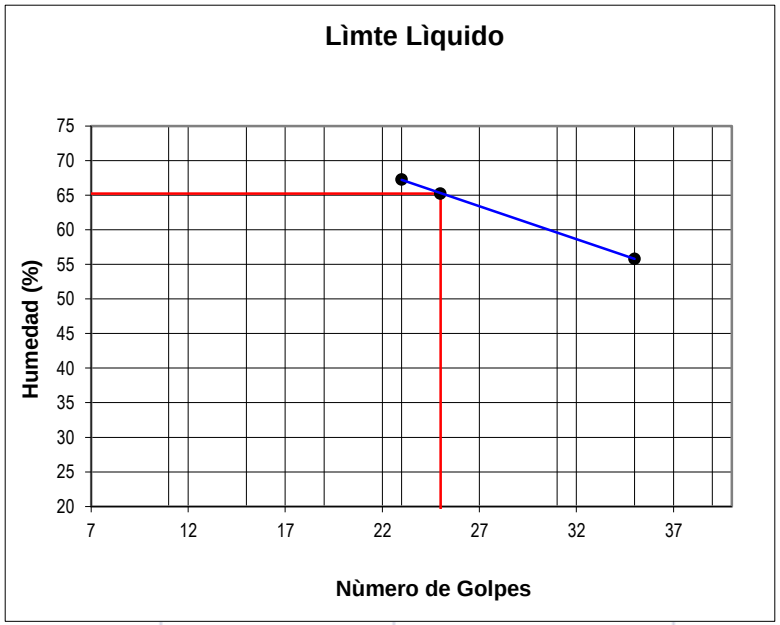


# LIMITES DE CONSISTENCIA

**Sector:** Calvario - La Mona
**Material:** Sub-rasante
**Abscisa:** 0+000
**Perforación:** 1,30 m
**Fecha :** Julio - 2012

| LIMITE LIQUIDO | | |
|---|---|---|
| | | |
| **Nº DE GOLPES** | 23 | 35 |
| TARA+SUELO HUMEDO | 40,20 | 38,60 |
| TARA+SUELO SECO | 30,15 | 30,15 |
| PESO DE AGUA | 10,05 | 8,45 |
| PESO DE TARA | 15,20 | 15,00 |
| PESO DE SUELO SECO | 14,95 | 15,15 |
| **HUMEDAD (%)** | 67,22 | 55,78 |

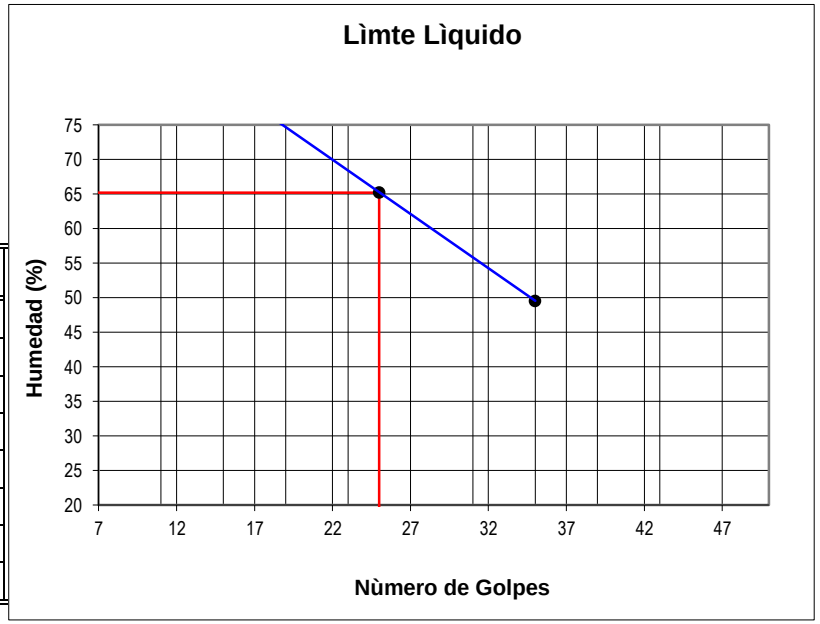
| LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|
| | | |
| TARA+SUELO HUMEDO | 18,7 | 22,90 |
| TARA+SUELO SECO | 18,20 | 22,30 |
| PESO DE AGUA | 0,50 | 0,60 |
| PESO DE TARA | 17,20 | 21,30 |
| PESO DE SUELO SECO | 1,00 | 1,00 |
| **HUMEDAD (%)** | **50,00** | **60,00** |




| Limites de Consistencia | |
|---|---|
| Limete Liquido | 65,20 |
| Limite Plastico | 55,00 |
| Indice Plastico | 10,20 |

# LIMITES DE CONSISTENCIA

**Sector:** Calvario - La Mona
**Material:** Sub-rasante
**Abscisa:** 0+500
**Perforación:** 1,30 m
**Fecha :** Julio - 2012




| LIMITE LIQUIDO | | |
|---|---|---|
| | | |
| **Nº DE GOLPES** | 35 | 18 |
| TARA+SUELO HUMEDO | 31,70 | 33,00 |
| TARA+SUELO SECO | 26,50 | 25,30 |
| PESO DE AGUA | 5,20 | 7,70 |
| PESO DE TARA | 16,00 | 15,20 |
| PESO DE SUELO SECO | 10,50 | 10,10 |
| **HUMEDAD (%)** | 49,52 | 76,24 |

| LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|
| | | |
| TARA+SUELO HUMEDO | 14,3 | 14,60 |
| TARA+SUELO SECO | 14,00 | 14,20 |
| PESO DE AGUA | 0,30 | 0,40 |
| PESO DE TARA | 13,40 | 13,50 |
| PESO DE SUELO SECO | 0,60 | 0,70 |
| **HUMEDAD (%)** | **50,00** | **57,14** |

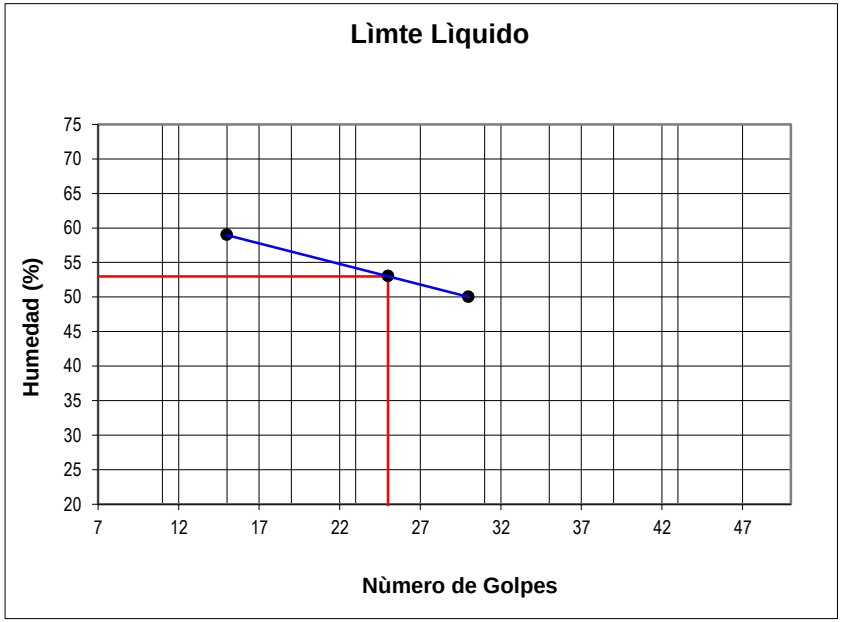
| Limites de Consistencia | |
|---|---|
| Limete Liquido | 65,20 |
| Limite Plastico | 53,57 |
| Indice Plastico | 11,63 |

# LIMITES DE CONSISTENCIA

**Sector:** Calvario - La Mona
**Material:** Sub-rasante
**Abscisa:** 1+000
**Perforación:** 1,30 m
**Fecha :** Julio - 2012

| LIMITE LIQUIDO | | |
|---|---|---|
| | | |
| **Nº DE GOLPES** | 30 | 15 |
| TARA+SUELO HUMEDO | 34,30 | 32,60 |
| TARA+SUELO SECO | 28,20 | 25,70 |
| PESO DE AGUA | 6,10 | 6,90 |
| PESO DE TARA | 16,00 | 14,00 |
| PESO DE SUELO SECO | 12,20 | 11,70 |
| **HUMEDAD (%)** | 50,00 | 58,97 |

| LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|
| | | |
| TARA+SUELO HUMEDO | 20 | 17,40 |
| TARA+SUELO SECO | 19,60 | 16,90 |
| PESO DE AGUA | 0,40 | 0,50 |
| PESO DE TARA | 18,50 | 15,60 |
| PESO DE SUELO SECO | 1,10 | 1,30 |
| **HUMEDAD (%)** | **36,36** | **38,46** |



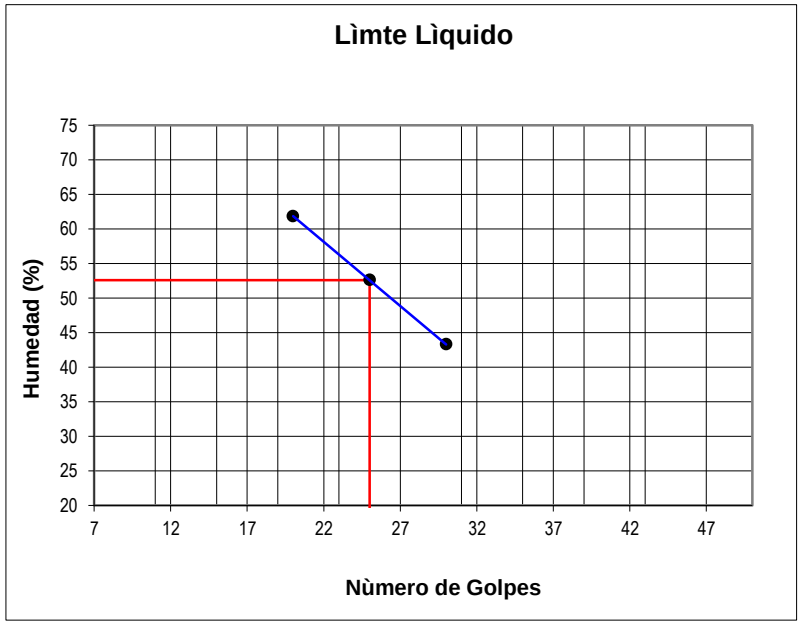

| Limites de Consistencia | |
|---|---|
| Limete Liquido | 53,00 |
| Limite Plastico | 37,41 |
| Indice Plastico | 15,59 |

# LIMITES DE CONSISTENCIA

**Sector:** Calvario - La Mona
**Material:** Sub-rasante
**Abscisa:** 1+500
**Perforación:** 1,30 m
**Fecha :** Julio - 2012

| LIMITE LIQUIDO | | |
|---|---|---|
| | | |
| **Nº DE GOLPES** | 30 | 20 |
| TARA+SUELO HUMEDO | 28,26 | 28,00 |
| TARA+SUELO SECO | 23,80 | 22,65 |
| PESO DE AGUA | 4,46 | 5,35 |
| PESO DE TARA | 13,50 | 14,00 |
| PESO DE SUELO SECO | 10,30 | 8,65 |
| **HUMEDAD (%)** | 43,30 | 61,85 |

| LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|
| | | |
| TARA+SUELO HUMEDO | 18,8 | 20,50 |
| TARA+SUELO SECO | 17,30 | 19,25 |
| PESO DE AGUA | 1,50 | 1,25 |
| PESO DE TARA | 13,30 | 16,00 |
| PESO DE SUELO SECO | 4,00 | 3,25 |
| **HUMEDAD (%)** | **37,50** | **38,46** |



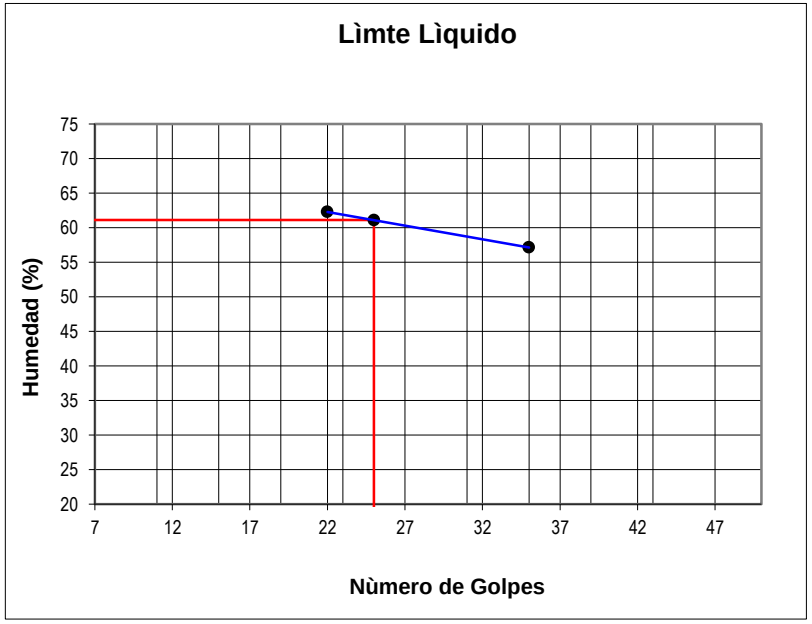

| Limites de Consistencia | |
|---|---|
| Limete Liquido | 52,60 |
| Limite Plastico | 37,98 |
| Indice Plastico | 14,62 |

# LIMITES DE CONSISTENCIA

**Sector:** Calvario - La Mona
**Material:** Sub-rasante
**Abscisa:** 2+000
**Perforación:** 1,30 m
**Fecha :** Julio - 2012

| LIMITE LIQUIDO | | |
|---|---|---|
| | | |
| **Nº DE GOLPES** | 35 | 22 |
| TARA+SUELO HUMEDO | 45,75 | 39,75 |
| TARA+SUELO SECO | 36,75 | 30,75 |
| PESO DE AGUA | 9,00 | 9,00 |
| PESO DE TARA | 21,00 | 16,30 |
| PESO DE SUELO SECO | 15,75 | 14,45 |
| **HUMEDAD (%)** | 57,14 | 62,28 |

| LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|
| | | |
| TARA+SUELO HUMEDO | 20,2 | 20,80 |
| TARA+SUELO SECO | 19,45 | 19,30 |
| PESO DE AGUA | 0,75 | 1,50 |
| PESO DE TARA | 18,20 | 15,75 |
| PESO DE SUELO SECO | 1,25 | 3,55 |
| **HUMEDAD (%)** | **60,00** | **42,25** |



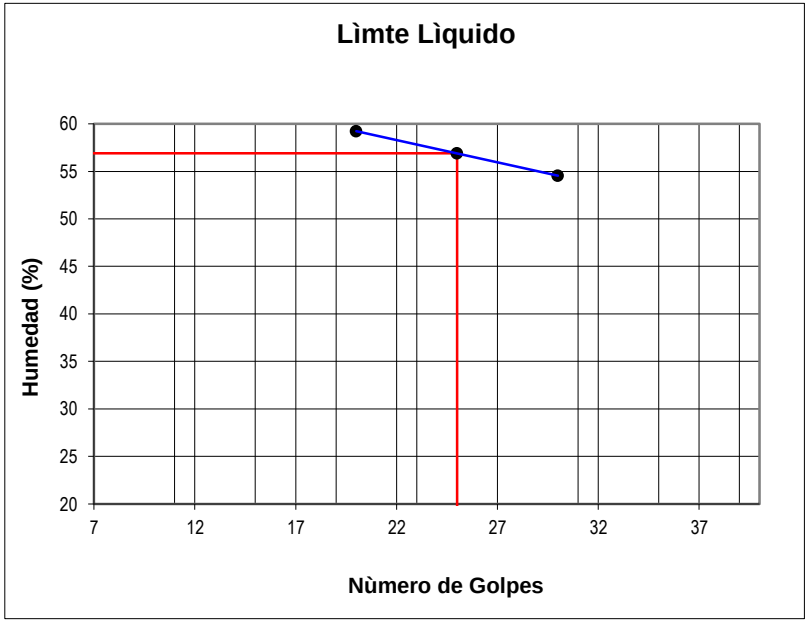

| Limites de Consistencia | |
|---|---|
| Limete Liquido | 61,10 |
| Limite Plastico | 51,13 |
| Indice Plastico | 9,97 |

# LIMITES DE CONSISTENCIA

**Sector:** Calvario - La Mona
**Material:** Sub-rasante
**Abscisa:** 2+500
**Perforación:** 1,30 m
**Fecha :** Julio - 2012

| LIMITE LIQUIDO | | |
|---|---|---|
| | | |
| **Nº DE GOLPES** | 30 | 20 |
| TARA+SUELO HUMEDO | 46,80 | 40,60 |
| TARA+SUELO SECO | 37,80 | 31,60 |
| PESO DE AGUA | 9,00 | 9,00 |
| PESO DE TARA | 21,30 | 16,40 |
| PESO DE SUELO SECO | 16,50 | 15,20 |
| **HUMEDAD (%)** | 54,55 | 59,21 |

| LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|
| | | |
| TARA+SUELO HUMEDO | 9,3 | 15,10 |
| TARA+SUELO SECO | 8,70 | 14,80 |
| PESO DE AGUA | 0,60 | 0,30 |
| PESO DE TARA | 7,80 | 13,80 |
| PESO DE SUELO SECO | 0,90 | 1,00 |
| **HUMEDAD (%)** | **66,67** | **30,00** |




| Limites de Consistencia | |
|---|---|
| Limete Liquido | 56,90 |
| Limite Plastico | 48,33 |
| Indice Plastico | 8,57 |

# ENSAYO DE COMPACTACIÓN

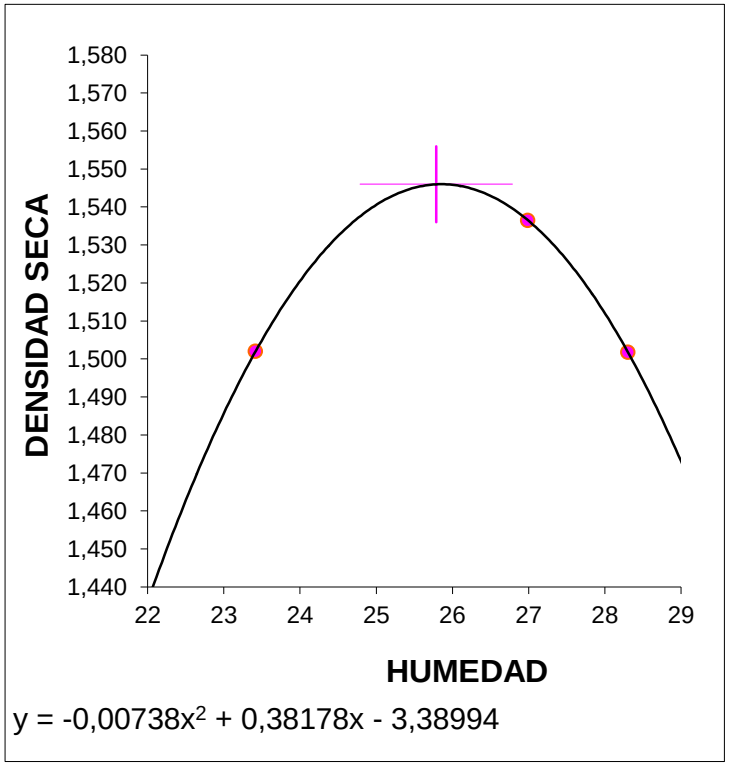
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| FECHA: | Julio del 2012 | | MATERIAL: | SUBRASANTE |
| MOLDE : | 6" | | LUGAR: | JIPIJAPA |
| VOLUMEN: | 2050 | $cm^3$ | OBRA: | Via El Calvario - La Mona |
| PESO: | 6750 | gr. | ABSCISA: | 0+000 |
| METODO DE ENSAYO: | AASHTO T-180-D | | | |
| GOLPE POR CAPA: | 56 | | | |
| NUMERO DE CAPAS: | 5 | | | |
| PESO MARTILLO: | 10 | lbs. | | |
| ALTURA CAÍDA: | 18" | | | |

**MÁX.. DENS : 1,546** gr./$cm^3$

**HUM. OPT. : 25,79%**

| DATOS PARA LA CURVA | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA N. | **1** | **2** | **3** |
| P.molde + suelo (gr.) | 10550 | 10750 | 10700 |
| peso molde (gr.) | 6750 | 6750 | 6750 |
| peso suelo (gr.) | 3800 | 4000 | 3950 |
| Cont. Prom. Agua % | 23,42 | 26,99 | 28,31 |
| dens. Humee (gr./$cm^3$) | 1,854 | 1,951 | 1,927 |
| dens. Seca (gr./$cm^3$) | 1,502 | 1,536 | 1,502 |
| | | | |

| CONTENIDO DE AGUA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| Tara | | | | | | |
| tara + suelo H.(gr.) | 75,74 | 72,90 | 70,65 | 69,85 | 75,15 | 65,85 |
| tara + suelo S.(gr.) | 63,45 | 61,75 | 57,35 | 58,65 | 62,35 | 53,10 |
| peso tara (gr.) | 12,50 | 12,65 | 12,75 | 12,30 | 12,03 | 12,20 |
| contenido de agua | 24,12 | 22,71 | 29,82 | 24,16 | 25,44 | 31,17 |
| cont. prom. Agua % | 23,42 | | 26,99 | | 28,31 | |

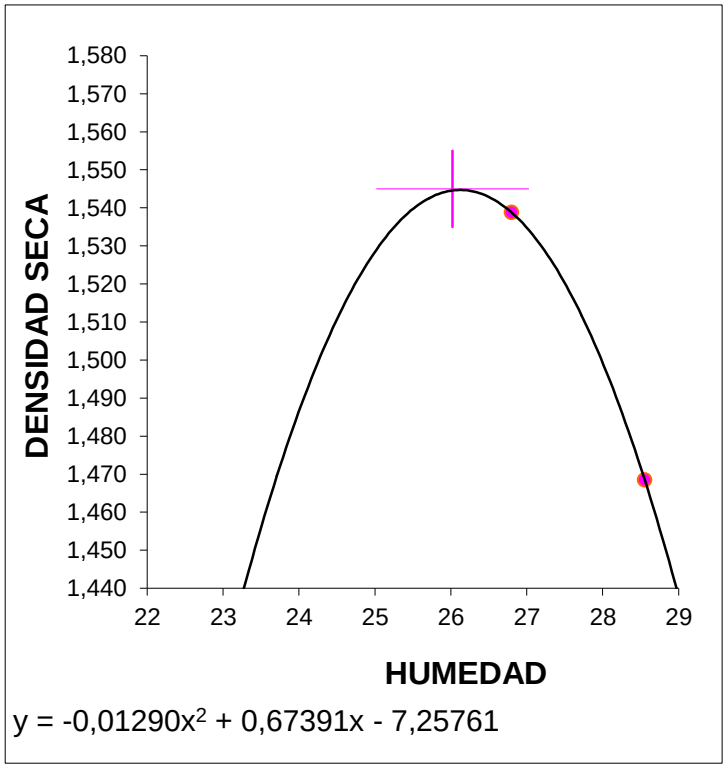


# ENSAYO DE COMPACTACIÓN

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| FECHA: | 27-ago-12 | | MATERIAL: | SUBRASANTE |
| MOLDE : | 6" | | LUGAR: | JIPIJAPA |
| VOLUMEN: | 2050 | $cm^3$ | OBRA: | Via El Calvario-La Mona |
| PESO: | 6750 | gr. | ABSCISA | 0+500 |
| MÉTODO DE ENSAYO: | AASHTO T-180- | | | |
| GOLPE POR CAPA: | 56 | | | |
| NUMERO DE CAPAS: | 5 | | | |
| PESO MARTILLO: | 10 | lbs. | | |
| ALTURA CAÍDA: | 18" | | | |

| | | |
|---|---|---|
| **MÁX.. DENS :** | **1,545** | **gr./$cm^3$** |
| **HUM. OPT. :** | **26,02%** | |

| DATOS PARA LA CURVA | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA N. | **1** | **2** | **3** |
| P.molde + suelo (gr.) | 10120 | 10750 | 10620 |
| peso molde (gr.) | 6750 | 6750 | 6750 |
| peso suelo (gr.) | 3370 | 4000 | 3870 |
| Cont. Prom. Agua % | 22,19 | 26,80 | 28,55 |
| dens. Humee (gr./$cm^3$) | 1,644 | 1,951 | 1,888 |
| dens. Seca (gr./$cm^3$) | 1,345 | 1,539 | 1,468 |
| | | | |




| CONTENIDO DE AGUA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| recipiente tara | | | | | | |
| tara + suelo H.(gr.) | 75,12 | 73,24 | 70,65 | 71,56 | 75,10 | 75,65 |
| tara + suelo S.(gr.) | 63,95 | 62,15 | 58,32 | 59,14 | 62,32 | 60,85 |
| peso tara (gr.) | 12,65 | 13,10 | 12,45 | 12,65 | 12,50 | 13,80 |
| contenido de agua | 21,77 | 22,61 | 26,88 | 26,72 | 25,65 | 31,46 |
| cont. prom. Agua % | 22,19 | | 26,80 | | 28,55 | |

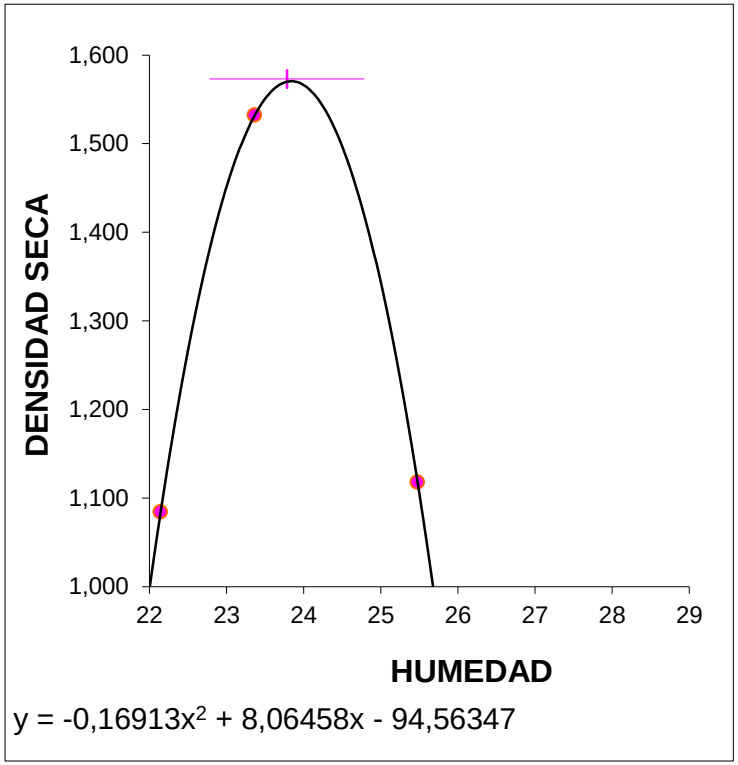
# ENSAYO DE COMPACTACIÓN

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| FECHA: | 27-ago-12 | | MATERIAL: | SUBRASANTE |
| MOLDE : | 6" | | LUGAR: | JIPIJAPA |
| VOLUMEN: | 2050 | $cm^3$ | OBRA: | Via El Calvario-La Mona |
| PESO: | 6750 | gr. | ABSCISA | 0+1000 |
| METODO DE ENSAYO: | AASHTO T-180-D | | | |
| GOLPE POR CAPA: | 56 | | | |
| NUMERO DE CAPAS: | 5 | | | |
| PESO MARTILLO: | 10 | lbs. | | |
| ALTURA CAÍDA: | 18" | | | |

| | | |
|---|---|---|
| **MÁX.. DENS :** | **1,573** | **gr./$cm^3$** |
| **HUM. OPT. :** | **23,79%** | |

| **DATOS PARA LA CURVA** | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA N. | **1** | **2** | **3** |
| P.molde + suelo (gr.) | 9465 | 10625 | 9625 |
| peso molde (gr.) | 6750 | 6750 | 6750 |
| peso suelo (gr.) | 2715 | 3875 | 2875 |
| Cont. Prom. Agua % | 22,15 | 23,37 | 25,48 |
| dens. Humee (gr./$cm^3$) | 1,324 | 1,890 | 1,402 |
| dens. Seca (gr./$cm^3$) | 1,084 | 1,532 | 1,118 |
| | | | |

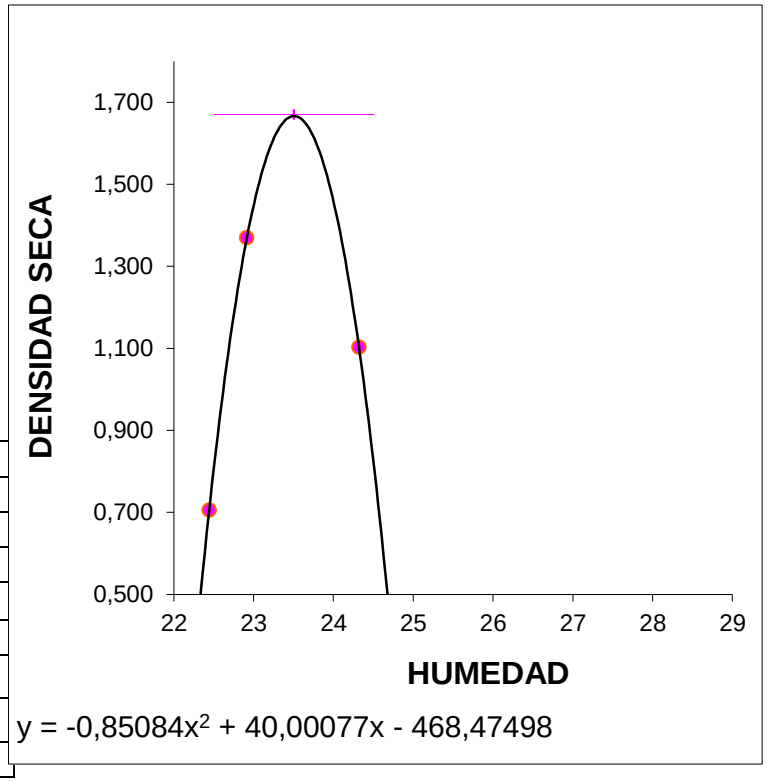
| **CONTENIDO DE AGUA** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| recipiente tara | | | | | | |
| tara + suelo H.(gr.) | 73,20 | 74,25 | 71,12 | 71,56 | 69,50 | 74,20 |
| tara + suelo S.(gr.) | 63,00 | 63,20 | 62,00 | 60,20 | 59,00 | 60,85 |
| peso tara (gr.) | 18,00 | 12,10 | 17,10 | 17,20 | 12,50 | 13,80 |
| contenido de agua | 22,67 | 21,62 | 20,31 | 26,42 | 22,58 | 28,37 |
| cont. prom. Agua % | 22,15 | | 23,37 | | 25,48 | |



# ENSAYO DE COMPACTACIÓN

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| FECHA: | Julio del 2012 | | MATERIAL: | SUBRASANTE |
| MOLDE : | 6" | | LUGAR: | JIPIJAPA |
| VOLUMEN: | 2050 | $cm^3$ | OBRA: | Via El Calvario - La Mona |
| PESO: | 6750 | gr. | ABSCISA: | 1+500 |
| MÉTODO DE ENSAYO: | AASHTO T-180-D | | | |
| GOLPE POR CAPA: | 56 | | | |
| NUMERO DE CAPAS: | 5 | | | |
| PESO MARTILLO: | 10 | lbs. | | |
| ALTURA CAÍDA: | 18" | | | |

| | | |
|---|---|---|
| **MÁX.. DENS :** | **1,670** | **gr./cm³** |
| **HUM. OPT. :** | **23,51%** | |




| DATOS PARA LA CURVA | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA N. | **1** | **2** | **3** |
| P.molde + suelo (gr.) | 8520 | 10200 | 9560 |
| peso molde (gr.) | 6750 | 6750 | 6750 |
| peso suelo (gr.) | 1770 | 3450 | 2810 |
| Cont. Prom. Agua % | 22,44 | 22,92 | 24,32 |
| dens. Humee (gr./cm³) | 0,863 | 1,683 | 1,371 |
| dens. Seca (gr./cm³) | 0,705 | 1,369 | 1,103 |
| | | | |

| CONTENIDO DE AGUA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| Tara | | | | | | |
| tara + suelo H.(gr.) | 74,75 | 72,90 | 69,85 | 68,52 | 73,20 | 65,85 |
| tara + suelo S.(gr.) | 63,45 | 61,75 | 58,60 | 58,65 | 62,35 | 55,00 |
| peso tara (gr.) | 12,50 | 12,65 | 12,75 | 12,30 | 16,00 | 12,00 |
| contenido de agua | 22,18 | 22,71 | 24,54 | 21,29 | 23,41 | 25,23 |
| cont. prom. Agua % | 22,44 | | 22,92 | | 24,32 | |

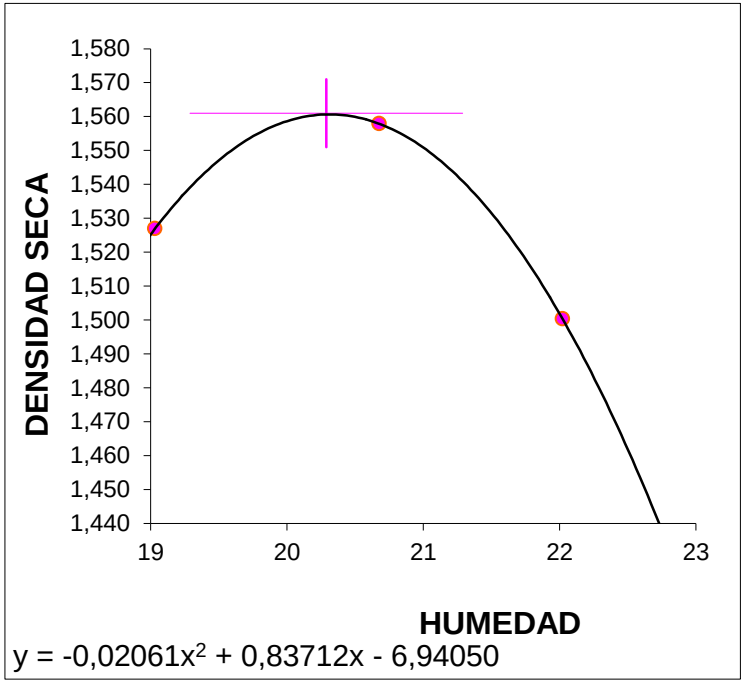
# ENSAYO DE COMPACTACIÓN

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| FECHA: | Julio del 2012 | | MATERIAL: | SUBRASANTE |
| MOLDE : | 6" | | LUGAR: | JIPIJAPA |
| VOLUMEN: | 2050 | $cm^3$ | OBRA: | Via El Calvario - La Mona |
| PESO: | 6750 | gr. | ABSCISA: | 2+000 |

| | | |
|---|---|---|
| MÉTODO DE ENSAYO: | AASHTO | T-180-D |
| GOLPE POR CAPA: | 56 | |
| NUMERO DE CAPAS: | 5 | |
| PESO MARTILLO: | 10 | lbs. |
| ALTURA CAÍDA: | 18" | |

| DATOS PARA LA CURVA | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA N. | **1** | **2** | **3** |
| P.molde + suelo (gr.) | 10476 | 10604 | 10503 |
| peso molde (gr.) | 6750 | 6750 | 6750 |
| peso suelo (gr.) | 3726 | 3854 | 3753 |
| Cont. Prom. Agua % | 19.03 | 20.68 | 22.02 |
| dens. Humee (gr./$cm^3$) | 1.818 | 1.880 | 1.831 |
| dens. Seca (gr./$cm^3$) | 1.527 | 1.558 | 1.500 |

| CONTENIDO DE AGUA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| recipiente tara | | | | | | |
| tara + suelo H.(gr.) | 74.70 | 71.68 | 68.15 | 69.00 | 73.35 | 63.81 |
| tara + suelo S.(gr.) | 64.97 | 62.12 | 58.58 | 59.52 | 63.37 | 54.15 |
| peso tara (gr.) | 12.85 | 12.83 | 13.00 | 12.95 | 13.20 | 14.15 |
| contenido de agua | 18.67 | 19.40 | 21.00 | 20.36 | 19.89 | 24.15 |
| cont. prom. Agua % | 19.03 | | 20.68 | | 22.02 | |




**MÁX. DENS : 1.561 gr./cm3**

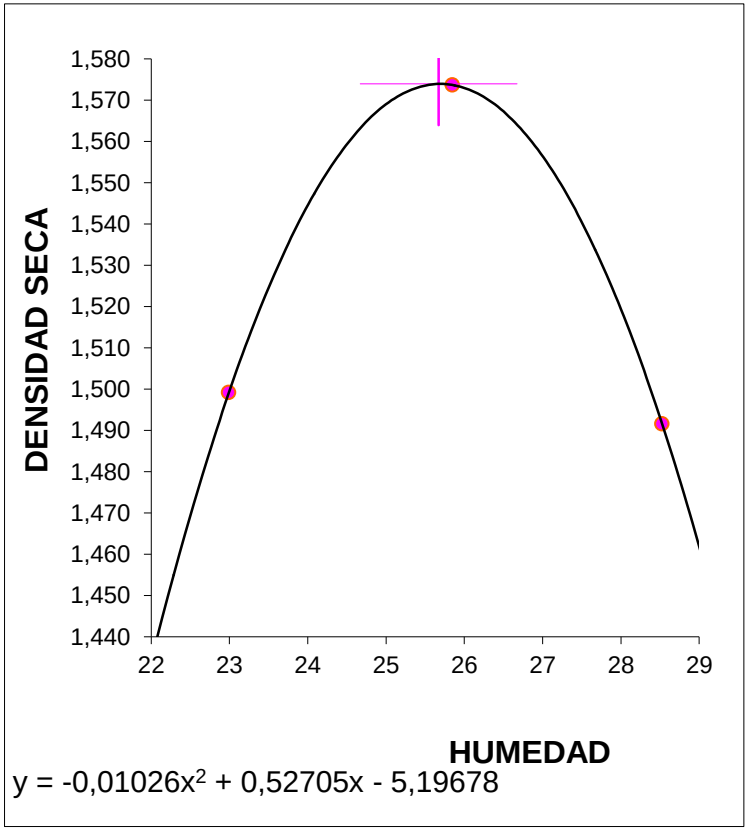
**HUM. OPT. : 20.29 %**

# ENSAYO DE COMPACTACIÓN

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| FECHA: | Julio del 2012 | | MATERIAL: | SUBRASANTE |
| MOLDE : | 6" | | LUGAR: | JIPIJAPA |
| VOLUMEN: | 2050 | $cm^3$ | OBRA: | Via El Calvario - La Mona |
| PESO: | 6750 | gr. | ABSCISA: | 2+500 |
| MÉTODO DE ENSAYO: | AASHTO | T-180-D | | |
| GOLPE POR CAPA: | 56 | | | |
| NUMERO DE CAPAS: | 5 | | | |
| PESO MARTILLO: | 10 | lbs. | | |
| ALTURA CAÍDA: | 18" | | | |

| DATOS PARA LA CURVA | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA N. | **1** | **2** | **3** |
| P.molde + suelo (gr.) | 10530 | 10810 | 10680 |
| peso molde (gr.) | 6750 | 6750 | 6750 |
| peso suelo (gr.) | 3780 | 4060 | 3930 |
| Cont. Prom. Agua % | 22.99 | 25.85 | 28.53 |
| Dens. Humee (gr./$cm^3$) | 1.844 | 1.980 | 1.917 |
| Dens. Seca (gr./$cm^3$) | 1.499 | 1.574 | 1.492 |

| CONTENIDO DE AGUA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| recipiente tara | | | | | | |
| tara + suelo H.(gr.) | 76.73 | 73.71 | 71.18 | 71.03 | 75.18 | 65.88 |
| tara + suelo S.(gr.) | 64.97 | 62.12 | 58.58 | 59.52 | 62.37 | 53.15 |
| peso tara (gr.) | 12.75 | 12.73 | 12.41 | 12.36 | 13.04 | 12.20 |
| contenido de agua | 22.52 | 23.47 | 27.29 | 24.41 | 25.97 | 31.09 |
| cont. prom. Agua % | 22.99 | | 25.85 | | 28.53 | |




**MÁX. DENS :**
**1.574 gr./cm3**

**HUM. OPT. :**
**25.67 %**

# ENSAYO DE C.B.R.

Proyecto : Via El Calvario-La Mona

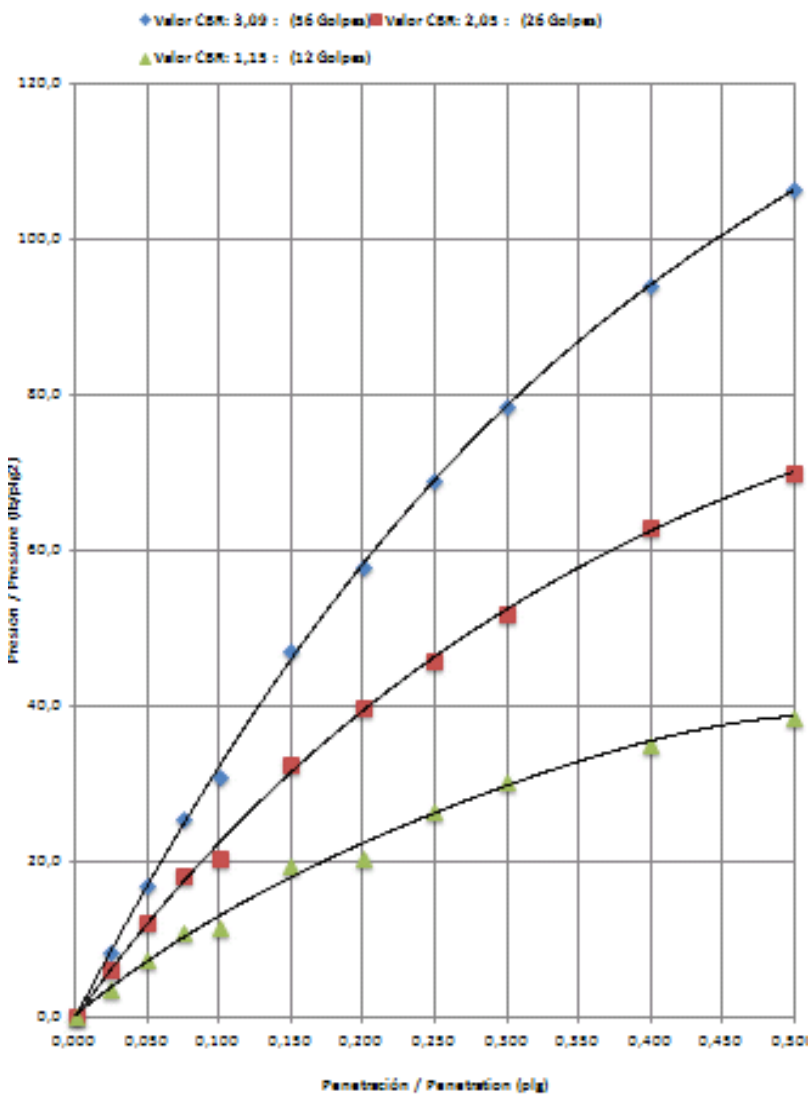
Localización : JIPIJAPA  Fecha: Julio de 2012

Material : SUBRASANTE  Calculado:

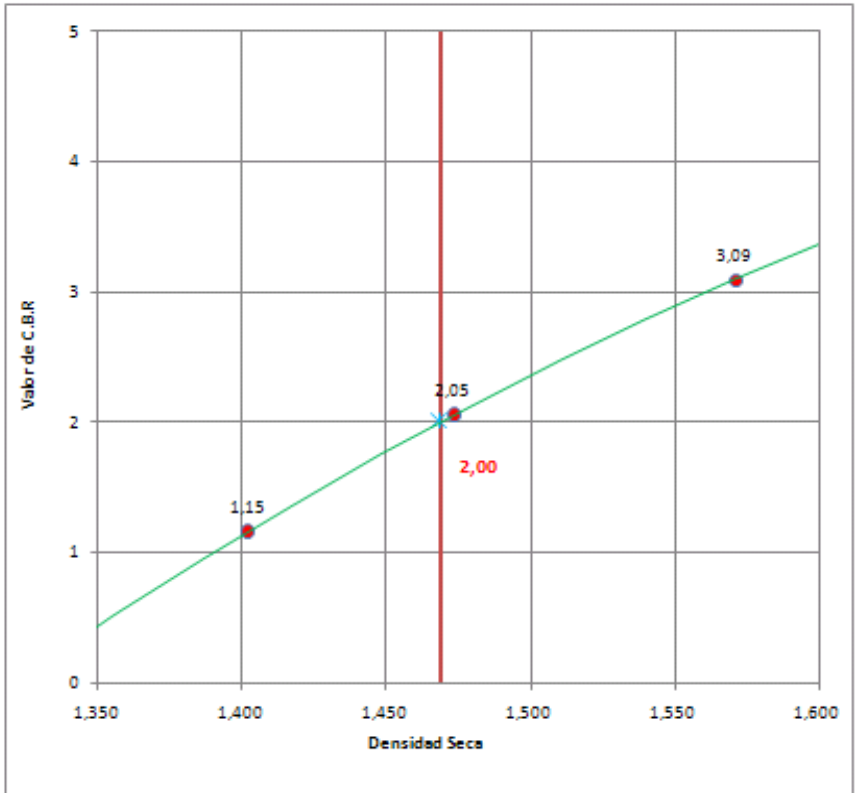
| Datos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra No. | A1 | | A2 | | A3 | |
| Número de capa | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa | 56 | | 26 | | 12 | |
| Condición | Antes saturada | Después saturada | Antes saturada | Después saturada | Antes saturada | Después saturada |
| Peso molde+suelo (gr) | 12.325 | 12.425 | 12.236 | 12.601 | 12.041 | 12.458 |
| Peso molde (gr) | 8.000 | 8.000 | 8.210 | 8.210 | 8.250 | 8250 |
| Peso suelo (gr) | 4.325 | 4.425 | 4.026 | 4.391 | 3.791 | 4.208 |
| Humedad promedio (%) | 25,19% | 27,07% | 25,06% | 34,25% | 25,05% | 36,23% |
| Volúmen | 2.199 | 2.199 | 2.185 | 2.185 | 2.163 | 2163 |
| Densidad húmeda (gr/cm³) | 1,967 | 2,012 | 1,843 | 2,010 | 1,753 | 1,946 |
| Densidad seca / (gr/cm³) | 1,571 | 1,584 | 1,473 | 1,497 | 1,402 | 1,428 |

| Contenido de agua | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra No. | A1 | | | | A2 | | | | A3 | | | |
| Ubicación / | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Recipiente número | | | | | | | | | | | | |
| Tara+suelo húmedo (gr) | 71,24 | 71,58 | 57,69 | 62,27 | 78,95 | 74,30 | 68,84 | 62,45 | 76,92 | 70,40 | 50,26 | 61,90 |
| Tara+suelo seco (gr) | 59,50 | 59,60 | 48,00 | 51,78 | 65,60 | 61,90 | 54,00 | 50,00 | 64,00 | 58,70 | 40,00 | 48,78 |
| Peso tara (gr) | 12,80 | 12,12 | 12,80 | 12,35 | 12,40 | 12,35 | 12,12 | 12,35 | 12,40 | 12,02 | 12,10 | 12,02 |
| Contenido de agua %) | 25,14% | 25,23% | 27,53% | 26,60% | 25,09% | 25,03% | 35,43% | 33,07% | 25,04% | 25,06% | 36,77% | 35,69% |
| Humedad promedio (%) | 25,19% | | 27,07% | | 25,06% | | 34,25% | | 25,05% | | 36,23% | |

| Porcentaje agua absorbida | | | |
|---|---|---|---|
| Muestra No. | A1 | A2 | A3 |
| Peso molde+suelo después saturado (gr) | 12.425 | 12.601 | 12458 |
| Peso molde+suelo antes saturación | 12.325 | 12.236 | 12041 |
| Peso agua absorbida | 100 | 365 | 417 |
| Porcentaje agua absorbida | 2,31% | 9,07% | 11,00% |




| | | |
|---|---|---|
| MAX. DENS : | 1,546 | gr/cm³ |
| 95% MAX. DENS : | 1,469 | gr/cm³ |
| VALOR CBR : | 2,00 | % |



# ENSAYO DE C.B.R.

Proyecto : Via El Calvario-La Mona

Localización : JIPIJAPA  Fecha: Julio de 2012

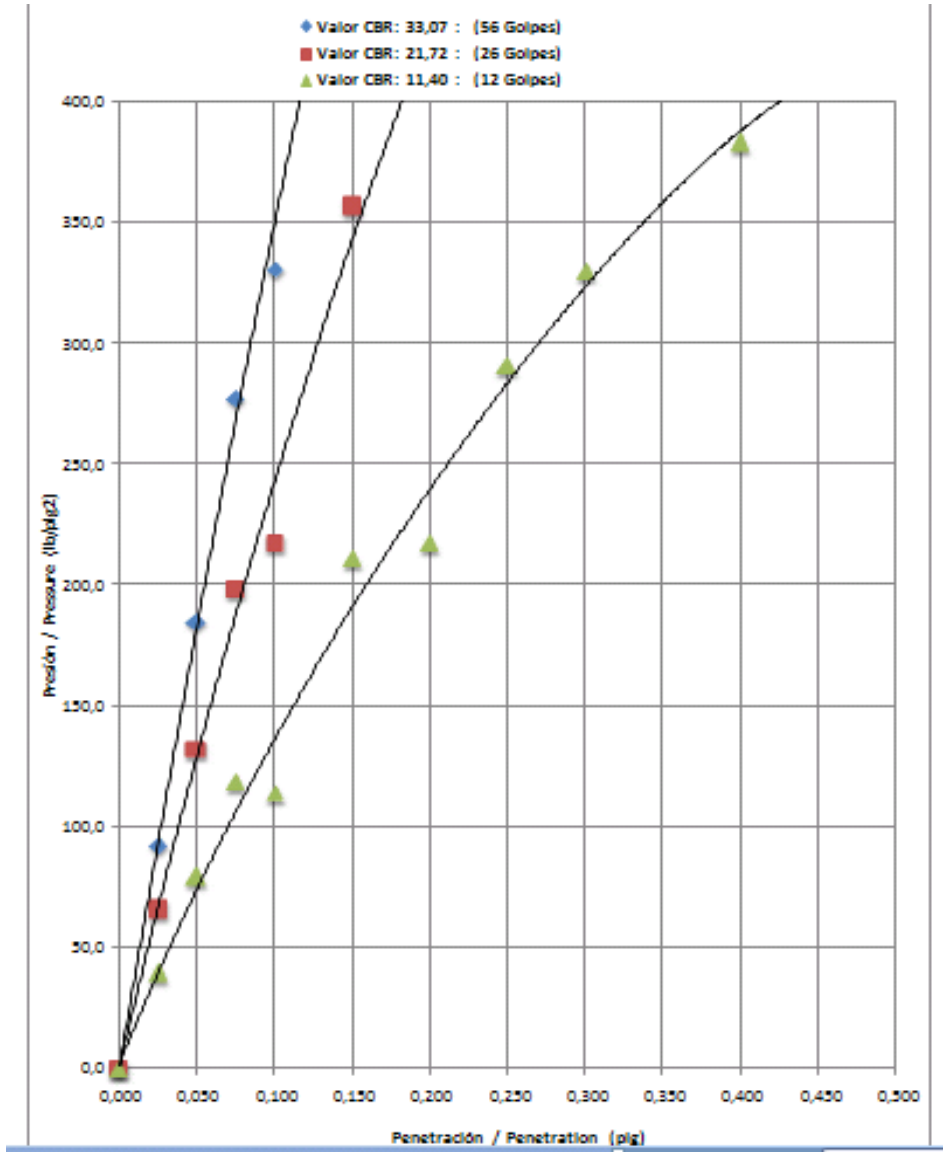
Material : SUBRASANTE  Calculado:

**ESTABILIZADA**

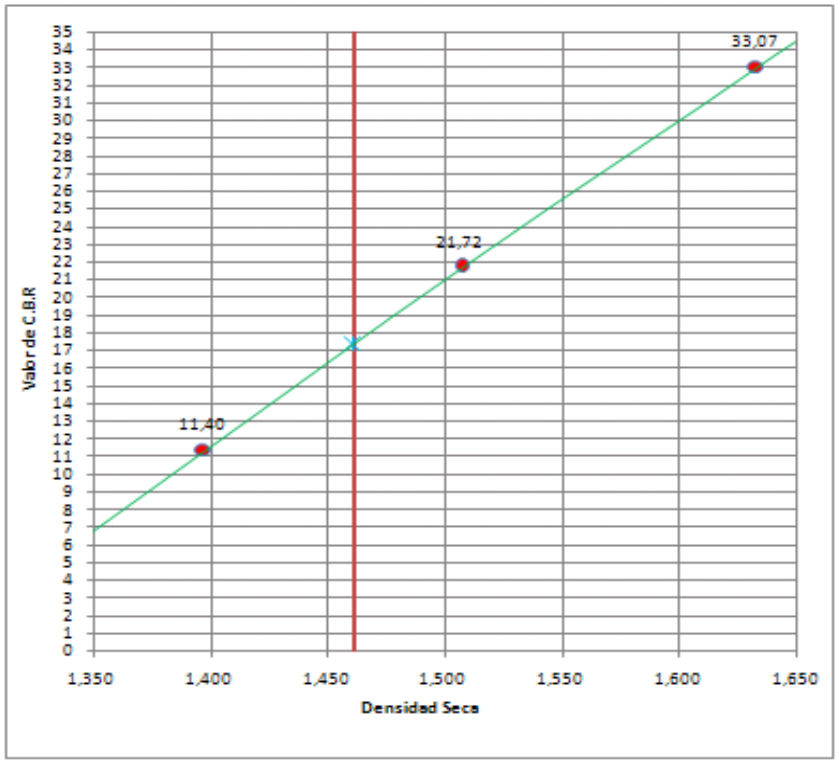
| Datos / Datas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra No. / Specimen No. | A1 | | A2 | | A3 | |
| Número de capa / Number of layers | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa / Blows per layer | 56 | | 26 | | 12 | |
| Condición / Condition | Antes saturada / Before saturate | Después saturada / After saturate | Antes saturada / Before saturate | Después saturada / After saturate | Antes saturada / Before saturate | Después saturada / After saturate |
| Peso molde+suelo / Can weight+soil (gr) | 12.315 | 12.410 | 12.219 | 12.590 | 12.028 | 12.441 |
| Peso molde / Can weight (gr) | 8.000 | 8.000 | 8.210 | 8.210 | 8.250 | 8250 |
| Peso suelo / Soil weight (gr) | 4.315 | 4.410 | 4.009 | 4.380 | 3.778 | 4.191 |
| Humedad promedio / Average moisture (%) | 20,17% | 23,85% | 21,76% | 31,06% | 25,06% | 32,20% |
| Volúmen / Volume | 2.199 | 2.199 | 2.185 | 2.185 | 2.163 | 2163 |
| Densidad húmeda / Wet density (gr/cm³) | 1,962 | 2,005 | 1,835 | 2,005 | 1,747 | 1,938 |
| Densidad seca / Dry density (gr/cm³) | 1,633 | 1,619 | 1,507 | 1,530 | 1,397 | 1,466 |

| Datos / Datas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra No. / Specimen No. | A1 | | A2 | | A3 | |
| Número de capa / Number of layers | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa / Blows per layer | 56 | | 26 | | 12 | |
| Condición / Condition | Antes saturada / Before saturate | Después saturada / After saturate | Antes saturada / Before saturate | Después saturada / After saturate | Antes saturada / Before saturate | Después saturada / After saturate |
| Peso molde+suelo / Can weight+soil (gr) | 12.315 | 12.410 | 12.219 | 12.590 | 12.028 | 12.441 |
| Peso molde / Can weight (gr) | 8.000 | 8.000 | 8.210 | 8.210 | 8.250 | 8250 |
| Peso suelo / Soil weight (gr) | 4.315 | 4.410 | 4.009 | 4.380 | 3.778 | 4.191 |
| Humedad promedio / Average moisture (%) | 20,17% | 23,85% | 21,76% | 31,06% | 25,06% | 32,20% |
| Volúmen / Volume | 2.199 | 2.199 | 2.185 | 2.185 | 2.163 | 2163 |
| Densidad húmeda / Wet density (gr/cm³) | 1,962 | 2,005 | 1,835 | 2,005 | 1,747 | 1,938 |
| Densidad seca / Dry density (gr/cm³) | 1,633 | 1,619 | 1,507 | 1,530 | 1,397 | 1,466 |

| Contenido de agua / Moisture | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra No. / Specimen No. | A1 | | | | A2 | | | | A3 | | | |
| Ubicación / Position | Arriba / Top | Abajo / Bottom | Arriba / Top | Abajo / Bottom | Arriba / Top | Abajo / Bottom | Arriba / Top | Abajo / Bottom | Arriba / Top | Abajo / Bottom | Arriba / Top | Abajo / Bottom |
| Recipiente número / Cap number | | | | | | | | | | | | |
| Tara+suelo húmedo / Can+wet soil (gr) | 70,24 | 70,25 | 57,73 | 62,31 | 78,99 | 73,34 | 68,88 | 62,49 | 76,96 | 70,44 | 50,30 | 61,94 |
| Tara+suelo seco / Can+dry soil (gr) | 60,50 | 60,60 | 49,00 | 52,78 | 66,60 | 62,90 | 55,00 | 51,00 | 63,00 | 59,70 | 41,00 | 49,78 |
| Peso tara / Can weight (gr) | 12,81 | 12,13 | 12,82 | 12,36 | 12,41 | 12,36 | 12,13 | 12,36 | 12,41 | 12,03 | 12,11 | 12,03 |
| Contenido de agua / Moisture (%) | 20,42% | 19,91% | 24,13% | 23,58% | 22,86% | 20,66% | 32,38% | 29,74% | 27,59% | 22,53% | 32,19% | 32,21% |
| Humedad promedio / Average moisture (%) | 20,17% | | 23,85% | | 21,76% | | 31,06% | | 25,06% | | 32,20% | |




| | | |
|---|---|---|
| MAX. DENS : | 1,538 | gr/cm³ |
| 95% MAX. DENS : | 1,461 | gr/cm³ |
| VALOR CBR : | 17,30 | % |



### 9.3.2 ENSAYOS DE SUELOS SUBBASE

## GRANULOMETRÍA

| | |
|---|---|
| MATERIAL | SUB-BASE |
| CANTERA | HOLCIM-CHORRILLO |
| REALIZADO POR | GREGORIO PONCE |
| CALCULO | |

| TAMIZ | PESO RETENIDO | | % RETENIDO | | % PASA | ESPECIFICACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3" | 0,00 | | 0,00 | | 100,00 | |
| 2 1/2" | 0 | | 0,00 | | 100,00 | |
| 2" | 211 | | 0,63 | | 99,37 | |
| 1 1/2" | 694 | | 2,06 | | 97,94 | |
| 1" | 1630 | | 4,84 | | 95,16 | |
| 3/4" | 2810 | | 8,35 | | 91,65 | |
| 1/2" | 6309 | | 18,74 | | 81,26 | |
| 3/8" | 8982 | | 26,68 | | 73,32 | |
| N°4 | 16094 | | 47,80 | | 52,20 | |
| PASA N°4 | 17573 | | 52,20 | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| N°10 | 84 | | 15,94 | | 36,25 | |
| N°40 | 178 | | 33,79 | | 18,41 | |
| N°200 | 229 | | 43,47 | | 8,73 | |
| PASA N°200 | 46 | | 8,73 | | | |
| | | | | | | |
| TOTAL | 33667 | | 100 gr. | | | |

# CONTENIDO DE HUMEDAD

| | |
|---|---|
| MATERIAL | SUB-BASE |
| CANTERA | HOLCIM-CHORRILLO |
| REALIZADO POR | GREGORIO PONCE |
| CALCULO | |

| MUESTRA N° | | | 1 | 2 |
|---|---|---|---|---|
| Profundidad de la muestra | | | | |
| Tara N° | | | 3 | 6 |
| PESO EN GRAMOS | Tara + suelo húmedo | whr | 97,55 | 109,98 |
| | Tara + suelo seco | wdr | 90,65 | 101,84 |
| | Tara | wr | 12,40 | 12,00 |
| | Agua | ww | 6,90 | 8,14 |
| | Suelo seco | w3 | 78,25 | 89,84 |
| contenido de humedad | | w | 8,82 | 9,06 |

# ENSAYOS DE PLASTICIDAD

| | |
|---|---|
| MATERIAL | SUB-BASE |
| CANTERA | LA BOCA PTO CAYO |
| REALIZADO POR | Gregorio Ponce |
| CALCULO | |

| GOLPES | 35 | 22 | 12 |
|---|---|---|---|
| Peso muestra húmeda + vasija | 28,62 | 24,67 | 28,22 |
| peso muestra seca + vasija | 23,34 | 20,00 | 22,17 |
| Peso vasija | 6,25 | 6,22 | 6,30 |
| Peso muestra seca | 17,09 | 13,78 | 15,87 |
| Peso perdido | 5,28 | 4,67 | 6,05 |
| % de humedad | 30,90 | 33,89 | 38,12 |

## LIMITE PLÁSTICO

| | | |
|---|---|---|
| Peso muestra húmeda + vasija | 10,41 | 10,32 |
| peso muestra seca + vasija | 9,51 | 9,40 |
| Peso vasija | 6,30 | 6,25 |
| Peso muestra seca | 3,21 | 3,15 |
| Peso perdido | 0,90 | 0,92 |
| % de humedad | 28,04 | 29,21 |

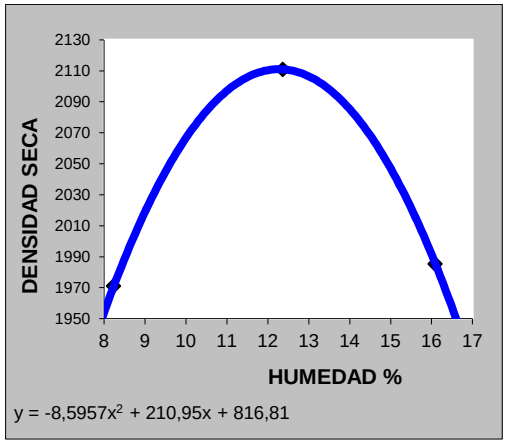
## INDICE DE PLASTICIDAD

| | | |
|---|---|---|
| Limite liquido | 33,10 | % |
| Limite plástico | 28,62 | % |
| Índice plástico | 4,48 | |

# ENSAYO DE COMPACTACIÓN

| | | |
|---|---|---|
| **FECHA:** | | |
| **MOLDE :** | 6" | |
| **VOLUMEN:** | 2050 | $cm^3$ |
| **PESO:** | 5670 | gr. |

| | | |
|---|---|---|
| **METODO DE ENSAYO:** | AASHTO | T-180-D |
| **GOLPE POR CAPA:** | 56 | |
| **NUMERO DE CAPAS:** | 5 | |
| **PESO MARTILLO:** | 10 | lbs. |
| **ALTURA CAIDA:** | 18" | |




| DATOS PARA LA CURVA | | | |
|---|---|---|---|
| **MUESTRA N.** | **1** | **2** | **3** |
| **P.molde + suelo (gr)** | 10043 | 10533 | 10395 |
| **peso molde (gr)** | 5670 | 5670 | 5670 |
| **peso suelo (gr)** | 4373 | 4863 | 4725 |
| **cont. prom. Agua %** | 8,23 | 12,38 | 16,09 |
| **dens. Hume ($gr/cm^3$)** | 2133 | 2372 | 2305 |
| **dens. Seca ($gr/cm^3$)** | 1971 | 2111 | 1985 |

| | | |
|---|---|---|
| **Densid-max** | **2110** | $gr/cm^3$ |
| **Humedad** | **12,27%** | |

| CONTENIDO DE AGUA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **MUESTRA N.** | | | | | | |
| **recipiente tara** | 21 | 5 | 9 | 16 | 2 | 14 |
| **tara + suelo H.(gr)** | 101,00 | 104,95 | 97,06 | 102,53 | 108,25 | 108,00 |
| **tara + suelo S.(gr)** | 94,34 | 97,78 | 88,07 | 92,21 | 95,13 | 94,52 |
| **peso tara (gr.)** | 12,23 | 11,96 | 12,49 | 11,94 | 12,00 | 12,36 |
| **contenido de agua** | 8,11 | 8,35 | 11,89 | 12,86 | 15,78 | 16,41 |
| **cont. prom. Agua %** | 8,23 | | 12,38 | | 16,09 | |

| ENSAYO DE C.B.R | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | TRAMO: | | | |
| | LOCALIZ. | | | |
| | MUESTRA N° | | **TIPODE MUESTRA:** | |
| | PROFUNDIDAD | | **CLASE DE SUELO:** | |
| | REALIZADO POR | | **SOBRE CARGA:** | **10 lbs.** |
| | CALCULO | | **FECHA DE ENSAYO:** | |

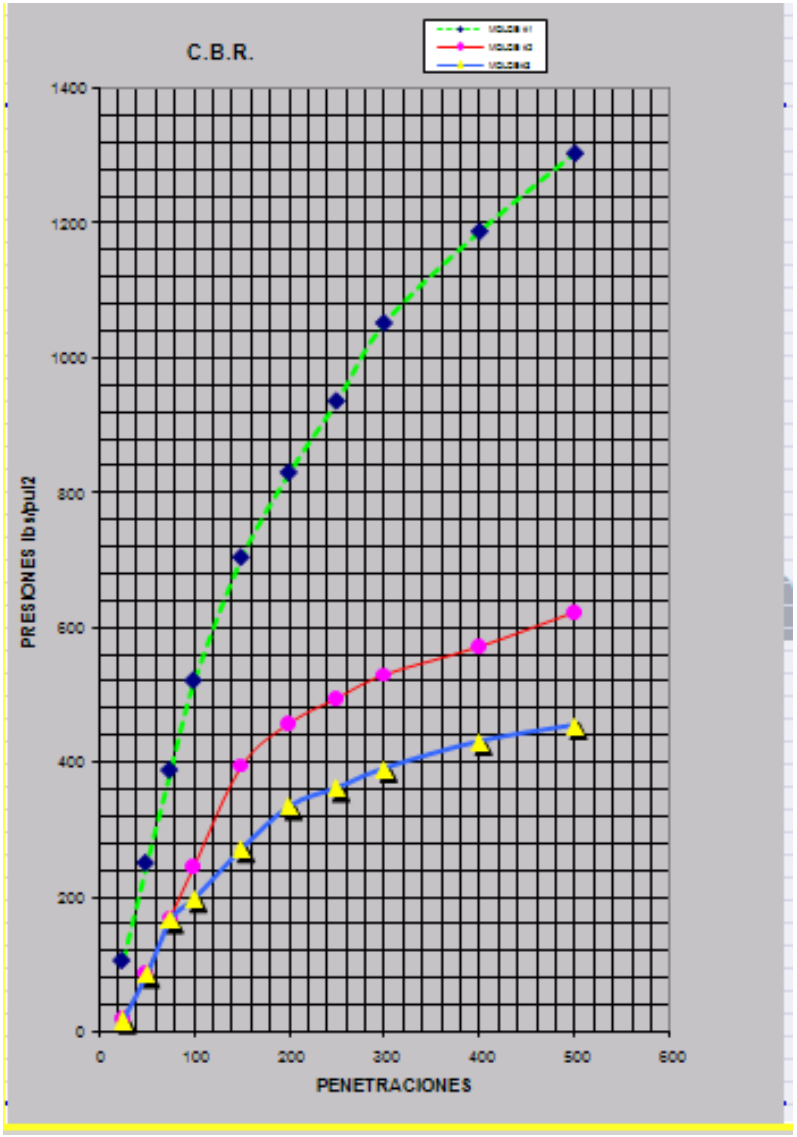
## ENSAYO DE CBR

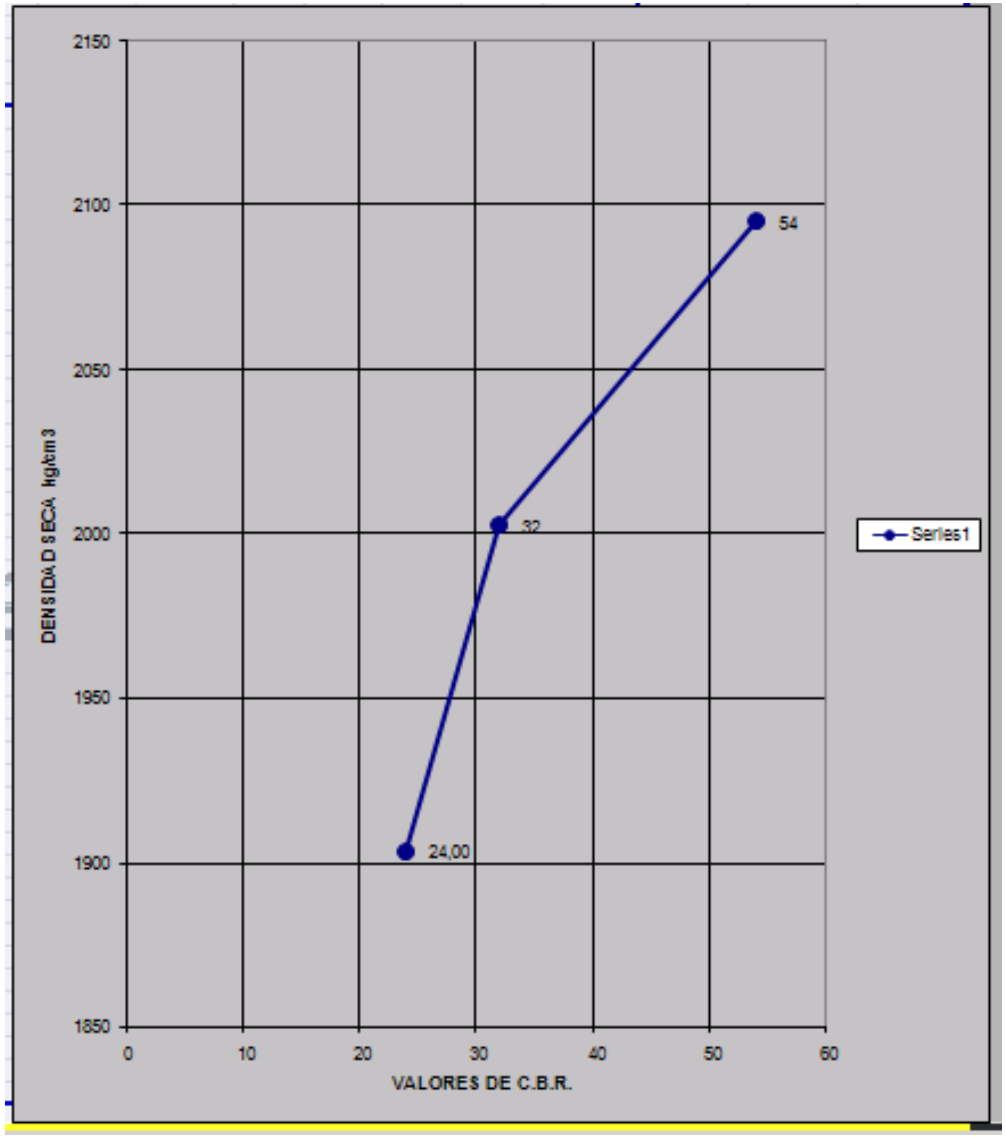
**DENSIDAD**

| MOLDE n° | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 26 | | 12 | |
| | antes del remojo | despues del remojo | antes del remojo | despues del remojo | antes del remojo | despues del remojo |
| PESO MUESTRA HUMEDAD MOLDE gr | 12711 | 12820 | 11784 | 11861 | 12478 | 12595 |
| PESO MOLDE Gr | 7970 | 7970 | 7220 | 7220 | 8020 | 8020 |
| PESO MUESTRA HÚMEDA Gr | 4741 | 4850 | 4564 | 4641 | 4458 | 4575 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA cm3 | 2032 | 2032 | 2032 | 2032 | 2087 | 2087 |
| DENSIDAD HÚMEDA gr /Cm3 | 2333 | 2387 | 2246 | 2284 | 2136 | 2192 |
| DENSIDAD SECA gr /cm3 | 2080 | 2110 | 2000 | 2005 | 1900 | 1907 |

**CONTENIDO DE AGUA**

| TARRO n° | 18 | 16 | 10 | 4 | 7 | 6 | 16 | 8 | 10 | 4 | 6 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTRA HÚMEDA TARRO Gr | 94,91 | 91,67 | 92,76 | 89,02 | 98,68 | 100,98 | 94,96 | 91,88 | 90,92 | 91,28 | 115,3 | 102,82 |
| PESO MUESTRA SECA TARRO Gr | 85,90 | 83,05 | 83,27 | 80,23 | 89,40 | 91,10 | 84,84 | 82,09 | 82,4 | 82,41 | 101,95 | 91,05 |
| PESO AGUA Gr | | | | | | | | | | | | |
| PESO TARRO Gr | 12,02 | 11,90 | 12,42 | 11,97 | 12,42 | 12,40 | 11,9 | 12,02 | 12,42 | 11,97 | 12,47 | 12,42 |
| PESO MUESTRA SECA Gr | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 12,20 | 12,12 | 13,39 | 12,88 | 12,06 | 12,55 | 13,87 | 13,97 | 12,25 | 12,59 | 14,92 | 14,97 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 12,16 | | 13,14 | | 12,30 | | 13,92 | | 12,42 | | 14,95 | |
| AGUA ABSORVIDA % | | | | | | | | | | | | |


C.B.R.
PRESIONES lb s/pul2
PENETRACIONES
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
0
100
200
300
400
500
600


DENSIDÁD SECA kg/cm3
VALORES DE C.B.R.
Series1
54
32
24,00
1850
1900
1950
2000
2050
2100
2150
0
10
20
30
40
50
60

### 9.3.3 ENSAYOS DE SUELOS BASE

## ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Proyecto / Project: HOLCIM - CHORRILLO

Localización / Site: MONTECIRSTI

Contratista:

Material: BASE CLASE I-A

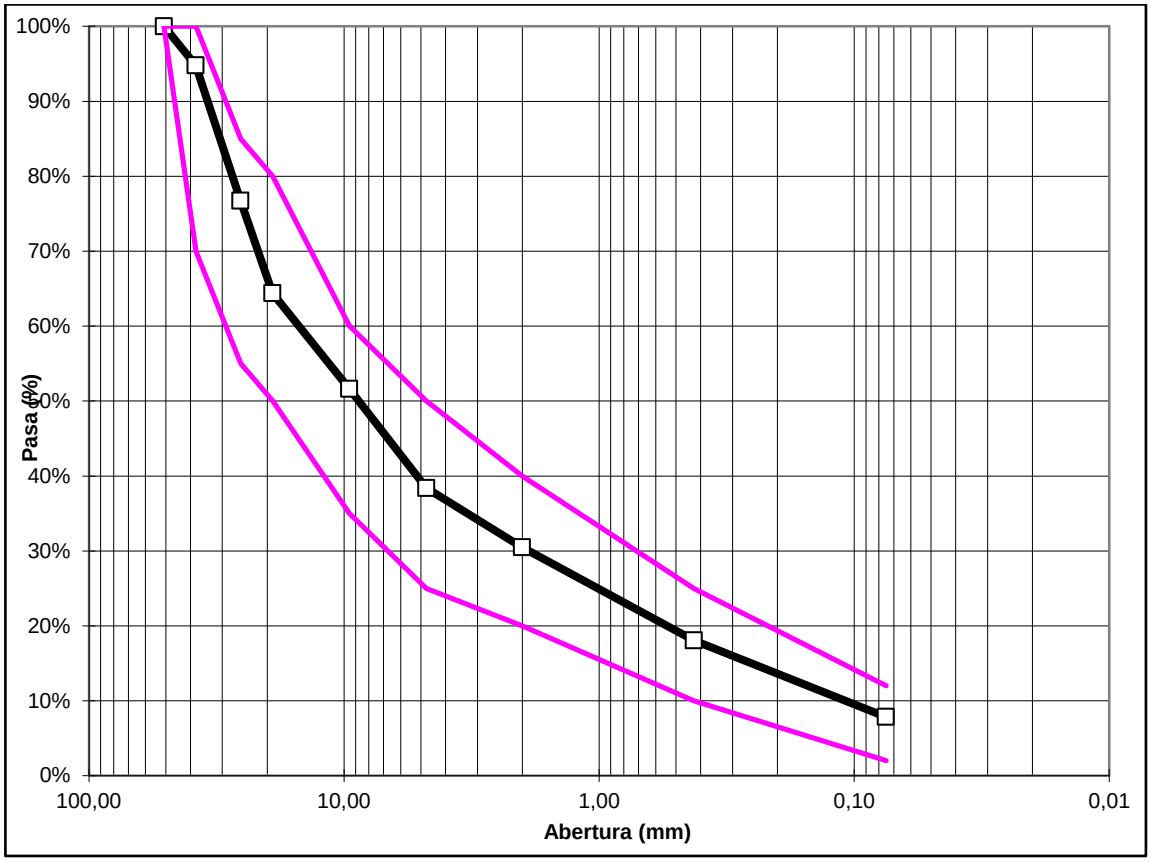
Muestra N° / Sample N°: 1

| Tamiz N° | Abertura (mm) | Porcentaje retenido acumulado | Porcentaje retenido | Porcentaje pasado | Porcentaje especificación |
|---|---|---|---|---|---|
| **SERIE GRUESA** | | | | | |
| 3 | 76,200 | - | | | |
| 2 | 50,800 | 0 | 0,00% | 100,00% | 100 |
| 1 1/2 | 38,100 | 958 | 5,23% | 94,77% | 70-100 |
| 1 | 25,400 | 4.265 | 23,29% | 76,71% | 55-85 |
| 3/4 | 19,050 | 6.525 | 35,63% | 64,37% | 50-80 |
| 1/2 | 12,700 | - | | | |
| 3/8 | 9,525 | 8.858 | 48,37% | 51,63% | 35-60 |
| N° 4 | 4,750 | 11.288 | 61,64% | 38,36% | 25-50 |
| Pasa N° 4 | | 7.025 | 38,36% | | |
| | | **SERIE FINA** | | | |
| N° 4 | 4,750 | - | | | |
| 8 | 2,380 | - | | | |
| 10 | 2,000 | 103 | 7,90% | 30,46% | 20-40 |
| 16 | 1,180 | - | | | |
| 20 | 0,840 | - | | | |
| 30 | 0,600 | - | | | |
| 40 | 0,425 | 265 | 20,33% | 18,03% | 10-25 |
| 50 | 0,300 | - | | | |
| 80 | 0,250 | - | | | |
| 100 | 0,150 | - | | | |
| 200 | 0,075 | 398 | 30,54% | 7,83% | 2-12 |
| Pasa 200 | | 102 | 7,83% | | |
| Total | | 18313 | | | |

Fecha / Date:

Ensayado / Performed by:

Calculado / Calculate by:




| | | |
|---|---|---|
| Peso inicial: | 18.313 | gr |
| Peso lavado: | 500 | gr |

Proyecto / Project: HOLCIM - CHORRILLO

Material: BASE CLASE 1-A
Localización / Site: MONTECRISTI
Fecha / Date:
Ensayado / Performed by: GREGORIO PONCE

**LIMITE LIQUIDO**

| GOLPES | | | 8 | 6 | 4 | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Peso muestra húmeda + vasija gr. | | | 23,80 | 20,21 | 31,77 | 23,55 |
| Peso muestra seca + vasija gr. | | | 20,50 | 17,56 | 26,80 | 19,95 |
| Peso vasija gr. | | | 5,92 | 6,20 | 6,20 | 6,02 |
| Peso muestra seca gr. | | | 14,58 | 11,36 | 20,60 | 13,93 |
| Peso perdido gr. | | | 3,30 | 2,65 | 4,97 | 3,60 |
| % de humedad | | | 22,63 | 23,33 | 24,13 | 25,84 |

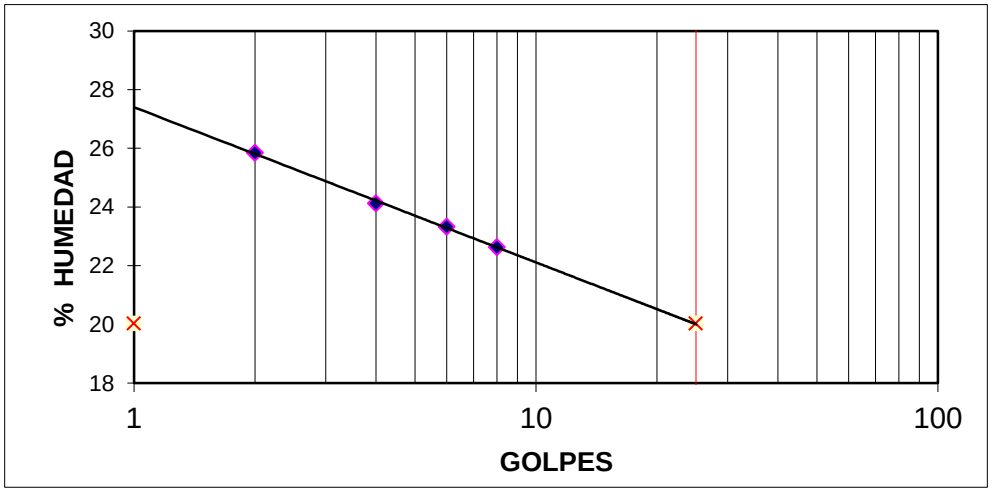
**LIMITE PLÁSTICO**

| | | |
|---|---|---|
| Peso muestra húmeda + vasija gr. | 9,30 | 9,60 |
| peso muestra seca + vasija gr. | 8,40 | 8,70 |
| Peso vasija gr. | 3,60 | 3,80 |
| Peso muestra seca gr. | 4,80 | 4,90 |
| Peso perdido gr. | 0,90 | 0,90 |
| % de humedad | 18,75 | 18,37 |

**ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

Limite liquido: 20,03 %
Limite plástico: 18,56 %
Índice plástico: 1,47 %

CLASIFICACIONES Casa grande:
A.A.F.:



# ENSAYO DE COMPACTACIÓN

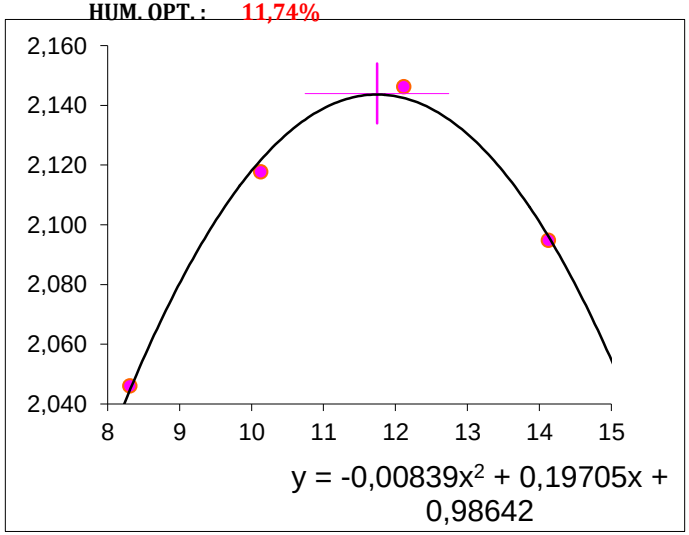
MATERIAL: BASE CLASE 1-A
LUGAR: MONTECRISTI
OBRA: HOLCIM - CHORRILLO

FECHA:
MOLDE : 6"
VOLUMEN: 2050 $cm^3$
PESO: 5619 gr.

MÉTODO DE ENSAYO: AASHTO T-180-D
GOLPE POR CAPA: 56
NUMERO DE CAPAS: 5
PESO MARTILLO: 10 lbs.
ALTURA CAÍDA: 18"

REALIZADO POR :

**MÁX.. DENS : 2,144** gr./$cm^3$
**HUM. OPT. : 11,74%**




| DATOS PARA LA CURVA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| MUESTRA N. | 1 | 2 | 3 | 4 |
| P.molde + suelo (gr.) | 10162 | 10400 | 10552 | 10520 |
| peso molde (gr.) | 5619 | 5619 | 5619 | 5619 |
| peso suelo (gr.) | 4543 | 4781 | 4933 | 4901 |
| Cont. Prom. Agua % | 8,31 | 10,13 | 12,12 | 14,13 |
| dens. Humee (gr./$cm^3$) | 2,216 | 2,332 | 2,406 | 2,391 |
| dens. Seca (gr./$cm^3$) | 2,046 | 2,118 | 2,146 | 2,095 |
| | | | | |

| CONTENIDO DE AGUA | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| recipiente tara | | | | | | | | |
| tara + suelo H.(gr.) | 37,15 | 39,35 | 22,15 | 23,95 | 85,42 | 83,22 | 88,75 | 91,11 |
| tara + suelo S.(gr.) | 35,10 | 36,45 | 20,68 | 22,30 | 76,70 | 75,00 | 78,15 | 80,95 |
| peso tara (gr.) | 6,25 | 5,97 | 6,20 | 5,97 | 5,97 | 5,97 | 6,04 | 6,01 |
| contenido de agua | 7,11 | 9,51 | 10,15 | 10,10 | 12,33 | 11,91 | 14,70 | 13,56 |
| cont. prom. Agua % | 8,31 | | 10,13 | | 12,12 | | 14,13 | |

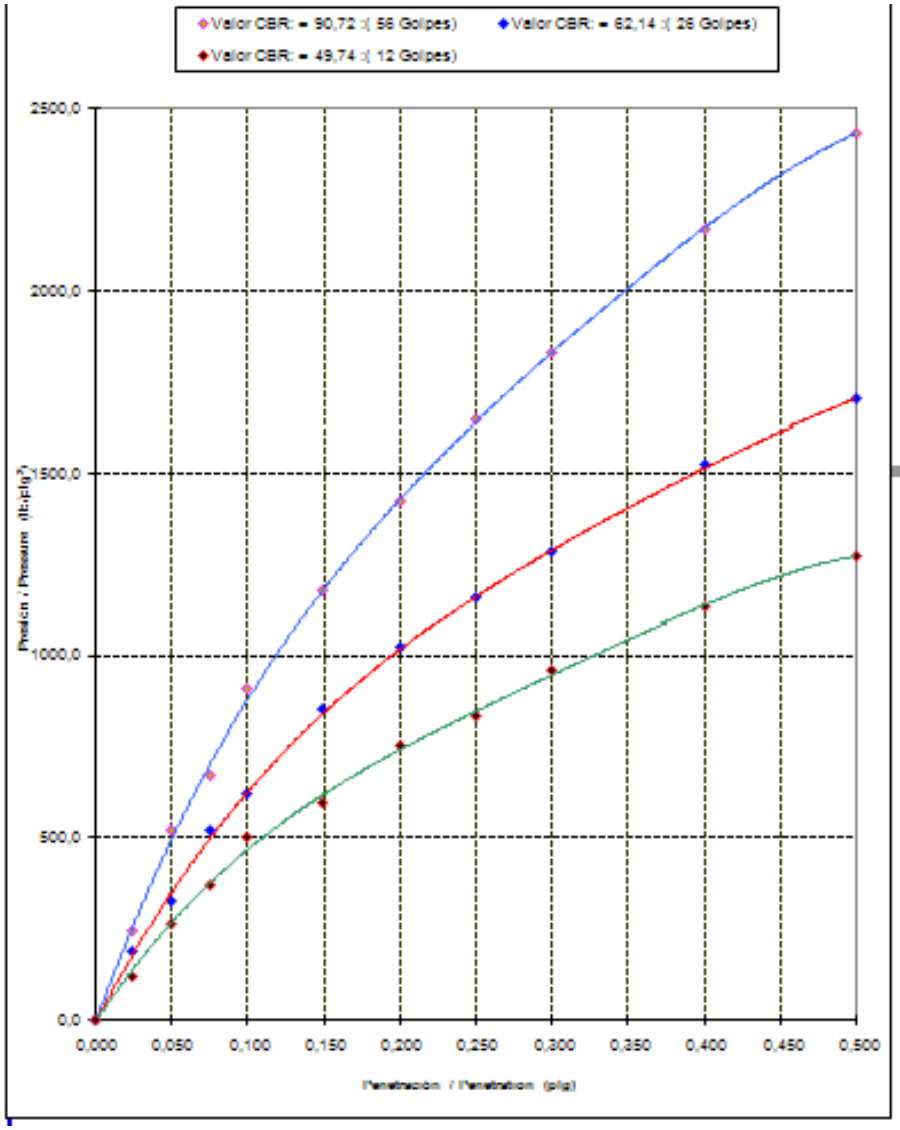
# CBR

Proyecto / Project: HOLCIM - CHORRILLO
Localización / Site: MONTECRISTI
Fecha / Date: 29-ene-08
Material / : BASE CLASE 1-A
Calculado / Calculate by: J.C

| Datos / Datas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra No. / Specimen No. | 1 | | 2 | | 3 | |
| Número de capa / Number of layers | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por capa / Blows per layer | 56 | | 26 | | 12 | |
| Condición / Condition | Antes saturada / Before saturate | Después saturada / After saturate | Antes saturada / Before saturate | Después saturada / After saturate | Antes saturada / Before saturate | Después saturada / After saturate |
| Peso molde+suelo / Can weight+soil (gr) | 13.236 | 13.241 | 12.384 | 12.394 | 11.988 | 11.995 |
| Peso molde / Can weight (gr) | 8.175 | 8.175 | 7.500 | 7.500 | 7.163 | 7163 |
| Peso suelo / Soil weight (gr) | 5.061 | 5.066 | 4.884 | 4.894 | 4.825 | 4.832 |
| Humedad promedio / Average moisture (%) | 11,65% | 11,93% | 11,68% | 12,17% | 11,65% | 12,96% |
| Volúmen / Volume | 2.111 | 2.111 | 2.070 | 2.070 | 2.074 | 2074 |
| Densidad húmeda / Wet density (gr/cm$^3$) | 2,397 | 2,400 | 2,359 | 2,364 | 2,326 | 2,330 |
| Densidad seca / Dry density (gr/cm$^3$) | 2,147 | 2,144 | 2,113 | 2,108 | 2,084 | 2,063 |

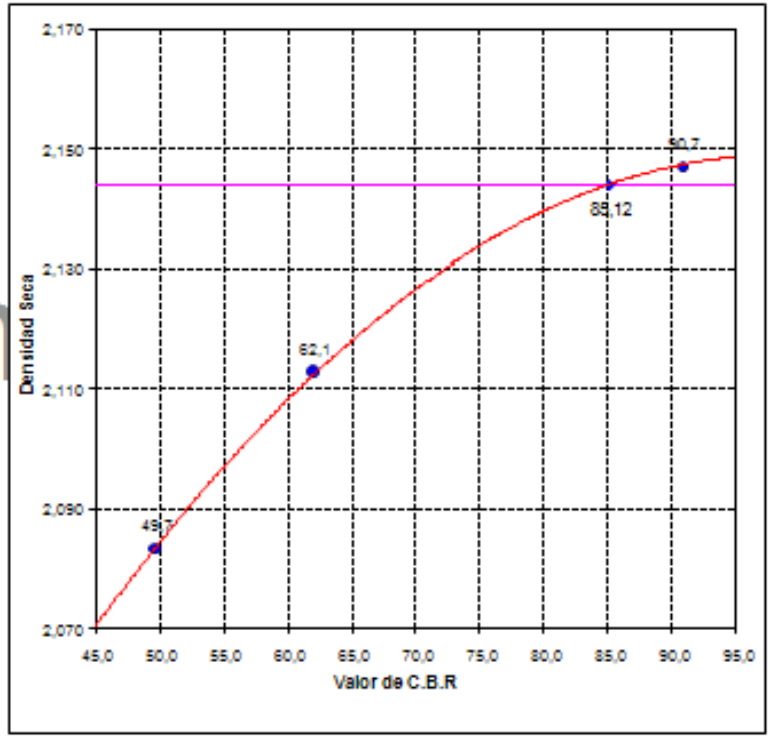
| Contenido de agua / Moisture | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra No. / Specimen No. | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | |
| Ubicación / Position | Arriba / Top | Abajo / Bottom | Arriba / Top | Abajo / Bottom | Arriba / Top | Abajo / Bottom | Arriba / Top | Abajo / Bottom | Arriba / Top | Abajo / Bottom | Arriba / Top | Abajo / Bottom |
| Recipiente número / Cap number | 1 | 9 | 9 | 7 | 14 | 17 | 19 | 3 | 9 | 7 | 10 | 20 |
| Tara+suelo húmedo / Can+wet soil (gr) | 105,60 | 99,00 | 82,90 | 80,96 | 78,95 | 74,30 | 90,50 | 86,56 | 76,92 | 70,40 | 79,50 | 76,70 |
| Tara+suelo seco / Can+dry soil (gr) | 95,21 | 89,32 | 75,36 | 73,65 | 72,00 | 67,81 | 82,10 | 78,45 | 70,36 | 64,15 | 71,56 | 69,54 |
| Peso tara / Can weight (gr) | 6,05 | 6,25 | 12,15 | 12,42 | 12,40 | 12,35 | 12,50 | 12,33 | 12,40 | 12,02 | 12,42 | 12,20 |
| Contenido de agua / Moisture (%) | 11,65% | 11,65% | 11,93% | 11,94% | 11,66% | 11,70% | 12,07% | 12,27% | 11,32% | 11,99% | 13,43% | 12,49% |
| Humedad promedio / Average moisture (%) | 11,65% | | 11,93% | | 11,68% | | 12,17% | | 11,65% | | 12,96% | |

| Porcentaje agua absorbida / Percentage water absorbed | | | |
|---|---|---|---|
| Muestra No. / Specimen No. | 1 | 2 | 3 |
| Peso molde+suelo después saturado / Can weight+soil before saturate (gr) | 13.241 | 12.394 | 11995 |
| Peso molde+suelo antes saturación / Can weight+soil after saturate (gr) | 13.236 | 12.384 | 11988 |
| Peso agua absorbida / Weight water absorbed (gr) | 5 | 10 | 7 |
| Porcentaje agua absorbida / Percentage water absorbed (%) | 0,10% | 0,20% | 0,15% |




**100% MAX. DENS :** 2,144 gr/cm³

**VALOR CBR :** 85,12



## 10. PRESUPUESTO

| ITEM | RUBRO O ACTIVIDAD | UNIDAD | CANTID. | P. UNIT. | P. TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | NIVELACION Y REPLANTEO | M2 | 25,500.00 | 1.07 | 27,285.00 |
| 2 | LIMPIEZA Y DESBROCE | M2 | 25,500.00 | 0.81 | 20,655.00 |
| 3 | EXCAVACION A MAQUINA | M3 | 12,049.83 | 2.89 | 34,824.01 |
| 4 | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL EXCAVACION) | M3 | 4,647.59 | 2.44 | 11,340.12 |
| 5 | ACARREO DE MATERIAL 2 Km (DESALOJO) | M3 | 7,402.24 | 0.68 | 5,033.52 |
| 6 | SUBRASANTE ESTABILIZADA Esp.= 30Cm. | M3 | 7,650.00 | 4.89 | 37,408.50 |
| 7 | TRANSPORTE, TENDIDA, HIDRATADA Y COMPACTADA DE CAPA SUB-BASE CLASE 3 | M3 | 2,550.00 | 129.44 | 330,072.00 |
| 8 | TRANSPORTE, TENDIDA, HIDRATADA Y COMPACTADA DE CAPA BASE CLASE 1-A | M3 | 2,550.00 | 92.19 | 235,084.50 |
| 9 | DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO TIPO 2C | M2 | 25,500.00 | 4.38 | 111,690.00 |
| 10 | ALCANTALILLADO PLUVIAL TUBERIA H. ARMADO Ø 1800mm | GLOBAL | 2.00 | 7,690.86 | 15,381.72 |
| 11 | CHARLAS DE CONCIENCIACIÓN | HORA | 12 | 48.19 | 578.28 |
| 12 | SEÑALIZACIÓN (CINTA REFLECTIVA) | ML | 4000 | 0.16 | 640.00 |
| 13 | ROTULOS AMBIENTALES (0.80 x 0.50 m) | U | 6 | 160.00 | 960.00 |
| 14 | LETREROS INFORMATIVOS TEMPORALES | U | 15 | 160.00 | 2,400.00 |
| | ***TOTAL DEL PRESUPUESTO*** | | | **US $** | **833,352.65** |

# 11. CRONOGRAMA

| RUBRO | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL | TIEMPO DE EJECUCION (MESES) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 1 MES | 2 MES | 3 MES | 4 MES | 5 MES | 6 MES |
| 1 | NIVELACION Y REPLANTEO | M2 | 25500.00 | 1.07 | 27,285.00 | 13642.50 13642.50 | | | | | |
| 2 | LIMPIEZA Y DESBROCE | M2 | 25500.00 | 0.81 | 20655.00 | 6885.00 6885.00 | 6885.00 | | | | |
| 3 | EXCAVACION A MAQUINA | M3 | 12049.83 | 2.89 | 34824.01 | 4974.86 4974.86 | 4974.86 4974.86 | 4974.86 4974.86 | 4974.86 | | |
| 4 | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL EXCAVACION) | M3 | 4647.59 | 2.44 | 11340.12 | 2835.03 | 2835.03 | 2835.03 | 2835.03 | | |
| 5 | ACARREO DE MATERIAL 2 Km (DESALOJO) | M3 | 7402.24 | 0.68 | 5033.52 | 1006.70 | 1006.70 | 1006.70 | 1006.70 1006.70 | | |
| 6 | SUBRASANTE ESTABILIZADA Esp.= 30Cm. | M3 | 7650.00 | 4.89 | 37408.50 | | 6234.75 | 6234.75 6234.75 | 6234.75 6234.75 | 6234.75 | |
| 7 | TRANSPORTE, TENDIDA, HIDRATADA Y COMPACTADA DE CAPA SUB-BASE CLASE 3 | M3 | 2550.00 | 129.44 | 330072.00 | | | 66014.40 | 0.00 66014.40 | 66014.40 66014.40 | |
| 8 | TRANSPORTE, TENDIDA, HIDRATADA Y COMPACTADA DE CAPA BASE CLASE 1-A | M3 | 2550.00 | 92.19 | 235084.50 | | | | 33583.50 33583.50 | 33583.50 33583.50 | 33583.50 |
| 14 | DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO TIPO 2C | M2 | 25500.00 | 4.38 | 111690.00 | | | | 22338.00 | 22338.00 22338.00 | 22338.00 22338.00 |
| | ALCANTALILLADO PLUVIAL TUBERIA H. ARMADO Ø 1800mm | GLOBAL | 2.00 | 7690.86 | 15381.72 | 7690.86 7690.86 | | | | | |
| | **0** | | | | | | | | | | |
| 15 | CHARLAS DE CONCIENCIACIÓN | HORA | 12.00 | 48.19 | 578.28 | | 578.28 | | | | |
| 16 | SEÑALIZACIÓN (CINTA REFLECTIVA) | ML | 4000.00 | 0.16 | 640.00 | | | | | | |
| 17 | ROTULOS AMBIENTALES (0.80 x 0.50 m) | U | 6.00 | 160.00 | 960.00 | | | | | | 960.00 |
| 18 | LETREROS INFORMATIVOS TEMPORALES | U | 15 | 160.00 | 2400.00 | | | | | | |
| | | | | **TOTAL** | **833,352.65** | | | | | | |

| | 1 MES | 2 MES | 3 MES | 4 MES | 5 MES | 6 MES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **INVERSION PARCIAL** | 70228.17 | 27489.48 | 92275.35 | 177812.20 | 250106.55 | 79219.50 |
| **INVERSION ACUMULADA** | 70228.17 | 97717.65 | 189993.00 | 367805.20 | 617911.75 | 697131.25 |
| **AVANCE PARCIAL %** | 10.07 | 3.94 | 13.24 | 25.51 | 35.88 | 11.36 |
| **AVANCE ACUMULADO %** | 10.07 | 14.02 | 27.25 | 52.76 | 88.64 | 100 |

# 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 12.1. CONCLUSIONES

En el suelo de subrasante, de acuerdo a los datos obtenidos de la granulometría, desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 2+500, se tiene que menos del 50% de las partículas de las muestras pasan el tamiz N° 200, y que el mayor porcentaje de retención de fracción gruesa se presenta en el tamiz Nº 4. Los limites líquidos se establecen desde el 56.90% al 65.20%, así mismo el índice de plasticidad bordea desde el 8.57% al 15.59%, con lo que empleando carta de plasticidad de Casa Grande y el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (SUCS), tenemos que a lo largo de estas abscisas de la vía desde el sector del Calvario hacia el recinto La Mona, encontramos un suelo con gravas limosas mal graduadas mezcladas con arena. (GM)

La subrasante de la vía tiene características de regular a pobre, debido a que el ensayo de CBR arroja resultados que varían entre 1 al 5%; valores que se encuentran por debajo del límite mínimo permitido que es del 8%.

## 12.2. RECOMENDACIONES

En la fase de construcción, concretamente cuando se realice la compactación del tramo de vía de las abscisas establecidas se debe mantener la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca, al fin de garantizar las características mecánicas necesarias del suelo.

Debido a las características físicas, químicas y mecánicas de la subrasante, se recomienda que al momento de diseñar el paquete estructural del pavimento, se agregue como material ligante un 2% de cemento Pórtland tipo I para mejorar la cohesión entre sus partículas y obtener un CBR del 17.31%.

Es de primordial importancia que se realice el control de calidad de los materiales que van a ser usados en el momento de la construcción.

## 13. BIBLIOGRAFÍA


BADILLO, Juárez. Laboratorio de suelos: tomo I, II, III. Edición 1981

Ecuador, Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes: Tomo I y II, 2002

WHITLOW, Roy. Fundamentos de mecánicas de suelos. Primera edición. Editorial CECSA, 1994.

RICO RODRIGUEZ, Alfonso. Teoría y aplicaciones de la mecánica de suelos: Tomo II, México, Editorial LIMUSA S.A, 2004

Tabla de datos de Estación agro-meteorológica de la Granja Temática de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

# ANEXOS

**EXCAVACIÓN Y EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS DE CADA ABSCISA**

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

**ENSAYO GRANULOMÉTRICO**

**ENSAYO DE LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO**

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN Y CBR**

5

**GRUPO DE TRABAJO**