

ANEXOS

ANEXO I.- GUIAS DE LABORATORIO

PRACTICA N°1
CONTENIDO DE HUMEDAD

CIV-341-342: LABORATORIO DE SUELOS
DOCENTE: MARCELO SEGOVIA CORTEZ.

1. EQUIPO.

Recipientes para humedad (taras de lata con tapa)
Balanza de precisión de 0.01 gr.
Balanza de precisión de 0.1 gr.
Horno con regulador de temperatura (105 a 110 °C)
Calentador eléctrico o de llama abierta.
Alcohol blanco.
Espátula.
Equipo de Speedy.
Carburo técnico.

2. FUNDAMENTACION TEORICA.

El concepto de humedades en los suelos, se define como
La cantidad de agua que se encuentra dentro de una
Muestra de suelo y se expresa en porcentaje.

$$w(\%) = \frac{P_a}{P_{ss}} \times 100$$

Donde:

W = contenido de humedad, en por ciento.

Pa = peso del agua presente en el suelo.

Pss = peso del suelo después del secado.

Dentro del suelo, el agua se presenta en dos formas; libre y retenida.

El agua libre. - Es el agua que circula a través del suelo sin dificultad alguna y por la acción de la gravedad puede ser drenada.

El agua retenida. - Se encuentra retenida dentro del suelo y la causa de su formación se define:

Agua Higroscópica. - Es la que absorbe un suelo de la humedad del aire.

Agua Capilar. - Es la retenida por efecto de la tensión superficial.

La muestra que se tome para la determinación de la humedad deberá ser representativa del suelo cuya humedad se desea conocer. Si dicha muestra de humedad va a ser tomada en el campo y transportada al laboratorio para hacer la determinación correspondiente, deberá colocarse en un recipiente que tenga una tapa metálica o en otro que tenga la capacidad de poder conservar la humedad.

La determinación de la humedad dependerá del tamaño máximo del agregado, por lo que se recomienda lo siguiente.

Para muestras de suelo de agregado máximo 2", se deberá tomar aproximadamente un (1) kilogramo y las pesadas deben hacerse en balanza de 0.1 gr. De aproximación.

Para el material que pase la malla N°4, la muestra deberá pesar aproximadamente ochenta (80) gramos y se utilizara una balanza de 0.01 de gramo de aproximación.

Estas cantidades en dependencia del ensayo que se realice pueden ser variadas de acuerdo a su funcionalidad.

3. PROCEDIMIENTO.

Es necesario entender que a un suelo húmedo se le debe aplicar calor a temperaturas que superen los 100 °C, para que se garantice que el agua que se encuentra dentro del suelo, se evapore secándolo.

Actualmente se utilizan varios métodos para calcular el contenido de humedad, teniendo resultados variados, pero es preciso definir que el primero de los métodos que mencionaremos a continuación es el estandarizado, por lo que los demás deberían considerar al mismo como base de una posible calibración o corrección.

Se considerarán tres muestras del mismo suelo iguales en peso y se determinarán sus humedades de acuerdo a los siguientes criterios.

3.1.METODOS ESTANDARIZADOS

A) METODO HORNO.

Se pesarán las capsulas (P.cap.), registrando dichos datos en la planilla de contenido de humedad, cabe hacer notar que deben identificarse las capsulas ya sea con números o letras.

Se llenarán las capsulas con el suelo (Psh + Cap), registrando el peso de suelo húmedo más cápsula.

Introducir las capsulas con el suelo al horno durante 24 horas, a una temperatura de 105 a 110°C.

Extraer del horno y pesar, registrando el valor obtenido de peso de suelo seco más capsula (Pss + Pcap), se es que se encuentran muy calientes o si se demora el pesaje, hay que tener capsulas cubiertas de manera que no absorba humedad de la atmosfera dentro del laboratorio.

B) METODO SPEEDY

Pesar en la balanza acondicionada del mismo equipo, el material necesario para equilibrar el nivel de la misma, luego este material debe ser introducido dentro de recipiente Speedy.

Si el material analizado es **arcilloso**, con presencia de terrones, se debe introducir también **dos bolas de acero** para la desintegración total, y ocasionar una reacción mejor entre el carburo y la humedad del suelo. Si el material es granular no es necesario el accionar de las bolas de acero.

En la tapa del equipo, se debe **introducir dos medidas rasas** o más de Carburo Técnico en polvo, inmediatamente volcar la tapa sobre el recipiente para cerrar herméticamente la misma. La tapa con el carburo se debe ajustar al Speedy, verificando que el mismo quede asegurado para no ocasionar pérdidas.

Se agita el Speedy con movimientos verticales y horizontales, comprobando que la guja del medidor o manómetro, comience a subir indicando que existe una reacción de la humedad con el carburo, la agitación debe detenerse cuando la aguja no muestre ningún movimiento y el valor indicado debe ser constante.

La lectura constante de la guja del manómetro, debe registrarse como el contenido de humedad en porcentaje.

Aflojar la tapa del Speedy, para evacuar todo el material, luego limpiar con cuidado con un cepillo seco, (nunca humedecer el interior del Speedy)

3.2.METODOS NO STANDARIZADOS.

A continuación, se refieren métodos rápidos, usualmente usados en obra, aunque no se encuentran estandarizados, pero con una adecuada calibración y determinación de factores de seguridad en los laboratorios, los mismos nos sirven para dar una estimación de la humedad en los suelos.

C) METODO DE HORNALLA

Es un método rápido y sencillo, pero que hay necesidad de realizar una corrección respecto al método estándar.

Se sigue el mismo procedimiento del estandarizado, con la excepción de que **el calor** es generado por un **calentador** de laboratorio o una hornalla de llama abierta en un lapso mínimo de 30 minutos.

La capsula con el suelo húmedo se coloca sobre el calentador, esperando que sobrecaliente, se estima que el material está seco cuando se instala un vidrio de reloj sobre la capsula y este no forma vapor de humedad, si no se cuenta con el vidrio esperar treinta minutos o más.

Luego se procede al peso de la muestra seca más capsula.

D) METODO DE ALCOHOL

Se pesarán las capsulas o recipientes más el suelo húmedo.

Agregar alcohol blanco en una cantidad necesaria para saturar completamente el suelo, luego prender fuego hasta que el alcohol termine de combustionarse, por lo menos repetir dos veces esta prueba.

Pesar el suelo seco más capsula para registrarlos.

4. CALCULOS.

Los cálculos están divididos en dos partes.

La fórmula principal (1-a), es prácticamente la que nos determina el cálculo del contenido de humedad. Pero para facilitar los pasos que se mencionaron en el procedimiento se propone la planilla adjunta al final de este ensayo.

Una vez que se hayan determinado las humedades por las tres formas descritas, calcular las siguientes, para estimar posibles factores de corrección.

$$Fc1 = wA - wB$$

$$Fc2 = wA - wC$$

$$Fc3 = wA - wD$$

Es recomendable que los porcentajes de los factores de corrección deben ser estudiados con una buena base de datos, con el fin de calcular los respectivos promedios.

CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra N°.....
Procedencia.....
Grupo N°..... Fecha.....

Planilla recomendada para determinación del contenido de humedad

	ESTANDARES		NO ESTANDARES	
	A	B	C	D
Método a usar				
Identificación de la capsula.				
Peso de suelo húmedo + capsulo P1 (gr)				
Peso de suelo seco + capsula P2 (gr)				
Peso de agua (gr) $Ww = P1 - P2$				
Peso de capsula (gr) Pc				
Peso del suelo seco (gr) $Ws = P2 - Pc$				
Contenido de humedad % $w = Ww/Ws * 100$				

Determinación de los factores de corrección:

$$F_{c1} = \%wA - \%wB \qquad F_{c1} = \dots\dots\dots$$

$$F_{c2} = \%wA - \%wC \qquad F_{c2} = \dots\dots\dots$$

$$F_{c3} = \%wA - \%wD \qquad F_{c3} = \dots\dots\dots$$

PRACTICA N°2

GRANULOMETRIA DE SUELOS

CIV -341-342: LABORATORIO DE SUELOS.

DOCENTE: MARCELO SEGOVIA CORTEZ.

1. EQUIPO.

Juego de tamices.
Balanza de 0.1 y 0.01 gramos de aproximación.
Otros accesorios, bandejas, cucharas, etc.

2. FUNDAMENTACION TEORICA.

Dentro del análisis de los suelos, se encuentra el de la granulometría, que no es más que obtener la distribución porcentual de los tamaños de partículas que conforma un suelo. Esto se realiza con ayuda de un juego de mallas, que tienen un tamaño graduado establecido por las normas ASTM y AASHTO, en donde se obtienen los pesos retenidos para luego realizar posteriores cálculos y la curva granulométrica.

Si bien se realiza una distribución de tamaños, esto no incide en la forma que puedan tener los granos de suelo, ya que al retener material en una malla se observa diferentes tamaños y el porcentaje que se calcula está basado estrictamente en los pesos que se retiene en la malla, referido al peso total que se utiliza en el ensayo.

El factor fundamental del ensayo es la curva granulométrica, que se dibuja en una escala logarítmica, ya que, de no ser así, la representación gráfica tendría que usar una escala demasiado grande.

3. OBJETIVO.

Es obtener el porcentaje de material que pasa en cada tamiz, para luego graficar una curva granulométrica y así tener una visión de la distribución del tamaño de los granos presentes en una masa de suelo.

4. PROCEDIMIENTO.

MUESTRAS.

En primer lugar, la muestra debe de ser representativa, por lo que se tiene que usar el cuarteador mecánico, este proceso se repite hasta obtener la cantidad necesaria para la realización del ensayo.

Las cantidades ensayadas, dependerán del tipo de suelo que tienen, así por ejemplo para suelos granulares se estima aproximadamente unos 5000 gramos, para suelos arcillosos sin presencia de piedras puede variar entre 300 a 500 gramos.

4.1.Método general.

Se procede a secar el material, hasta que los gramos no se encuentren pegados o formando grumos, en caso de existir grumos hay que buscar la forma de desintegrarlos, pero sin triturar las partículas verdaderas del suelo, para ello se pueden ayudar con rodillos de madera, u otro objeto parecido.

Los tamices para disponer para la parte gruesa del material son: 2^{1/2}”, 2”, 1^{1/2}”, 1”, ^{3/4}”, ^{3/8}”, N°4, N°10.

Los tamices para la parte final del suelo son: N°40 y N° 200.

El método consiste en hacer pasar el material por los tamices de acuerdo a la disposición mencionada, para ello se tiene que realizar un agitado de los tamices por el tiempo de 15 minutos.

El tamizado puede ser manual o mecánico utilizado el Rop-Tap, aunque luego hay que realizar una revisión para observar si es que ya no pasa material por cada malla.

Si el tamizado es manual, es muy práctico utilizar bandejas en donde se depositará cada material que pasa, luego estos identificarlos de acuerdo a la malla que se haya utilizado.

Proceder a realizar el pesaje del material retenido en cada malla y lo que pasa en el tamiz N°200.

4.2.Partiendo por el tamiz N° 10.

Una vez realizada la granulometría del grueso, se tiene un saldo de muestra que pasa el tamiz N°10. Este, a veces, puede ser en una cantidad considerablemente grande, por lo que resulta moroso tamizar fino a lo que cual se realiza la siguiente propuesta.

Del material que pasa el tamiz N°10, se considera pesar solamente 300 gramos, siempre referido al peso total utilizado en el ensayo.

Luego este material se hace pasar por el tamiz N°40 y N°200 respectivamente.

Pesar los materiales retenidos en las mallas, además del material retenido en la base o pasante del N° 200.

Este trabajo se tiene que corregir en la planilla, columna del porcentaje que pasa, con la siguiente regla de tres.

$$\%Tci = \frac{Ti * T_{10}}{100}$$

Donde:

%Tci = porcentaje que pasa corregido en cada malla del fino.

Ti = porcentaje que pasa calculado para cada tamiz en el fino.

T₁₀ = porcentaje que pasa en el tamiz N° 10 (dato nexa al peso total)

Si la parte final del material contiene todavía grumos pequeños, entonces se debe realizar el ensayo por el método del lavado.

4.3.Método del lavado.

Este método, se usa para el material que pasa el Tamiz N°10, donde también se puede realizar con una representación menor del peso total.

Esto quiere decir que se puede usar un peso de 300 gramos aproximadamente.

La muestra hay que dejar reposar en agua hasta que esta sature completamente, haciendo que el suelo tenga características de barro o lodo. Generalmente se usa un tiempo cómodo de 24 horas o más, si es que se requiere un tiempo más corto utilizar 5 horas.

Sin perder material se introduce la muestra en la malla N°200, luego con ayuda del agua se puede lavar el suelo, hasta que el agua pasante tome aspectos más claros sin sedimentación.

Luego el material que se retiene en la malla N°200, disponer dentro de un recipiente para realizar un secado del suelo y proceder a tamizar de nuevo por las mallas N°40 y N°200.

Pesar el material retenido en cada malla dispuesta para el fino.

De la misma manera se tiene que corregir los porcentajes que pasan de acuerdo a la formula mencionada en el párrafo anterior.

5. CALCULOS

Una vez que se obtienen los pesos retenidos en cada malla disponer los datos en la planilla anexa a esta guía, de tal forma que se puedan realizar los respectivos cálculos.

Toda granulometría debe tener un cálculo de la humedad higroscópica, en donde se obtendrá el peso seco que servirá de base para los cálculos.

Calcular el peso acumulado de los pesos retenidos.

Calcular el porcentaje acumulado tomando como referencia el peso total de la muestra usada multiplicada por su peso acumulado dividido por 100.

Luego invertir los porcentajes retenidos y transformarlos en porcentajes pasantes, para esto se debe restar al 100% cada porcentaje retenido acumulado, anotar en su respectiva columna.

Para el material que pasa el tamiz N°10, se realizan los mismos cálculos.

Si es que se tomó un peso menor del material que pasa el tamiz N° 10, se debe

realizar un ajuste al peso total introduciendo en la planilla una columna del % que pasa del total, para ello utilizar la formula (5-1).

Al dibujar la curva granulométrica, tiene que ser a escala logarítmica donde las abscisas corresponden al tamaño de las partículas y las ordenadas a los porcentajes que pasan.

Determinar los coeficientes de uniformidad y el coeficiente de curvatura.

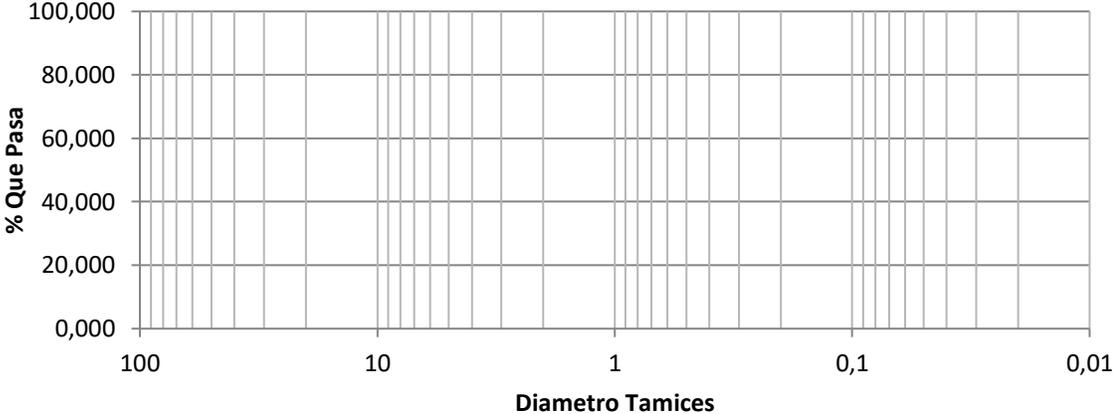
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Proyecto.....Lugar.....

Muestra N°.....Fecha..... Laboratorista.....

HUMEDAD HIGROSCOPICA.	MUESTRA TOTAL SECA
A. Suelo húmedo + plato (gr.) =.....	G. Muestra total húmeda (gr) =.....
B. Suelo seco + plato (gr) =.....	H. Agregado grueso (ret N°10) =.....
C. Peso del agua. A- B(gr)=.....	I. Pasa N°10 húmedo (gr)=.....
D. Peso del plato (gr) =.....	J. Pasa N° 10 seco (gr)=.....
E. Peso de suelo seco B-D =.....	$M_{ss} = \frac{H * 100}{100 + \%w} = \dots\dots\dots$
F. Porcentaje de humedad (w) =.....	<i>Muestra total seca</i> Pst = G + Mss =.....
$\%w = \frac{C}{E} * 100$	

CURVA GRANULOMETRICA



PRACTICA N°3
LIMITES DE ATTERBERG.

CIV -341-342: LABORATORIO DE SUELOS.

DOCENTE: MARCELO SEGOVIA CORTEZ.

1. EQUIPO.

EQUIPO COMUN.

Tamiz N° 40.
Horno secador 105 a 110 °C.
Balanza de precisión de 0.01 gr.
Platos u otros recipientes.

LIMITE LÍQUIDO.

Equipo de Casagrande.
Ranurador.
Espátula.
5 taras pequeñas.

LIMITE PLASTICO.

3 taras pequeñas.
Base de vidrio.

2. OBJETIVOS.

Que el estudiante sepa usar los equipos adecuados y aprenda la metodología que sirve para la determinación de los límites de plasticidad que presentan los suelos a consecuencia de los efectos que tiene la humedad en los mismos.

3. MUESTRA.

Se ensayará en una muestra seca que haya pasado por el tamiz N°40, en una cantidad mínima de 100 gramos, algunas veces la muestra se encuentra aglomerada en forma de terrones, por lo que se debe realizar una disgregación de los mismos.

A la muestra pasada por el tamiz N° 40, dentro de un recipiente se le agrega agua, para que con una espátula se realice una homogenización de la humedad con el suelo, hasta que la muestra haya adoptado la forma de una pasta de consistencia suave como mantequilla blanda.

Hay que tener en cuenta que se debe eliminar todo el aire entrampado entre las partículas del suelo.

4. PROCEDIMIENTO.

4.1.LIMITE LÍQUIDO.

Ubicar el aparato de Casagrande en una superficie plana, segura y limpia.

Calibrar la altura de caída de la copa, haciendo que la misma tenga un centímetro de caída, la medición se puede realizar con el mismo ranurador del equipo que se encuentra acondicionado para tal efecto.

Pesar cinco capsulas vacías y limpias, anotando los pesos de cada capsula con su respectiva identificación en la planilla de Limite Líquido.

Con la espátula poner la muestra suavemente y tratando siempre que sea de manera horizontal, sobre la copa de Casagrande (esta debe estar siempre en su nivel inferior de reposo), eliminando el aire entrampado y limpiando aquella muestra que se encuentre pegada en los alrededores de la copa.

Una vez, que la muestra se encuentre horizontal y el vaso limpio de otras impurezas, sujetar con una mano la copa de Casagrande y con la otra realizar la ranura de manera firme en una sola pasada, tratando de que en el fondo de la ranura se encuentre visible el color de la copa a lo largo de toda la muestra, caso contrario repetir todo el procedimiento.

Una vez realizada la ranura, accionar la copa de Casagrande, al ritmo de dos golpes por segundo, no perdiendo la cuenta del número de golpes

accionado hasta que en la ranura se produzca una unión de aproximadamente 1.27 cm, generalmente el ancho de la espátula tiene ese valor. Anotar el número de golpes en la planilla.

Con la espátula y en forma perpendicular a la ranura, realizar dos cortes a la muestra, estos deben pasar por los extremos de la parte que se unió. Luego extraer la porción de suelo entre los cortes y proceder a depositarla en una de las capsulas que ya se encuentran pesadas e identificadas.

Pesar el suelo húmedo más capsula (suelo húmedo + capsula), registrar el dato en la planilla correspondiente al número de golpes anotado.

Introducir la capsula más muestra húmeda en el horno, dejar calentar a una temperatura de 100 a 105°C, durante 24 horas, luego extraer del horno, mantener tapada mientras se enfría y pesar la capsula más muestra seca (suelo seco + capsula), registrar en la planilla.

Con estos valores se pueden calcular los diferentes contenidos de humedad a sus respectivos números de golpes y llenar la planilla del límite líquido.

4.2.LIMITE PLASTICO.

A la muestra preparada con agua, debe agregarse material seco que pase por el tamiz N°40, mezclar homogéneamente, se notara que la misma adquiere una consistencia más plástica.

Disponer el vidrio sobre la superficie plana y limpia (el vidrio debe estar limpio y seco).

Pesar tres capsulas limpias e identificarlas (peso de capsula), registrar en la planilla de limite plástico estos pesos.

Se agarra con las manos una porción de material y se procede a amasarlo,

hasta que el mismo pueda ser manipulado plásticamente.

Se hace una pelotita de material, para luego transformarlo en un pequeño rollito, rodándolo sobre el vidrio, hasta que el mismo tenga un diámetro aproximado de tres milímetros (3 mm), observar si el rollito presenta rajaduras en este diámetro.

En el caso de que no presente las rajaduras a los tres milímetros, quiere decir que el suelo todavía tiene mucha humedad, entonces se debe volver a manipular el rollito en la mano para que siga perdiendo humedad y comenzar de nuevo el proceso.

Una vez que el rollito a los tres milímetros, presente los agrietamientos buscados, quiere decir que se encuentra con la humedad del límite plástico.

Con la espátula cortar pequeños trocitos del material y seleccionando aquellos que se encuentren con las rajaduras, luego introducirlos en las capsulas y determinar el peso del suelo húmedo más capsula.

Introducir la capsula más muestra húmeda en el horno, dejar calentar a una temperatura de 100 a 105°C, durante 24 horas, luego extraer del horno, mantener tapada mientras se enfría y pesar la capsula más muestra seca (suelo seco + capsula), registrar en la planilla.

ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto.....Lugar.....

Muestra

Nº.....Fecha.....Laboratorista

Determinación de Límite Líquido

Capsula Nº	1	2	3	4	5
Nº de golpes					
Suelo húmedo + capsula					
Suelo seco + capsula					
Peso del agua					
Peso de la capsula					
Peso suelo seco.					
Porcentaje de humedad					

Determinación de limite Plástico

Capsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + capsula			
Peso de suelo seco + capsula			
Peso de capsula			
Peso de suelo seco			
Peso del agua			
Contenido de humedad			

PRACTICA N°7
COMPACTACION ESTANDAR Y MODIFICADO

CIV -341-342: LABORATORIO DE SUELOS.

DOCENTE: MARCELO SEGOVIA CORTEZ.

1. EQUIPO.

T-99

Molde de 4" y altura de 4.6".

Martillo de 5.5 lb. Y 12" de caída libre.

T-180

Molde de 6" y altura 5".

Martillo de 10 lb. Y 18" de caída libre.

Equipo común.

Balanza de 0.1 gr de aproximación

Horno a Temp. De 105 a 110°C.

Regla metálica para enrazar.

Probeta graduada.

Extractor de muestras.

5 capsulas de humedad.

Cucharas, puruñas, badilejos, etc.

2. OBJETIVOS.

El objetico principal es que el estudiante pueda conocer el procedimiento correcto en los ensayos de compactación, para así obtener los valores de la densidad máxima y el contenido de humedad óptimo.

3. MUESTRA.

La muestra se preparará realizando una compensación de material entre los tamices de $\frac{3}{4}$ y N°4; con el objetivo de extraer el material grueso y densificar más el material.

De la muestra requerida ya pesada, se pasará por el tamiz ^{3/4}, de lo cual el material que pasa, se guardara para unir con el material compensado, de lo que se retiene solo nos interesa su peso y no así su material.

Se completará con otro montón del mismo material, pero haciendo pasar este por las mallas de ^{3/4} y N°4, interesándonos solo el material que queda entre dichas mallas, este proceso se realiza hasta obtener el peso del material grueso pesado con anterioridad (inciso a)).

En los materiales finos no existe compensación, solo se triturarán los terrones para facilitar el manipuleo de dicho material.

4. PROCEDIMIENTO.

Para el T-99, se realizarán moldes de compactación, estructurados por tres capas y 25 golpes por cada capa. Se debe tantear una división de la altura del molde en tres partes iguales de material para su respectiva compactación.

Para el t-180, se realizarán moldes de compactación, estructurados por cinco capas y 56 golpes por cada capa. También se debe tantear una división entre cinco partes iguales del material compactado en la altura del molde.

Antes de iniciar el ensayo, se deben pesar los moldes con base y sin collarín, además de obtener su volumen respectivo.

Actividades comunes.

Después de preparar el material se debe calcular su contenido de humedad, antes de proceder a su compactación.

Dividir el material en cinco partes iguales, depositar en fuentes o lavadores, ya que a cada uno se le incrementara agua en diferentes proporciones.

Para los suelos aluviales es recomendable comenzar con el 4% de humedad, por lo que si el contenido de humedad está por debajo de ese valor entonces hay que

incrementar agua en la cantidad requerida, luego el incremento de agua será al 6%, 7%, 8%, 10% respectivamente.

Para los suelos que contengan arcillas se recomienda empezar por el 6% y luego incrementar al 9%, 12%, 14%, 17%.

Se debe aplicar el incremento de humedad, de acuerdo al siguiente ejemplo.

Si el contenido de humedad calculado esta en 2%, para llegar al 4% nos faltaría otro 2%, entonces pesamos el material para el primer molde por ejemplo 3000 gramos. Y asumiendo que en este peso se encontraría el 100% de agua, entonces se tratarían de 3000 cm³ (ya que la densidad del agua asume 1 gr/cm³), por simple regla de tres, solo resta multiplicar; $(2\% * 3000) / 100$, lo que nos da 60 cm³ de agua para incrementar y llegar al 4% requerido.

Ya calculados los porcentajes requeridos de humedad, se procede a incrementar tales cantidades de agua al suelo, mezclando y homogenizando hasta una humedad uniforme en toda la muestra.

El material con humedad se hecha por capas en el molde respectivo, y se compacta cada capa, con el número de golpes del ensayo que está practicando.

Seguidamente se procede a retirar el collarín, para luego enrasar el material con la regla metálica, si es que en este proceso se salen piedras que dejan huecos por debajo del nivel del collarín, entonces hay que tamizar con el N°10, el material con la misma humedad para rellenar los huecos presionando con la regla metálica.

Luego de enrasado, se pesa el molde más muestra húmeda y más la base, registrando en la planilla de cálculos.

Seguidamente, con el extractor de muestras se saca la muestra compactada del molde y del corazón de la misma extraer material para realizar el contenido de humedad real del suelo compactado (método A).

Los pasos del 6 al 10, se repetirán con los diferentes contenidos de humedad, para tener los cinco puntos necesarios de compactación

5. CALCULOS.

La planilla de cálculos se divide en dos partes de cálculo de densidad; la primera es aplicar la fórmula:

$$D_{sh} = \frac{\text{Peso de suelo humedo}}{\text{volumen del molde}}$$

Donde:

D_{sh} = densidad del suelo húmedo.

La segunda fórmula corrige la humedad.

$$D_{ss} = \frac{D_{sh}}{100 + w\%} * 100$$

Donde:

D_{ss} = densidad del suelo seco (gr/cm³)

Aparte de los cálculos se tendrá que determinar lo siguiente:

Graficar la curva de compactación densidad vs humedad.

Determinar la energía de compactación.

Determinar la humedad óptima.

Determinar la densidad máxima.

PRACTICA N° 9
ENSAYO DE CAPACIDAD SOPORTE CBR

CIV -341-342: LABORATORIO DE SUELOS.

DOCENTE: MARCELO SEGOVIA CORTEZ.

1. EQUIPO.

EQUIPO DE COMPACTACION

Molde cilíndrico diámetro interior 6", y altura de 7" a 8".
Collarín de 2" de altura.
Base perforada.
Disco espaciador de acero de 2,5" de altura.
Pistón o martillo de 10 lb. Y altura de caída de 18".

EQUIPO PARA EL HINCHAMIENTO

Plato y vástago con altura regulable.
Trípode y extensómetro.
Pesas anulares o en forma de herradura de 5 lb.

PRUEBA DE PENETRACION

Pistón Cilíndrico de 3" cuadradas de sección.
Aparato para aplicar carga.
Anillo dinamométrico con extensómetro calibrado.
Equipo misceláneo; balanzas, hornos, tamices, papel de filtro, etc.

2. OBJETIVOS.

El objetivo central de la práctica es el conocer cuál es la relación entre la penetración que se realiza a un suelo y la capacidad de soporte del mismo, considerando como material de referencia a la piedra triturada.

3. PREPARACION DE MUESTRAS.

Las muestras serán en una cantidad de 6000 a 7000 gramos, y su preparación tiene los siguientes pasos:

Compensación del material.

Se tiene que realizar una compensación del material en forma similar a la realizada en el ensayo de compactación. Hacer pasar el material por el tamiz $3/4''$, y N° 4, se descarta lo retenido en $3/4''$, y se compensa por peso con el material intermedio de $3/4''$ y N°4.

Humedad del suelo.

Una vez compensado el material, se debe calcular el contenido de humedad actual del suelo. A este agregar agua hasta que el material obtenga el valor de la humedad optima, caso contrario hacer secar el material.

Una vez realizado los anteriores pasos, mezclar el material para su respectiva homogenización.

4. PROCEDIMIENTO GENERAL.

COMPACTACION

Se ensambla el molde a la base perforada, luego introducir el disco espaciador y ajustar el collarín al equipo.

Sobre el collarín se pondrá un papel filtro, para que no se pegue el material al seco y no existan pérdidas del material fino.

Introducir el material en cinco capas, en cada capa aplicar una carga dinámica de 56 golpes, para eso utilizar el martillo de 10 libras y 18'' de caída.

Luego quitar el collarín para el respectivo enrasado, de tal manera que se nivele la cara del molde.

Se afloja el molde metálico de sus soportes, se separa de la base para quitar el disco espaciador, luego se volteará el mismo para volver a ajustar a su base con la cara

enrasada hacia abajo, antes de esto poner papel filtro en la base perforada.

Se pesará el molde con la muestra más la base, para así determinar su densidad y humedad ensayadas.

EXPANSION DEL MATERIAL

Luego de pesar el material, se coloca sobre este otro papel filtro, para colocar sobre este el plato perforado y vástago regulable.

Sobre el plato poner pesas de plomo igual a 10 libras.

Antes de someter el molde a la saturación, se debe haber medido la altura real del espécimen.

Se debe introducir todo el molde dentro de un tanque o deposito con agua cuyo nivel se encuentre un centímetro por debajo del nivel superior del molde.

Se montará el trípode con un extensómetro cuyo vértice inferior se conecte con la cabeza del vástago, en ese punto se debe tomar una lectura inicial.

Cada 24 horas por un periodo de 96 horas (cuatro días), se toman y registran las lecturas del extensómetro.

La diferencia entre la lectura final y la inicial en valor absoluto en centímetros, dividida entre la altura real del molde, también en centímetros multiplicada por cien, nos proporciona el valor de la expansión que sufrió el material.

RESISTENCIA A LA PENETRACION.

Luego de los cuatro días de saturación, se drenará de manera inclinada durante 15 minutos aproximadamente, para instalar el molde en la prensa y asentar el pistón de penetración sobre el espécimen.

Se inca el pistón manteniendo una velocidad de 0.05 pulgadas por minuto y se leen las cargas totales necesarias en 0.025", 0.05", 0.075", 0.1", 0.2", 0.3", 0.4", 0.5".

Una vez que se hincó el 0.5" del pistón, se suelta la carga, se retira el molde de la prensa y se quitan las pesas, para pesar el mismo y registrar el dato

Seguidamente se extraen tres muestras, para el contenido de humedad, la muestra del fondo, de la superficie y a 2" de profundidad desde la superficie.

5. CALCULOS.

EL PESO UNITARIO DE LA MUESTRA ES:

$$\gamma_{uh} = \frac{P_{mh}}{\text{Vol molde}}$$

Donde:

γ_{uh} = Peso unitario de la muestra húmeda.

P_{mh} = peso muestra húmeda.

PESO UNITARIO DE LA MUESTRA SECA:

$$\gamma_{ms} = \frac{\gamma_{uh}}{100 + w\%} * 100$$

Donde:

γ_{ms} = Peso unitario de la muestra seca.

$w\%$ = porcentaje de humedad.

LA EXPANSIÓN:

$$\% \text{ exp} = \frac{|L_f - L_i|}{h} * 100$$

Donde:

L_f = lectura final del extensómetro (cm).

L_i = lectura inicial del extensómetro (cm).

h = altura total del espécimen.

La determinación del CBR, se realizará para las penetraciones de 0.1” y 0.2”, en sus correspondientes cargas calculadas.

Para 0.1” tenemos:
$$\text{CBR} = \frac{\text{carga [kg/cm}^2\text{]}}{70.31 \text{ [kg/cm}^2\text{]}} * 100$$

Para 0.2” tenemos:
$$\text{CBR} = \frac{\text{carga [kg/cm}^2\text{]}}{105.4 \text{ [kg/cm}^2\text{]}} * 100$$

Es necesario considerar lo siguiente:

“Si el CBR para 0.1” y 0.2” tienen la similitud, se recomienda usar el valor de 0.2”.

“si el CBR de 0.2” es muy superior al 0.1”, deberá repetirse el ensayo”.

CURVA: CARGA – PENETRACION.

Se realizará una escala correspondiente considerando los valores máximos y mínimos de la carga por centímetro cuadrado.

Se pintarán los puntos, haciendo que las abscisas sean los valores de penetración y las ordenadas las cargas aplicadas. Luego estos puntos se deben unir con las líneas respetando su nacimiento.

Si es que una curva nace desde el eje de las penetraciones, se medirá la distancia hacia el origen, luego esta distancia se mide desde los valores de 0.1”

y 0.2” hacia la derecha, levantando perpendiculares de las abscisas hasta la curva, entonces nos dará un nuevo valor de la carga aplicada y por lo tanto un CBR, corregido.

Si es que una curva presenta concavidad hacia arriba, entonces se debe trazar una tangente por el punto de inflexión de la misma y cortar a las abscisas, entonces este punto será el nuevo origen de la curva procediendo a los pasos del inciso anterior.

CURVA: CBR-PESO UNITARIO.

Se dibuja considerando escalas adecuadas, entonces como abscisas se representan los CBRs, y como ordenadas los pesos unitarios secos.

En este grafico se debe identificar la Densidad Máxima, con una línea horizontal cortar a la curva e inmediatamente con una perpendicular encontrar el valor del CBR al 100% de la densidad Máxima.

Se puede calcular otros CBR, bastando sacar el porcentaje requerido (95%, 90%, etc.) a la densidad máxima e ir nuevamente a la gráfica.

CURVA: EXPANSION – PESO UNITARIO.

En el eje de las abscisas se grafican las expansiones y las ordenadas de los pesos unitarios de la muestra seca.

De nuevo se considera la densidad máxima para sacar la expansión al 100% de la densidad máxima, cortando con una horizontal este valor a la curva y perpendicular al valor de la expansión.

**ANEXO II.- MANUAL DE
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL
ASFALTO ESPUMADO**

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

BOLETIN TÉCNICO
Asfalto espumado



¿Qué es el asfalto espumado, se puede utilizar en Bolivia?

Introducción

Los asfaltos espumados son una técnica que se ha utilizado con éxito en distintos países en la producción de mezclas asfálticas tibias, por lo que, es importante conocer acerca de este tema para introducir su uso en nuestro país.

Con este objetivo, en este boletín se resumen la definición, la historia, las propiedades y especificaciones, el diseño de mezcla en laboratorio, las aplicaciones y las ventajas que permiten de manera introductoria dar a conocer esta tecnología en nuestro medio.

Definición

El asfalto espumado o ligante expandido es producido mediante un proceso mecánico en el cual se inyecta, con ayuda de aire presurizado, una cantidad pequeña de agua (entre 1 % y 4 % sobre el peso de ligante) al asfalto caliente (140 °C a 180°C) dentro de una cámara de expansión, lo que genera instantáneamente el efecto de espuma en el asfalto (Figura 1).



Figura 1

Esquema de producción de asfalto espumado.

Tomada de: "Warm-Mix Asphalt: European Practice", FHWA, 2008.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES.

1. DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el mejoramiento de la capa sub rasante a través de una nueva tecnología como lo es el asfalto espumado; con la eventual adición de materiales pétreos y agua para su producción.

2. MATERIALES

2.1. Agregados de la estabilización

La gradación será definida en los documentos técnicos del proyecto, en función del tipo de estabilización con la que se desee trabajar; si los términos no indican otra cosa, la granulometría será la indicada en la **Tabla 1**.

Tabla 1
Rango de granulometría para estabilización

Requisitos	Arena-asfalto	Suelo-Asfalto E.	Grava-arena-Asfalto
1 1/2"			100
1"	100		
3/4"			60-100
1/2"			
Nº4	50-100	50-100	35-100
Nº10			
Nº40		35-100	13-50
Nº200	5-25	35-100	8-35
L. liquido	-	<40	-
I. de plasticidad	<10	<12	<6

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

2.2. Materiales bituminosos

Para la estabilización de sub rasantes con cemento asfáltico espumado, el ligante será de penetración 85- 100, el cual deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la tabla 2 de las presentes especificaciones.

Si se requiere un cemento asfáltico de diferentes características, éste deberá ser objeto de una especificación particular.

En cualquier caso, se prohíbe la adición de fluidificantes ligeros o crudos de petróleo para producir el reblandecimiento del asfalto del pavimento existente.

Tabla 2
Sistema de clasificación por penetración para cemento asfáltico

Grado de Penetración										
Prueba	40-50		60-70		85-100		120-150		200-300	
	Min	Ma x	Min	Ma x	Min	Ma x	Min	Ma x	Min	Ma x
penetración, 25° C 100 g., 5 segundos	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
punto inflamador, elevand. °C	450	-	450	-	230	-	425	-	350	-
ductilidad, 25°C, 5cm por minuto		-	100	-	100	-	100	-	-	-
penetración del residuo, por ciento del original	58	-	54	-	50	-	46	-	40	-
ductilidad del residuo a 25°C, 5cm por min, cm	-	-	50	-	75	-	100	-	100	-

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

2.3. Llenantes activos

Se consideran como tales, algunos llenantes comerciales que complementan la acción del ligante asfáltico en cuanto a su reactividad. Los más utilizados son el cemento Pórtland, la cal hidratada y las cenizas volantes, cuyas características se deberán establecer en una especificación particular. La proporción y adecuado diseño para el empleo de llenantes activos deberá ser presentado por el constructor y aprobado por el interventor.

En ocasiones también se adicionan llenantes con el propósito de controlar la rotura del Asfalto espumado.

2.4. Aditivos mejoradores de adherencia entre agregados y asfalto

Cuando se requieran, deberán ser propuestos por el Constructor y su tipo y dosificación deberán asegurar el cumplimiento del requisito de resistencia mínima para conformación de sub rasantes, que se indica en la **tabla 3** de esta Sección. Asimismo, el Constructor deberá garantizar que su incorporación no producirá ningún efecto nocivo a los agregados, al ligante asfáltico o a la mezcla. Cualquier efecto adverso en el comportamiento del pavimento, que se derive del empleo del aditivo, será de responsabilidad exclusiva del Constructor, quien deberá efectuar todas las reparaciones que requiera la mezcla estabilizada, de acuerdo con las instrucciones del Interventor o del Instituto de Desarrollo Urbano.

Tabla 3
Especificaciones mínimas para conformación de sub rasantes.

CBR mínimo requerido (%)	4
Expansión máxima requerida (%)	3

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

2.5. Agua

El agua requerida para la inyección al cemento asfáltico estará libre de materia orgánica y de elementos químicos que dificulten el proceso de espumado. Su pH, medido según norma ASTM D-1293, deberá estar entre cinco y medio y ocho (5.5 - 8.0) y su contenido de sulfatos, expresado como SO_4^- , no deberá ser mayor de un gramo por litro (1 g/l). El contenido de sulfatos se determinará de acuerdo con la norma ASTM D-516.

3. OPTIMIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ASFALTO ESPUMADO

El objetivo es determinar el porcentaje de agua que optimiza las propiedades de espumado de un determinado asfalto, maximizando la relación de expansión y la vida media del asfalto espumado.

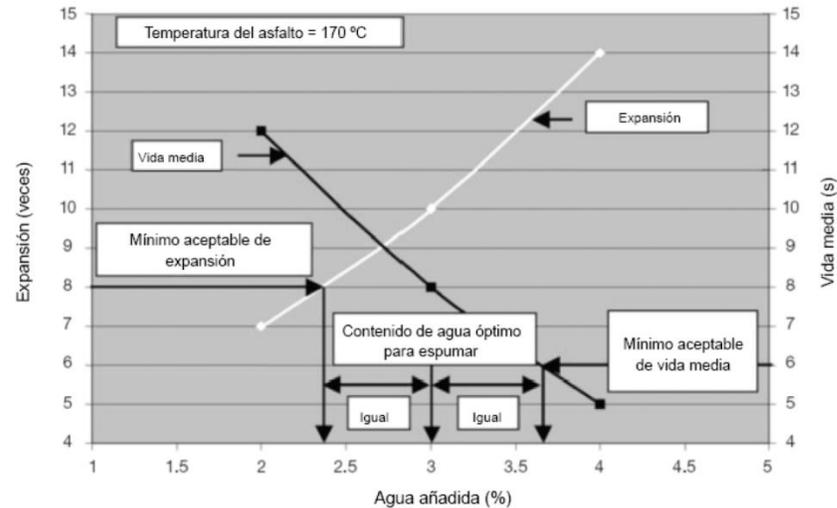
Se requieren cinco (5) muestras de asfalto espumado para producir espuma con contenidos de agua entre 2% y 4%, en incrementos de 0.5%.

Para cada muestra, se permite que la espuma descargue durante 5 segundos en un tambor de acero. Se señala con un marcador el máximo volumen al cual se expande la espuma. Usando un cronómetro, se mide el tiempo en segundos que tarda la espuma en reducir su volumen a la mitad, el cual se define como vida media. Se calcula la relación de expansión del asfalto espumado, dividiendo el volumen máximo de la espuma por el volumen de asfalto en el tambor luego de que la espuma se ha disipado totalmente, pero nunca antes de 60 segundos. Se dibuja una gráfica de relación de expansión y vida media contra el contenido de agua para todas las muestras, en el mismo juego de ejes, lo que permite optimizar el contenido de humedad.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

Gráfica 1

Relación entre propiedades del asfalto espumado.



Las características de espumado (Razón de Expansión y Vida Media) no son medidas exactas, sino más bien órdenes de magnitud. En general se recomienda una Razón de Expansión entre 8 y 20, y al menos 15 segundos de Vida Media (Macarrone et. al., 1994).

3.1. contenido óptimo de asfalto

El contenido óptimo de asfalto para estabilizar sub rasantes no puede ser determinado con la precisión de las mezclas asfálticas en caliente, sin embargo, una buena aproximación a este valor puede ser obtenida mediante la optimización de sus propiedades mecánicas.

Otra de las aproximaciones al contenido óptimo de asfalto es el uso de la relación asfalto-material fino, debido al importante rol que este juega en las propiedades mecánicas. En la tabla 2.8. Se presenta una serie de valores que pueden ser usados como guía para seleccionar el contenido óptimo de asfalto en función del contenido de finos (Csir transportek, 1999).

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

Tabla 4

Guía de valores para el contenido óptimo de asfalto

% pasa tamiz 4.75mm	% pasa tamiz 0.075	% asfalto espumado
< 50 (gravas)	3 a 5	2,5
	5 a 7,5	3
	7,5 a 10	3,5
	>10	4
> 50 (arenas, limos y arcillas)	15 a 20	2,5
	20 a 25	3,5
	>30	4,5

3.2. estabilización de los agregados con asfalto espumado

Para el diseño de la mezcla, se deben preparar 4 porciones de 5 kilogramos cada una, con contenidos de asfalto variables, en incrementos de 1 %. El equipo portátil de laboratorio se ajusta para producir el asfalto espumado con propiedades óptimas. Si se requiere, se agrega un aditivo mejorador de adherencia para incrementar la adhesión del asfalto al agregado,

Cada porción de 5 kg se mezcla de acuerdo con el siguiente procedimiento:

Se coloca el agregado en el recipiente de mezcla. Se añade suficiente agua, de manera que el contenido de humedad sea igual al contenido óptimo de humedad determinado en el ensayo modificado de compactación. El mezclador mecánico debe ser colocado de manera que la espuma sea descargada directamente al recipiente de mezcla. Los agregados y el agua se mezclan durante un minuto. Posteriormente, sin parar el mezclador, se descarga la masa requerida de asfalto espumado en el recipiente de mezcla y se continúa el proceso de mezclado durante los siguientes 30 segundos. Se transfiere el agregado tratado con el asfalto espumado a un contenedor sellado. Se repite el procedimiento hasta obtener cinco (5) muestras tratadas con diferentes contenidos de asfalto. Estas muestras se encuentran listas para la ejecución del ensayo.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

4. ENSAYOS COMPLEMENTARIOS

Adicionalmente, dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la **Tabla 5** ejecutados sobre muestras preparadas con diferentes contenidos de cemento asfáltico espumado, como complemento del diseño de la mezcla.

Tabla 5

Ensayos complementarios sugeridos para cada porcentaje de adición de asfalto espumado.

ensayo	Número Mínimo de Briquetas		
	Min.	Recom.	Max.
CBR (California bearing ratio) (estabilizado)	1	1	3
compactación (ASTM D698) (estabilizado)	1	1	3
Compresión simple (ASTM 2166)	-	1	2
Módulo Dinámico	-	1	2

5. VENTAJAS DEL ASFALTO ESPUMADO

Esta técnica presenta las siguientes ventajas frente a la utilización del asfalto tradicional:

Como estabilizante ayuda a controlar la expansión de capas sub rasantes y también puede utilizarse junto con gran variedad de otros tipos de suelos.

Aumenta la resistencia a cortante y reduce la susceptibilidad a daño por humedad de los materiales estabilizados, da Mayor rigidez a la capa sub rasante volviéndola flexible y resistente a la fatiga.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

Ahorro en los tiempos de puesta en servicio, pues se puede abrir al tránsito en un menor tiempo después de haber sido compactada la capa.

Amigable con el ambiente, pues no se presenta evaporación de volátiles al aire libre en todo el proceso desde el mezclado hasta el curado.

Y, principalmente la conservación de la energía, solo se necesita calentar el asfalto antes de ser espumado, los suelos se pueden mezclar en frío y húmedos (no requieren de secado).

6. MEDIDA

La unidad de medida de la capa de material estabilizado con Asfalto espumado será el metro cúbico (m^3), aproximado al entero, de material colocado y compactado, a satisfacción del Interventor. Cuando el cómputo de la fracción decimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco décimas de metro cúbico ($\geq 0.5 m^3$) la aproximación al entero se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco décimas de metro cúbico ($< 0.5 m^3$), la aproximación al entero se realizará por defecto.

El volumen de la capa de material estabilizado con Asfalto espumado se determinará multiplicando la longitud real construida, medida a lo largo del eje del proyecto, por el ancho y espesor mostrados en los documentos del proyecto o ajustados según los cambios ordenados por el Interventor. No se medirá, con fines de pago, ningún volumen por fuera de estos límites.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

7. FORMA DE PAGO

El pago se hará por metro cúbico de sub rasante estabilizado con Asfalto espumado a los respectivos precios unitarios del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

Los precios unitarios deberán incluir la compensación total por el suministro en el lugar de la obra de todos los materiales requeridos para la construcción de la capa estabilizada, así como herramientas, equipos y la ejecución completa de los trabajos contratados, a satisfacción plena del Interventor.

El precio unitario de la capa de material estabilizado con Asfalto espumado deberá cubrir, además, los permisos y licencias de toda índole que sean requeridos para la obtención de los materiales, su transporte y la correcta ejecución de los trabajos, así como los costos de la ejecución de la fase de experimentación y los costos de todos los muestreos y ensayos de caracterización, diseño y control, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTES CON ASFALTO ESPUMADO	
	PROCESO: PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ASFALTO ESPUMADO	

Bibliografía:

Asphalt Institute. The Asphalt Handbook, Manual Series, Edición 2008, Kentucky, USA

FHWA. “Warm-Mix Asphalt: European Practice”. Washington D.C., Estados Unidos. 2008

Muthen, K. M. “Foamed Asphalt Mixes Mix Design Procedure”. Pretoria, Sudáfrica. 1998.

Thenoux, G.y Jamet, A. “Tecnología del asfalto espumado y diseño de mezcla”. Revista Ingeniería de Construcción Pontificia Universidad Católica de Chile, (en imprenta), Santiago, Chile. 2002.

Wirtgen, GmbH. “Cold Recycling Manual”. Windhagen, Alemania. 2004.

Sitio web: <http://www.highwaysmaintenance.com/foambit.htm>, 2010.

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Coordinador General:
Ing. Luis Guillermo Loria Salazar, MSc, Candidato a PhD,

Subcoordinador:
Ing. Fabián Elizondo, MBa.

Unidades:

Unidad de Auditoría Técnica
Coordinadora: Ing. Jenny Chaverri, MScE.

Unidad de Investigación
Coordinador: Ing. Fabián Elizondo, MBa.

Unidad de Evaluación de la Red Vial
Coordinador: Ing. Roy Barrantes

Unidad de Gestión Municipal
Coordinador: Ing. Marcos Rodríguez, MSc.

Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica
Coordinadora: Lic. Irene Matamoras Kikut

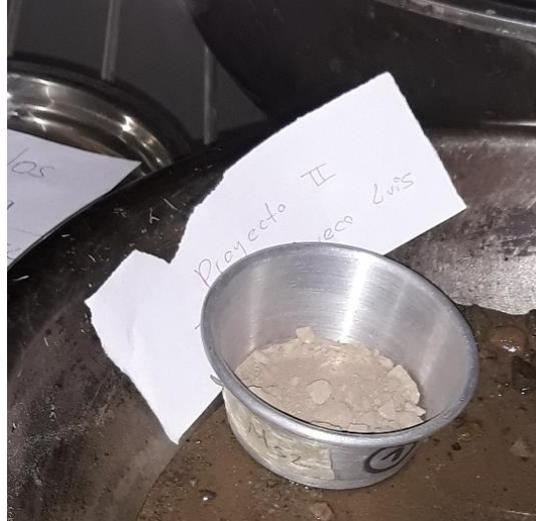
Unidad de Desarrollo de Especificaciones Técnicas
Coordinador: Ing. Jorge Arturo Castro

Unidad de Puentes
Coordinador: Ing. Rolando Castillo, PhD.
Ing. Guillermo Santana, PhD.

**ANEXO III.- FOTOGRAFIAS
DE LOS ENSAYOS**

CONTENIDO DE HUMEDAD

Figura 1. Humedad por método del horno



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

PESO ESPECIFICO

Figura 2. Medición de temperatura en el interior del frasco hasta 60°C



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 3. Proceso de enfriamiento para posterior lectura ion a partir de 30°C



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Figura 4. Bandeja y muestra de material.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 5. Lavado de material para su posterior secado al horno.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 6. Tamizado del material con el equipo de laboratorio.



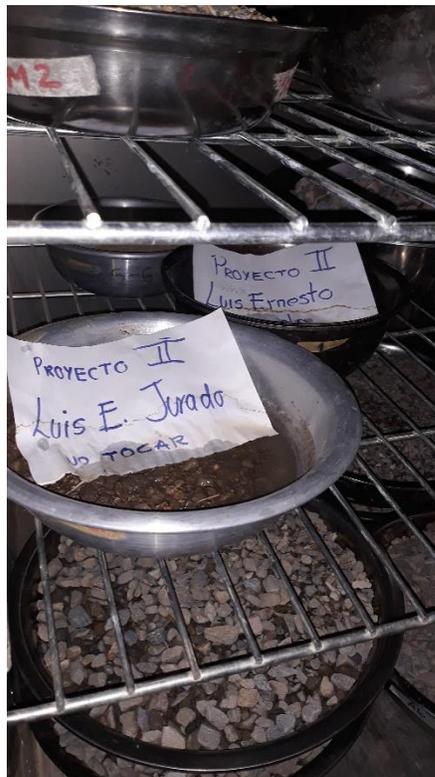
Fuente. Elaboración propia.

Figura 7. Lavado de material para eliminar más grueso.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 8. Secado de material al horno para su posterior tamizado.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 9. Resultados del tamizado del material.



Fuente. Elaboración propia.

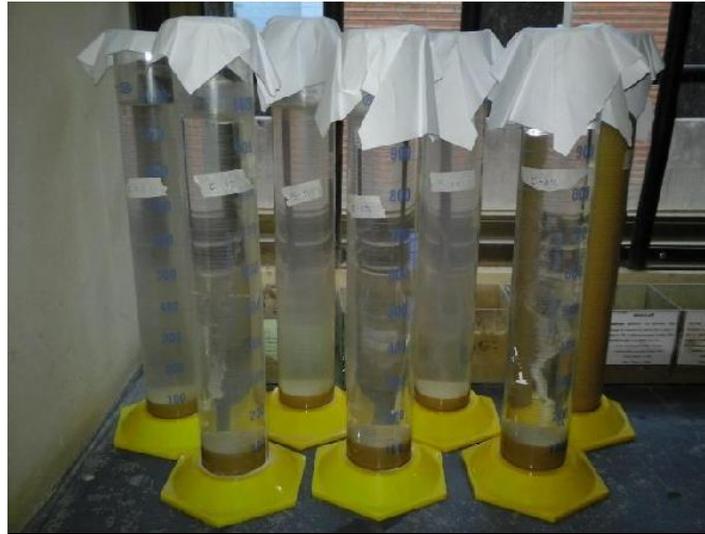
ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRO

Figura 10. Colocado del material en la probeta de 1000ml



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 11. Ensayos de hidrómetro finales.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

LIMITES DE ATTERBERG

Figura 12. Muestra de material pesado en la balanza



Fuente. Elaboración propia. Foto de laboratorio.

Figura 13. Ensayo de casa grande y secado de taras en horno.



Fuente. Elaboración propia. Foto de laboratorio.

Figura 14. Ensayo de limite plástico.



Fuente. Elaboración propia. Foto de laboratorio.

ENSAYO DE COMPACTACION

Figura 15. Muestra que pasa por el tamiz 19mm.



Fuente. Elaboración propia. Foto de laboratorio

Figura 16. Proceso de compactación de materiales



Fuente. Elaboración propia. Foto de laboratorio.

ENSAYO DE C.B.R.

Figura 17. Tamizado de la muestra



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 18. Muestra separada del material más grueso



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 19. Lectura expansión extensómetro



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 20. Prensa inconfínada para la realización de C.B.R.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

ENSAYOS DE CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFALTICO

Figura 21. Extracción de muestra para realización de punto de inflamación.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 22. Prueba a diferentes temperaturas para el punto de inflamación.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 23. Muestras dentro del horno para penetración.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 24. Pesado de las taras antes del ensayo de penetración.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 25. Equipo de penetración.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 26. Preparado de muestra para el ensayo de ductilidad.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 27. Realización del ensayo de ductilidad.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 28. Realización del ensayo de peso específico del asfalto.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 29. Medición de la variación de la temperatura.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

ENSAYOS DE ESTABILIZACION CON ASFALTO ESPUMADO

Figura 30. Cálculo de la relación de expansión vida media del espumado.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 31. Medición de la temperatura para el posterior espumado con agua.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 32. Inyección de agua al cemento asfáltico caliente para el espumado.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio..

Figura 33. Proceso de elevación de la temperatura del asfalto para su espumado



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 34. Muestra de suelo preparada para el proceso de estabilización



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 35. Realización de las probetas de compactación y CBR con estabilizante.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 36. Fuga de asfalto espumado por sobre saturación de la probeta.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio.

Figura 37. Medición de la expansión de la muestra de CBR estabilizada



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 38. Lectura del molde CBR estabilizado



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 39. Extracción del núcleo de la probeta para toma de muestras



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 40. Muestras de CBR con estabilizante listas para ser secadas al horno



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 41. Muestras de CBR con estabilizante secas para su medición



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 42. Proceso de rotura de la muestra con la prensa inconfiada.



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 43. Ensayo de Compresión simple con la prensa inconfiada



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 44. Lectura de Compresión simple con la prensa inconfiada



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 45. Desmolde de la muestra para ensayo de compresión simple



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 46. Muestra de suelo estabilizado para compresión simple



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio

Figura 47. Suelo en límite de rotura a compresión simple



Fuente. Elaboración propia. Fotografía de laboratorio



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE PENETRACION DEL CEMENTO ASFALTICO
(25 °C, 100 gr, 5 seg)
(Basado en INV E - 706)

Proyecto: Verificación de la calidad Fecha de ensayo: 14/01/2019
Cemento asfáltico: 85-100 Muestra N°: 1
Elaborado por: Luis Ernesto Jurado Gareca

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio	Especificaciones		
					Mínimo	Máximo	
Penetración a 25 °C, 100g,5 seg. AASHTO T49	Lect. 1	Mm	90	90	90	-----	-----
	Lect. 2	Mm	89	93	91	-----	-----
	Lect. 3	Mm	89	90	90	-----	-----
	Prom.	Mm			90,2	85	100

Penetración (0.1 mm)	Especificación INVIAS	
	Mínimo	Máximo
90,20	85	100

OBSERVACIÓN: el resultado Cumple con las especificaciones minimas.

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



**ENSAYO DE PUNTO DE INFLAMACION MEDIANTE COPA
ABIERTA DE CLEVELAND**

(Basado en INV E - 709)

Proyecto: Verificación de la calidad **Fecha de ensayo:** 15/01/2019
Cemento asfáltico: 85-100 **Muestra N°:** 1
Elaborado por: Luis Ernesto Jurado Gareca

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Prom.	Especificaciones	
					Mínimo	Máximo
Punto inflamador, elevand. °C AASHTO T: 79-96	Seg.	256	258	257	230	-----

OBSERVACIÓN: el resultado Cumple con las especificaciones minimas.

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL

(Basado en INV E)

Proyecto: Verificación de la calidad
Cemento asfáltico: 85-100
Elaborado por: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha de ensayo: 16/01/2019
Muestra N°: 1

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Prom.	Especificaciones	
					Mínimo	Máximo
Viscosidad Saybolt 135 °C AASHTO T 72	Seg.	130.0	132.0	131.0	85	-----

OBSERVACIÓN: el resultado Cumple con las especificaciones minimas.

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEI SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE PESO ESPECIFICO

(Basado en INV E - 707)

Proyecto: Verificación de la calidad **Fecha de ensayo:** 17/01/2019
Cemento asfáltico: 85-100 **Muestra N°:** 1
Elaborado por: Luis Ernesto Jurado Gareca

ENSAYO	UNIDAD	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio
Peso Picnómetro	grs.	62,02	62,02	
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	142,75	142,75	
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	125,72	122,55	
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	143,9	143,96	
Peso Específico	grs./cm ³	1,015	1,017	1,016

Peso específico (gr)	Especificación INVIAS	
	Mínimo	Máximo
1,016	-	-

TABLA DE CORRECIÓN POR TEMPERATURA

T °C	Densidad relativa del agua (gr/cm3)	T °C	Densidad relativa del agua (gr/cm3)
10	0,99973	21	0,99820
11	0,99963	22	0,99780
12	0,99952	23	0,99757
13	0,99940	24	0,99733
14	0,99927	25	0,99707
15	0,99913	26	0,99681
16	0,99897	27	0,99654
17	0,99880	28	0,99626
18	0,99862	29	0,99597
19	0,99843	30	0,99586
20	0,99823		

OBSERVACIÓN: sin observaciones

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



ENSAYO DE DUCTILIDAD

(Basado en INV E)

Proyecto: Verificación de la calidad
Cemento asfáltico: 85-100
Elaborado por: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha de ensayo: 17/01/2019
Muestra N°: 1

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Prom.	Especificaciones	
						Mínimo	Máximo
Ductilidad a 25°C AASHTO T-51	cm.	130	127	129	129	≥100	-----

OBSERVACIÓN: el resultado Cumple con las especificaciones minimas.

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



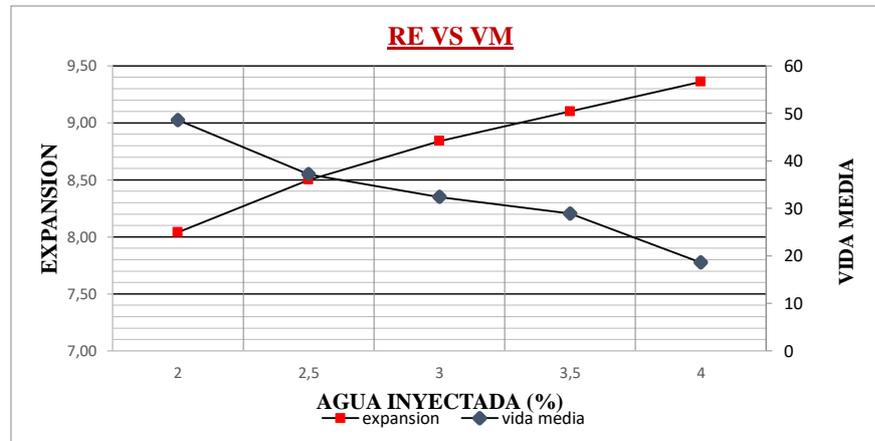
ENSAYO DE RELACION DE EXPANSION Y VIDA MEDIA DEL ASFALTO
ESPUMADO

Proyecto: analisis de materiales de sub rasante
Cemento asfáltico: 85-100
Elaborado por: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha de ensayo: 04/04/2019
Muestra N°: 1

1er Ensayo – 140°C - RE vs VM

Temperatura (°C)	140				
Peso del asfalto (g)	51				
Vol. inicial de asfalto (cm ³)	50				
% Agua	2	2,5	3	3,5	4
Vol. Agua (ml)	1,020	1,275	1,530	1,785	2,040
VIDA MEDIA (seg)	48,6	37,2	32,4	28,9	18,6
Vol. final de asfalto (cm ³)	402	425	442	455	468
Relación Expansión	8,04	8,50	8,84	9,10	9,36



OBSERVACIÓN: Notese que la razon de expansion es cuantas veces se expande su volumen inicial.
A mayor inyeccion de agua , incrementa la razon de expansion pero disminuye la vida media.

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



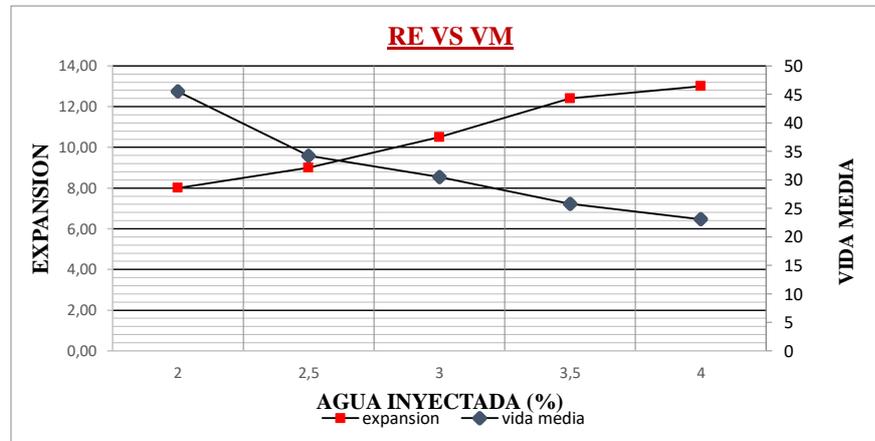
ENSAYO DE RELACION DE EXPANSION Y VIDA MEDIA DEL ASFALTO
ESPUMADO

Proyecto: analisis de materiales de sub rasante
Cemento asfáltico: 85-100
Elaborado por: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha de ensayo: 04/04/2019
Muestra N°: 2

2do Ensayo – 150°C - RE vs VM

Temperatura (°C)	150					
Peso del asfalto (g)	51					
Vol. inicial de asfalto (cm ³)	50					
% Agua	2	2,5	3	3,5	4	
Vol. Agua (ml)	1,020	1,275	1,530	1,785	2,040	Especific.
VIDA MEDIA (seg)	45,5	34,21	30,5	25,78	23,09	>15
Vol. final de asfalto (cm ³)	400	450	525	620	650	
Relación Expansión	8,00	9,00	10,50	12,40	13,00	12 a 20



OBSERVACIÓN: Notese que la razon de expansion es cuantas veces se expande su volumen inicial.
A mayor inyeccion de agua , incrementa la razon de expansion pero disminuye la vida media.

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



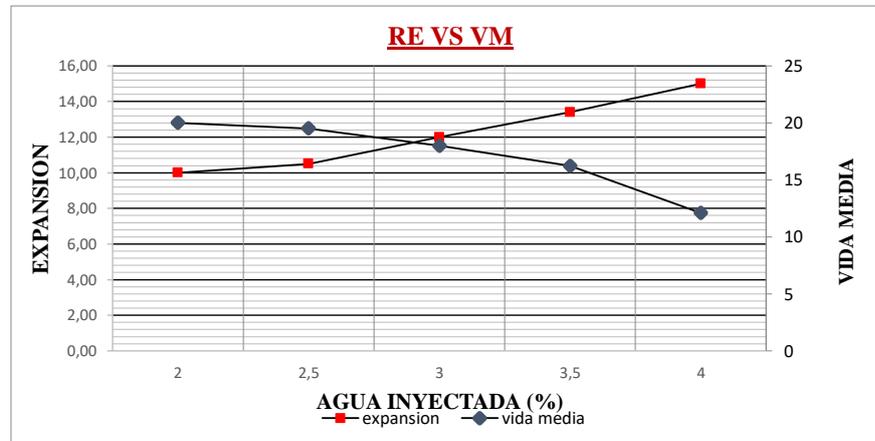
ENSAYO DE RELACION DE EXPANSION Y VIDA MEDIA DEL ASFALTO
ESPUMADO

Proyecto: analisis de materiales de sub rasante
Cemento asfáltico: 85-100
Elaborado por: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha de ensayo: 05/04/2019
Muestra N°: 3

3er Ensavo – 160°C - RE vs VM

Temperatura (°C)	160				
Peso del asfalto (g)	51				
Vol. inicial de asfalto (cm3)	50				
% Agua	2	2,5	3	3,5	4
Vol. Agua (ml)	1,020	1,275	1,530	1,785	2,040
VIDA MEDIA (seg)	20	19,52	18	16,23	12,1
Vol. final de asfalto (cm3)	500	525	600	670	750
Relación Expansión	10,00	10,50	12,00	13,40	15,00



OBSERVACIÓN: Notese que la razon de expansion es cuantas veces se expande su volumen inicial.
A mayor inyeccion de agua , incrementa la razon de expansion pero disminuye la vida media.

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL (TARIJA-BOLIVIA)



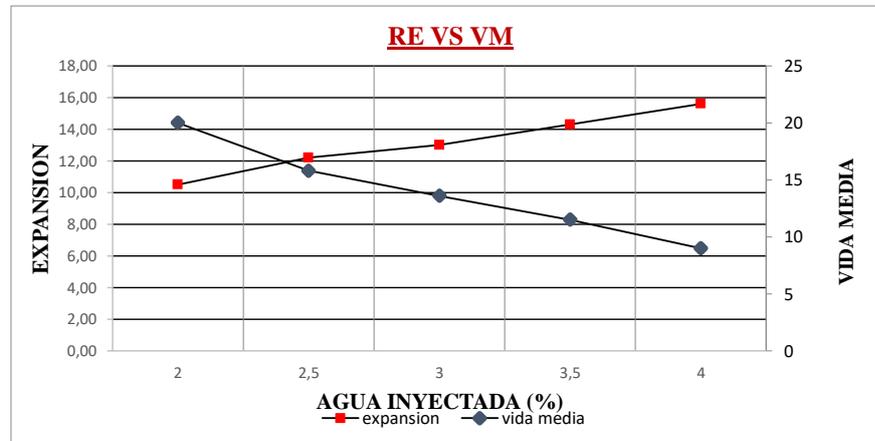
ENSAYO DE RELACION DE EXPANSION Y VIDA MEDIA DEL ASFALTO
ESPUMADO

Proyecto: analisis de materiales de sub rasante
Cemento asfáltico: 85-100
Elaborado por: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha de ensayo: 05/04/2019
Muestra N°: 4

4to Ensayo – 170°C - RE vs VM

Temperatura (°C)	170				
Peso del asfalto (g)	51				
Vol. inicial de asfalto (cm ³)	50				
% Agua	2	2,5	3	3,5	4
Vol. Agua (ml)	1,020	1,275	1,530	1,785	2,040
VIDA MEDIA (seg)	20	15,8	13,6	11,5	9
Vol. final de asfalto (cm ³)	525	610	650	715	780
Relación Expansión	10,50	12,20	13,00	14,30	15,60
					12 a 20



OBSERVACIÓN: Notese que la razon de expansion es cuantas veces se expande su volumen inicial.
A mayor inyeccion de agua , incrementa la razon de expansion pero disminuye la vida media.

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. Seila Claudia Avila Sandoval
RESP. DE LAB. ASFALTOS

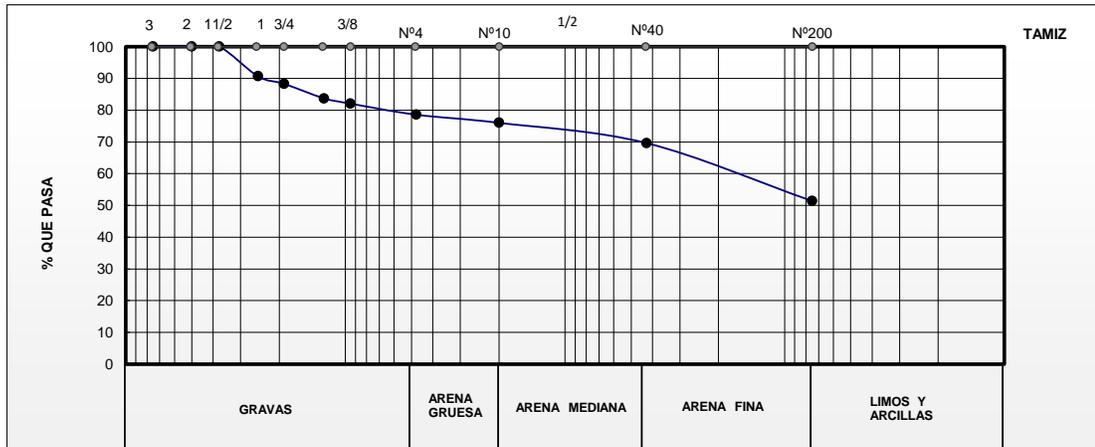


GRANULOMETRÍA

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado	Fecha: 22/02/2019
Procedencia: barrio 2 de mayo	Identificación: Unica
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca	

Peso Total (gr.)					3000	A.S.T.M.	
peso total sin humedad (gr.)					2921,4		
Peso Total (gr.) despues del lavado (gr.)					1442,2		
material que pasa tamiz N200 despues del lavado (gr.)					1479,2		
Tamices	Tamaño (mm)	peso tamiz (gr)	Peso Ret.+tamiz (gr)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	-	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	-	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	535,81	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	535,80	808,00	272,20	272,20	9,32	90,68
3/4"	19,00	535,50	605,20	69,70	341,90	11,70	88,30
1/2"	12,50	517,90	651,40	133,50	475,40	16,27	83,73
3/8"	9,50	495,10	543,10	48,00	523,40	17,92	82,08
Nº4	4,75	497,20	599,60	102,40	625,80	21,42	78,58
Nº10	2,00	460,10	534,90	74,80	700,60	23,98	76,02
Nº40	0,425	343,8	530,40	186,60	887,20	30,37	69,63
Nº200	0,075	577,2	1109,80	532,60	1419,80	48,60	51,40
base	-	346,8	369,00	1501,40	2921,20	99,99	0,01

2921,20



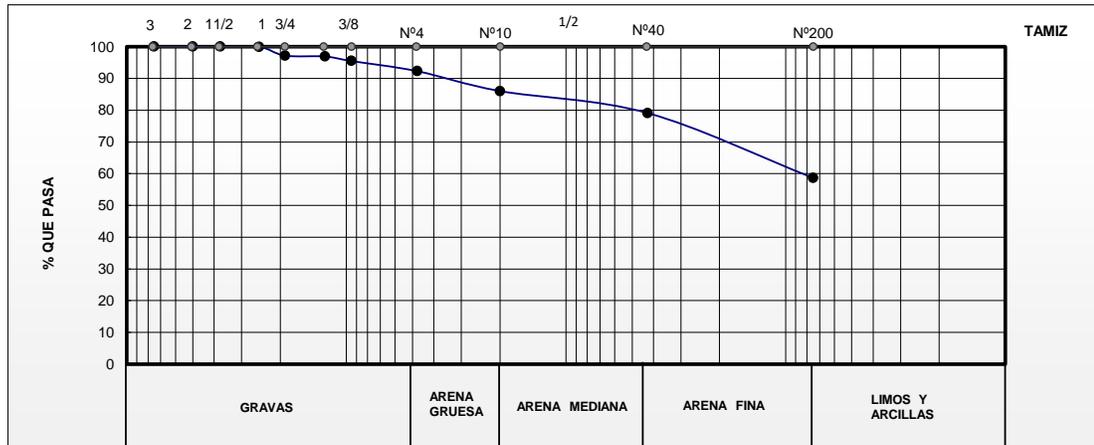


GRANULOMETRÍA

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado	Fecha: 22/02/2019
Procedencia: barrio 2 de mayo	Identificación: Unica
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca	

Peso Total (gr.)					3000	A. S. T. M.	
peso total sin humedad (gr.)					2921,4		
Peso Total (gr.) despues del lavado (gr.)					1223,9		
material que pasa tamiz N200 despues del lavado (gr.)					1697,5		
Tamices	Tamaño (mm)	peso tamiz (gr)	Peso Ret.+tamiz (gr)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	-	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	-	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	535,70	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	535,50	536,10	0,60	0,60	0,02	99,98
3/4"	19,00	518,10	436,40	81,70	82,30	2,82	97,18
1/2"	12,50	495,20	502,80	7,60	89,90	3,08	96,92
3/8"	9,50	497,20	539,00	41,80	131,70	4,51	95,49
Nº4	4,75	455,70	549,50	93,80	225,50	7,72	92,28
Nº10	2,00	341,30	523,80	182,50	408,00	13,97	86,03
Nº40	0,425	319,6	522,10	202,50	610,50	20,90	79,10
Nº200	0,075	577,1	1173,60	596,50	1207,00	41,32	58,68
base	-	346,9	363,50	1714,10	2921,10	99,99	0,01

2921,10



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS



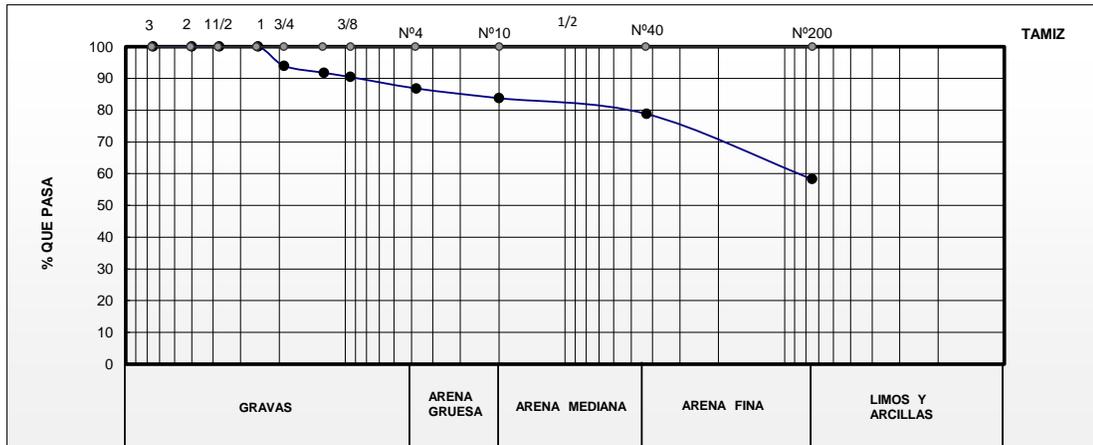
GRANULOMETRÍA

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: barrio 2 de mayo
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 22/02/2019
 Identificación: Unica

Peso Total (gr.)					3000	A. S. T. M.	
peso total sin humedad (gr.)					2921,4		
Peso Total (gr.) despues del lavado (gr.)					1242		
material que pasa tamiz N200 despues del lavado (gr.)					1679,4		
Tamices	Tamaño (mm)	peso tamiz (gr)	Peso Ret.+tamiz (gr)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	-	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	-	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	535,70	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	471,30	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	536,40	624,30	175,80	175,80	6,02	93,98
1/2"	12,50	503,90	536,10	64,40	240,20	8,22	91,78
3/8"	9,50	508,00	527,30	38,60	278,80	9,54	90,46
Nº4	4,75	546,10	598,90	105,60	384,40	13,16	86,84
Nº10	2,00	483,10	527,70	89,20	473,60	16,21	83,79
Nº40	0,425	1175,5	1248,30	145,60	619,20	21,20	78,80
Nº200	0,075	1019,1	1319,10	600,00	1219,20	41,73	58,27
base	-	860,2	862,50	1684,00	2903,20	99,38	0,62

2903,20



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS

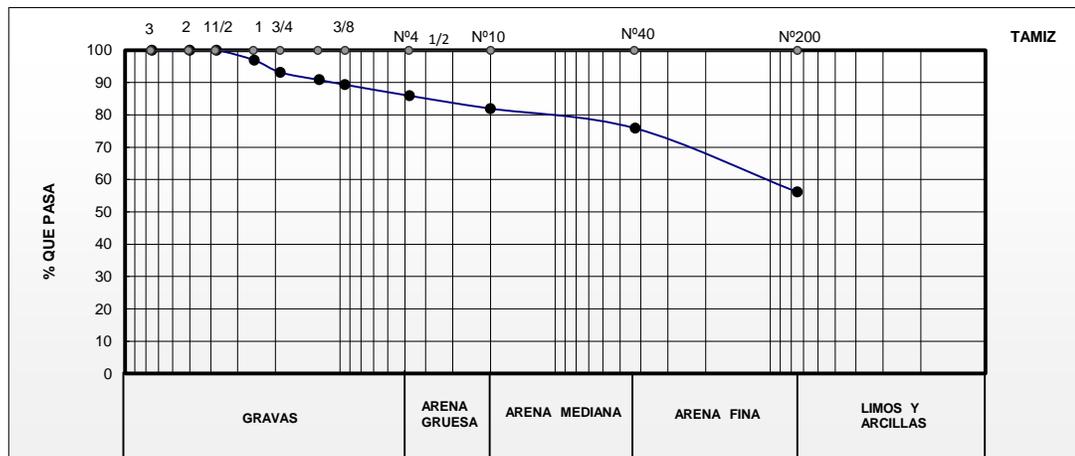


GRANULOMETRÍA

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: barrio 2 de mayo
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca
 Fecha: 22/02/2019
 Identificación: Unica

Peso Total (gr.)				3000	A.S.T.M.	
peso total sin humedad (gr.)				2921,4		
Peso Total (gr.) despues del lavado (gr.)				1242		
material que pasa tamiz N200 despues del lavado (gr.)				1679,4		
Tamices	Tamaño (mm)	peso tamiz (gr)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	-	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	-	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	535,70	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	471,30	90,93	90,93	3,11	96,89
3/4"	19,00	536,40	109,07	200,00	6,85	93,15
1/2"	12,50	503,90	68,50	268,50	9,19	90,81
3/8"	9,50	508,00	42,80	311,30	10,66	89,34
Nº4	4,75	546,10	100,60	411,90	14,10	85,90
Nº10	2,00	483,10	115,50	527,40	18,05	81,95
Nº40	0,425	1175,5	178,23	705,63	24,15	75,85
Nº200	0,075	1019,1	576,37	1282,00	43,88	56,12
base	-	860,2	1633,17	2915,17	99,79	0,21

2915,17

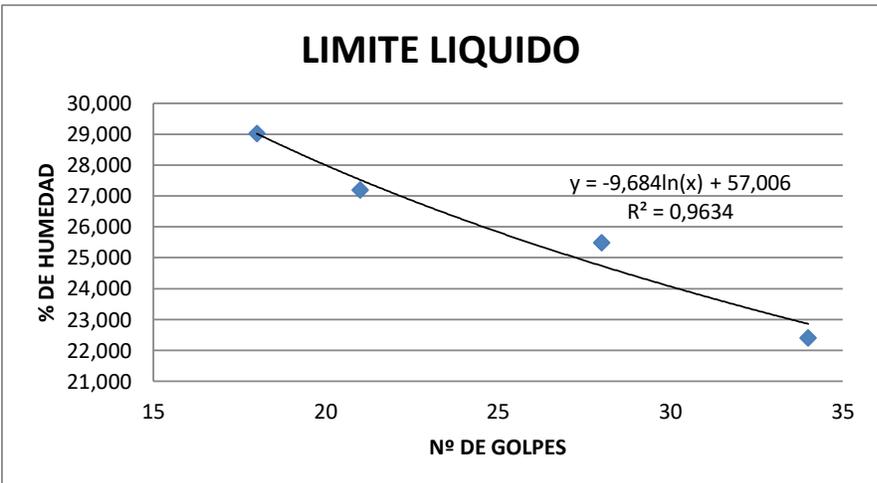




LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado	Fecha: 22/02/2019
Procedencia: barrio 2 de mayo	Identificación: Unica
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca	

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	21	28	34
Suelo Húmedo + Cápsula	45,60	37,10	39,80	35,80
Suelo Seco + Cápsula	40,20	33,70	35,90	33,20
Peso del agua	5,40	3,40	3,90	2,60
Peso de la Cápsula	21,60	21,20	20,60	21,60
Peso Suelo seco	18,60	12,50	15,30	11,60
Porcentaje de Humedad	29,032	27,200	25,490	22,414



f	9,684	57,006
----------	-------	--------

Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	24,20	24,20	22,40
Peso de suelo seco + Cápsula	23,70	23,60	21,90
Peso de cápsula	21,30	20,80	19,80
Peso de suelo seco	2,40	2,80	2,10
Peso del agua	0,50	0,60	0,50
Contenido de humedad	20,833	21,429	23,810

Límite Líquido (LL)	25,83
Límite Plástico (LP)	22,02
Indice de plasticidad (IP)	3,81
Indice de Grupo (IG)	6



HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACION

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: barrio 2 de mayo
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 22/02/2019
Identificación: Unica

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	35,8	36,34	36,07
Peso de suelo seco + Cápsula	35,3	35,83	35,57
Peso de cápsula	16,2	16,41	16,31
Peso de suelo seco	19,1	19,42	19,26
Peso del agua	0,5	0,51	0,51
Contenido de humedad	2,62	2,63	2,62
PROMEDIO	2,62		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO 1		DESCRIPCIÓN
SUCS:	ML	suelo limo arenoso
AASHTO:	A-4 (6)	partículas finas limosas

METODO USADO: AASHTO

% Que Pasa el Tamiz N° 200 = 56,120
% Que Pasa el Tamiz N° 10 = 81,950
% Que Pasa el Tamiz N° 40 = 75,850
LIMITE LIQUIDO = 25,830
INDICE DE PLASTICIDAD = 3,810
INDICE DE GRUPO = 6

SUELO : A-4(6) partículas finas limosas

METODO USADO: SUCS

% Que Pasa el Tamiz N° 4 = 85,900
% Que Pasa el Tamiz N° 200 = 56,120
LIMITE LIQUIDO = 25,830
INDICE DE PLASTICIDAD = 3,810

SUELO : ML suelo limo arenoso



CALIBRACION DE FRASCOS

Proyecto: analisis de propiedades de materiales de subrasante estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Barrio 2 de mayo
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 17/09/2019

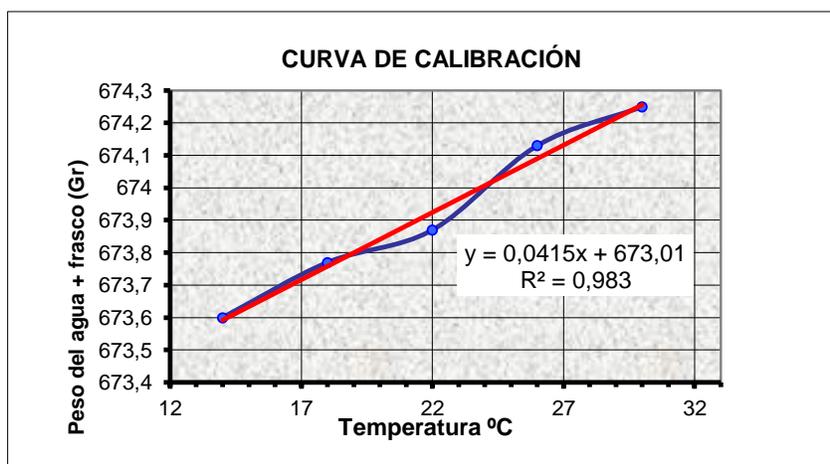
Identificación: Unica

Peso del frasco seco y limpio = 176,86 gr

W_{fw} = Peso del frasco + agua en (Gr)

T = Temperatura en ° C

Número de Ensayo	W_{fw} (Gr)	T (° C)
1	674,25	30
2	674,13	26
3	673,87	22
4	673,77	18
5	673,6	14





PESO ESPECIFICO RELATIVO

Proyecto: analisis de propiedades de materiales de subrasante estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Barrio 2 de mayo
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca
Fecha: 17/09/2019
Identificación: Unica

Numero de ensayo	1	2	3	4	5	Promedio
Temperatura ensayada °C	30,00	26,00	22,00	18,00	14,00	
Peso del suelo seco W _s	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	
Peso del frasco + agua W _{fw}	674,26	674,09	673,92	673,76	673,59	
Peso del frasco + agua + suelo W _{fws}	723,42	724,31	724,06	723,94	723,89	
Peso especifico	2,594	2,686	2,679	2,683	2,694	
Factor de correccion K= 0,99791	0,99791	0,99791	0,99791	0,99791	0,99791	
Peso especifico corregido	2,600	2,692	2,685	2,689	2,699	2,673

(g/cm³)

OBSERVACIONES

El peso especifico relativo de la muestra es de: **2,673 (g/cm³)**
El muestreo y transporte del material fue realizado por el solicitante



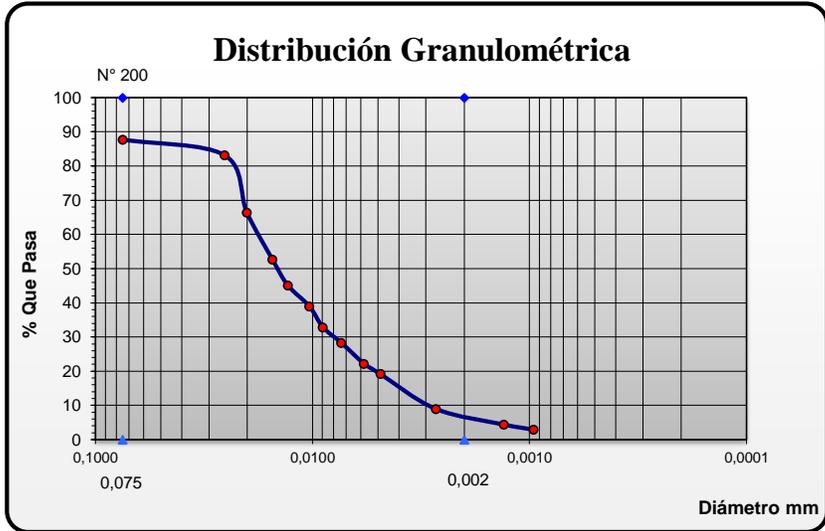
GRANULOMETRÍA - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

Proyecto: Análisis de propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado
 Precedencia: barrio 2 de mayo
 Identificación : unica

Fecha: 15 de enero de 2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Modelo Hidrómetro:	152 H		Peso específico:	2,673	gr/cm ³	Agente Defloculante:
Peso suelo seco:	65	gr	Factor (a) =	0,99		Silicato de Sodio

Hora de Lectura	Tiempo Transc. min.	Temp. °c.	Lectura Real R'	Lectura Correg R.	Prof. Efec. L	Constante K Tabla	L/t	Ct	Lectura Correg Rc.	Diam. Partícula mm	% Mas Fino
8:32	0	22,0	56,0	57	7,00	0,01323	0,00	0,600	57,600	0,0750	87,729
8:34	2	22,0	53,0	54	7,40	0,01323	3,700	0,600	54,600	0,0254	83,160
8:36	4	22,0	42,0	43	9,20	0,01323	2,300	0,600	43,600	0,0201	66,406
8:40	8	22,0	33,0	34	10,70	0,01323	1,338	0,600	34,600	0,0153	52,698
8:48	12	22,0	28,0	29	11,55	0,01323	0,963	0,600	29,600	0,0130	45,083
8:56	20	22,0	24,0	25	12,20	0,01323	0,610	0,600	25,600	0,0103	38,991
9:04	28	22,0	20,0	21	12,85	0,01323	0,459	0,600	21,600	0,0090	32,898
9:19	43	22,0	17,0	18	13,35	0,01323	0,310	0,600	18,600	0,0074	28,329
9:49	73	22,0	13,0	14	14,00	0,01323	0,192	0,600	14,600	0,0058	22,237
10:22	106	22,0	11,0	12	14,35	0,01323	0,135	0,600	12,600	0,0049	19,191
14:38	362	23,0	4,0	5	15,50	0,01308	0,043	0,900	5,900	0,0027	8,986
10:55	1582	23,0	1,0	2	16,00	0,01308	0,010	0,900	2,900	0,0013	4,417
10:55	3022	23,0	0,0	1	16,15	0,01308	0,005	0,900	1,900	0,0010	2,894



% Pasa 200	=	100,00
% Limo Parcial	=	93,58
% Arcilla Parcial	=	6,42

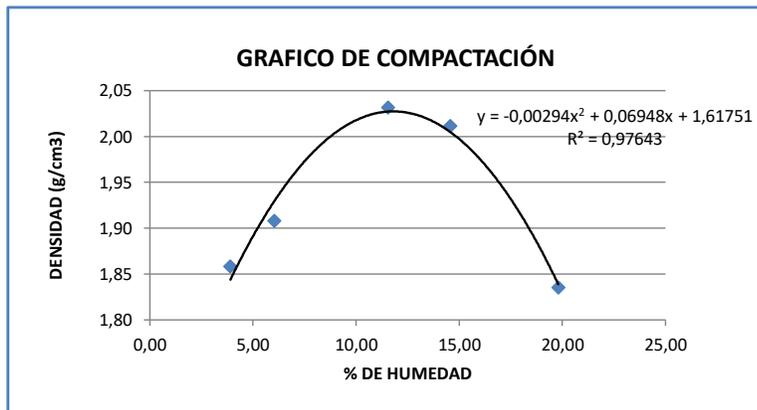


COMPACTACION T-99

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Barrio 2 de mayo Fecha: 13/08/2019
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 867,5 cm³

Nº de capas	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	5850,4	5930,7	6141,4	6174,6	6082,9
Peso del molde	4175,5	4175,5	4175,5	4175,5	4175,5
Peso suelo húmedo	1674,9	1755,2	1965,9	1999,1	1907,4
Volumén de la muestra	867,5	867,5	867,5	867,5	867,5
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,93	2,02	2,27	2,30	2,20
Cápsula Nº	1	2	3	4	4
Peso suelo húmedo + capsula	47,1	52,2	65,2	52,9	84,8
Peso suelo seco + cápsula	45,80	49,90	60,30	47,80	72,90
Peso del agua	1,3	2,3	4,9	5,1	11,9
Peso de la cápsula	12,5	11,8	17,9	12,8	12,8
Peso suelo seco	33,3	38,1	42,4	35	60,1
Contenido de humedad (%h)	3,90	6,04	11,56	14,57	19,80
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,86	1,91	2,03	2,01	1,84



Densidad Máxima	2,03 gr/cm³
Humedad Optima	11,82 %

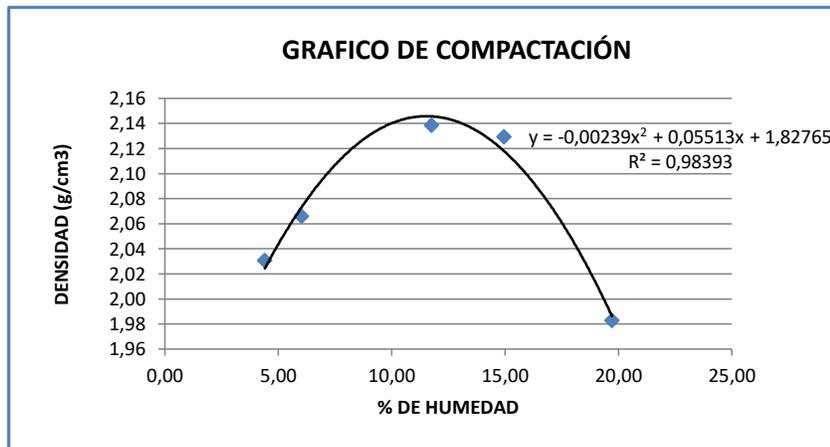


COMPACTACION T-99

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Barrio 2 de mayo Fecha: 13/08/2019
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 867,5 cm³

Nº de capas	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	5865,8	5926,7	6099,9	6150,1	6085,7
Peso del molde	4026,7	4026,7	4026,7	4026,7	4026,7
Peso suelo húmedo	1839,1	1900	2073,2	2123,4	2059
Volumén de la muestra	867,5	867,5	867,5	867,5	867,5
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,12	2,19	2,39	2,45	2,37
Cápsula N°	1	2	3	4	4
Peso suelo húmedo + capsula	36,8	67,3	52,1	71,8	63
Peso suelo seco + cápsula	35,80	64,10	48,00	64,10	54,70
Peso del agua	1	3,2	4,1	7,7	8,3
Peso de la cápsula	13,1	10,9	13,1	12,6	12,6
Peso suelo seco	22,7	53,2	34,9	51,5	42,1
Contenido de humedad (%h)	4,41	6,02	11,75	14,95	19,71
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	2,03	2,07	2,14	2,13	1,98



Densidad Máxima	2,15 gr/cm ³
Humedad Optima	11,53 %

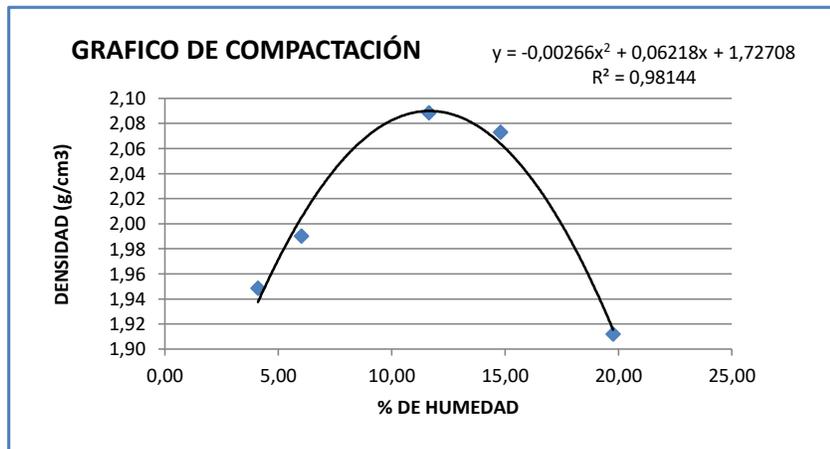


COMPACTACION T-99

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Barrio 2 de mayo Fecha: 13/08/2019
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 866,2 cm³

Nº de capas	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	5858,1	5928,7	6120,65	6162,35	6084,3
Peso del molde	4101,10	4101,10	4101,10	4101,10	4101,10
Peso suelo húmedo	1757	1827,6	2019,55	2061,25	1983,2
Volumén de la muestra	866,2	866,2	866,2	866,2	866,2
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,03	2,11	2,33	2,38	2,29
Cápsula N°	1	2	3	4	4
Peso suelo húmedo + capsula	41,95	59,75	58,65	62,35	73,90
Peso suelo seco + cápsula	40,80	57,00	54,15	55,95	63,80
Peso del agua	1,15	2,75	4,5	6,4	10,1
Peso de la cápsula	12,80	11,35	15,50	12,70	12,70
Peso suelo seco	28	45,65	38,65	43,25	51,1
Contenido de humedad (%h)	4,11	6,02	11,64	14,80	19,77
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,95	1,99	2,09	2,07	1,91



Densidad Máxima	2,08 gr/cm ³
Humedad Optima	11,87 %

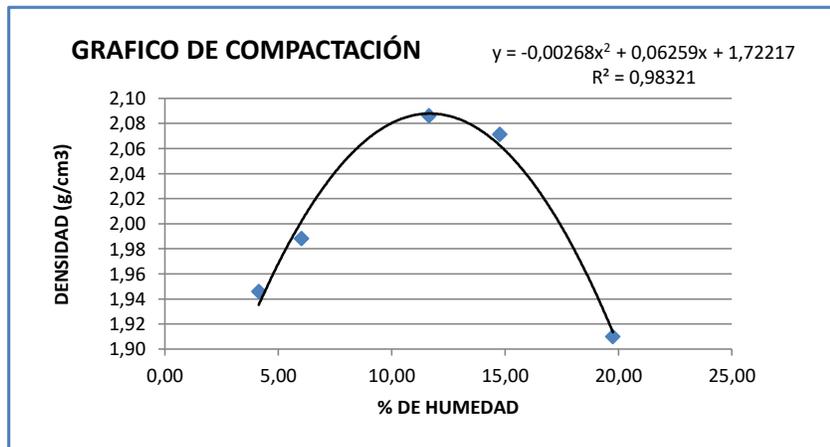


COMPACTACION T-99

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado	
Procedencia: Barrio 2 de mayo	Fecha: 13/08/2019
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca	Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 866,2 cm³

Nº de capas	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	5858,1	5928,7	6120,65	6162,35	6084,3
Peso del molde	4101,10	4101,10	4101,10	4101,10	4101,10
Peso suelo húmedo	1757	1827,6	2019,55	2061,25	1983,2
Volumén de la muestra	866,2	866,2	866,2	866,2	866,2
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,03	2,11	2,33	2,38	2,29
Cápsula N°	1	2	3	4	4
Peso suelo húmedo + capsula	41,95	59,75	58,65	62,35	73,90
Peso suelo seco + cápsula	40,80	57,00	54,15	55,95	63,80
Peso del agua	1,15	2,75	4,5	6,4	10,1
Peso de la cápsula	12,80	11,35	15,50	12,70	12,70
Peso suelo seco	28	45,65	38,65	43,25	51,1
Contenido de humedad (%h)	4,14	6,03	11,65	14,77	19,76
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,95	1,99	2,09	2,07	1,91



Densidad Máxima	2,09 gr/cm ³
Humedad Optima	11,68 %



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

PRUEBA 1

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

Tipo de Suelo: A-4 **procedencia:** B/2 de mayo **Laboratorista:** Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5					
	12			25			56					
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M		Antes de mojarse	D. de M		Antes de mojarse	D. de M				
Peso muestra húm.+molde	11946	12210		10789	10845		11729	11784				
Peso Molde	7572	7572		6220	6220		7058	7058				
Peso muestra húmeda	4374	4638		4569	4625		4671	4726				
Volumen de la muestra	2121	2121		2121	2121		2121	2121				
Peso Unit. Muestra Húm.	2,062	2,187		2,154	2,181		2,202	2,228				
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.			
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Peso muestra húm + tara	87,68	80,24	86,09	89,47	91,38	94,36	87,21	90,79	100,54			
Peso muestra seca + tara	80,46	73,89	77,46	81,86	84,19	85,69	78,94	85,75	92,14			
Peso del agua	7,22	6,35	8,63	7,61	7,19	8,67	8,27	5,04	8,4			
Peso de tara	25,61	25,39	24,59	24,87	25,64	25,77	25,49	25,13	24,87			
Peso de la muestra seca	54,85	48,5	52,87	56,99	58,55	59,92	53,45	60,62	67,27			
Contenido humedad %	13,16	13,093	16,323	13,353	12,2801	14,469	15,472	8,3141	12,487			
Promedio cont. Humedad	13,13			16,323			12,82			14,469		
Peso Unit.muestra seca	1,823			1,8799			1,909			1,9049		
							1,968			1,98085		

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
11,68	2,09

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS	CM.	%	EXTENS	CM.	%	EXTENS	CM.	%
26-dic	15:30	1	8,86	0,886	0,00	9,09	0,909	0,00	8,8	0,88	0,00
27-dic	15:30	2	11,25	1,125	1,34	12,25	1,225	1,78	11,25	1,125	1,38
28-dic	15:30	3	12,65	1,265	2,13	13,78	1,378	2,64	13,42	1,342	2,60
29-dic	15:30	4	13,58	1,358	2,65	14,42	1,442	3,00	14,75	1,475	3,35

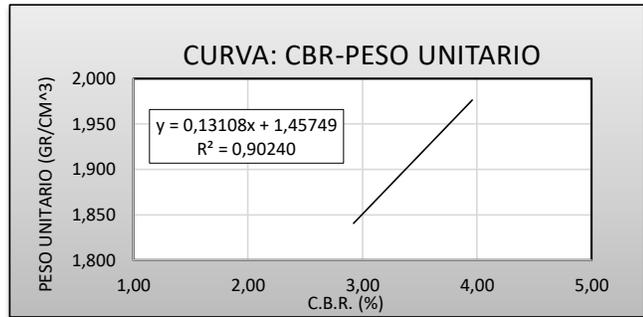
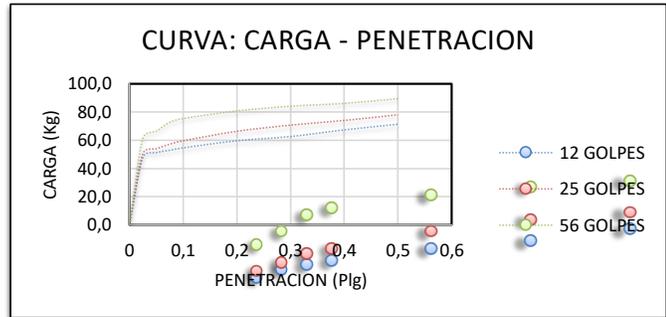
C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
2,92	1,823
3,25	1,909
3,96	1,968

C.B.R.

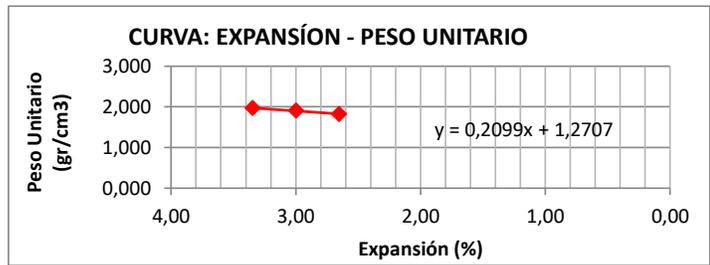
PENETRACION		CARGA NORMAL Kg	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		47,9	2,5			50,6	2,6			61,3	3,2		
0,05	1,27		51,2	2,6			53,9	2,8			66,3	3,4		
0,075	1,9		52,9	2,7			57,3	3,0			72,7	3,8		
0,1	2,54	1360	54,6	2,8		4,01	59,6	3,1		4,38	75,4	3,9		5,54
0,2	5,08	2040	59,6	3,1		2,92	66,3	3,4		3,25	80,8	4,2		3,96
0,3	7,62		62,6	3,2			70,7	3,7			84,1	4,3		
0,4	10,16		67,3	3,5			74,0	3,8			86,1	4,4		
0,5	12,7		71,4	3,7			78,1	4,0			89,5	4,6		



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx
4,83 %
CBR 95% D.Máx.
4,03 %



P.Max.	2,090
a:	0,2099
b:	1,2707
Expansión[%]	3,90

CBR :	2,92	3,25	3,96
Peso unitario gr/cm3 :	####	1,909	1,968
Expansión %:	2,65	3,00	3,35



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

PRUEBA 2

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

Tipo de Suelo: A-4 procedencia: B/2 de mayo Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
	Peso muestra húm.+molde	10095		10276	11152		11265	12100	
Peso Molde	5908		5908	6812		6812	7185		7185
Peso muestra húmeda	4187		4368	4340		4453	4915		5070
Volumen de la muestra	3211		3211	3211		3211	3211		3211
Peso Unit. Muestra Húm.	1,304		1,360	1,352		1,387	1,531		1,579
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	67,44	65,98	64,97	54,64	55,68	62,21	96	96,8	98,8
Peso muestra seca + tara	56,24	53,07	52,92	46,46	45,88	51,5	87,3	86,7	90,4
Peso del agua	11,2	12,91	12,05	8,18	9,8	10,71	8,7	10,1	8,4
Peso de tara	17,05	16,79	16,65	17,64	17,13	16,93	44,5	44,7	42,3
Peso de la muestra seca	39,19	36,28	36,27	28,82	28,75	34,57	42,8	42	48,1
Contenido humedad %	28,58	35,584	33,223	28,383	34,08696	30,981	20,327	24,0476	17,4636
Promedio cont. Humedad	32,08		33,223	31,24		30,981	22,19		17,4636
Peso Unit.muestra seca	0,987		1,0211	1,030		1,0588	1,253		1,3442

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
11,68	2,09

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXTENS.	EXPANSION	LECT.	EXTENS.	EXPANSION	LECT.	EXTENS.	EXPANSION
			CM.	%	CM.	%	CM.	%	CM.	%	CM.
26-dic	15:30	1	6,34	0,634	0,00	7,9	0,79	0,00	7,06	0,706	0,00
27-dic	15:30	2	9,15	0,915	1,58	10,35	1,035	1,38	7,72	0,772	0,37
28-dic	15:30	3	10,95	1,095	2,59	11,21	1,121	1,86	8,3	0,83	0,70
29-dic	15:30	4	13,57	1,357	4,07	13,19	1,319	2,98	12,11	1,211	2,84

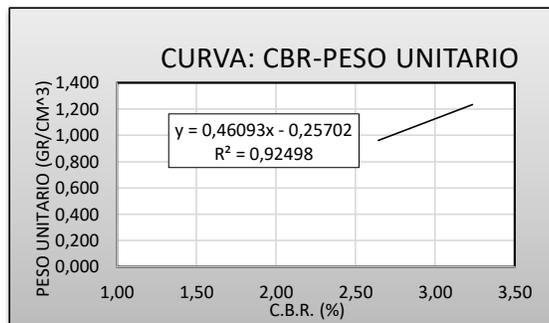
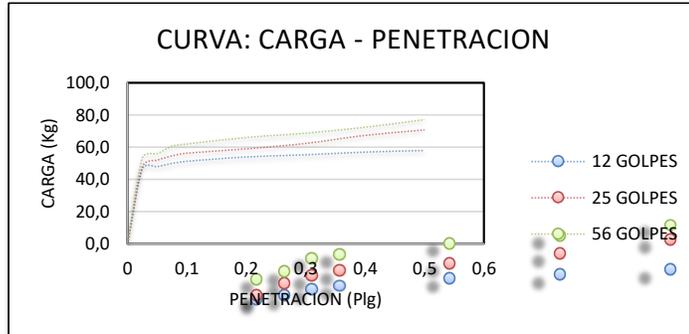
C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
2,64	0,987
2,89	1,030
3,23	1,253

C.B.R.

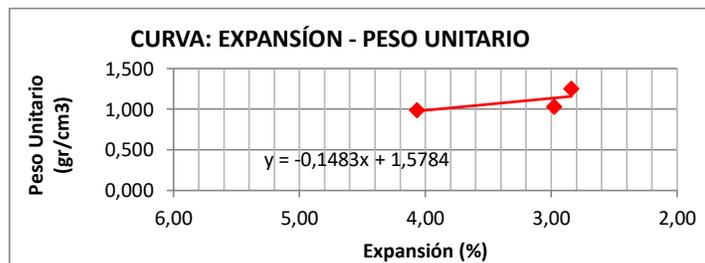
PENETRACION		CARGA NORMAL Kg	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%
0	0		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		46,5	2,4			47,9	2,5			53,2	2,8		
0,05	1,27		47,9	2,5			51,9	2,7			55,9	2,9		
0,075	1,9		49,9	2,6			54,6	2,8			60,6	3,1		
0,1	2,54	1360	51,2	2,6		3,77	56,3	2,9		4,14	62,0	3,2		4,56
0,2	5,08	2040	53,9	2,8		2,64	58,9	3,0		2,89	66,0	3,4		3,23
0,3	7,62		55,3	2,9			62,3	3,2			68,7	3,5		
0,4	10,16		56,9	2,9			67,3	3,5			72,4	3,7		
0,5	12,7		57,9	3,0			70,7	3,7			77,1	4,0		



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx	3,98 %
CBR 95% D.Máx.	3,75 %



P.Max.	2,090
a:	0,148
b:	1,5784
Expansión[%]	3,46

CBR :	2,64	2,89	3,23
Peso unitario gr/cm³ :	####	1,030	1,253
Expansión %:	4,07	2,98	2,84



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

PRUEBA 3

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

Tipo de Suelo: A-4 procedencia: B/2 de mayo Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5				
	12			25			56				
CONDICION DE MUESTRA		Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M	Antes de mojarse	D. de M				
Peso muestra húm.+molde		10905	11395	11140	11628	12155	12530				
Peso Molde		7235	7235	7280	7280	7955	7955				
Peso muestra húmeda		3670	4160	3860	4348	4200	4575				
Volumen de la muestra		3211	3211	3211	3211	3211	3211				
Peso Unit. Muestra Húm.		1,143	1,296	1,202	1,354	1,308	1,425				
MUESTRA DE HUMEDAD		Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.	
Tara Nº		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Peso muestra húm + tara		52,48	56,06	55,61	39,72	48,09	41,34	46,07	61	51,94	
Peso muestra seca + tara		45,13	47,41	48,66	35,71	42,11	37,52	41,46	52,17	47,38	
Peso del agua		7,35	8,65	6,95	4,01	5,98	3,82	4,61	8,83	4,56	
Peso de tara		21,26	21,26	21,36	21,41	21,29	20,92	21,25	21,15	21,28	
Peso de la muestra seca		23,87	26,15	27,3	14,3	20,82	16,6	20,21	31,02	26,1	
Contenido humedad %		30,79	33,078	25,458	28,042	28,72238	23,012	22,81	28,466	17,471	
Promedio cont. Humedad		31,94		25,458		28,38		23,012		25,64	
Peso Unit. muestra seca		0,866		1,0327		0,936		1,1008		1,041	

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
11,68	2,09

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION	%	LECT.	EXPANSION	%	LECT.	EXPANSION	%
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
26-dic	15:30	1	9,19	0,919	0,00	10,85	1,085	0,00	11,45	1,145	0,00
27-dic	15:30	2	12,1	1,21	1,64	12,85	1,285	1,12	12,85	1,285	0,79
28-dic	15:30	3	13,13	1,313	2,22	13,25	1,325	1,35	14,35	1,435	1,63
29-dic	15:30	4	14,05	1,405	2,73	14,55	1,455	2,08	14,85	1,485	1,91

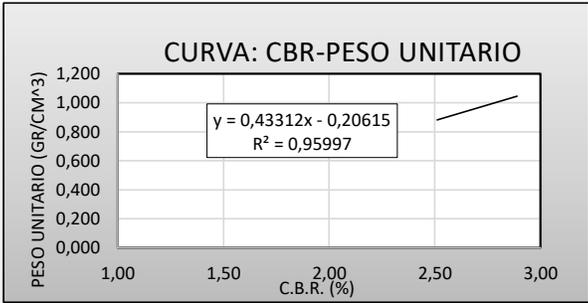
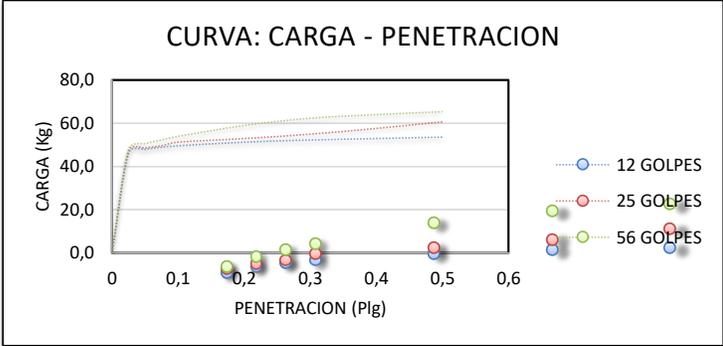
C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
2,51	0,866
2,59	0,936
2,89	1,041

C.B.R.

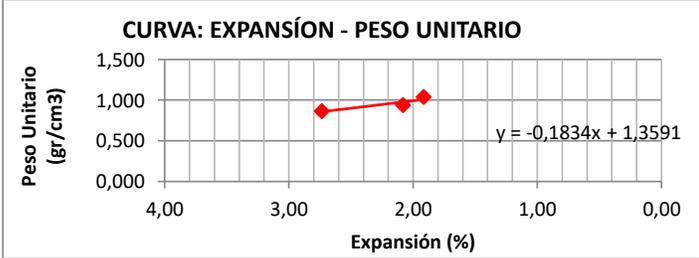
PENETRACION		CARGA NORMAL Kg	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG Kg	%
0	0		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		46,2	2,4			47,2	2,4			47,9	2,5		
0,05	1,27		47,9	2,5			48,5	2,5			50,6	2,6		
0,075	1,9		48,9	2,5			49,5	2,6			52,2	2,7		
0,1	2,54	1360	49,5	2,6	3,64		51,2	2,6	3,77		53,9	2,8	3,96	
0,2	5,08	2040	51,2	2,6	2,51		52,9	2,7	2,59		58,9	3,0	2,89	
0,3	7,62		52,2	2,7			54,9	2,8			62,3	3,2		
0,4	10,16		52,9	2,7			57,6	3,0			64,0	3,3		
0,5	12,7		53,6	2,8			60,6	3,1			65,3	3,4		



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx	4,35 %
CBR 95% D.Máx.	4,11 %



P.Max.	2,090
a:	0,1834
b:	1,3591
Expansión[%]	3,99

CBR :	2,51	2,59	2,89
Peso unitario gr/cm3 :	####	####	1,041
Expansión %:	2,73	2,08	1,91



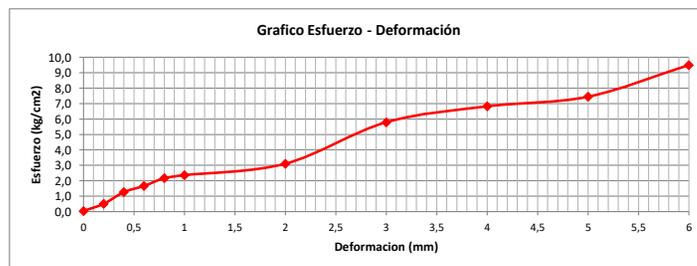
COMPRESION SIMPLE

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Barrio 2 de mayo Fecha: 03/02/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Datos De La muestra	
Tipo de Muestra:	Suelo natural A-4(6)
humedad Optima (%):	11,68
Datos Del Ensayo	
Peso humedo de la Probeta(gr):	1670,200
Diámetro de la Probeta (cm):	10,200
Altura de la Probeta(cm):	11,600
Area de la probeta (cm2):	81,723
Volumen de la probeta (cm3):	947,992
Densidad humeda (gr/cm3):	1,762
Densidad seca maxima (gr/cm3):	1,578

ecuacion de calibracion: $Y = 1,8364 X + 8,4769$

Nº	Deformacion	Lec. Dial	Deformaion Δl (mm)	Def. Unitaria Δl/l(mm)	Area (cm2)	A. corregida (cm2)	carga (kg)	esfuerzo (kg/cm2)
1	0	0	0	0,0000	81,723	81,723	3,836	0,047
2	20	45	0,2	0,0017	81,723	81,864	41,228	0,504
3	40	120	0,4	0,0034	81,723	82,006	103,550	1,263
4	60	160	0,6	0,0052	81,723	82,148	136,788	1,665
5	80	210	0,8	0,0069	81,723	82,291	178,335	2,167
6	100	230	1	0,0086	81,723	82,434	194,954	2,365
7	200	306	2	0,0172	81,723	83,157	258,106	3,104
8	300	580	3	0,0259	81,723	83,893	485,787	5,791
9	400	690,25	4	0,0345	81,723	84,642	577,399	6,822
10	500	760,65	5	0,0431	81,723	85,404	635,898	7,446
11	600	980,55	6	0,0517	81,723	86,181	818,624	9,499
						qu =		9,499

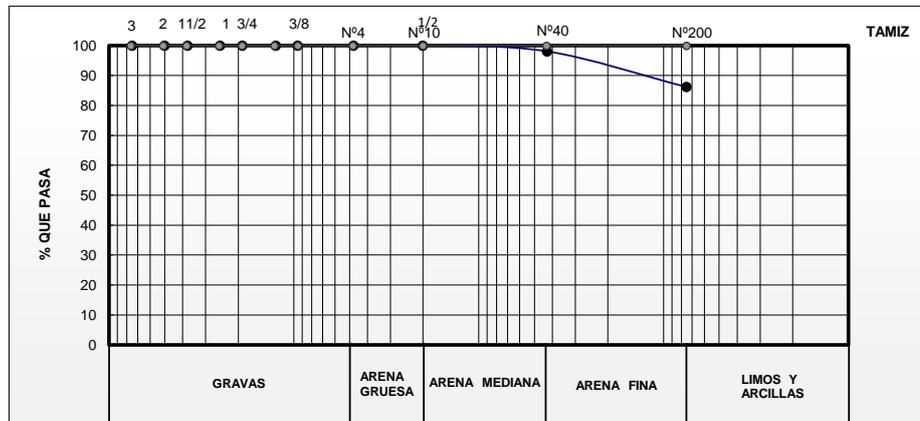




GRANULOMETRÍA

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalt	Identificación: Unica
Procedencia: Carretera San pedro	Fecha: 08/03/2019
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca	Identificación: Unica

Peso Total (gr.) despues del lavado (gr.)				645,88		
Tamices	Tamaño (mm)	peso tamiz (gr)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	-	0	0,00	0,00	100,00
2"	50	-	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	535,81	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	533,60	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	539,00	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	526,90	0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	513,50	0	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	497,10	0	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	460,20	0	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	341,3	12,53	12,53	1,94	98,06
Nº200	0,075	576,8	76,87	89,40	13,84	86,16
base	-	346,7	556,48	645,88	100,00	0,00

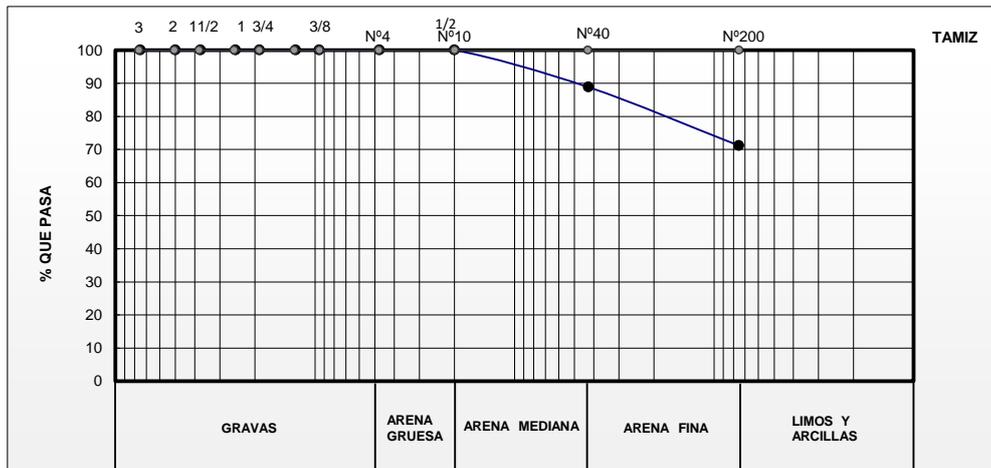




GRANULOMETRÍA

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con as	Identificación: Unica
Procedencia: Carretera San pedro	Fecha: 08/03/2019
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca	Identificación: Unica

Peso Total (gr.) despues del lavado (gr.)				263,44		
Tamices	Tamaño (mm)	peso tamiz (gr)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	-	0	0,00	0,00	100,00
2"	50	-	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	535,70	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	535,50	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	518,10	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	495,20	0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	497,20	0	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	455,70	0	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	341,30	0	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	319,6	29,48	29,48	11,19	88,81
Nº200	0,075	577,1	46,5	75,98	28,84	71,16
base	-	346,9	187,46	263,44	100,00	0,00



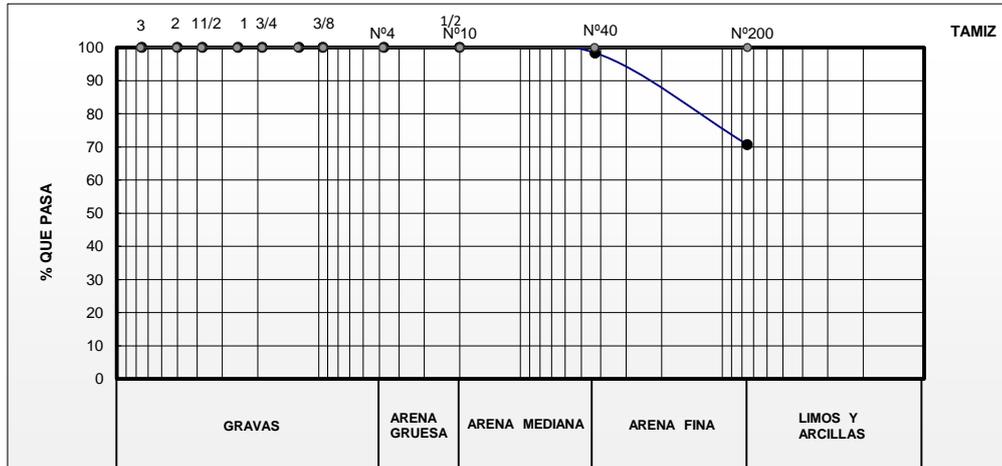


GRANULOMETRÍA

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asf; Identificación: Unica	Fecha: 08/03/2019
Procedencia: Carretera San Pedro	Identificación: Unica
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca	

peso total sin humedad (gr.)				295,48		
Tamices	Tamaño (mm)	peso tamiz (gr)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	-	0	0,00	0,00	100,00
2"	50	-	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	535,70	0	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	528,80	0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	534,00	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	524,30	0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	516,20	0	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	492,60	0	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	426,50	0	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	339,2	4,85	4,85	1,64	98,36
Nº200	0,075	578,3	81,82	86,67	29,33	70,67
base	-	266,6	208,81	295,48	100,00	0,00

295,48



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS

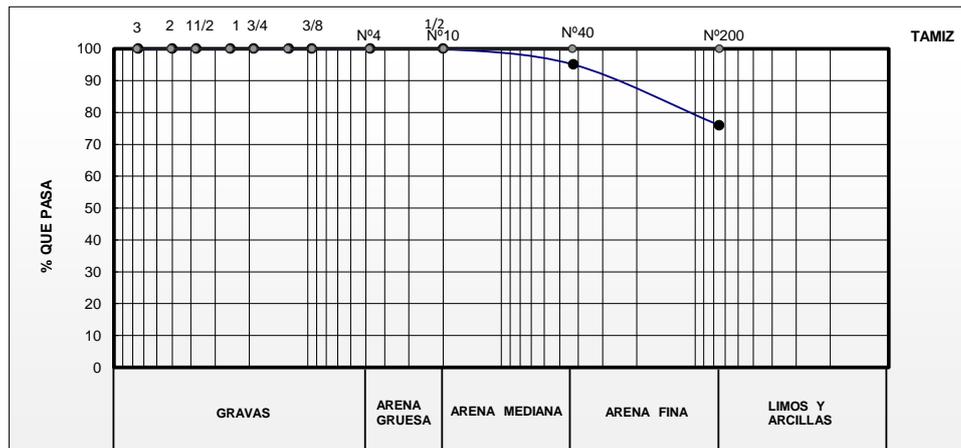


GRANULOMETRÍA

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asf	Identificación: Unica
Procedencia: Carretera San pedro	Fecha: 08/03/2019
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca	Identificación: Unica

Peso Total (gr.)				3000	A.S.T.M.	
peso total sin humedad (gr.)				2940		
Peso Total (gr.) despues del lavado (gr.)				1030,4		
material que pasa tamiz N200 despues del lavado (gr.)				1909,6		
Tamices	Tamaño (mm)	peso tamiz (gr)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	-	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	-	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	535,70	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	528,80	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	534,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	524,30	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	516,20	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	492,60	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	426,50	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	339,2	15,62	15,62	0,53	95,08
Nº200	0,075	578,3	68,40	84,02	2,86	76,00
base	-	266,6	317,58	401,60	13,66	0,00

401,60

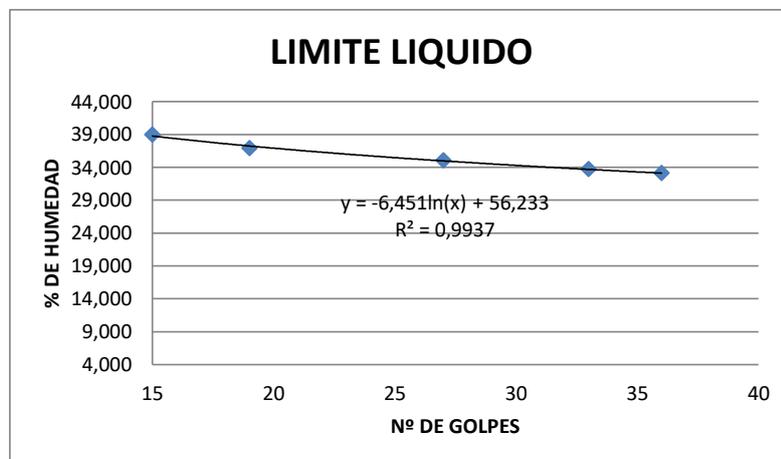




LIMITES DE ATTERBERG

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Carretera San pedro Fecha: 08/03/2019
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Capsula N°	1	2	3	4	5
N° de golpes	15	19	27	33	36
Suelo Húmedo + Cápsula	39,65	24,33	28,39	21,92	22,70
Suelo Seco + Cápsula	38,38	22,48	27,11	21,02	21,23
Peso del agua	1,27	1,85	1,28	0,90	1,47
Peso de la Cápsula	35,12	17,47	23,46	18,35	16,79
Peso Suelo seco	3,26	5,01	3,65	2,67	4,44
Porcentaje de Humedad	38,957	36,926	35,068	33,708	33,108



f	6,451	56,233
---	-------	--------

Determinación de Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	18,36	17,16	41,44
Peso de suelo seco + Cápsula	18,26	17,05	41,26
Peso de cápsula	17,83	16,63	40,47
Peso de suelo seco	0,43	0,42	0,79
Peso del agua	0,10	0,11	0,18
Contenido de humedad	23,256	26,190	22,785

Límite Líquido (LL)	35,47
Límite Plástico (LP)	24,08
Índice de plasticidad (IP)	11,39
Índice de Grupo (IG)	8

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELO



HUMEDAD NATURAL Y CLASIFICACION

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Carretera San pedro Fecha: 08/03/2019
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

HUMEDAD NATURAL			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula	65,9	41,6	53,75
Peso de suelo seco + Cápsula	65,1	40,9	53,00
Peso de cápsula	19,5	12,8	16,15
Peso de suelo seco	45,6	28,1	36,85
Peso del agua	0,8	0,7	0,75
Contenido de humedad	1,75	2,49	2,04
PROMEDIO	2,09		

CLASIFICACIÓN DEL SUELO 1		DESCRIPCIÓN
SUCS:	CL	Arcilla inorganica de baja compresibilidad
AASHTO:	A-6 (8)	particulas finas arcillosas con contenido de limos

METODO USADO: AASHTO

% Que Pasa el Tamiz N° 200 = 76,000
% Que Pasa el Tamiz N° 10 = 100,000
% Que Pasa el Tamiz N° 40 = 100,000
LIMITE LIQUIDO = 35,468
INDICE DE PLASTICIDAD = 11,391
INDICE DE GRUPO = 8

SUELO : A-6(8) suelo arcilloso

METODO USADO: SUCS

% Que Pasa el Tamiz N° 4 = 100,000
% Que Pasa el Tamiz N° 200 = 76,000
LIMITE LIQUIDO = 35,468
INDICE DE PLASTICIDAD = 11,391

SUELO : CL arcilla



CALIBRACION DE FRASCOS

Proyecto: analisis de propiedades de materiales de subrasante estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Carretera San Pedro
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 17/09/2019

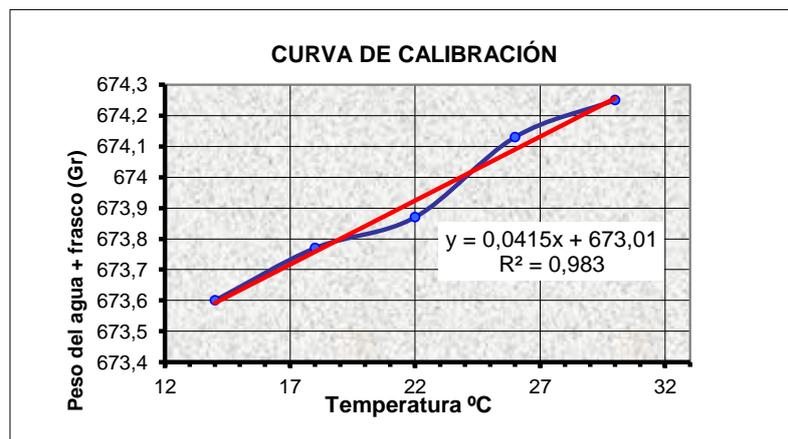
Identificación: Unica

Peso del frasco seco y limpio = 176,86 gr

$W_{fw} = \text{Peso del frasco} + \text{agua (Gr)}$

$T = \text{Temperatura en } ^\circ\text{C}$

Número de Ensayo	W_{fw} (Gr)	T ($^\circ\text{C}$)
1	674,25	30
2	674,13	26
3	673,87	22
4	673,77	18
5	673,6	14





PESO ESPECIFICO RELATIVO

Proyecto: analisis de propiedades de materiales de subrasante estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Carretera San Pedro
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca
Fecha: 17/09/2019
Identificación: Unica

Numero de ensayo	1	2	3	4	5	Promedio
Temperatura ensayada °C	30,00	26,00	22,00	18,00	14,00	
Peso del suelo seco W _s	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	
Peso del frasco + agua W _{fw}	674,26	674,09	673,92	673,76	673,59	
Peso del frasco + agua + suelo W _{fws}	724,45	724,36	724,15	724,06	723,84	
Peso especifico	2,684	2,691	2,687	2,694	2,689	
Factor de correccion K= 0,99791	0,99791	0,99791	0,99791	0,99791	0,99791	
Peso especifico corregido	2,690	2,697	2,693	2,700	2,695	2,695

(g/cm³)

OBSERVACIONES

El peso especifico relativo de la muestra es de: **2,695 (g/cm³)**
El muestreo y transporte del material fue realizado por el solicitante

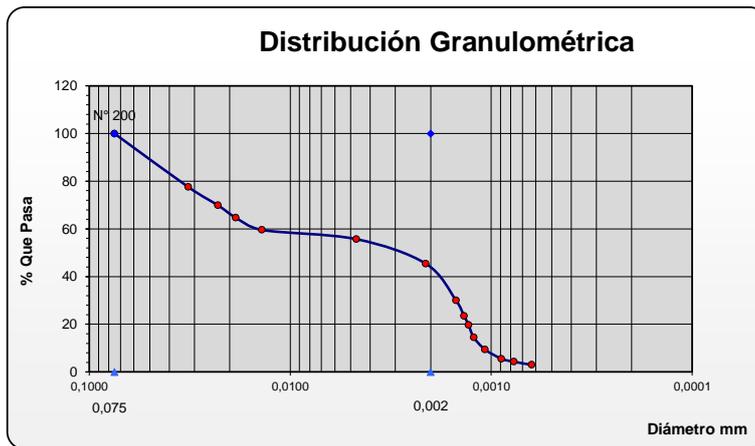


GRANULOMETRÍA - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

Proyecto: Análisis de propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado
 Precedencia: Carretera San Pedro Fecha: 15 de enero de 2020
 Identificación : unica Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Modelo Hidróm.:	152 H	Peso específico:	2,695 gr/cm ³
Peso suelo seco:	80 gr	Factor (a) =	1,029
Agente Dispersante =		Silicato de Sodio	

Hora de Lectura	Tiempo Transc. min.	Temp. °c.	Lectura Real R'	Lectura Correg R.	Prof. Efec. L	Constante K Tabla	L/t	Ct	Lectura Correg Rc.	Diam. Partícula mm	% Mas Fino
17:00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,07500	100,000
17:02	2	21	59	60	11,1	5,550	0,3	60,30	0,01366	0,03218	77,561
17:04	4	21	53	54	11,2	2,800	0,3	54,30	0,01366	0,02286	69,843
17:06	6	21	49	50	11,2	1,867	0,3	50,30	0,01366	0,01866	64,698
17:08	8	21	45	46	11,4	1,025	0,3	46,30	0,01366	0,01383	59,553
17:10	10	21	42	43	11,5	0,118	0,3	43,30	0,01366	0,00469	55,695
17:15	25	21	34	35	11,5	0,024	0,3	35,30	0,01366	0,00212	45,405
17:20	35	21	27	23	11,7	0,012	0,3	23,30	0,01366	0,00150	29,970
17:25	50	21	13	18	11,7	0,010	0,3	18,30	0,01366	0,00137	23,538
17:30	75	21	8	15	11,7	0,009	0,3	15,30	0,01366	0,00130	19,680
17:35	128	21	5	11	11,9	0,008	0,3	11,30	0,01366	0,00122	14,535
13:35	1235	21	4	7	14,2	0,006	0,3	7,30	0,01386	0,00107	9,390
9:15	3855	21	3	4	15,2	0,004	0,3	4,30	0,01406	0,00089	5,531
19:00	4440	21	2	3	15,6	0,003	0,3	3,30	0,01406	0,00077	4,245
20:45	5985	21	1	2	15,8	0,002	0,3	2,30	0,01406	0,00063	2,958
12:20	6920	21	1	2	15,8	0,001	0,3	2,30	0,01424	0,00045	2,958



% Pasa 200	=	100,00
% Limo Parcial	=	57,11
% Arcilla Parcial	=	42,89



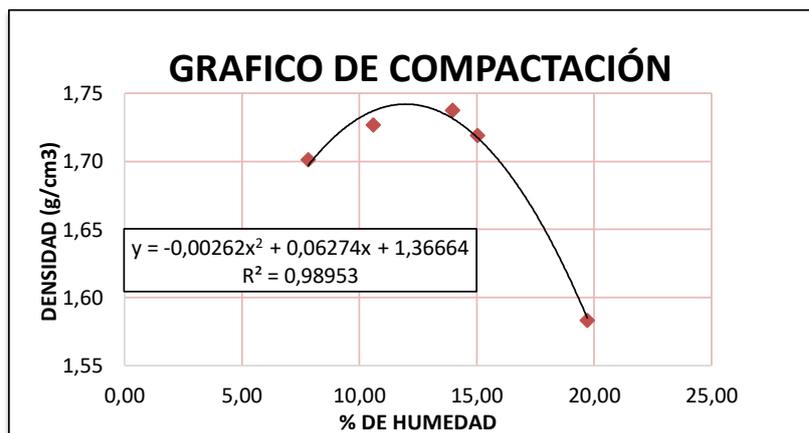
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

COMPACTACION T-99

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Carretera San Pedro Fecha: 23/08/2019
Laboralista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 943,30 cm³

Nº de capas	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	5921,8	5992,8	6059,3	6056,7	5979,4
Peso del molde	4191,5	4191,5	4191,5	4191,5	4191,5
Peso suelo húmedo	1730,3	1801,3	1867,8	1865,2	1787,9
Volumén de la muestra	943,3	943,3	943,3	943,3	943,3
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,83	1,91	1,98	1,98	1,90
Cápsula N°	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	90,12	86,01	87,22	91,04	94,9
Peso suelo seco + cápsula	85,16	79,86	79,20	83,85	82,80
Peso del agua	4,96	6,15	8,02	7,19	12,100
Peso de la cápsula	21,7	21,78	21,73	35,99	21,4
Peso suelo seco	63,46	58,08	57,47	47,86	61,40
Contenido de humedad (%h)	7,82	10,59	13,96	15,02	19,71
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,70	1,73	1,74	1,72	1,58



Densidad Máxima	1,742 gr/cm ³
Humedad Optima	11,97 %

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORALISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS

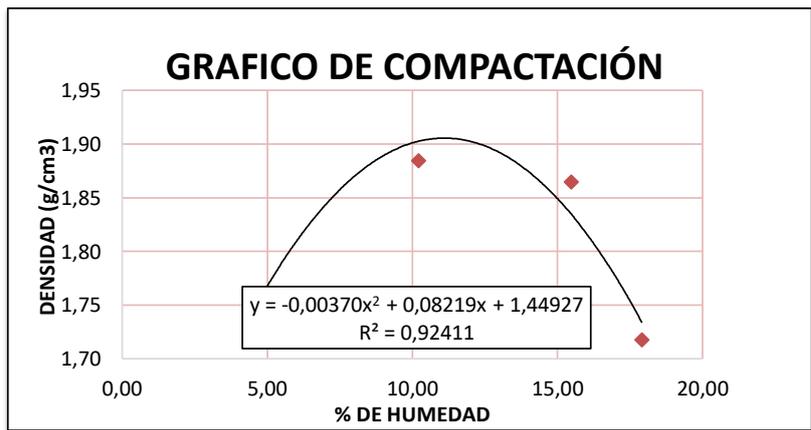


COMPACTACION T-99

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Carretera San Pedro Fecha: 23/08/2019
 Laboratorio: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 968,4 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	5628,3	5859,7	5933,6	5809,8
Peso del molde	3848,7	3848,7	3848,7	3848,7
Peso suelo húmedo	1779,6	2011	2084,9	1961,1
Volumén de la muestra	968,4	968,4	968,4	968,4
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,84	2,08	2,15	2,03
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	43,5	75,8	62,4	52
Peso suelo seco + cápsula	42,40	70,40	56,40	46,70
Peso del agua	1,1	5,4	6	5,30
Peso de la cápsula	18,7	17,5	17,6	17,1
Peso suelo seco	23,7	52,9	38,8	29,60
Contenido de humedad (%h)	4,64	10,21	15,46	17,91
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,76	1,88	1,86	1,72



Densidad Máxima	1,906 gr/cm³
Humedad Optima	11,1 %

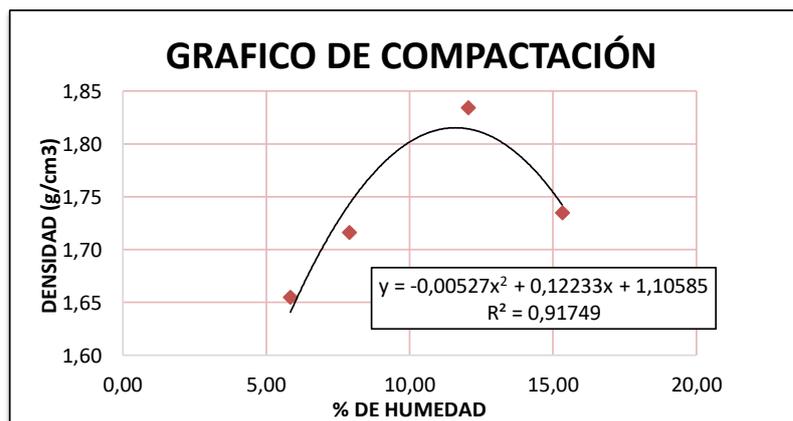


COMPACTACION T-99

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Carretera San Pedro Fecha: 23/08/2019
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 968,4 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	5545,2	5968,2	6165,5	6112,7
Peso del molde	3849,1	4175,3	4175,3	4175,3
Peso suelo húmedo	1696,1	1792,9	1990,2	1937,4
Volumén de la muestra	968,4	968,4	968,4	968,4
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,75	1,85	2,06	2,00
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	95,36	80,95	81,8	90,37
Peso suelo seco + cápsula	92,56	78,12	77,80	84,04
Peso del agua	2,8	2,83	4	6,33
Peso de la cápsula	44,65	42,26	44,58	42,72
Peso suelo seco	47,91	35,86	33,22	41,32
Contenido de humedad (%h)	5,84	7,89	12,04	15,32
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,65	1,72	1,83	1,73



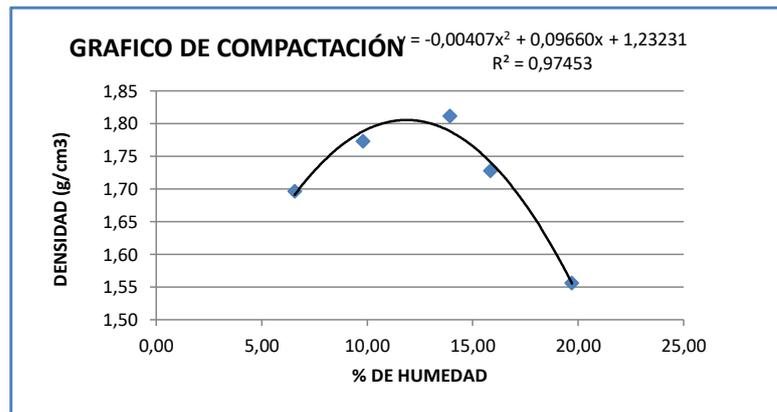
Densidad Máxima	1,816 gr/cm ³
Humedad Optima	11,6 %



COMPACTACION T-99

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Carretera San Pedro Fecha: 23/08/2019
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Muestra: Unica	Volumen: 960,0 cm ³				
Nº de capas	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	5698,43	5940,23	6052,80	5993,07	5979,4
Peso del molde	3963,10	4071,83	4071,83	4071,83	4191,50
Peso suelo húmedo	1735,33	1868,40	1980,97	1921,23	1787,90
Volumén de la muestra	960,04	960,04	960,04	960,04	960,04
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,81	1,95	2,06	2,00	1,86
Cápsula Nº	1,00	2,00	3,00	4,00	4
Peso suelo húmedo + capsula	76,33	80,92	77,14	77,80	94,9
Peso suelo seco + cápsula	73,37	76,13	71,13	71,53	82,8
Peso del agua	2,95	4,79	6,01	6,27	12,1
Peso de la cápsula	28,35	27,18	27,97	31,94	21,4
Peso suelo seco	45,02	48,95	43,16	39,59	61,4
Contenido de humedad (%h)	6,56	9,79	13,92	15,84	19,71
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,70	1,77	1,81	1,73	1,56



Densidad Máxima	1,81 gr/cm ³
Humedad Optima	11,87 %



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

PRUEBA 1

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

Tipo de Suelo: A-6 procedencia: Carr. San Pedro Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5		5		5				
	12		25		56				
Nº golpes por capa	12		25		56				
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M.	Antes de mojarse	D. de M.	Antes de mojarse	D. de M.			
Peso muestra húm.+molde	10840	11305	11305	11665	12375	12610			
Peso Molde	7155	7155	7250	7250	7930	7930			
Peso muestra húmeda	3685	4150	4055	4415	4445	4680			
Volumen de la muestra	3211	3211	3211	3211	3211	3211			
Peso Unit. Muestra Húm.	1,148	1,292	1,263	1,375	1,384	1,457			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	110,2	115,8	128,1	126,1	114,6	140,8	119,3	107,1	141,3
Peso muestra seca + tara	93,4	97,2	108,1	110,1	97	120,7	106	91,5	126
Peso del agua	16,8	18,6	20	16	17,6	20,1	13,3	15,6	15,3
Peso de tara	25	32,9	31,9	34	33,4	32,9	33,2	32,3	33,3
Peso de la muestra seca	68,4	64,3	76,2	76,1	63,6	87,8	72,8	59,2	92,7
Contenido humedad %	24,561	28,9269	26,2467	21,025	27,672956	22,8929	18,2692	26,3514	16,505
Promedio cont. Humedad	26,74		26,2467	24,35		22,8929	22,31		16,505
Peso Unit.muestra seca	0,905		1,02374	1,016		1,11883	1,132		1,251

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
13,80	1,77

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION REAL		LECT.	EXPANSION REAL		LECT.	EXPANSION REAL	
			EXTENS.	mm.	%	EXTENS.	mm.	%	EXTENS.	mm.	%
03-oct	10:15	0	8,68	0	0	8,84	0	0	7,94	0	0
04-oct	10:15	1	11,27	2,59	1,46	9,38	0,54	0,30	9,37	1,43	0,80
05-oct	10:15	2	14,89	6,21	3,49	11,51	2,67	1,50	11,12	3,18	1,79
06-oct	10:15	3	15,93	7,25	4,08	13,63	4,79	2,69	13,61	5,67	3,19

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
2,30	0,905
2,40	1,016
2,56	1,132

C.B.R.

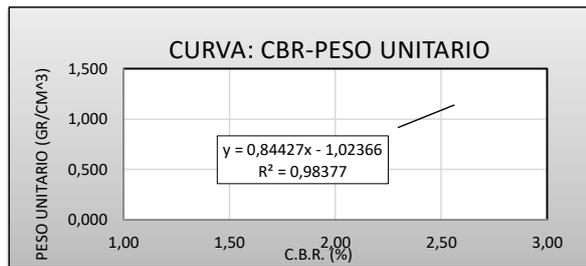
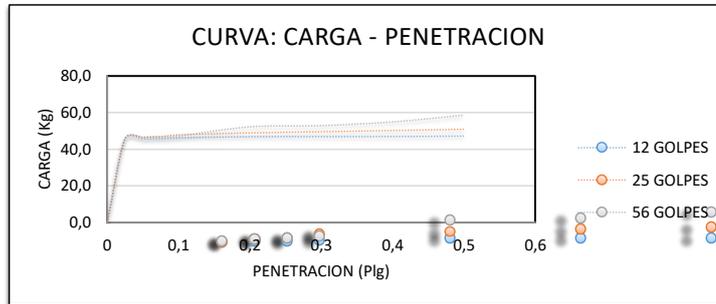
PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		45,5	2,4			45,5	2,4			45,9	2,4		
0,05	1,27		45,7	2,4			46,5	2,4			46,5	2,4		
0,075	1,9		45,9	2,4			46,9	2,4			46,9	2,4		
0,1	2,54	1360	46,2	2,4		3,40	47,9	2,5		3,52	47,2	2,4		3,47
0,2	5,08	2040	46,9	2,4		2,30	48,9	2,5		2,40	52,2	2,7		2,56
0,3	7,62		46,9	2,4			49,5	2,6			52,9	2,7		
0,4	10,16		46,9	2,4			50,2	2,6			54,9	2,8		
0,5	12,7		47,2	2,4			50,9	2,6			58,6	3,0		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

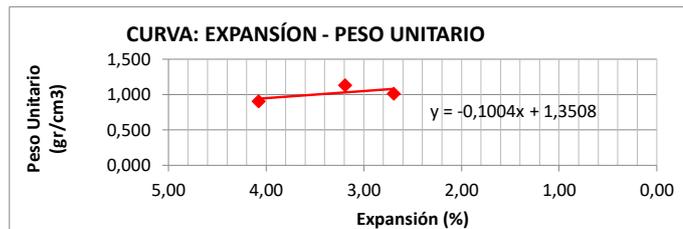
Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx	3,309 %
CBR 95% D.Máx.	3,204 %



P.Max.	1,770
a:	0,1004
b:	1,3508
Expansión[%]	4,18

CBR :	2,30	2,40	2,56
Peso unitario gr/cm3 :	0,905	1,016	1,132
Expansión %:	4,08	2,69	3,19



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

PRUEBA 2

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

Tipo de Suelo: A-6 procedencia: Carr. San Pedro Laboratorio: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5			
	12			25			56			
Nº golpes por capa	12			25			56			
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	
Peso muestra húm.+molde	10180,2		10995	11479,2		12190	10519,8		11320	
Peso Molde	6332		6332	7257,6		7257,6	6311,2		6311,2	
Peso muestra húmeda	3848,2		4663	4221,6		4932,4	4208,6		5008,8	
Volumen de la muestra	2121		2121	2121		2121	2121		2121	
Peso Unit. Muestra Húm.	1,814		2,198	1,990		2,326	1,984		2,362	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.	Fondo	Superf.	2° sup.	
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Peso muestra húm + tara	52,2	55,9	54	52,6	52,6	61,4	51,4	59	55,1	
Peso muestra seca + tara	44,9	47,2	46	45,8	45,4	52,4	44,8	50,4	47,2	
Peso del agua	7,3	8,7	8	6,8	7,2	9	6,6	8,6	7,9	
Peso de tara	21,2	21,5	21,1	21,5	20,7	21,3	21,2	21,6	21	
Peso de la muestra seca	23,7	25,7	24,9	24,3	24,7	31,1	23,6	28,8	26,2	
Contenido humedad %	30,802	33,8521	32,1285	27,984	29,149798	28,9389	27,9661	29,8611	30,1527	
Promedio cont. Humedad	32,33			32,1285			28,57			28,9389
Peso Unit.muestra seca	1,371			1,6639			1,548			1,80357
	1,371			1,6639			1,539			1,81443

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
13,80	1,77

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
26-dic	15:30	1	8,1	0,81	0,00	7,3	0,73	0,00	6,65	0,665	0,00
27-dic	15:30	2	8,8	0,88	0,39	8,4	0,84	0,62	8,02	0,802	0,77
28-dic	15:30	3	10,5	1,05	1,35	10,44	1,044	1,77	10,85	1,085	2,36
29-dic	15:30	4	12,2	1,22	2,31	11,76	1,176	2,51	12,2	1,22	3,12

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
1,41	1,518
1,86	1,676
2,09	1,677

C.B.R. (ecuación de calibración: $Y = 7,3307X + 25,10$)

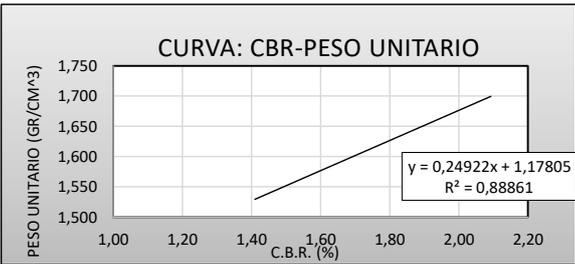
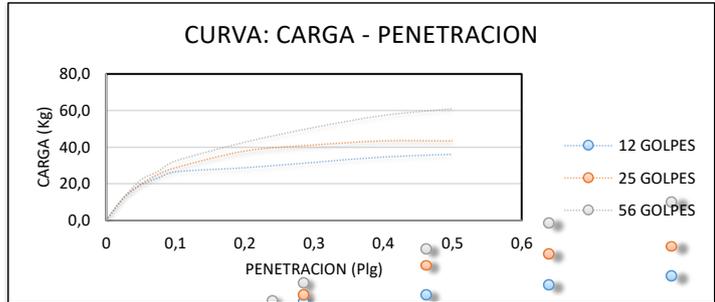
PENETRACION		CARGA NORMAL Kg	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG	%	CARGA ENSAYO Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG	%
0	0		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		12,2	0,6			12,4	0,6			12,3	0,6		
0,05	1,27		19,3	1,0			19,8	1,0			22,1	1,1		
0,075	1,9		23,2	1,2			25,1	1,3			26,8	1,4		
0,1	2,54	1360	26,6	1,4		1,95	28,8	1,5		2,12	32,4	1,7		2,38
0,2	5,08	2040	28,8	1,5		1,41	37,9	2,0		1,86	42,7	2,2		2,09
0,3	7,62		31,7	1,6			41,2	2,1			50,8	2,6		
0,4	10,16		34,6	1,8			43,4	2,2			57,4	3,0		
0,5	12,7		36,1	1,9			43,4	2,2			61,0	3,2		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

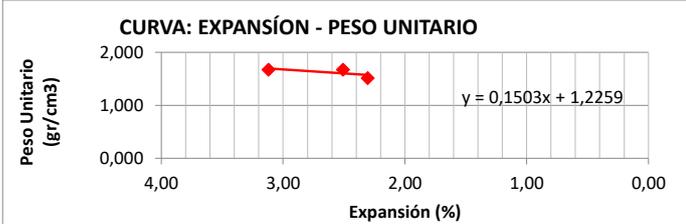
Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx	2,38 %
CBR 95% D.Máx.	2,02 %



P.Max.	1,770
a:	0,1503
b:	1,2259
Expansión[%]	3,62

CBR :	1,41	1,86	2,09
Peso unitario gr/cm3 :	1,518	1,676	1,677
Expansión %:	2,31	2,51	3,12



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

PRUEBA 3

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfanto espumado".

Tipo de Suelo: A-6 procedencia: Carr. San pedro Laboratorio: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5											
	12			25			56											
Nº golpes por capa																		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M									
Peso muestra húm.+molde	10905		11395	11140		11628	12155		12530									
Peso Molde	7235		7235	7280		7280	7955		7955									
Peso muestra húmeda	3670		4160	3860		4348	4200		4575									
Volumen de la muestra	2121		2121	2121		2121	2121		2121									
Peso Unit. Muestra Húm.	1,730		1,961	1,820		2,050	1,980		2,157									
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2' sup.	Fondo	Superf.	2' sup.	Fondo	Superf.	2' sup.									
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3									
Peso muestra húm + tara	52,48	56,06	55,61	39,72	48,09	41,34	46,07	61	51,94									
Peso muestra seca + tara	45,13	47,41	48,66	35,71	42,11	37,52	41,46	55,17	47,38									
Peso del agua	7,35	8,65	6,95	4,01	5,98	3,82	4,61	5,83	4,56									
Peso de tara	21,26	21,26	21,36	21,41	21,29	20,92	21,25	21,15	21,28									
Peso de la muestra seca	23,87	26,15	27,3	14,3	20,82	16,6	20,21	34,02	26,1									
Contenido humedad %	30,792	33,0784	25,4579	28,042	28,7223823	23,012	22,8105	17,137	17,4713									
Promedio cont. Humedad	31,94			25,4579			28,38			23,012			19,97			17,4713		
Peso Unit.muestra seca	1,311			1,56334			1,418			1,66648			1,651			1,83619		

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
13,80	1,77

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION REAL		LECT.	EXPANSION REAL		LECT.	EXPANSION REAL	
			EXTENS.	mm.	%	EXTENS.	mm.	%	EXTENS.	mm.	%
03-oct	10:25	0	4,52	0	0	5,64	0	0	6,23	0	0
04-oct	10:25	1	6,67	2,15	1,21	5,92	0,28	0,16	4,85	-1,38	-0,78
05-oct	10:25	2	7,93	3,41	1,92	7,17	1,53	0,86	5,87	-0,36	-0,20
06-oct	10:25	3	8,30	3,78	2,13	8,35	2,71	1,52	10,46	4,23	2,38

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
1,71	1,437
2,37	1,542
3,37	1,743

C.B.R.

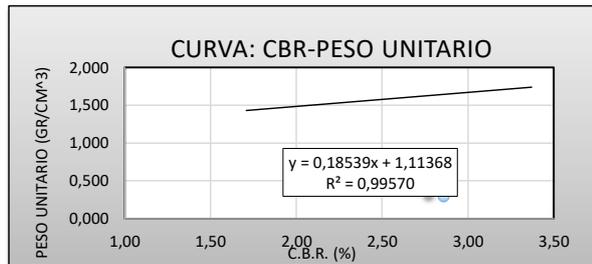
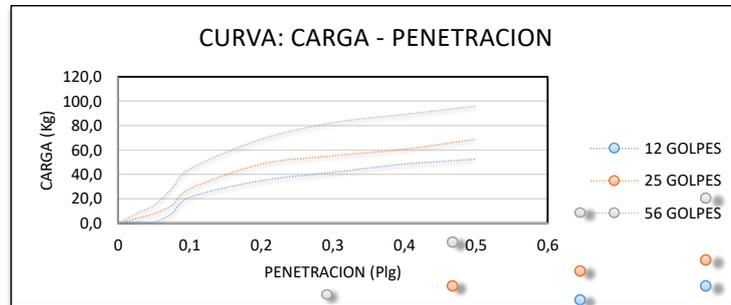
PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3				
Pulg.	mm		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,0	0				0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		0,9	0,0				3,6	0,2			7,7	0,4		
0,05	1,27		0,9	0,0				7,7	0,4			14,5	0,7		
0,075	1,9		7,7	0,4				14,5	0,7			28,1	1,5		
0,1	2,54	1360	21,3	1,1		1,6		28,1	1,5		2,1	44,4	2,3		3,3
0,2	5,08	2040	34,9	1,8		1,7		48,4	2,5		2,4	68,8	3,6		3,4
0,3	7,62		41,6	2,2				55,2	2,9			82,3	4,3		
0,4	10,16		48,4	2,5				60,6	3,1			89,1	4,6		
0,5	12,7		52,5	2,7				68,8	3,6			95,9	5,0		

Univ. Never Jurado Garzón
 LABORATORISTA

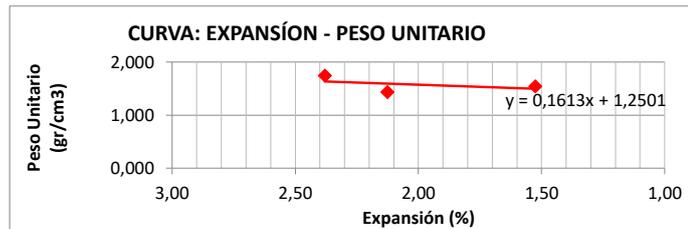
Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)



CBR 100% D.máx	3,540 %
CBR 95% D.Máx.	3,063 %



P.Max.	1,770
a:	0,1613
b:	1,2501
Expansión[%]	3,22

CBR :	1,71	2,37	3,37
Peso unitario gr/cm³ :	1,437	1,542	1,743
Expansión %:	2,13	1,52	2,38



COMPRESION SIMPLE

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Carretera San Pedro Fecha: 03/02/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Datos De La muestra	
Tipo de Muestra:	Suelo natural A-6(8)
humedad Optima (%):	11,87
Datos Del Ensayo	
Peso humedo de la Probeta(gr):	1574,700
Diametro de la Probeta (cm):	10,200
Altura de la Probeta(cm):	11,600
Area de la probeta (cm2):	81,723
Volumen de la probeta (cm3):	947,992
Densidad humeda (gr/cm3):	1,661
Densidad seca maxima (gr/cm3):	1,485

ecuacion de calibracion: $Y = 1,8364 X + 8,4769$

Nº	Deformacion	Lec. Dial	Deformaion Δl (mm)	Def. Unitaria Δl/l(mm)	Area (cm2)	A. corregida (cm2)	carga (kg)	esfuerzo (kg/cm2)
1	0	0	0	0,0000	81,723	81,723	3,836	0,047
2	20	40	0,2	0,0017	81,723	81,864	37,074	0,453
3	40	100	0,4	0,0034	81,723	82,006	86,931	1,060
4	60	140	0,6	0,0052	81,723	82,148	120,169	1,463
5	80	180	0,8	0,0069	81,723	82,291	153,407	1,864
6	100	210	1	0,0086	81,723	82,434	178,335	2,163
7	200	291	2	0,0172	81,723	83,157	245,642	2,954
8	300	554	3	0,0259	81,723	83,893	464,182	5,533
9	400	650,25	4	0,0345	81,723	84,642	544,161	6,429
10	500	715,6	5	0,0431	81,723	85,404	598,464	7,007
11	600	856,65	6	0,0517	81,723	86,181	715,669	8,304
							qu =	8,304





COMPACTACION T-180

suelo A-4(6) + 2.5% Asfalto Espumado

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado

Procedencia: Barrio 2 de mayo

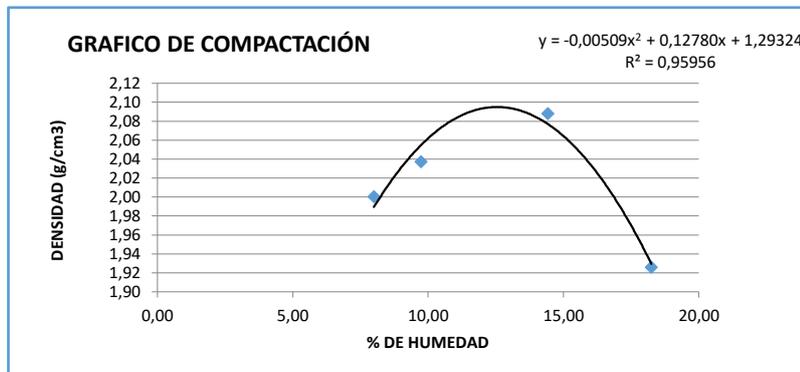
Fecha: 13/01/2020

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Identificación: Unica

Muestra: Unica Volumen: 1923,5 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10675	10820	11115	10900
Peso del molde	6520,00	6520,00	6520,00	6520,00
Peso suelo húmedo	4155	4300	4595	4380
Volumén de la muestra	1923,5	1923,5	1923,5	1923,5
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,16	2,24	2,39	2,28
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	39,90	37,47	36,44	41,48
Peso suelo seco + cápsula	38,52	36,03	34,58	38,38
Peso del agua	1,38	1,44	1,86	3,1
Peso de la cápsula	21,26	21,25	21,68	21,39
Peso suelo seco	17,26	14,78	12,9	16,99
Contenido de humedad (%h)	8,00	9,74	14,42	18,25
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	2,00	2,04	2,09	1,93



Densidad Máxima	2,10 gr/cm ³
Humedad Optima	12,70 %



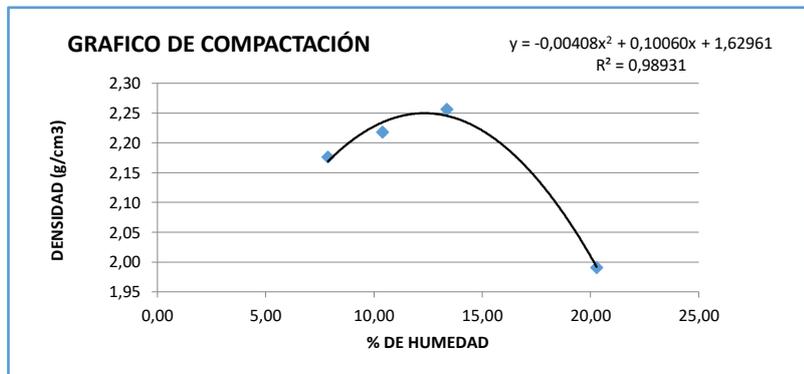
COMPACTACION T-180

suelo A-4(6) + 3.5% Asfalto Espumado

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Barrio 2 de mayo Fecha: 13/01/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 1923,5 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10675	10870	11080	10765
Peso del molde	6160,00	6160,00	6160,00	6160,00
Peso suelo húmedo	4515	4710	4920	4605
Volumén de la muestra	1923,5	1923,5	1923,5	1923,5
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,35	2,45	2,56	2,39
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	51,52	41,41	35,43	50,72
Peso suelo seco + cápsula	49,30	39,51	33,76	45,77
Peso del agua	2,22	1,9	1,67	4,95
Peso de la cápsula	21,11	21,24	21,27	21,36
Peso suelo seco	28,19	18,27	12,49	24,41
Contenido de humedad (%h)	7,88	10,40	13,37	20,28
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	2,18	2,22	2,26	1,99



Densidad Máxima	2,25 gr/cm³
Humedad Optima	12,50 %



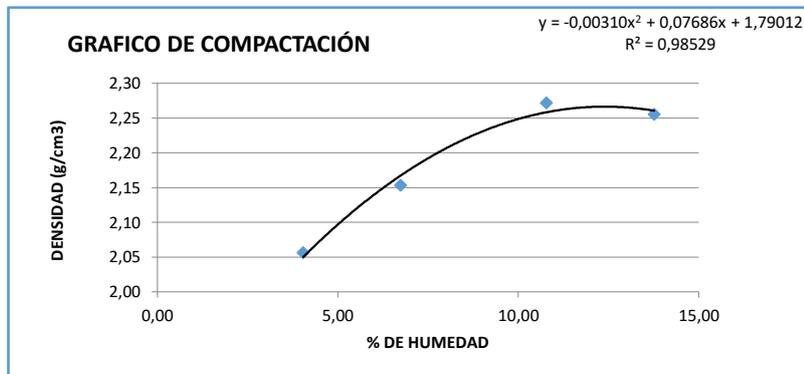
COMPACTACION T-180

suelo A-4(6) + 4.5% Asfalto Espumado

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Barrio 2 de mayo Fecha: 14/01/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 1923,5 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10275	10580	11000	11095
Peso del molde	6160,00	6160,00	6160,00	6160,00
Peso suelo húmedo	4115	4420	4840	4935
Volumén de la muestra	1923,5	1923,5	1923,5	1923,5
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,14	2,30	2,52	2,57
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	54,73	42,59	47,05	58,20
Peso suelo seco + cápsula	53,42	41,26	44,56	53,76
Peso del agua	1,31	1,33	2,49	4,435
Peso de la cápsula	21,01	21,51	21,45	21,54
Peso suelo seco	32,41	19,75	23,11	32,22
Contenido de humedad (%h)	4,04	6,73	10,77	13,76
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	2,06	2,15	2,27	2,26



Densidad Máxima	2,27 gr/cm³
Humedad Optima	12,67 %



COMPACTACION T-180

suelo A-4(6) + 5.5% Asfalto Espumado

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado

Procedencia: Barrio 2 de mayo

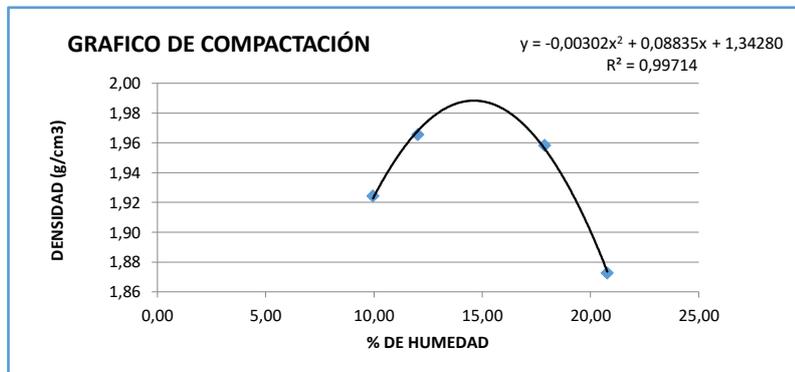
Fecha: 14/01/2020

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 1923,5 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10585	10750	10955	10865
Peso del molde	6515,00	6515,00	6515,00	6515,00
Peso suelo húmedo	4070	4235	4440	4350
Volumén de la muestra	1923,5	1923,5	1923,5	1923,5
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,12	2,20	2,31	2,26
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	41,16	48,28	47,94	57,32
Peso suelo seco + cápsula	39,36	45,43	43,91	51,14
Peso del agua	1,8	2,85	4,03	6,18
Peso de la cápsula	21,28	21,73	21,36	21,39
Peso suelo seco	18,08	23,7	22,55	29,75
Contenido de humedad (%h)	9,96	12,03	17,87	20,77
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,92	1,97	1,96	1,87



Densidad Máxima	1,99 gr/cm ³
Humedad Optima	14,67 %



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 2.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	A.de mojarse		D. de M	A. de mojarse		D. de M	A.de mojarse		D. de M
P. muestra húm.+molde	10701		10992	11380		11606	10690		10905
Peso Molde	6645		6645	7135		7135	6310		6310
Peso muestra húmeda	4056		4347	4245		4471	4380		4595
Volumen de la muestra	2032,22		2032,22	2032,22		2032,22	2032,22		2032,22
Peso Unit. Muestra Húm.	1,996		2,139	2,089		2,200	2,155		2,261
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	32,80	35,45	45,57	50,65	46,58	49,18	34,78	36,70	40,80
Peso muestra seca + tara	31,50	34,30	43,10	48,50	44,38	46,10	33,27	35,30	38,70
Peso del agua	1,3	1,15	2,47	2,15	2,2	3,08	1,51	1,4	2,1
Peso de tara	17,16	17,97	19,17	18,92	19,98	17,41	15,91	18,28	17,05
Peso de la muestra seca	14,34	16,33	23,93	29,58	24,4	28,69	17,36	17,02	21,65
Contenido humedad %	9,066	7,042	10,322	7,268	9,016	10,735	8,698	8,226	9,700
Promedio cont. Humedad	8,05			8,14			8,46		
Peso Unit.muestra seca	1,847			1,93891			1,987		

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
12,10	2,10

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
01-dic	10:00	1	15,73			16,85			13,39		
02-dic	10:00	2	15,90			17,17			13,54		
03-dic	10:00	3	16,08			18,41			14,79		
04-dic	10:00	4	16,21	0,05	0,41	18,44	0,16	1,36	14,81	0,14	1,22

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
7,4	1,847
14,0	1,932
21,3	1,987

C.B.R. (ecuacion de calibracion: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		28,05	1,45			55,17	2,85			95,85	4,95		
0,05	1,27		55,17	2,85			68,73	3,55			122,97	6,35		
0,075	1,9		68,73	3,55			122,97	6,35			163,65	8,46		
0,1	2,54	1360	109,41	5,65		8,0	190,77	9,86		14,0	231,45	11,96		17,0
0,2	5,08	2040	150,09	7,75		7,4	285,69	14,76		14,0	434,85	22,47		21,3
0,3	7,62		204,33	10,56			516,21	26,67			841,65	43,49		
0,4	10,16		245,01	12,66			665,37	34,38			1099,29	56,80		
0,5	12,7		272,13	14,06			841,65	43,49			1234,89	63,80		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

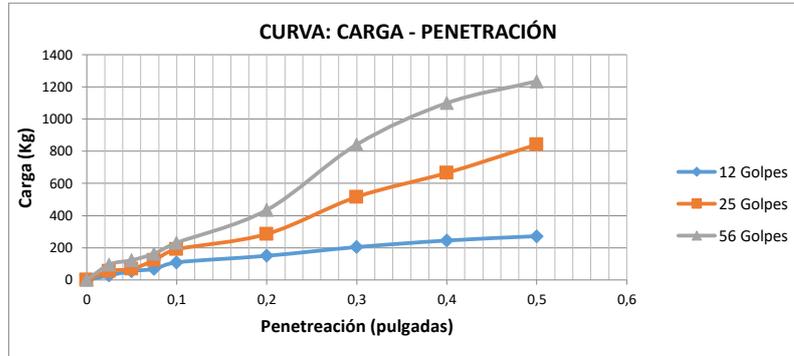
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 2.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

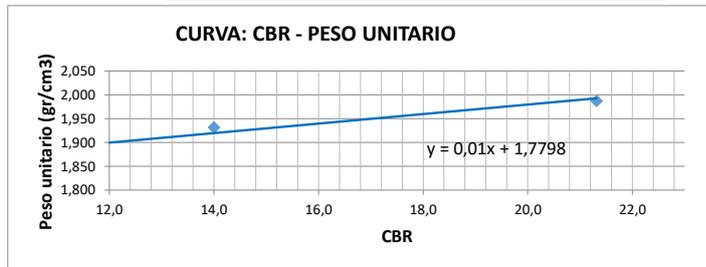
procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



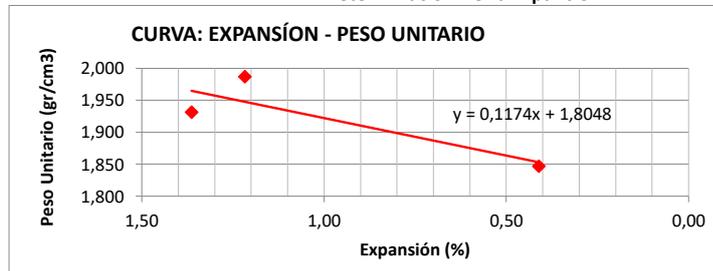
Determinación del CBR de Diseño

CBR :	7,4	14,0	21,3
Peso unitario gr/cm ³ :	1,847	1,932	1,987
Expansión %:	0,41	1,36	1,22



CBR[%]:	100	95
P.Max.	2,100	2,100
P.Max.	2,1	1,995
a:	0,01	0,01
b:	1,7798	1,7798
CBR[%]	32,02	21,52

Determinación De La Expansión



P.Max.	2,100
a:	0,1174
b:	1,8048
Expansión[%]	2,51

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 2.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5		5			5			
Nº golpes por capa	12		25			56			
CONDICION DE MUESTRA	A.de mojarse	D. de M	A. de mojarse	D. de M	A. de mojarse	D. de M			
P. muestra húm.+molde	11215	11545	11400	11670	10630	10895			
Peso Molde	7135	7135	7180	7180	6310	6310			
Peso muestra húmeda	4080	4410	4220	4490	4320	4585			
Volumen de la muestra	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22			
Peso Unit. Muestra Húm.	2,008	2,170	2,077	2,209	2,126	2,256			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	32,13	39,86	54,45	31,25	39,19	49,09	49,41	44,26	44,21
Peso muestra seca + tara	30,93	38,81	52,30	29,30	37,37	47,51	48,30	42,96	42,31
Peso del agua	1,2	1,05	2,15	1,95	1,82	1,58	1,11	1,3	1,9
Peso de tara	12,70	18,05	18,44	17,82	17,90	18,14	15,06	15,80	17,85
Peso de la muestra seca	18,23	20,76	33,86	11,48	19,47	29,37	33,24	27,16	24,46
Contenido humedad %	6,58256	5,0578	6,34968	16,9861	9,347714	5,37964	3,33935	4,7865	7,76778
Promedio cont. Humedad	5,82	6,34968	13,17	5,37964	4,06	7,76778			
Peso Unit.muestra seca	1,897	2,04048	1,835	2,09662	2,043	2,09353			

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
12,10	2,10

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
07-dic	10:00	1	17,09			18,41			15,81		
08-dic	10:00	2	17,23			18,95			16,79		
09-dic	10:00	3	17,31			19,41			16,95		
10-dic	10:00	4	17,41	0,03	0,27	19,44	0,10	0,88	17,05	0,12	1,06

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
8,7	1,897
18,0	1,835
24,0	2,043

C.B.R. (ecuacion de calibracion: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		28,05	1,45			55,17	2,85			95,85	4,95		
0,05	1,27		68,73	3,55			95,85	4,95			163,65	8,46		
0,075	1,9		82,29	4,25			136,53	7,05			258,57	13,36		
0,1	2,54	1360	122,97	6,35		9,0	150,09	7,75		11,0	339,93	17,56		25,0
0,2	5,08	2040	177,21	9,16		8,7	367,05	18,96		18,0	489,09	25,27		24,0
0,3	7,62		217,89	11,26			584,01	30,17			760,29	39,28		
0,4	10,16		245,01	12,66			692,49	35,78			977,25	50,49		
0,5	12,7		272,13	14,06			800,97	41,38			1112,85	57,50		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

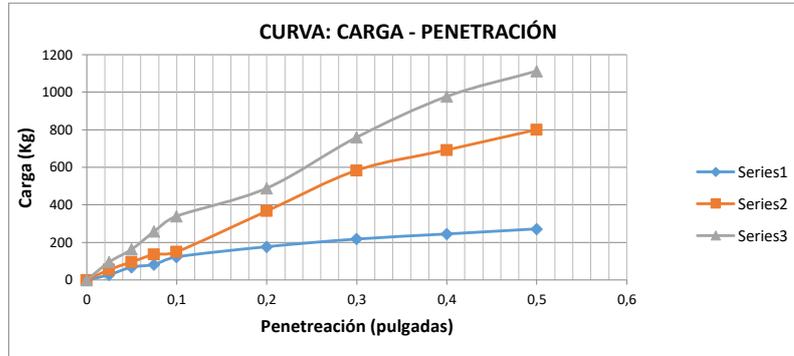
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 2.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

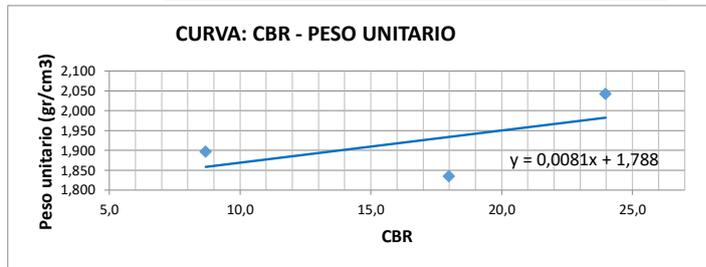
procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



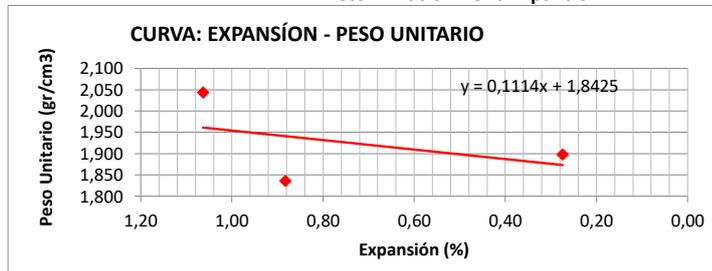
Determinación del CBR de Diseño

CBR :	8,7	18,0	24,0
Peso unitario gr/cm ³ :	1,897	1,835	2,043
Expansión %:	0,27	0,88	1,06



CBR[%]:	100	95
P.Max.	2,100	2,100
P.Max.	2,1	1,995
a:	0,0081	0,0081
b:	1,788	1,788
CBR[%]	38,52	25,56

Determinación De La Expansión



P.Max.	2,100
a:	0,1114
b:	1,8425
Expansión[%]	2,31

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 3.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
	12			25			56		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	A.de mojarse		D. de M	A. de mojarse		D. de M	A.de mojarse		D. de M
P. muestra húm.+molde	11235		10940	11855		11505	11710		11345
Peso Molde	7200		7200	7630		7630	7315		7315
Peso muestra húmeda	4035		3740	4225		3875	4395		4030
Volumen de la muestra	2032.22		2032.22	2032.22		2032.22	2032.22		2032.22
Peso Unit. Muestra Húm.	1,986		1,840	2,079		1,907	2,163		1,983
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	87,90	85,10	52,30	68,90	69,30	92,15	90,12	87,30	96,38
Peso muestra seca + tara	85,46	82,18	49,58	67,59	66,04	88,75	88,26	83,89	90,52
Peso del agua	2,44	2,92	2,72	1,31	3,26	3,4	1,86	3,41	5,86
Peso de tara	18,79	19,69	17,32	19,98	18,06	18,92	17,13	16,45	17,32
Peso de la muestra seca	66,67	62,49	32,26	47,61	47,98	69,83	71,13	67,44	73,2
Contenido humedad %	3,66	4,67	8,43	2,75	6,79	4,87	2,61	5,06	8,01
Promedio cont. Humedad	4,17		8,43149	4,77		4,86897	3,84		8,00546
Peso Unit.muestra seca	1,906		1,69725	1,984		1,81825	2,083		1,83607

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
12,50	2,25

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
01-dic	18:00	1	17,02			18,29			7,45		
02-dic	18:00	2	17,25			18,52			7,58		
03-dic	18:00	3	17,35			18,55			7,54		
04-dic	9:30	4	18,46	0,14	1,23	19,50	0,12	1,04	8,45	0,10	0,86

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
13,3	1,906
25,3	1,984
36,6	2,083

C.B.R. (ecuacion de calibracion: Y = 13,56X + 0,929)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		55,17	2,85			68,73	3,55			95,85	4,95		
0,05	1,27		68,73	3,55			95,85	4,95			122,97	6,35		
0,075	1,9		82,29	4,25			122,97	6,35			177,21	9,16		
0,1	2,54	1360	95,85	4,95		7,0	163,65	8,46		12,0	217,89	11,26		16,0
0,2	5,08	2040	272,13	14,06		13,3	516,21	26,67		25,3	746,73	38,58		36,6
0,3	7,62		516,21	26,67			773,85	39,98			1085,73	56,10		
0,4	10,16		665,37	34,38			868,77	44,89			1234,89	63,80		
0,5	12,7		706,05	36,48			923,01	47,69			1343,37	69,41		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

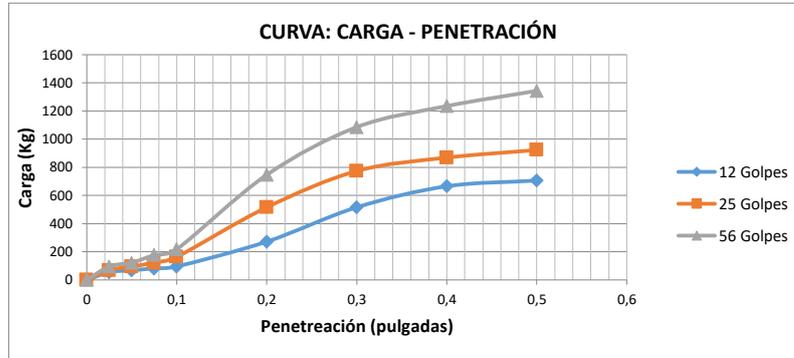
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 3.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

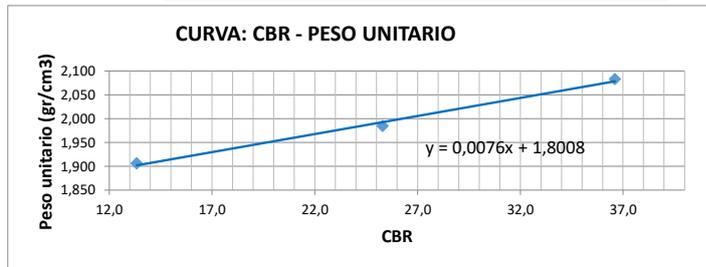
procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



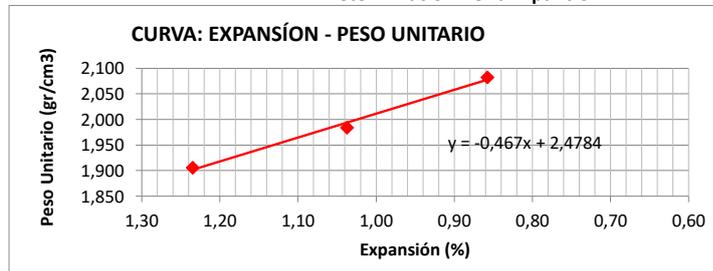
Determinación del CBR de Diseño

CBR :	13,3	25,3	36,6
Peso unitario gr/cm ³ :	1,906	1,984	2,083
Expansión %:	1,23	1,04	0,86



CBR[%]:	100	95
P.Max.	2,250	2,250
P.Max.	2,25	2,1375
a:	0,0076	0,0076
b:	1,8008	1,8008
CBR[%]	59,11	44,30

Determinación De La Expansión



P.Max.	2,250
a:	-0,467
b:	2,4784
Expansión[%]	0,49

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 3.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	A.de mojarse		D. de M	A. de mojarse		D. de M	A.de mojarse		D. de M
P. muestra húm.+molde	11335		11010	12240		11905	11620		11315
Peso Molde	7315		7315	8010		8010	7200		7200
Peso muestra húmeda	4020		3695	4230		3895	4420		4115
Volumen de la muestra	2032,22		2032,22	2032,22		2032,22	2032,22		2032,22
Peso Unit. Muestra Húm.	1,978		1,818	2,081		1,917	2,175		2,025
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	40,12	39,85	35,05	34,77	42,11	35,71	34,05	40,05	38,11
Peso muestra seca + tara	38,68	38,24	33,85	33,83	40,50	33,99	33,26	38,78	36,35
Peso del agua	1,44	1,61	1,2	0,94	1,61	1,72	0,79	1,27	1,76
Peso de tara	18,89	19,79	17,42	19,98	18,16	18,99	17,23	16,55	17,42
Peso de la muestra seca	19,79	18,45	16,43	13,85	22,34	15	16,03	22,23	18,93
Contenido humedad %	7,2764	8,7263	7,30371	6,787	7,206804	11,4667	4,92826	5,713	9,29741
Promedio cont. Humedad	8,00			7,00			5,32		
Peso Unit.muestra seca	1,832		1,69445	1,945		1,71946	2,065		1,85263

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
12,50	2,25

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
07-dic	18:00	1	16,20			19,15			8,25		
08-dic	18:00	2	16,25			19,25			8,31		
09-dic	18:00	3	16,75			19,54			8,59		
10-dic	9:30	4	17,35	0,12	0,99	20,30	0,12	0,99	9,19	0,09	0,81

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
14,7	1,832
26,0	1,945
38,6	2,065

C.B.R. (ecuacion de calibracion: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		55,17	2,85			68,73	3,55			95,85	4,95		
0,05	1,27		68,73	3,55			82,29	4,25			136,53	7,05		
0,075	1,9		82,29	4,25			122,97	6,35			177,21	9,16		
0,1	2,54	1360	95,85	4,95		7,0	163,65	8,46		12,0	245,01	12,66		18,0
0,2	5,08	2040	299,25	15,46		14,7	529,77	27,37		26,0	787,41	40,68		38,6
0,3	7,62		516,21	26,67			800,97	41,38			1099,29	56,80		
0,4	10,16		665,37	34,38			909,45	46,99			1411,17	72,91		
0,5	12,7		746,73	38,58			977,25	50,49			1560,33	80,62		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

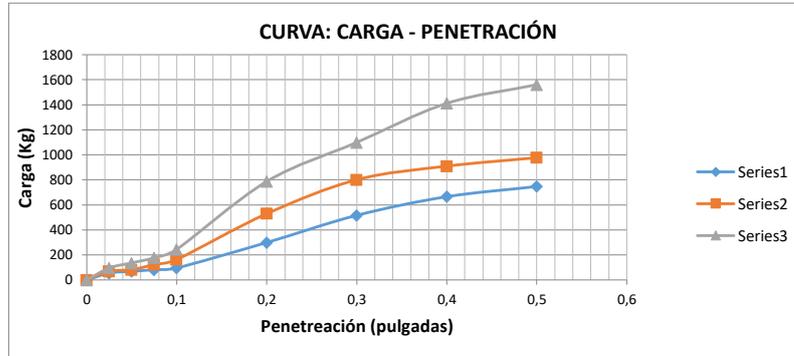
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 3.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

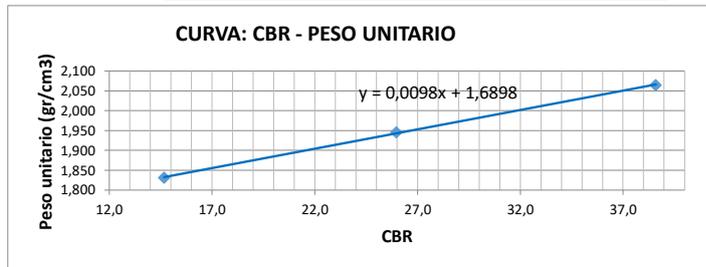
procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



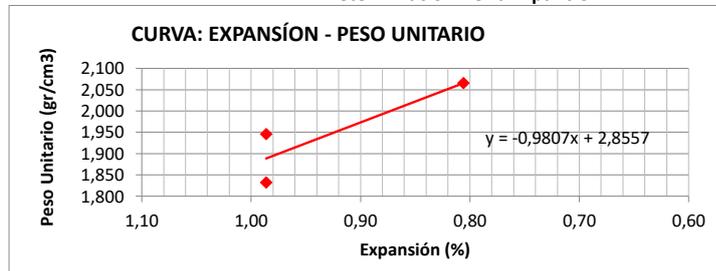
Determinación del CBR de Diseño

CBR :	14,7	26,0	38,6
Peso unitario gr/cm ³ :	1,832	1,945	2,065
Expansión %:	0,99	0,99	0,81



CBR[%]:	100	95
P.Max.	2,250	2,250
P.Max.	2,25	2,1375
a:	0,0098	0,0098
b:	1,6898	1,6898
CBR[%]	57,16	45,68

Determinación De La Expansión



P.Max.	2,250
a:	-0,9807
b:	2,8557
Expansión[%]	0,62

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 4.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
	12			25			56		
Nº golpes por capa									
CONDICION DE MUESTRA	A.de mojarse		D. de M	A. de mojarse		D. de M	A.de mojarse		D. de M
P. muestra húm.+molde	10352		10583	11511		11717	11470		11587
Peso Molde	6310		6310	7425		7425	7025		7025
Peso muestra húmeda	4042		4273	4086		4292	4445		4562
Volumen de la muestra	2032,22		2032,22	2032,22		2032,22	2032,22		2032,22
Peso Unit. Muestra Húm.	1,989		2,103	2,011		2,112	2,187		2,245
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	36,82	40,29	44,03	35,97	41,95	39,81	34,70	40,45	44,11
Peso muestra seca + tara	34,90	38,20	41,60	34,25	39,40	37,55	32,87	38,29	42,00
Peso del agua	1,92	2,09	2,43	1,72	2,55	2,26	1,83	2,16	2,11
Peso de tara	13,30	13,70	13,20	14,20	11,51	12,70	12,20	13,80	13,60
Peso de la muestra seca	21,6	24,5	28,4	20,05	27,89	24,85	20,67	24,49	28,4
Contenido humedad %	8,89	8,53	8,56	8,58	9,14	9,09	8,85	8,82	7,43
Promedio cont. Humedad	8,71		8,55634	8,86		9,09457	8,84		7,42958
Peso Unit.muestra seca	1,830		1,9369	1,847		1,93591	2,010		2,08959

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
12,67	2,27

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
01-dic	18:00	1	16,17			4,27			17,09		
02-dic	18:00	2	17,48			5,63			18,40		
03-dic	18:00	3	17,61			5,73			18,47		
04-dic	9:30	4	17,55	0,14	1,18	5,78	0,15	1,30	18,50	0,14	1,21

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
12,7	1,830
21,3	1,847
32,6	2,010

C.B.R. (ecuacion de calibracion: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		28,05	1,45			41,61	2,15			122,97	6,35		
0,05	1,27		68,73	3,55			95,85	4,95			163,65	8,46		
0,075	1,9		136,53	7,05			177,21	9,16			285,69	14,76		
0,1	2,54	1360	177,21	9,16		13,0	217,89	11,26		16,0	394,17	20,37		29,0
0,2	5,08	2040	258,57	13,36		12,7	434,85	22,47		21,3	665,37	34,38		32,6
0,3	7,62		299,25	15,46			638,25	32,98			923,01	47,69		
0,4	10,16		353,49	18,26			746,73	38,58			1139,97	58,90		
0,5	12,7		407,73	21,07			1017,93	52,59			1384,05	71,51		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

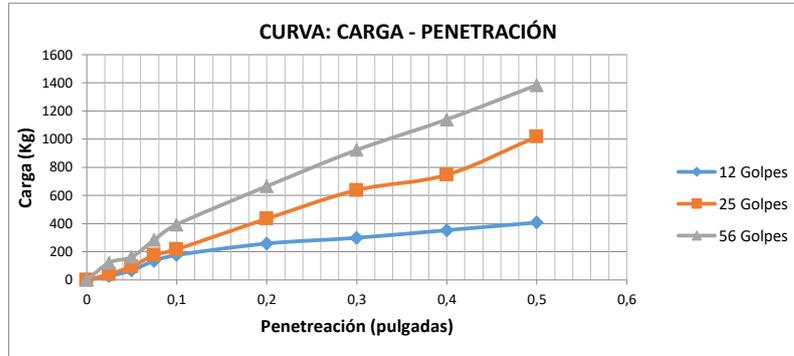
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) +4.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

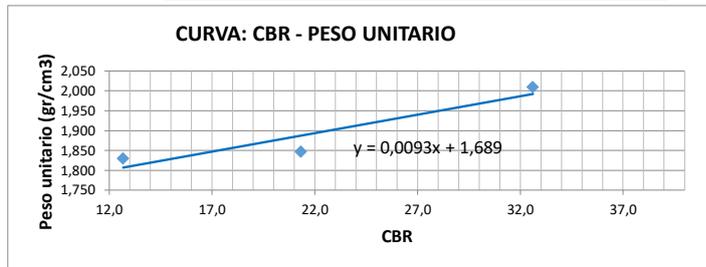
procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



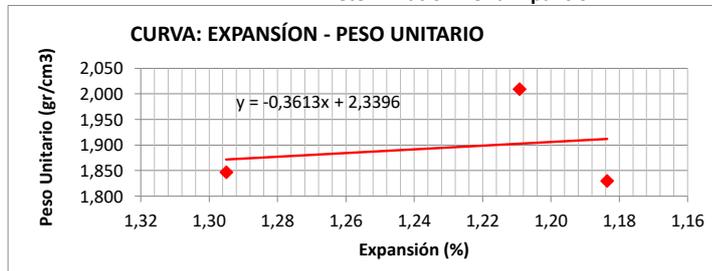
Determinación del CBR de Diseño

CBR :	12,7	21,3	32,6
Peso unitario gr/cm ³ :	1,830	1,847	2,010
Expansión %:	1,18	1,30	1,21



CBR[%]:	100	95
P.Max.	2,270	2,270
P.Max.	2,27	2,1565
a:	0,0093	0,0093
b:	1,689	1,689
CBR[%]	62,47	50,27

Determinación De La Expansión



P.Max.	2,270
a:	-0,3613
b:	2,3396
Expansión[%]	0,19

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 4.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5		5		5					
Nº golpes por capa	12		25		56					
CONDICION DE MUESTRA	A.de mojar	D. de M	A. de mojar	D. de M	A.de mojar	D. de M				
P. muestra húm.+molde	11541	11772	11350	11606	10690	10905				
Peso Molde	7425	7425	7180	7180	6310	6310				
Peso muestra húmeda	4116	4347	4170	4426	4380	4595				
Volumen de la muestra	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22				
Peso Unit. Muestra Húm.	2,025	2,139	2,052	2,178	2,155	2,261				
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Peso muestra húm + tara	35,17	37,10	40,80	51,44	47,00	49,18	33,10	35,85	45,57	
Peso muestra seca + tara	33,85	35,75	39,30	48,60	44,98	46,70	32,09	34,65	43,70	
Peso del agua	1,32	1,35	1,5	2,84	2,02	2,48	1,01	1,2	1,87	
Peso de tara	12,30	13,00	12,62	12,60	12,77	12,09	13,50	13,70	12,49	
Peso de la muestra seca	21,55	22,75	26,68	36	32,21	34,61	18,59	20,95	31,21	
Contenido humedad %	6,13	5,93	5,62	7,89	6,27	7,17	5,43	5,73	5,99	
Promedio cont. Humedad	6,03		5,62219		7,08		5,58		5,99167	
Peso Unit.muestra seca	1,910		2,025		1,916		2,032		2,041	

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
12,67	2,27

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
07-dic	18:00	1	16,20			19,15			8,25		
08-dic	18:00	2	16,25			19,25			8,31		
09-dic	18:00	3	16,55			19,24			8,29		
10-dic	9:30	4	16,95	0,08	0,64	19,86	0,07	0,61	8,89	0,06	0,55

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
13,3	1,910
20,7	1,916
32,0	2,041

C.B.R. (ecuacion de calibracion: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		28,05	1,45			55,17	2,85			122,97	6,35		
0,05	1,27		68,73	3,55			82,29	4,25			163,65	8,46		
0,075	1,9		109,41	5,65			150,09	7,75			245,01	12,66		
0,1	2,54	1360	150,09	7,75		11,0	177,21	9,16		13,0	326,37	16,86		24,0
0,2	5,08	2040	272,13	14,06		13,3	421,29	21,77		20,7	651,81	33,68		32,0
0,3	7,62		312,81	16,16			651,81	33,68			868,77	44,89		
0,4	10,16		339,93	17,56			800,97	41,38			1153,53	59,60		
0,5	12,7		394,17	20,37			977,25	50,49			1329,81	68,71		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

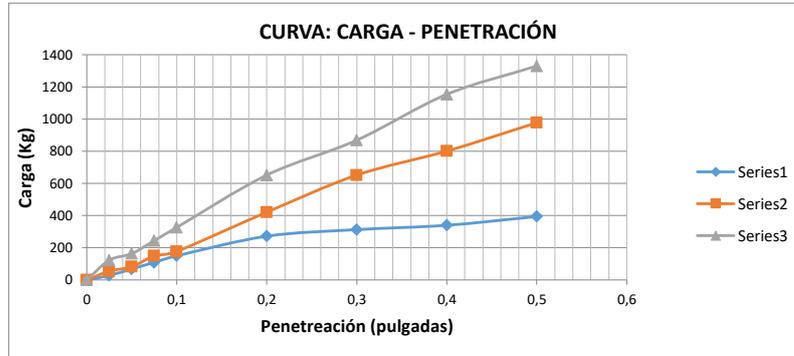
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 4.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

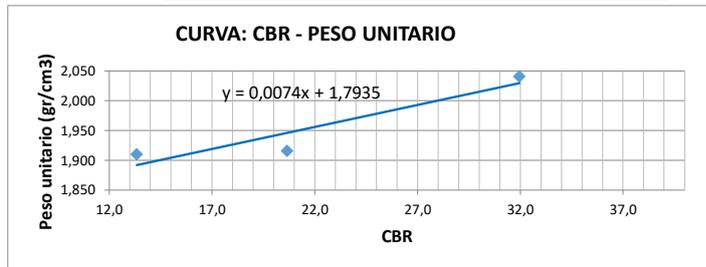
procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



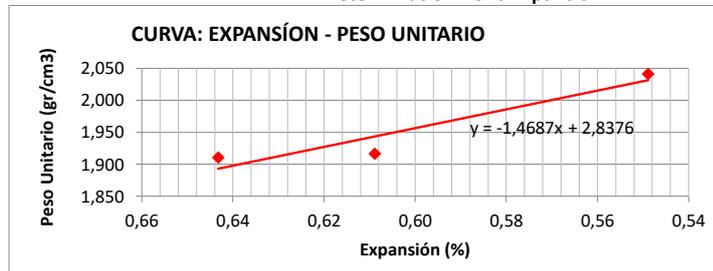
Determinación del CBR de Diseño

CBR :	13,3	20,7	32,0
Peso unitario gr/cm ³ :	1,910	1,916	2,041
Expansión %:	0,64	0,61	0,55



CBR[%]:	100	95
P.Max.	2,270	2,270
P.Max.	2,27	2,1565
a:	0,0074	0,0074
b:	1,7935	1,7935
CBR[%]	64,39	49,05

Determinación De La Expansión



P.Max.	2,270
a:	-1,4687
b:	2,8376
Expansión[%]	0,39

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 5.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	A.de mojarse		D. de M	A. de mojarse		D. de M	A.de mojarse		D. de M
P. muestra húm.+molde	12110		12566	12200		12580	12555		12655
Peso Molde	7970		7980	7890		7240	8050		8050
Peso muestra húmeda	4140		4586	4310		5340	4505		4605
Volumen de la muestra	2032,22		2032,22	2032,22		2032,22	2032,22		2032,22
Peso Unit. Muestra Húm.	2,037		2,257	2,121		2,628	2,217		2,266
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	272,9	272,55	273,5	304	305,8	304,87	312,5	313,48	314,2
Peso muestra seca + tara	246,5	246,5	221,3	271,56	271,5	255,6	307,6	306,4	305,2
Peso del agua	26,4	26,05	52,2	32,44	34,3	49,27	4,9	7,08	9
Peso de tara	63,7	62,4	65,2	75,4	76,2	74,6	129,2	17,2	19,3
Peso de la muestra seca	182,8	184,1	156,1	196,16	195,3	181	178,4	289,2	285,9
Contenido humedad %	14,44	14,15	33,44	16,54	17,56	27,22	2,75	2,45	3,15
Promedio cont. Humedad	14,30		33,4401	17,05		27,221	2,60		3,14795
Peso Unit.muestra seca	1,782		1,69113	1,812		2,06544	2,161		2,19684

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
14,67	1,99

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
01-dic	18:00	1	16,17			4,27			17,09		
02-dic	18:00	2	17,48			5,63			18,40		
03-dic	18:00	3	17,61			5,73			18,47		
04-dic	9:30	4	17,55	0,14	1,18	5,78	0,15	1,30	18,50	0,14	1,21

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
28,6	1,782
49,2	1,812
65,9	2,161

C.B.R. (ecuacion de calibracion: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		68,73	3,55			82,29	4,25			136,53	7,05		
0,05	1,27		122,97	6,35			122,97	6,35			231,45	11,96		
0,075	1,9		136,53	7,05			231,45	11,96			339,93	17,56		
0,1	2,54	1360	150,09	7,75		11,0	380,61	19,66		28,0	543,33	28,07		40,0
0,2	5,08	2040	584,01	30,17		28,6	1004,37	51,89		49,2	1343,37	69,41		65,9
0,3	7,62		923,01	47,69			1397,61	72,21			1872,21	96,73		
0,4	10,16		1167,09	60,30			1614,57	83,42			2116,29	109,34		
0,5	12,7		0,93	0,05			0,93	0,05			0,93	0,05		

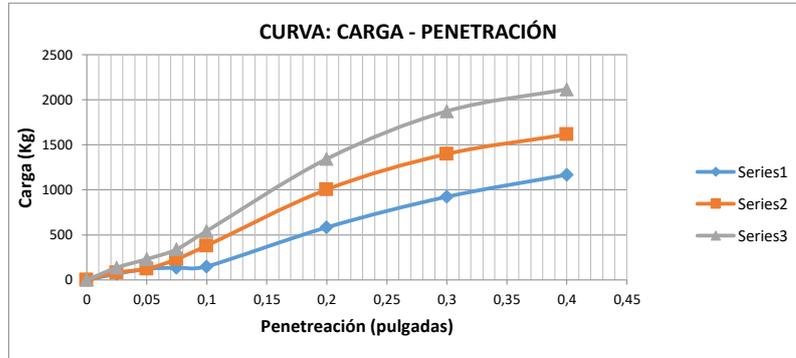
Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



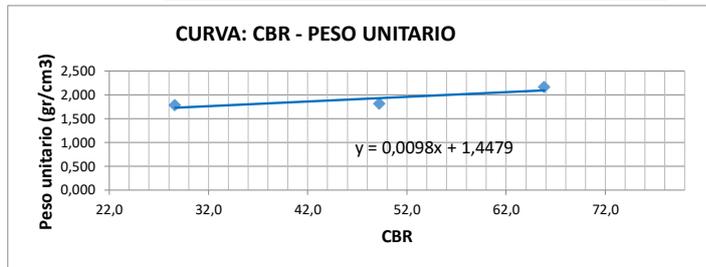
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)		
suelo A-4(6) +5.5% Asfalto Espumado		
Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".		
procedencia:	B/ 2 de mayo	Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



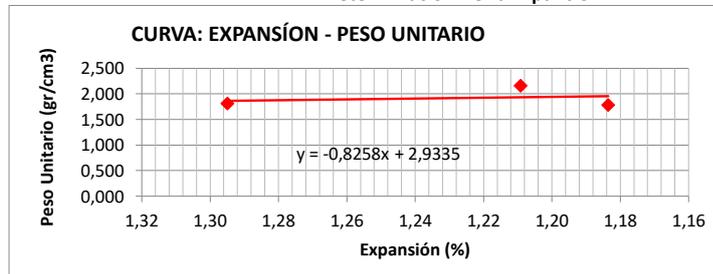
Determinación del CBR de Diseño

CBR :	28,6	49,2	65,9
Peso unitario gr/cm3 :	1,782	1,812	2,161
Expansión %:	1,18	1,30	1,21



CBR[%]:	100	95
P.Max.	1,990	1,990
P.Max.	1,99	1,8905
a:	0,0098	0,0098
b:	1,4479	1,4479
CBR[%]	55,32	45,16

Determinación De La Expansión



P.Max.	1,990
a:	-0,8258
b:	2,9335
Expansión[%]	1,14

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 5.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5		5		5					
Nº golpes por capa	12		25		56					
CONDICION DE MUESTRA	A.de mojarse	D. de M	A. de mojarse	D. de M	A.de mojarse	D. de M				
P. muestra húm.+molde	11946	12210	10789	10845	11729	11784				
Peso Molde	7572	7572	6220	6220	7058	7058				
Peso muestra húmeda	4374	4638	4569	4625	4671	4726				
Volumen de la muestra	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22	2032,22				
Peso Unit. Muestra Húm.	2,152	2,282	2,248	2,276	2,298	2,326				
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Peso muestra húm + tara	87,68	80,24	86,09	89,47	91,38	94,36	87,21	90,79	100,54	
Peso muestra seca + tara	80,46	73,89	77,46	81,86	84,19	85,69	78,94	85,75	92,14	
Peso del agua	7,22	6,35	8,63	7,61	7,19	8,67	8,27	5,04	8,4	
Peso de tara	25,61	25,39	24,59	24,87	25,64	25,77	25,49	25,13	24,87	
Peso de la muestra seca	54,85	48,5	52,87	56,99	58,55	59,92	53,45	60,62	67,27	
Contenido humedad %	13,16	13,09	16,32	13,35	12,28	14,47	15,47	8,31	12,49	
Promedio cont. Humedad	13,13		16,3231		12,82		14,4693		11,89	
Peso Unit.muestra seca	1,903		1,962		1,993		1,988		2,054	

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
14,67	1,99

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
07-dic	18:00	1	14,53			15,86			17,2		
08-dic	18:00	2	15,84			17,26			17,55		
09-dic	18:00	3	15,88			17,85			18,05		
10-dic	9:30	4	17,15	0,26	2,25	17,58	0,17	1,48	18,15	0,09	0,81

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
35,3	1,903
54,6	1,993
69,2	2,054

C.B.R. (ecuacion de calibracion: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		68,73	3,55			82,29	4,25			122,97	6,35		
0,05	1,27		122,97	6,35			122,97	6,35			217,89	11,26		
0,075	1,9		150,09	7,75			217,89	11,26			353,49	18,26		
0,1	2,54	1360	163,65	8,46		12,0	367,05	18,96		27,0	543,33	28,07		40,0
0,2	5,08	2040	719,61	37,18		35,3	1112,85	57,50		54,6	1411,17	72,91		69,2
0,3	7,62		1099,29	56,80			1546,77	79,92			1994,25	103,04		
0,4	10,16		1316,25	68,01			1723,05	89,02			2211,21	114,25		
0,5	12,7		0,93	0,05			0,93	0,05			0,93	0,05		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

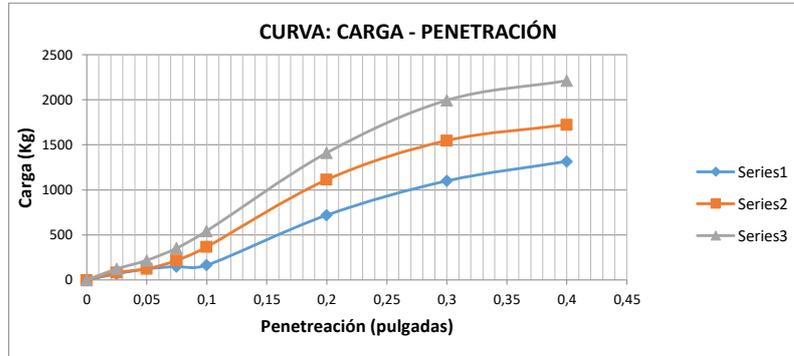
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-4(6) + 5.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

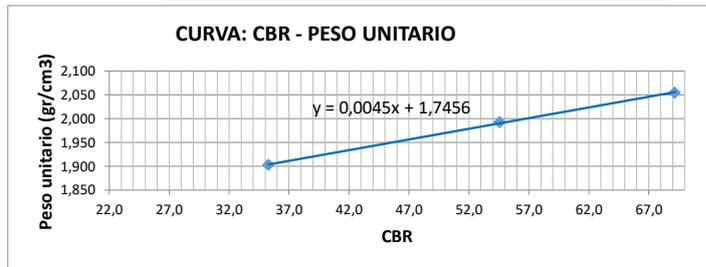
procedencia: B/ 2 de mayo

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



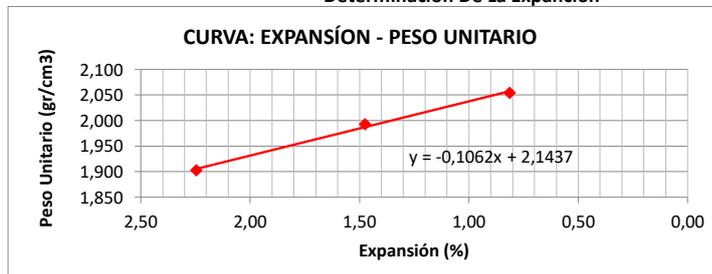
Determinación del CBR de Diseño

CBR :	35,3	54,6	69,2
Peso unitario gr/cm3 :	1,903	1,993	2,054
Expansión %:	2,25	1,48	0,81



CBR[%]:	100	95
P.Max.	1,990	1,990
P.Max.	1,99	1,8905
a:	0,0045	0,0045
b:	1,7456	1,7456
CBR[%]	54,31	32,20

Determinación De La Expansión



P.Max.	1,990
a:	-0,1062
b:	2,1437
Expansión[%]	1,45

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



COMPRESION SIMPLE

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Barrio 2 de mayo Fecha: 03/02/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Tipo de Muestra:	Suelo A-4(6) + 2.5% A. Espumado
humedad Optima (%):	12,7
Datos Del Ensayo	
Peso humedo de la Probeta(gr):	2202,300
Diametro de la Probeta (cm):	10,200
Altura de la Probeta(cm):	11,700
Area de la probeta (cm2):	81,723
Volumen de la probeta (cm3):	956,164
Densidad humeda (gr/cm3):	2,303
Densidad seca maxima (gr/cm3):	2,044

ecuacion de calibracion: $Y = 1,8364 X + 8,4769$

Nº	Deformacion	Lec. Dial	Deformacion Δl (mm)	Def. Unitaria Δl/l(mm)	Area (cm2)	A. corregida (cm2)	carga (kg)	esfuerzo (kg/cm2)
1	0	0,00	0	0,0000	81,723	81,723	3,836	0,047
2	20	180,00	0,2	0,0017	81,723	81,864	153,407	1,874
3	40	470,00	0,4	0,0034	81,723	82,006	394,382	4,809
4	60	850,00	0,6	0,0052	81,723	82,148	710,143	8,645
5	80	1130,00	0,8	0,0069	81,723	82,291	942,809	11,457
6	100	1180,00	1	0,0086	81,723	82,434	984,357	11,941
7	200	1220,00	2	0,0172	81,723	83,157	1017,595	12,237
							qu =	12,237





COMPRESION SIMPLE

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Barrio 2 de mayo Fecha: 03/02/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Tipo de Muestra:	Suelo A-4(6) + 3.5% A. Espumado
humedad Optima (%):	12,5
Datos Del Ensayo	
Peso humedo de la Probeta(gr):	2360,200
Diametro de la Probeta (cm):	10,500
Altura de la Probeta(cm):	11,400
Area de la probeta (cm2):	86,601
Volumen de la probeta (cm3):	987,256
Densidad humeda (gr/cm3):	2,391
Densidad seca maxima (gr/cm3):	2,125

ecuacion de calibracion: $Y = 1,8364 X + 8,4769$

Nº	Deformacion	Lec. Dial	Deformacion Δl (mm)	Def. Unitaria Δl/l(mm)	Area (cm2)	A. corregida (cm2)	carga (kg)	esfuerzo (kg/cm2)
1	0	0,00	0	0,0000	81,723	81,723	3,836	0,047
2	20	140,00	0,2	0,0017	81,723	81,864	120,169	1,468
3	40	260,00	0,4	0,0034	81,723	82,006	219,883	2,681
4	60	510,00	0,6	0,0052	81,723	82,148	427,620	5,205
5	80	860,00	0,8	0,0069	81,723	82,291	718,453	8,731
6	100	1390,00	1	0,0086	81,723	82,434	1158,857	14,058
7	150	1490,00	1,5	0,0129	81,723	82,794	1241,952	15,001
8	200	1510,00	2	0,0172	81,723	83,157	1258,571	15,135
							qu =	15,135





COMPRESION SIMPLE

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Barrio 2 de mayo Fecha: 03/02/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Tipo de Muestra:	Suelo A-4(6) + 4.5% A. Espumado
humedad Optima (%):	12,67
Datos Del Ensayo	
Peso humedo de la Probeta(gr):	2339,200
Diametro de la Probeta (cm):	10,100
Altura de la Probeta(cm):	11,600
Area de la probeta (cm2):	80,129
Volumen de la probeta (cm3):	929,495
Densidad humeda (gr/cm3):	2,517
Densidad seca maxima (gr/cm3):	2,234

ecuacion de calibracion: $Y = 1,8364 X + 8,4769$

Nº	Deformacion	Lec. Dial	Deformacion Δl (mm)	Def. Unitaria Δl/l(mm)	Area (cm2)	A. corregida (cm2)	carga (kg)	esfuerzo (kg/cm2)
1	0	0,00	0	0,0000	81,723	81,723	3,836	0,047
2	20	140,00	0,2	0,0017	81,723	81,864	120,169	1,468
3	40	380,00	0,4	0,0034	81,723	82,006	319,597	3,897
4	60	760,00	0,6	0,0052	81,723	82,148	635,358	7,734
5	80	1220,00	0,8	0,0069	81,723	82,291	1017,595	12,366
6	100	1640,00	1	0,0086	81,723	82,434	1366,594	16,578
7	200	1720,00	2	0,0172	81,723	83,157	1433,070	17,233
							qu =	17,233





COMPRESION SIMPLE

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Barrio 2 de mayo Fecha: 03/02/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Tipo de Muestra:	Suelo A-4(6) + 5.5% A. Espumado
humedad Optima (%):	14,67
Datos Del Ensayo	
Peso humedo de la Probeta(gr):	2174,800
Diametro de la Probeta (cm):	10,100
Altura de la Probeta(cm):	11,900
Area de la probeta (cm2):	80,129
Volumen de la probeta (cm3):	953,533
Densidad humeda (gr/cm3):	2,281
Densidad seca maxima (gr/cm3):	1,989

ecuacion de calibracion: $Y = 1,8364 X + 8,4769$

Nº	Deformacion	Lec. Dial	Deformacion Δl (mm)	Def. Unitaria Δl/l(mm)	Area (cm2)	A. corregida (cm2)	carga (kg)	esfuerzo (kg/cm2)
1	0	0,00	0	0,0000	81,723	81,723	3,836	0,047
2	20	190,00	0,2	0,0017	81,723	81,864	161,716	1,975
3	40	450,00	0,4	0,0034	81,723	82,006	377,763	4,607
4	60	820,00	0,6	0,0052	81,723	82,148	685,215	8,341
5	80	1540,00	0,8	0,0069	81,723	82,291	1283,499	15,597
6	100	2080,00	1	0,0086	81,723	82,434	1732,212	21,013
7	150	2180,00	1,5	0,0129	81,723	82,794	1815,307	21,926
8	200	2250,00	2	0,0172	81,723	83,157	1873,474	22,529
							qu =	22,529





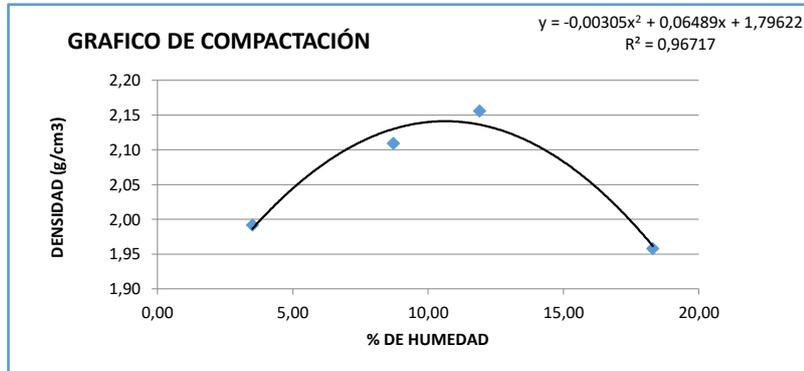
COMPACTACION T-180

suelo A-6(8) + 2.5% Asfalto Espumado

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Carretera San Pedro Fecha: 11/01/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Muestra: Unica **Volumen:** 1923,5 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10125	10570	10800	10615
Peso del molde	6160,00	6160,00	6160,00	6160,00
Peso suelo húmedo	3965	4410	4640	4455
Volumén de la muestra	1923,5	1923,5	1923,5	1923,5
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,06	2,29	2,41	2,32
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	63,22	68,76	60,29	76,77
Peso suelo seco + cápsula	62,18	66,84	58,61	71,82
Peso del agua	1,04	1,92	1,68	4,95
Peso de la cápsula	32,54	44,82	44,49	44,77
Peso suelo seco	29,64	22,02	14,12	27,05
Contenido de humedad (%h)	3,51	8,72	11,90	18,30
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,99	2,11	2,16	1,96



Densidad Máxima	2,14 gr/cm ³
Humedad Optima	10,67 %



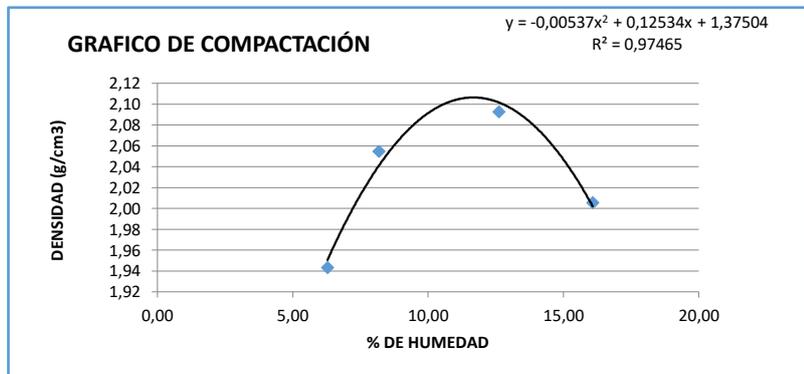
COMPACTACION T-180

suelo A-6(8) + 3.5% Asfalto Espumado

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado	Fecha: 11/01/2020
Procedencia: Carretera San Pedro	Identificación: Unica
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca	

Muestra: Unica **Volumen:** 1905,3 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10430	10730	10985	10930
Peso del molde	6495,00	6495,00	6495,00	6495,00
Peso suelo húmedo	3935	4235	4490	4435
Volumén de la muestra	1905,3	1905,3	1905,3	1905,3
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,07	2,22	2,36	2,33
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	68,48	66,21	83,90	69,61
Peso suelo seco + cápsula	67,05	64,59	79,46	66,20
Peso del agua	1,43	1,62	4,44	3,41
Peso de la cápsula	44,29	44,81	44,26	44,99
Peso suelo seco	22,76	19,78	35,2	21,21
Contenido de humedad (%h)	6,28	8,19	12,61	16,08
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,94	2,05	2,09	2,01



Densidad Máxima	2,16 gr/cm³
Humedad Optima	12,50 %



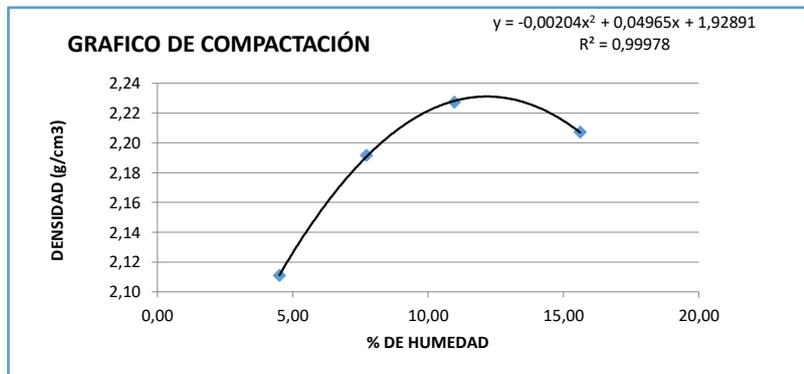
COMPACTACION T-180

suelo A-6(8) + 4.5% Asfalto Espumado

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado	
Procedencia: Carretera San Pedro	Fecha: 12/01/2020
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca	Identificación: Unica

Muestra: Unica	Volumen: 1937,9 cm ³
-----------------------	--

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10350	10650	10865	11020
Peso del molde	6075,00	6075,00	6075,00	6075,00
Peso suelo húmedo	4275	4575	4790	4945
Volumén de la muestra	1937,9	1937,9	1937,9	1937,9
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,21	2,36	2,47	2,55
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	84,29	69,67	82,35	67,33
Peso suelo seco + cápsula	82,50	67,76	78,62	64,24
Peso del agua	1,79	1,91	3,73	3,09
Peso de la cápsula	42,78	43,02	44,63	44,45
Peso suelo seco	39,72	24,74	33,99	19,79
Contenido de humedad (%h)	4,51	7,72	10,97	15,61
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	2,11	2,19	2,23	2,21



Densidad Máxima	2,23 gr/cm ³
Humedad Optima	12,25 %



COMPACTACION T-180

suelo A-6(8) + 5.5% Asfalto Espumado

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado

Procedencia: Carretera San Pedro

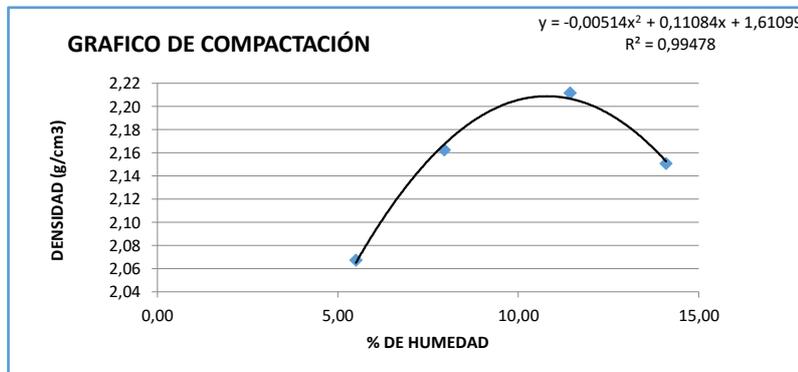
Fecha: 12/01/2020

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Identificación: Unica

Muestra: Unica Volumen: 1923,5 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde	10355	10650	10900	10880
Peso del molde	6160,00	6160,00	6160,00	6160,00
Peso suelo húmedo	4195	4490	4740	4720
Volumén de la muestra	1923,5	1923,5	1923,5	1923,5
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	2,18	2,33	2,46	2,45
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula	50,42	50,31	45,17	78,06
Peso suelo seco + cápsula	48,90	48,17	42,76	71,06
Peso del agua	1,52	2,14	2,41	7
Peso de la cápsula	21,26	21,25	21,68	21,39
Peso suelo seco	27,64	26,92	21,08	49,67
Contenido de humedad (%h)	5,50	7,95	11,43	14,09
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	2,07	2,16	2,21	2,15



Densidad Máxima	2,22 gr/cm ³
Humedad Optima	11,00 %



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-6(8) + 2.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: Carr. San Pedro

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	A.de mojarse		D. de M	A. de mojarse		D. de M	A.de mojarse		D. de M
P. muestra húm.+molde	11660		12130	12010		12320	13515		14440
Peso Molde	6340		6340	6300		6300	7655		7655
Peso muestra húmeda	5320		5790	5710		6020	5860		6785
Volumen de la muestra	2413,397		24113,4	2431,542		2431,54	2449,688		2449,69
Peso Unit. Muestra Húm.	2,204		0,240	2,348		2,476	2,392		2,770
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	47,36	38,35	58,03	58,22	45,19	44,38	45,08	54,39	34
Peso muestra seca + tara	44,86	36,71	53,86	54,74	42,89	41,73	42,68	51,34	32,45
Peso del agua	2,5	1,64	4,17	3,48	2,3	2,65	2,4	3,05	1,55
Peso de tara	21,27	20,6	21,24	21,27	21,32	21,77	21,3	21,57	21,41
Peso de la muestra seca	23,59	16,11	32,62	33,47	21,57	19,96	21,38	29,77	11,04
Contenido humedad %	10,5977	10,18	12,7836	10,3974	10,66296	13,2766	11,2254	10,245	14,0399
Promedio cont. Humedad	10,39		12,7836	10,53		13,2766	10,74		14,0399
Peso Unit.muestra seca	1,997		0,2129	2,125		2,18562	2,160		2,42875

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
10,67	2,14

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
09-mar	18:00	1	10,33			13,10			10,50		
10-mar	18:00	2	14,34			15,40			12,82		
11-mar	18:00	3	17,34			19,31			13,30		
12-mar	9:30	4	17,34	0,70	6,01	19,70	0,66	5,66	13,40	0,29	2,49

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
5,5	1,997
6,5	2,125
6,9	2,160

C.B.R. (ecuacion de calibracion: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		3,64	0,19			14,49	0,75			5,00	0,26		
0,05	1,27		30,76	1,59			23,98	1,24			12,46	0,64		
0,075	1,9		52,46	2,71			38,90	2,01			23,98	1,24		
0,1	2,54	1360	57,88	2,99		4,3	66,02	3,41		4,9	72,80	3,76		5,4
0,2	5,08	2040	112,12	5,79		5,5	132,46	6,84		6,5	140,60	7,26		6,9
0,3	7,62		125,68	6,49			136,53	7,05			141,95	7,33		
0,4	10,16		137,21	7,09			139,24	7,19			147,38	7,61		
0,5	12,7		137,89	7,12			147,38	7,61			154,16	7,96		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

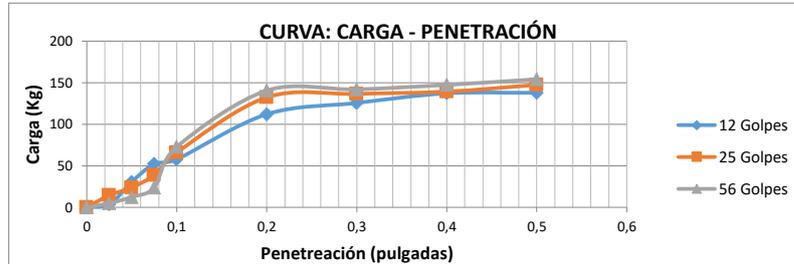
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-6(8) + 2.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: Carr. San Pedro

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



Determinación del CBR de Diseño

CBR :	5,5	6,5	6,9
Peso unitario gr/cm ³ :	1,997	2,125	2,160
Expansión %:	6,01	5,66	2,49



CBR[%]:	100	95
P.Max.	2,140	2,140
P.Max.	2,14	2,033
a:	0,119	0,119
b:	1,344	1,344
CBR[%]	6,69	5,79

Determinación De La Expansión



P.Max.	2,140
a:	-0,032
b:	2,247
Expansión[%]	3,34

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-6(8) + 3.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: Carr. San pedro

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

CONDICION DE MUESTRA	5		5		5				
	A.de mojarse	D. de M	A. de mojarse	D. de M	A.de mojarse	D. de M			
Nº capas	5		5		5				
Nº golpes por capa	12		25		56				
P. muestra húm.+molde	12505	12850,2	12940	13298,2	13825	14209,8			
Peso Molde	7240	7240	7225	7225	7950	7950			
Peso muestra húmeda	5265	5610,15	5715	6073,2	5875	6259,75			
Volumen de la muestra	2340,813	2340,81	2358,959	2358,96	2340,813	2340,81			
Peso Unit. Muestra Húm.	2,249	2,397	2,423	2,575	2,510	2,674			
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	26,08	64,63	45,03	32,26	33,65	39,15	38,15	42,75	54,81
Peso muestra seca + tara	24,95	61,52	41,59	31,07	31,55	36,14	36,25	40,3	50,66
Peso del agua	1,13	3,11	3,44	1,19	2,1	3,01	1,9	2,45	4,15
Peso de tara	16,01	35,46	16,22	20,91	16,11	16,32	21,12	21,2	21,16
Peso de la muestra seca	8,94	26,06	25,37	10,16	15,44	19,82	15,13	19,1	29,5
Contenido humedad %	12,6398	11,934	13,5593	11,7126	13,60104	15,1867	12,5578	12,827	14,0678
Promedio cont. Humedad	12,29	13,5593	12,66	15,1867	12,69	14,0678			
Peso Unit.muestra seca	2,003	2,1105	2,150	2,23509	2,227	2,34438			

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
12,50	2,16

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
09-mar	18:00	1	5,20			6,48			2,65		
10-mar	18:00	2	6,47			9,04			5,38		
11-mar	18:00	3	6,53			9,16			5,43		
12-mar	9:30	4	6,55	0,14	1,16	9,20	0,27	2,33	5,54	0,29	2,48

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
14,7	2,003
20,7	2,150
30,0	2,227

C.B.R. (ecuacion de calibracion: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes				
Pulg.	mm		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00				0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		14,49	0,75				21,27	1,10			21,27	1,10		
0,05	1,27		41,61	2,15				41,61	2,15			28,05	1,45		
0,075	1,9		75,51	3,90				68,73	3,55			48,39	2,50		
0,1	2,54	1360	116,19	6,00		8,5		109,41	5,65		8,0	75,51	3,90		5,6
0,2	5,08	2040	299,25	15,46		14,7		421,29	21,77		20,7	611,13	31,58		30,0
0,3	7,62		475,53	24,57				882,33	45,59			787,41	40,68		
0,4	10,16		597,57	30,87				1004,37	51,89			1112,85	57,50		
0,5	12,7		706,05	36,48				1126,41	58,20			1194,21	61,70		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

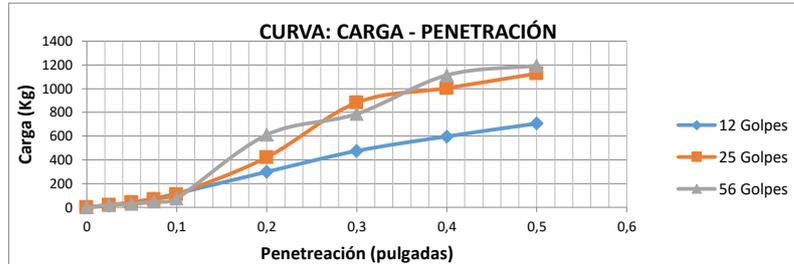
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-6(8) + 3.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

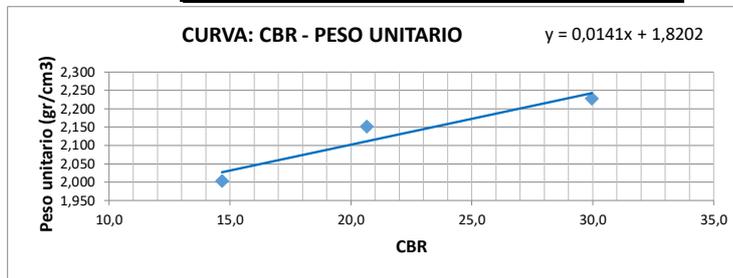
procedencia: Carr. San Pedro

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



Determinación del CBR de Diseño

CBR :	14,7	20,7	30,0
Peso unitario gr/cm ³ :	2,003	2,150	2,227
Expansión %:	1,16	2,33	2,48



CBR[%]:	100	95
P.Max.	2,160	2,160
P.Max.	2,16	2,052
a:	0,014	0,014
b:	1,82	1,82
CBR[%]	24,29	16,57

Determinación De La Expansión



P.Max.	2,160
a:	0,153
b:	1,821
Expansión[%]	2,22

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-6(8) + 4.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: Carr. San Pedro Laboratorio: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	A.de mojarse		D. de M	A. de mojarse		D. de M	A.de mojarse		D. de M
P. muestra húm.+molde	11605		10923	11895		12221,9	12255		12386,7
Peso Molde	6335		6335	6305		6305	6280		6280
Peso muestra húmeda	5270		4588	5590		5916,85	5975		6106,65
Volumen de la muestra	2304,522		2304,52	2358,959		2358,96	2340,813		2340,81
Peso Unit. Muestra Húm.	2,287		1,991	2,370		2,508	2,553		2,609
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	64,56	61,39	74,01	70,29	67,14	68,14	63,62	69,93	80,5
Peso muestra seca + tara	62,24	59,6	70,29	67,54	64,66	64,6	61,55	67,07	75,25
Peso del agua	2,32	1,79	3,72	2,75	2,48	3,54	2,07	2,86	5,25
Peso de tara	42,74	45,07	44,51	44,61	45,05	42,26	44,67	44,89	42,86
Peso de la muestra seca	19,5	14,53	25,78	22,93	19,61	22,34	16,88	22,18	32,39
Contenido humedad %	11,8974	12,319	14,4298	11,993	12,6466	15,846	12,263	12,894	16,2087
Promedio cont. Humedad	12,11		14,4298	12,32		15,846	12,58		16,2087
Peso Unit.muestra seca	2,040		1,73982	2,110		2,16516	2,267		2,2449

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
12,25	2,23

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
09-mar	18:00	1	5,38			1,80			6,38		
10-mar	18:00	2	10,66			3,51			9,62		
11-mar	18:00	3	15,76			5,54			9,62		
12-mar	9:30	4	16,10	1,07	9,19	5,83	0,40	3,46	9,94	0,36	3,06

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
7,4	2,040
21,6	2,110
33,9	2,267

C.B.R. (ecuacion de calibracion: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		Kg	Kg	Kg/cm2	C.B.R. CORREG	Kg	Kg/cm2	Kg	C.B.R. CORREG	Kg	Kg/cm2	Kg	C.B.R. CORREG
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		7,71	0,40			14,49	0,75			14,49	0,75		
0,05	1,27		28,05	1,45			28,05	1,45			34,83	1,80		
0,075	1,9		44,32	2,29			55,17	2,85			68,73	3,55		
0,1	2,54	1360	68,73	3,55		5,1	82,29	4,25		6,1	109,41	5,65		8,0
0,2	5,08	2040	150,09	7,75		7,4	441,63	22,82		21,6	692,49	35,78		33,9
0,3	7,62		258,57	13,36			692,49	35,78			1262,01	65,20		
0,4	10,16		380,61	19,66			1126,41	58,20			1465,41	75,71		
0,5	12,7		448,41	23,17			1289,13	66,61			1560,33	80,62		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

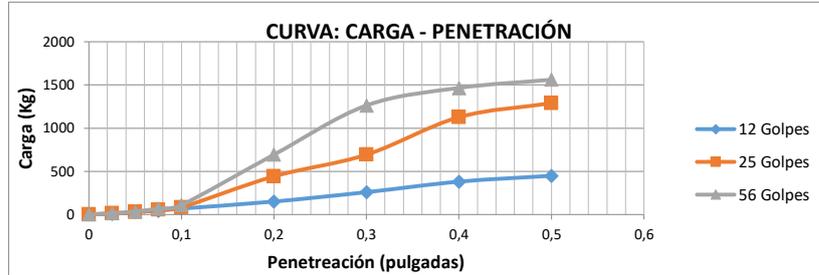
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-6(8) + 4.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

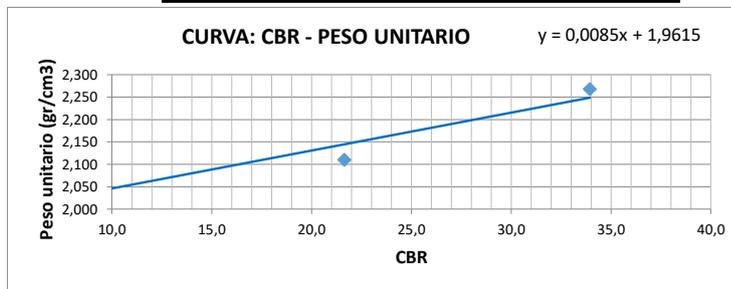
procedencia: Carr. San Pedro

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



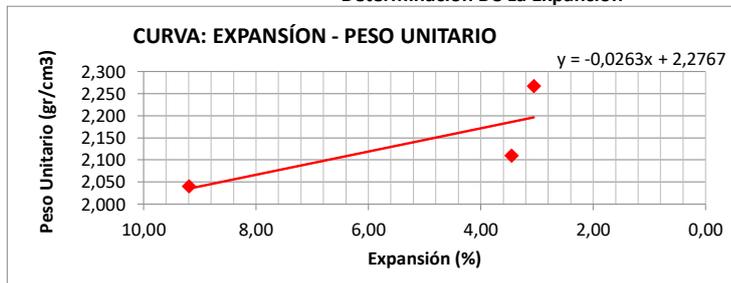
Determinación del CBR de Diseño

CBR :	7,4	21,6	33,9
Peso unitario gr/cm ³ :	2,040	2,110	2,267
Expansión %:	9,19	3,46	3,06



CBR[%]:	100	95
P.Max.	2,230	2,230
P.Max.	2,23	2,1185
a:	0,008	0,008
b:	1,961	1,961
CBR[%]	33,63	19,69

Determinación De La Expansión



P.Max.	2,230
a:	-0,0263
b:	2,2767
Expansión[%]	1,78



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-6(8) + 5.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

procedencia: Carr. San pedro

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

CONDICION DE MUESTRA	5		5		5					
	A.de mojarse	D. de M	A. de mojarse	D. de M	A.de mojarse	D. de M				
Nº capas	5		5		5					
Nº golpes por capa	12		25		56					
P. muestra húm.+molde	11390	11880	11970	12335	12140	12685				
Peso Molde	6285	6285	6310	6310	6320	6320				
Peso muestra húmeda	5105	5595	5660	6025	5820	6365				
Volumen de la muestra	2485,98	2485,98	2576,71	2576,71	2594,86	2594,86				
Peso Unit. Muestra Húm.	2,054	2,251	2,197	2,338	2,243	2,453				
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Peso muestra húm + tara	48,35	40,3	47,44	53,06	49,19	64,25	85,36	40,42	80,24	
Peso muestra seca + tara	45,63	38,47	44,58	49,73	46,4	58,23	81	38,48	74,38	
Peso del agua	2,72	1,83	2,86	3,33	2,79	6,02	4,36	1,94	5,86	
Peso de tara	21,46	21,08	20,92	21,76	21,38	21,39	44,29	21,31	35,47	
Peso de la muestra seca	24,17	17,39	23,66	27,97	25,02	36,84	36,71	17,17	38,91	
Contenido humedad %	11,2536	10,523	12,0879	11,9056	11,15108	16,3409	11,8769	11,299	15,0604	
Promedio cont. Humedad	10,89		12,0879		11,53		16,3409		11,59	
Peso Unit.muestra seca	1,852		2,00791		1,970		2,00983		2,010	

Hum. Opt. %	Peso Unit. gr/cm3
11,00	2,22

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 12 golpes			MOLDE Nº 25 golpes			MOLDE Nº 56 golpes		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
09-mar	18:00	1	8,83			13,70			5,55		
10-mar	18:00	2	14,73			18,60			9,03		
11-mar	18:00	3	14,70			17,70			8,71		
12-mar	9:30	4	14,70	0,59	5,03	17,67	0,40	3,40	8,59	0,30	2,61

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm3
14,0	1,852
16,7	1,970
18,0	2,010

C.B.R. (ecuación de calibración: $Y = 13,56X + 0,929$)

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 12 golpes				MOLDE Nº 25 golpes				MOLDE Nº 56 golpes			
Pulg.	mm		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
		Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,00	0,00			0,00	0,00			0,00	0,00		
0,025	0,63		7,71	0,40			28,05	1,45			14,49	0,75		
0,05	1,27		89,07	4,60			61,95	3,20			41,61	2,15		
0,075	1,9		183,99	9,51			217,89	11,26			204,33	10,56		
0,1	2,54	1360	251,79	13,01		18,5	245,01	12,66		18,0	245,01	12,66		18,0
0,2	5,08	2040	285,69	14,76		14,0	339,93	17,56		16,7	367,05	18,96		18,0
0,3	7,62		312,81	16,16			434,85	22,47			468,75	24,22		
0,4	10,16		380,61	19,66			516,21	26,67			611,13	31,58		
0,5	12,7		448,41	23,17			550,11	28,42			828,09	42,78		

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

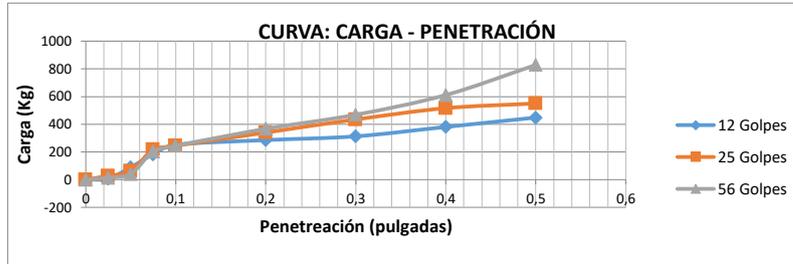
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

suelo A-6(8) + 5.5% Asfalto Espumado

Proyecto: "Análisis de Propiedades de materiales de sub rasante estabilizados con asfalto espumado".

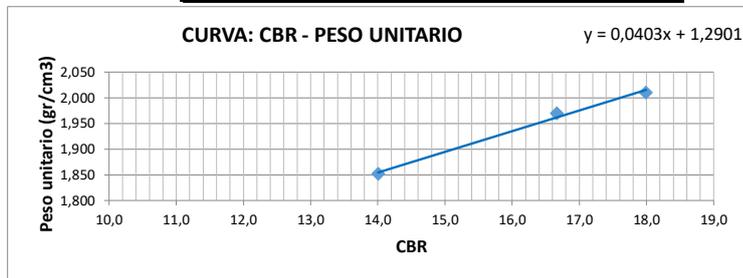
procedencia: Carr. San Pedro

Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca



Determinación del CBR de Diseño

CBR :	14,0	16,7	18,0
Peso unitario gr/cm ³ :	1,852	1,970	2,010
Expansión %:	5,03	3,40	2,61



CBR[%]:	100	95
P.Max.	2,220	2,220
P.Max.	2,22	2,109
a:	0,04	0,04
b:	1,29	1,29
CBR[%]	23,25	20,48

Determinación De La Expansión



P.Max.	2,220
a:	-0,066
b:	2,187
Expansión[%]	-0,50

Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
 LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE SUELOS



COMPRESION SIMPLE

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Carretera San Pedro Fecha: 03/02/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Tipo de Muestra:	Suelo A-6(8) + 2.5% A. Espumado
humedad Optima (%):	10,67
Datos Del Ensayo	
Peso humedo de la Probeta(gr):	1757,400
Diametro de la Probeta (cm):	9,800
Altura de la Probeta(cm):	11,800
Area de la probeta (cm2):	75,439
Volumen de la probeta (cm3):	890,185
Densidad humeda (gr/cm3):	1,974
Densidad seca maxima (gr/cm3):	1,784

ecuacion de calibracion: $Y = 1,8364 X + 8,4769$

Nº	Deformacion	Lec. Dial	Deformacion Δl (mm)	Def. Unitaria Δl/l(mm)	Area (cm2)	A. corregida (cm2)	carga (kg)	esfuerzo (kg/cm2)
1	0	0	0	0,0000	81,723	81,723	3,836	0,047
2	20	22	0,2	0,0017	81,723	81,864	22,117	0,270
3	40	95	0,4	0,0034	81,723	82,006	82,776	1,009
4	60	250	0,6	0,0052	81,723	82,148	211,573	2,576
5	80	450	0,8	0,0069	81,723	82,291	377,763	4,591
6	100	540	1	0,0086	81,723	82,434	452,549	5,490
7	200	750	2	0,0172	81,723	83,157	627,048	7,541
8	300	930	3	0,0259	81,723	83,893	776,619	9,257
							qu =	9,257





COMPRESION SIMPLE

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Carretera San Pedro Fecha: 03/02/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Tipo de Muestra:	Suelo A-6(8) + 3.5% A. Espumado
humedad Optima (%):	12,5
Datos Del Ensayo	
Peso humedo de la Probeta(gr):	1839,600
Diametro de la Probeta (cm):	9,800
Altura de la Probeta(cm):	10,560
Area de la probeta (cm2):	75,439
Volumen de la probeta (cm3):	796,640
Densidad humeda (gr/cm3):	2,309
Densidad seca maxima (gr/cm3):	2,053

ecuacion de calibracion: $Y = 1,8364 X + 8,4769$

Nº	Deformacion	Lec. Dial	Deformaion Δl (mm)	Def. Unitaria Δl/l(mm)	Area (cm2)	A. corregida (cm2)	carga (kg)	esfuerzo (kg/cm2)
1	0	0	0	0,0000	81,723	81,723	3,836	0,047
2	20	10	0,2	0,0017	81,723	81,864	12,145	0,148
3	40	90	0,4	0,0034	81,723	82,006	78,621	0,959
4	60	130	0,6	0,0052	81,723	82,148	111,859	1,362
5	80	350	0,8	0,0069	81,723	82,291	294,668	3,581
6	100	550	1	0,0086	81,723	82,434	460,858	5,591
7	200	790	2	0,0172	81,723	83,157	660,286	7,940
8	300	1065	3	0,0259	81,723	83,893	888,798	10,594
							qu =	10,594





COMPRESION SIMPLE

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Carretera San Pedro Fecha: 03/02/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Tipo de Muestra:	Suelo A-6(8) + 4.5% A. Espumado
humedad Optima (%):	12,25
Datos Del Ensayo	
Peso humedo de la Probeta(gr):	2156,000
Diametro de la Probeta (cm):	10,000
Altura de la Probeta(cm):	11,700
Area de la probeta (cm2):	78,550
Volumen de la probeta (cm3):	919,035
Densidad humeda (gr/cm3):	2,346
Densidad seca maxima (gr/cm3):	2,090

ecuacion de calibracion: $Y = 1,8364 X + 8,4769$

Nº	Deformacion	Lec. Dial	Deformaion Δl (mm)	Def. Unitaria Δl/l(mm)	Area (cm2)	A. corregida (cm2)	carga (kg)	esfuerzo (kg/cm2)
1	0	0	0	0,0000	81,723	81,723	3,836	0,047
2	20	30	0,2	0,0017	81,723	81,864	28,764	0,351
3	40	120	0,4	0,0034	81,723	82,006	103,550	1,263
4	60	160	0,6	0,0052	81,723	82,148	136,788	1,665
5	80	380	0,8	0,0069	81,723	82,291	319,597	3,884
6	100	590	1	0,0086	81,723	82,434	494,096	5,994
7	200	990	2	0,0172	81,723	83,157	826,476	9,939
8	300	1140	3	0,0259	81,723	83,893	951,119	11,337
							qu =	11,337



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS



COMPRESION SIMPLE

Proyecto: analisis de propiedades de subrasante estabilizados con asfalto espumado
 Procedencia: Carretera San Pedro Fecha: 03/02/2020
 Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca Identificación: Unica

Tipo de Muestra:	Suelo A-6(8) + 5.5% A. Espumado
humedad Optima (%):	11
Datos Del Ensayo	
Peso humedo de la Probeta(gr):	1934,000
Diametro de la Probeta (cm):	10,100
Altura de la Probeta(cm):	10,900
Area de la probeta (cm2):	80,129
Volumen de la probeta (cm3):	873,405
Densidad humeda (gr/cm3):	2,214
Densidad seca maxima (gr/cm3):	1,995

ecuacion de calibracion: $Y = 1,8364 X + 8,4769$

Nº	Deformacion	Lec. Dial	Deformaion Δl (mm)	Def. Unitaria Δl/l(mm)	Area (cm2)	A. corregida (cm2)	carga (kg)	esfuerzo (kg/cm2)
1	0	0	0	0,0000	81,723	81,723	3,836	0,047
2	20	26	0,2	0,0017	81,723	81,864	25,440	0,311
3	40	149	0,4	0,0034	81,723	82,006	127,647	1,557
4	60	156	0,6	0,0052	81,723	82,148	133,464	1,625
5	80	450	0,8	0,0069	81,723	82,291	377,763	4,591
6	100	650	1	0,0086	81,723	82,434	543,953	6,599
7	200	870	2	0,0172	81,723	83,157	726,762	8,740
8	300	1053	3	0,0259	81,723	83,893	878,826	10,476
							qu =	10,476



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS

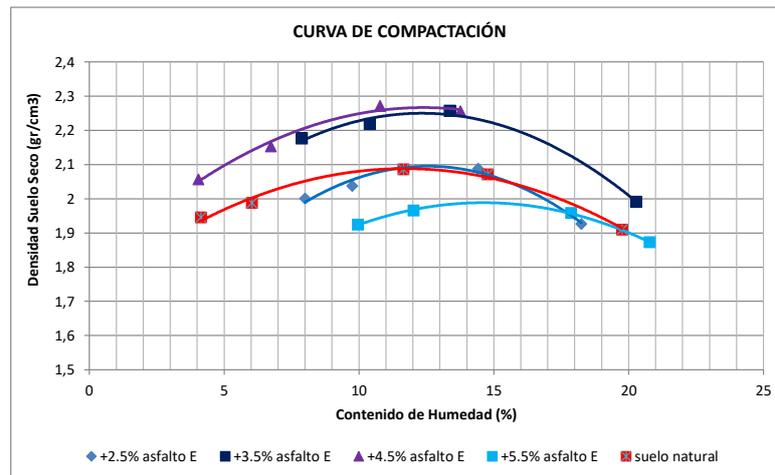


RESULTADOS COMPACTACION

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
procedencia: Barrio 2 de Mayo
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 28/01/2020
Identificación: Unica

Valores obtenidos en la prueba Compactación T-180 (muestra suelo+asfalto espumado)					
Muestra suelo +	suelo natural	2.5% Asfalto E.	3,5% Asfalto E.	4.5% Asfalto E.	5.5% Asfalto E.
Humedad optima (%)	11,68	12,70	12,50	12,67	14,67
Densidad seca (gr/cm ³)	2,09	2,10	2,25	2,27	1,99



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS

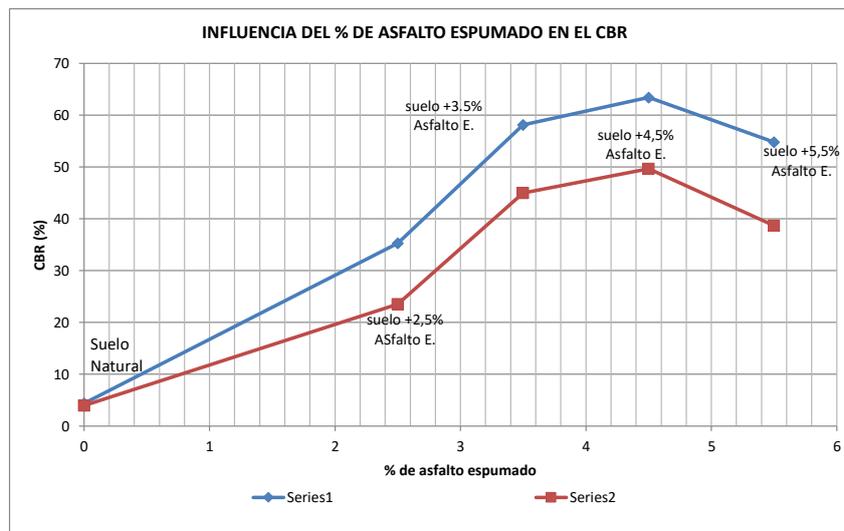


RESULTADOS C.B.R.

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
procedencia: Barrio 2 de Mayo
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 28/01/2020
Identificación: Unica

Valores obtenidos en la prueba CBR al 100% y 95%					
Muestra	suelo natural	2.5% Asfalto E.	3,5% Asfalto E.	4.5% Asfalto E.	5.5% Asfalto E.
CBR al 100%	4,39	35,27	58,14	63,43	54,82
CBR al 95%	3,96	23,54	44,99	49,66	38,68



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS

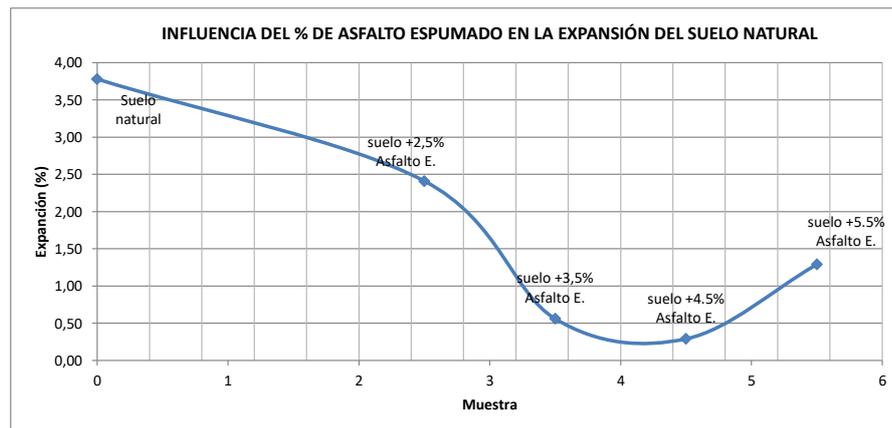


RESULTADOS EXPANSION

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
procedencia: Barrio 2 de Mayo
Laboralista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 28/01/2020
Identificación: Unica

Valores obtenidos de la expansión					
Muestra	suelo natural	2.5% Asfalto E.	3,5% Asfalto E.	4.5% Asfalto E.	5.5% Asfalto E.
Expansión	3,78	2,41	0,560	0,290	1,290



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

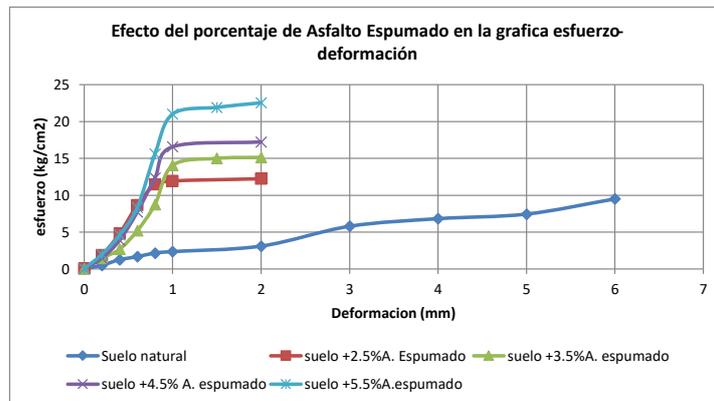
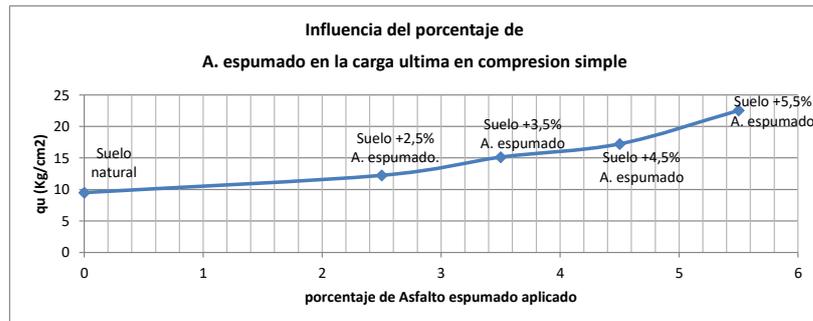
Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS



RESULTADOS COMPRESION SIMPLE

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
procedencia: Barrio 2 de Mayo
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca
Fecha: 03/02/2020
Identificación: Unica

Valores obtenidos en la prueba Compresion simple de la estabilizacion suelo-A. espumado					
Muestra	suelo natural	2.5% Asfalto E.	3,5% Asfalto E.	4,5% Asfalto E.	5.5% Asfalto E.
qu (kg/cm2)	9,499	12,24	15,135	17,233	22,529





RESUMEN DE RESULTADOS

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
procedencia: Barrio 2 de Mayo
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 03/02/2020
Identificación: Unica

Propiedad	Ensayo	Resultados suelo 2 De Mayo				
		suelo natural	2.5% Asfalto E.	3,5% Asfalto E.	4.5% Asfalto E.	5.5% Asfalto E.
Compactacion	Humedad optima (%)	11,68	12,70	12,50	12,67	14,67
	Densidad seca maxima (gr/cm3)	2,09	2,10	2,25	2,27	1,99
Cambio volumetrico	Expansion (%)	3,78	2,41	0,56	0,29	1,29
Capacidad de soporte	CBR al 100%	4,39	35,27	58,14	63,43	54,82
	CBR al 95%	3,96	23,54	44,99	49,66	38,68
Resistencia a compresion	Carga ultima qu (kg/cm2)	9,499	12,24	15,14	17,23	22,53

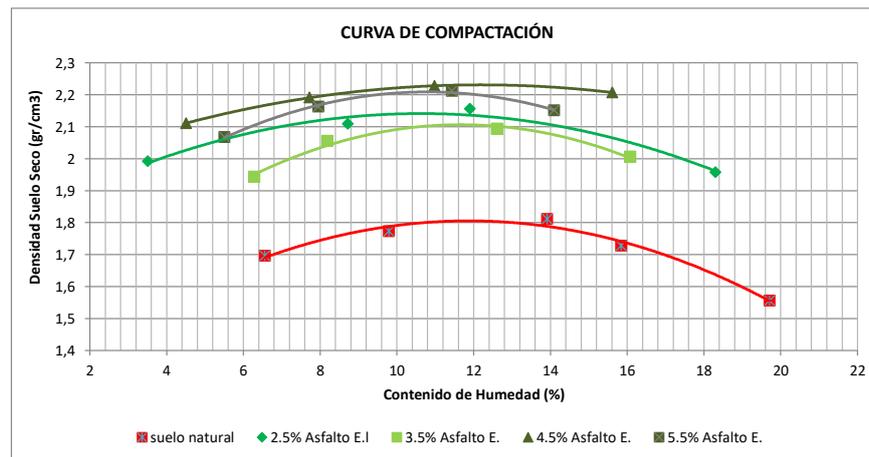


RESULTADOS COMPACTACION

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Carretera San pedro
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 28/01/2020
Identificación: Unica

Valores obtenidos en la prueba Compactación T-180 (muestra suelo+asfalto espumado)					
Muestra suelo +	suelo natural	2.5% Asfalto E.	3,5% Asfalto E.	4.5% Asfalto E.	5.5% Asfalto E.
Humedad optima (%)	11,87	10,67	12,50	12,25	11,00
Densidad seca (gr/cm ³)	1,81	2,14	2,16	2,23	2,22



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS

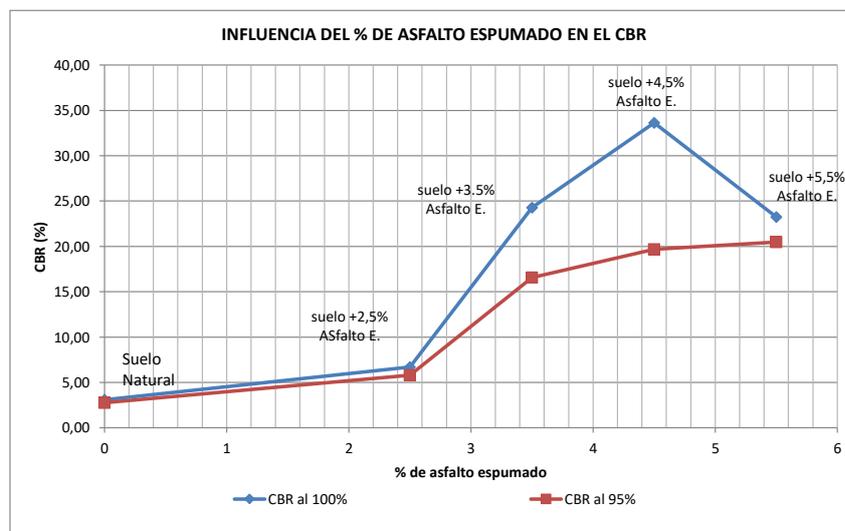


RESULTADOS C.B.R.

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Carretera San pedro
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 28/01/2020
Identificación: Unica

Valores obtenidos en la prueba CBR al 100% y 95%					
Muestra	suelo natural	2.5% Asfalto E.	3,5% Asfalto E.	4.5% Asfalto E.	5.5% Asfalto E.
CBR al 100%	3,08	6,69	24,29	33,63	23,25
CBR al 95%	2,76	5,79	16,57	19,69	20,48



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS

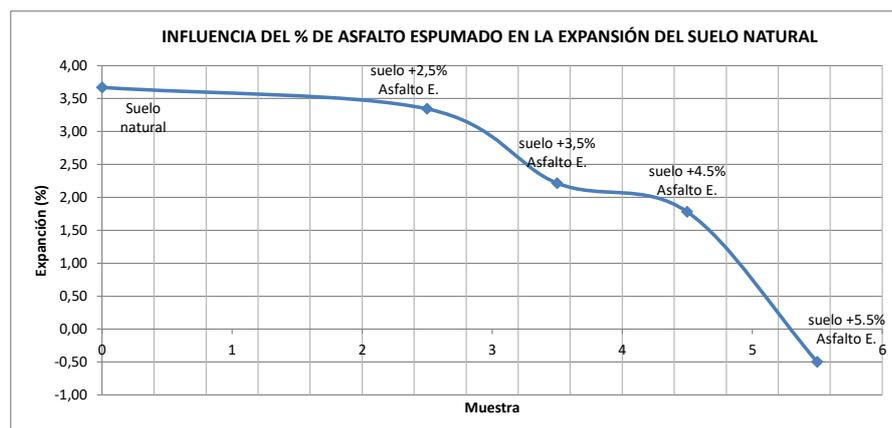


RESULTADOS EXPANSION

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Carretera San pedro
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 28/01/2020
Identificación: Unica

Valores obtenidos de la expansión					
Muestra	suelo natural	2.5% Asfalto E.	3,5% Asfalto E.	4.5% Asfalto E.	5.5% Asfalto E.
Expansión	3,67	3,34	2,216	1,780	-0,500



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

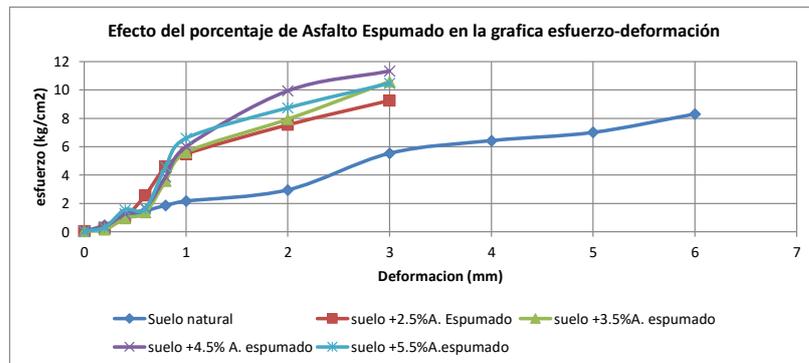
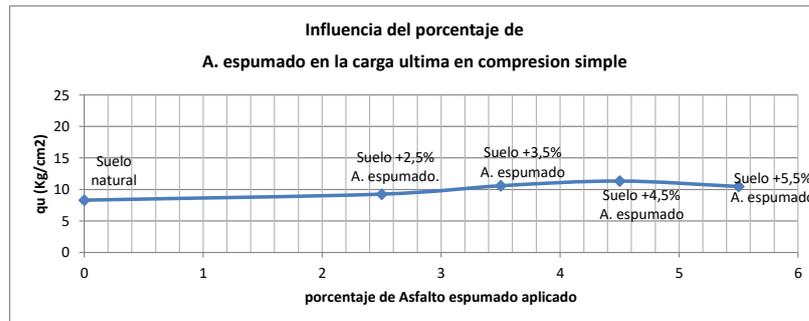
Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS



RESULTADOS COMPRESION SIMPLE

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
procedencia: Carretera San Pedro
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca
Fecha: 03/02/2020
Identificación: Unica

Valores obtenidos en la prueba Compresion simple de la estabilizacion suelo-A. espumado					
Muestra	suelo natural	2.5% Asfalto E.	3,5% Asfalto E.	4,5% Asfalto E.	5.5% Asfalto E.
qu (kg/cm2)	8,304	9,257	10,594	11,337	10,476



Univ. Luis Ernesto Jurado Gareca
LABORATORISTA

Ing. José Ricardo Arce
ENCARGADO DEL LABORATORIO SUELOS



RESUMEN DE RESULTADOS

Proyecto: Analisis de propiedades de materiales de sub rasante, estabilizados con asfalto espumado
Procedencia: Carretera San pedro
Laboratorista: Luis Ernesto Jurado Gareca

Fecha: 28/01/2020
Identificación: Unica

Propiedad	Ensayo	Resultados suelo San Pedro				
		Suelo Natural	2.5% Asfalto E.	3,5% Asfalto E.	4.5% Asfalto E.	5.5% Asfalto E.
Compactacion	Humedad optima (%)	11,87	10,67	12,50	12,25	11,00
	Densidad seca maxima (gr/cm3)	1,81	2,14	2,16	2,23	2,22
Cambio volumetrico	Expansion (%)	3,67	3,34	2,22	1,78	-0,50
Capacidad de soporte	CBR al 100%	3,08	6,69	24,29	33,63	23,25
	CBR al 95%	2,76	5,79	16,57	19,69	20,48
Resistencia a compresion	Carga ultima qu (kg/cm2)	8,304	9,26	10,59	11,34	10,48

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

INGENIERIA CIVIL

Estudio De Alternativas Para la Estabilización De Sub Rasante con asfalto espumado

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM:	estabilizacion con asfalto espumado	UNIDAD:	\$us/m3	CANTIDAD:	
RUBRO				COSTO EN \$us.	
1) MATERIALES		UNIDAD	REND	UNITARIO	PARCIAL
cemento asfaltico convencional 85-100		m3	0,0068	1578,19	10,65
agua		lts	0,236	0,86	0,20
PRECIO UNITARIO DE MATERIALES				\$us.	10,86
2) MANO DE OBRA:		UNIDAD	REND	UNITARIO	TOTAL
Peón		hr	0,1067	14,85	1,58
Oficial		hr	0,0533	16,51	0,88
Capataz		hr	0,0533	22,11	1,18
Chofer		hr	0,1067	20,10	2,14
Operador equipo pesado		hr	0,1067	20,10	2,14
PRECIO UNITARIO DE MANO DE OBRA				\$us.	7,93
3) HERRAMIENTAS Y EQUIPO:		UNIDAD	REND	UNITARIO	TOTAL
grupo electrogeno 250 HP 150 KW		hr	0,0533	30,00	1,60
recicladora Wirtgen WR 2500 S		hr	0,0020	31,95	0,06
planta mezcladora asfaltica		m3	0,0900	138,50	12,47
Rodillo vibratorio liso auto.		hr	0,0097	26,02	0,25
desgaste herramientas (5 % M.O.)					0,40
PRECIO UNITARIO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPO				\$us.	14,78
COSTO DIRECTO DE LA ACTIVIDAD				\$us.	33,57
4) GASTOS GENERALES 10% de 1,2 y3				\$us.	3,36
5)UTILIDADES 7 % de 1,2 y3				\$us.	2,35
6)RECARGOS					
IVA 13,94 % de M.O.					3,17
IT 3,09 % de C.D.					1,04
BENEFICIOS SOCIALES 50 % de M.O.					3,97
TOTAL RECARGOS				\$us.	8,17
COSTO TOTAL DEL ITEM EN DOLARES				\$us.	47,440
COSTO TOTAL DEL ITEM EN BOLIVIANOS				Bs.	332,555