

ANEXOS 1

A.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

A.1.1 CARACTERÍSTICAS DE POLIPROPILENO

El **polipropileno** es un material cuya ventaja más importante es su excelente resistencia química, especialmente a los reactivos orgánicos y a los ácidos. Es un plástico de aplicaciones similares al polietileno: temas alimenticios y de “contacto” con el ser humano. No absorbe humedad, por lo cual tiene una buena estabilidad dimensional, y tiene buenas cualidades dieléctricas y de aislamiento térmico.

Figura A-1 Polipropileno para la elaboración de la Mezcla Asfáltica



Fuente: Elaboración Propia

A.1.2. MATERIAL DE APORTACIÓN

A.1.2.1. AGREGADOS

A.1.2.1.1 DISEÑO GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (DOCUMENTO REFERENCIAL ASTM D422 – AASHTO T88)

INTRODUCCIÓN

Las mezclas asfálticas pueden denominarse densas, open-graded o gap-graded. Estas denominaciones dependen de la granulometría de la mezcla. Todo diseño de mezclas asfálticas parte del diseño de los agregados.

Los agregados pueden proceder de diferentes canteras, la calidad de los materiales deberá ser evaluado en el laboratorio para verificar si cumple con las especificaciones técnicas.

Objetivo

Este ensayo tiene por objeto determinar la granulometría de los agregados hasta el tamiz #200, mediante su división y separación con una serie de tamices en fracciones granulométricas de tamaño decreciente.

COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Son diferentes los métodos que se puedan emplear para la combinación de agregados; entre ellos está la dosificación de los agregados por peso y por métodos gráficos. El método gráfico no se describirá en esta parte del libro.

Dosificación de los agregados por peso

$$P = Aa + Bb + Cc \text{ etc.}$$

Donde:

P: Porcentaje promedio de las especificaciones en un tamiz

A, B, C, etc.: Porcentaje de material que pasa un tamiz para la granulometría A, B, C, etc.

a, b, c, etc. :Proporción de agregados A, B, C, etc. usado en la combinación. La suma es 1

Combinación de dos agregados

$$P = Aa + Bb$$

Sabiendo que $a+b=1$, $a=1-b$; y reemplazando en la ecuación, se tiene:

$$b = \frac{P - A}{B - A} \quad y \quad a = \frac{P - B}{A - B}$$

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

a) Antes de realizar el ensayo se debe preparar la muestra, para lo cual se debe separar mediante cuarteo la cantidad necesaria hasta obtener una muestra representativa. Según la norma ASTM D 422 se obtendrá de la siguiente tabla:

Tabla A.4 Peso aprox. en función del tamaño máximo nominal.

Tamaño Máximo Nominal de la Partícula		Peso mínimo aprox. de la Porción
mm	plg	Kg
9.5	3/8	0.5
25	1	2
50	2	4
75	3	5

Fuente: norma ASTM D422

Nuestro tamaño nominal de $\frac{3}{4}$ plg tenemos alrededor de 5 Kg de material.

b) A continuación se lava el material para separar las partículas finas que pueden estar pegadas a las gruesas y para retirar la materia orgánica que puede contaminar el ensayo.

c) Verter el material lavado y secado en el juego de tamices previamente ensamblados y dispuestos, de arriba abajo, en orden decreciente de tamaños de abertura con el fondo y la tapa. El orden de los tamices a utilizar tanto para muestra de agregado grueso y fino es el siguiente:

A-2 Tamizado manual por la serie de tamices.



A.2.1.2. PESO ESPECÍFICO EN AGREGADOS FINOS

DOCUMENTO REFERENCIAL (ASTM C-128)

El método es como sigue:

1. Aproximadamente 1000 gr. de agregado fino se seca a peso constante.
2. Se sumerge el material por 24 horas en agua.
3. La muestra se extiende en una superficie plana y se expone a una corriente de aire caliente.
4. La condición saturada superficialmente seca se alcanza cuando el material cae al invertirse el cono en el que la muestra del material fue suavemente compactada.
5. Aproximadamente 500 gr. del material en la condición saturada superficialmente seca se colocan en un matraz que se llena con agua y se eliminan los aires atrapados.
6. El agregado se saca del matraz, se seca al horno a peso constante
7. La gravedad específica se calcula de la siguiente manera:

A peso en el aire del agregado seco al horno

B peso del matraz (picnómetro) con agua

C peso del matraz (picnómetro) con el agregado y agua hasta la marca

D Peso del material saturado superficialmente seco (500+10 gr)

$$\text{gravedad específica seca aparente, } G_{sa} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{gravedad específica seca bulk, } G_{sb} = \frac{A}{B + D - C}$$

$$\text{gravedad específica sat. sup. seca bulk, } G_{sssb} = \frac{D}{B + D - C}$$

$$\text{absorción(\%)} = \left(\frac{D - A}{A} \right) * 100$$

Objetivo

Este método de ensayo cubre la determinación de la medida la densidad de una cantidad de partículas de agregado fino, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción del agregado fino según ASTM C128-12.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

a) Previo a la realización del ensayo, se debe pesar una muestra de 500 gr, la cual debió haber sido lavado y secado.

Imagen A.3: Lavado del material que pasa por el tamiz N°4



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.4: Muestra sumergida en agua por 24 hrs.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.5: Secado superficial con secadora.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.6: Verificación de la condición muestra saturada con superficie seca.



Fuente: Elaboración Propia

- b)** Pesar el picnómetro vacío en una balanza de precisión de ± 0.1 gr.
- c)** Llenar el picnómetro con agua destilada hasta la marca de aforo y pesar la misma en una balanza de precisión.
- d)** Retirar el agua del picnómetro tratando que no queden residuos de la misma, seguido colocamos la muestra de agregado dentro del picnómetro con la ayuda de un embudo.
- e)** A continuación se vierte agua dentro del picnómetro hasta que esta cubra la tercera parte del mismo.

Imagen A.7: Vertido de la muestra al matraz.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.8: Peso de la muestra más agua.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.9 Obtención del peso de la muestra seca.



Fuente: Elaboración Propia

A.2.1.3. PESO ESPECIFICO EN AGREGADOS GRUESOS, ASTM C-127

La gravedad específica del agregado es necesaria para determinar el contenido de vacíos de las mezclas asfálticas compactadas. Por definición, la *gravedad específica* de un agregado es la relación del peso por unidad de volumen de un material respecto del mismo volumen de agua a aproximadamente 23°C (73.4°F). La ecuación usada es:

$$gravedad\ específica = \frac{peso}{volumen * peso\ específico}$$

Cuando se trabaja en el SI, el peso específico del agua es 1.0gr/cm³, convirtiendo la ecuación de la gravedad específica en:

$$gravedad\ específica = \frac{peso}{volumen}$$

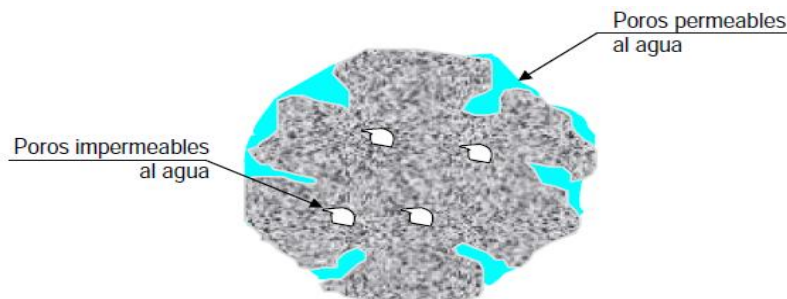
Además, existen tres diferentes gravedades específicas relacionadas al diseño de mezclas asfálticas en caliente que definen el volumen de las partículas de agregados:

Gravedad Específica Seca Aparente

Gravedad Específica Seca Bulk (Base Seca) y Saturada Superficialmente Seca Bulk²

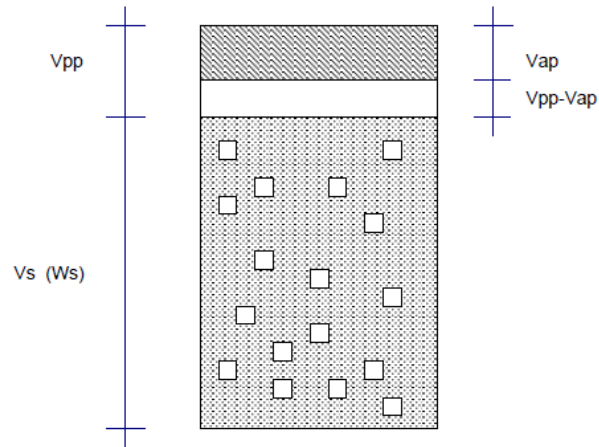
Gravedad Específica Efectiva

Para ilustrar los conceptos listados utilizaremos el esquema peso-volumen de la



partícula de agregado

Esquemáticamente las relaciones peso-volumen se muestra a continuación



Esquema de Relaciones entre las Diferentes Gravedades Específicas de una partícula de agregado.

Donde:

V_s : Volumen del agregado seco incluyendo los vacíos impermeables

V_{pp} : Volumen de poros permeables al agua

V_{ap} : Volumen de poros que absorbieron asfalto

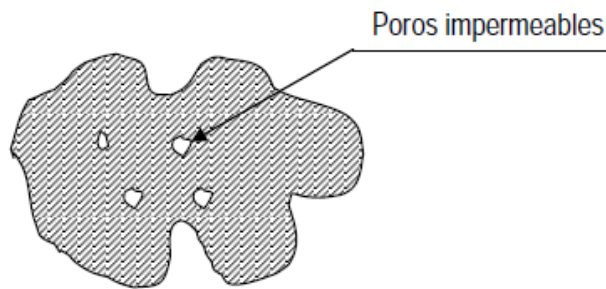
$V_{pp}-V_{ap}$: Volumen de poros permeables al agua menos los poros que absorbieron asfalto

W_s : Peso de agregado secado al horno

Nota

El agregado contiene poros impermeables que no se detallarán en las ecuaciones pero que es implícito se están considerando.

Gravedad Específica Seca Aparente

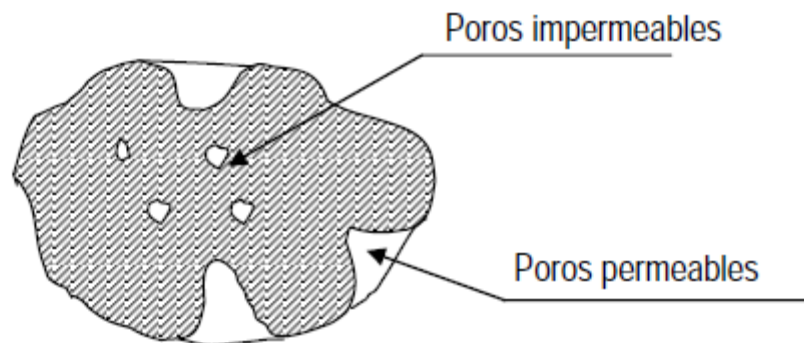


$$\text{gravedad especifica seca aparente} = \frac{\text{peso del agregado seco}}{\text{volumen del agregado}}$$

$$\text{gravedad especifica seca aparente} = G_{sa} = \frac{W_s}{V_s}$$

La gravedad específica seca aparente incluye solamente el volumen de las partículas de agregado más los poros impermeables.

Gravedad Específica Seca Bulk (Base Seca)

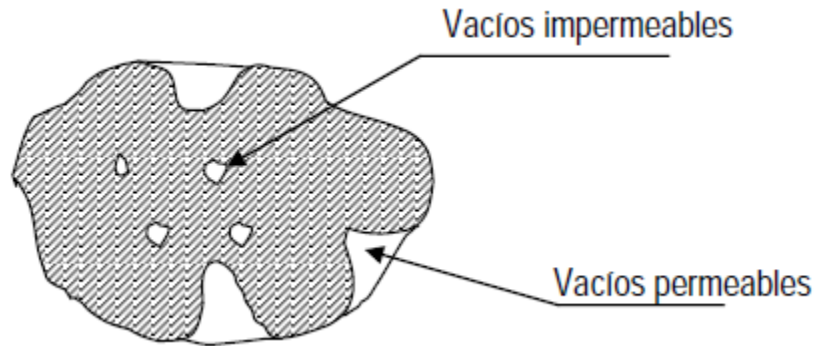


$$\text{gravedad especifica seca de bulk} = \frac{\text{peso del agregado seco}}{\text{volumen del agregado mas los poros permeables}}$$

$$\text{gravedad especifica seca bulk} = G_{sb} = \frac{W_s}{(V_s + V_{pp})}$$

Incluye volumen total de las partículas de agregados mas el volumen de poros llenos con agua luego de 24 horas de inmersión.

Gravedad Específica Saturada Superficialmente Seca Bulk



$$\text{grav. esp. sup. seca bulk} = \frac{\text{peso del agregado saturado superficialmente seco}}{\text{volumen del agregado mas los poros permeables}}$$

$$\text{grav. esp. sup. seca bulk} = G_{ssb} = \frac{G_{sss}}{(V_s + V_{pp})}$$

Donde:

WSSS: Peso del Suelo Saturado Superficialmente Seco

La gravedad específica saturada superficialmente seca bulk define la relación entre el peso del agregado en su condición saturada superficialmente seca, que se obtiene secando las partículas con un paño luego de la inmersión, y el volumen del agregado más los vacíos permeables.

La gravedad específica Saturada Superficialmente Seca Bulk es usada por la U.S. Corps of Engineers para el diseño y control de Mezclas Asfálticas en Caliente cuando se usan agregados con porcentajes de absorción mayores que 2.5%.

La gravedad específica Seca Bulk y Seca Aparente de agregados gruesos y finos se pueden determinar con las normas ASTM C-127 y C-128, respectivamente.

A.2.1.3.1. Peso Específico de los Agregados Gruesos Grava y Gravilla

Se realizó el ensayo con tres muestras, cada una de 5 Kg, se siguieron los pasos como se muestra a continuación:

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

La muestra a ser evaluada se satura y pesa en su condición saturada superficialmente seca:

1. Aproximadamente 5 kg. De material retenidos en la malla N°4 (4.75 mm) se lava y seca hasta que alcance peso constante.

Imagen A.27: Pesaje del material retenido en el tamiz N° 4



Fuente: Elaboración Propia

2. La muestra seca se sumerge por 24 horas en agua.
3. Los agregados se sacan del agua y secan superficialmente con ayuda de una toalla.

Imagen A.28: Secado superficial de la muestra saturada 24 hrs antes.



Fuente: Elaboración Propia

4. Se obtiene el peso de la muestra en su condición superficialmente seca.
5. La muestra saturada superficialmente seca se coloca en una cesta de alambre y se determina el peso de la muestra sumergido en agua.

Imagen A.10: Obtención del peso sumergido.



Fuente: Elaboración Propia

6. La muestra se seca al horno hasta obtener peso constante.

Imagen A.11: Secado de la muestra en el horno.



Fuente: Elaboración Propia

7. La gravedad específica se calcula según:

A peso en el aire del agregado seco al horno

B peso en el aire del agregado saturado superficialmente seco

C peso del agregado saturado superficialmente seco sumergido en agua

$$\textit{gravedad específica seca aparente}, G_{sa} = \frac{A}{A - C}$$

$$\textit{gravedad específica seca de bulk}, G_{sb} = \frac{A}{B - C}$$

$$\textit{gravedad específica saturada superficialmente seca bulk}, G_{sssb} = \frac{B}{B - C}$$

$$\textit{absorción}(\%) = \frac{(B - A) * 100}{A}$$

A.2.1.4. ENSAYO DE ABRASIÓN POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES DOCUMENTO REFERENCIAL (ASTM C-131)

Los agregados deben ser capaces de resistir el desgaste irreversible y degradación durante la producción, colocación y compactación de las obras de pavimentación, y sobre todo durante la vida de servicio del pavimento.

Debido a las condiciones de esfuerzo deformación, la carga de la rueda es transmitida del pavimento a través de la llanta como una presión vertical aproximadamente uniforme y alta. La estructura del pavimento distribuye los esfuerzos de la carga, de una máxima intensidad en la superficie hasta una mínima en la subrasante.

Por esta razón los agregados que están en, o cerca de la superficie, como son los materiales de base y carpeta asfáltica, deben ser los más resistentes que los agregados usados en capas inferiores, como la sub base, de la estructura del pavimento, la razón se debe a que las capas superficiales reciben los mayores esfuerzos y el mayor desgaste por parte de las cargas del tránsito.

Por otro lado, los agregados transmiten los esfuerzos a través de los puntos de contacto donde actúan presiones altas. El ensayo de desgaste de los ángeles, ASTM C-131 (para agregados menores de 1 ½”), mide básicamente la resistencia de los puntos de contacto de un agregado al desgaste y/o abrasión.

Este método describe el procedimiento para determinar el porcentaje de desgaste de los agregados de tamaños menores a 37.5 mm (1 ½”), por medio de la máquina de los ángeles.

OBJETIVO

Este método describe el procedimiento para determinar el porcentaje de desgaste de los agregados de tamaños menores a 37.5 mm (1 ½”), por medio de la máquina de los ángeles.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO:

Tabla A.12: Tabla de pesos del agregado grueso y N° de esferas para el Desgaste de los Ángeles.

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL AEMPLEAR (gr)			
PASA	RETENIDO				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
NUMERO DE ESFERAS		12	11	8	6
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACIÓN		30	15	15	15

Fuente: Norma ASTM, C131.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. La muestra llegada al laboratorio deberá ser identificada. Para muestras cuyo tamaño máximo sea menor a 1 1/2" o mayor a 3/4" es el mismo.
2. El material deberá ser lavado y secado en horno a temperatura constante de 105-110°C, y el tamizado según las mallas que se indican. Mezclar las cantidades que el método indique según la tabla anterior.
3. Pesar la muestra precisión de 1 gr. y 5 gr. Para tamaños máximos de 1 1/2" y 3/4" respectivamente.

4. Introducir la muestra de ensayo junto con la carga abrasiva en la máquina de los ángeles, cerrar la tapa del cilindro.

Imagen A.13: Colocado de la muestra en la máquina de los Ángeles con el N° de esferas correspondiente.



Fuente: Elaboración Propia

5. Activar la máquina, regulándose el número de revoluciones indicado por el método.

Imagen A.14: Muestra después del ensayo en la máquina de los Ángeles.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.15: Pesaje de la muestra retenida en el tamiz N°12, después del lavado y secado en el horno.



Fuente: Elaboración Propia

6. Finalizado el tiempo de rotación, se retiran las cargas y el material. Se tamiza por la malla N° 12.
7. El material retenido en el tamiz N°12 se lava y seca en horno, a una temperatura constante entre 105° a 110°C. pesar la muestra seca.

CÁLCULOS

El porcentaje de desgaste es la relación entre el material que pasa el tamiz N° 12 y el peso inicial.

$$\% \text{ desgaste} = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{final}} \times 100$$

A.2.1.5. EQUIVALENTE DE ARENAS Y AGREGADOS FINOS

(DOCUMENTO REFERENCIAL ASTM D 2419)

Este método de ensayo asigna un valor empírico a la cantidad relativa, finura y características del material fino presente en una muestra de ensayo formado por suelo granular que pasa el tamiz N°4 (4.75 mm). El término “Equivalente de Arena” transmite el concepto que la mayoría de los suelos granulares y agregados finos son mezcla de partículas gruesas, arenas y generalmente finos.

Para determinar el porcentaje de finos en una muestra, se incorpora una medida de suelo y solución en una probeta plástica graduada que luego de ser agitada separa el recubrimiento de finos de las partículas de arena; después de un período de tiempo, se pueden leer las alturas de arcilla y arena en la probeta. El equivalente de arena es la relación de la altura de arena respecto a la altura de arcilla, expresada en porcentaje.

Este método proporciona una manera rápida de campo para determinar cambios en la calidad de agregados durante la producción o colocación.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

1. Reactivos, materiales y preparación de la Solución Madre

Reactivos y materiales

Cloruro de calcio anhidro, 454 gr.

Glicerina USP, 2050 gr (1640 ml)

Preparación

Disolver 454 gr. cloruro de calcio anhidro en 0.5 gal (1.9 lt) de agua destilada. Se deja enfriar a temperatura ambiente y se pasa por papel de filtro. A la solución filtrada se le incorpora los 2050 gr de glicerina y 47 gr. de formaldehído mezclar bien.

2. Reactivos, materiales y preparación de la Solución de Trabajo

Reactivos y materiales

Solución madre

Agua destilada

Preparación

Diluir 85 ± 5 ml al ras de la solución madre en 1 gal (3.8 lt) de agua destilada.

3. Preparación de la muestra

a. Separar aproximadamente 1500 gr de material que pase el tamiz N° 4 (4.75 mm)

Tener el cuidado de desmenuzar todos los terrones de material fino y limpiar cualquier cubierta de fino que se adhiere al agregado grueso, estos finos pueden ser removidos por secado superficial del agregado grueso y frotación entre las manos sobre un recipiente plano. Añádase este material a la porción fina de la muestra.

b. Para determinar la cantidad del material para el cuarteo

- Si fuera necesario humedecer el material, para evitar segregación o pérdida de finos durante el cuarteo. Tener cuidado al adicionar agua a la muestra, para mantener una condición de flujo libre de material.
- Usando el recipiente metálico de 85 ± 5 ml de capacidad, saque cuatro medidas de muestra. Cada vez que se llene una medida golpear ligeramente, la parte inferior del recipiente sobre una superficie dura por lo menos cuatro veces.
- Registre la cantidad de material contenido en las cuatro medidas, ya sea por peso o volumen, de la probeta de plástico.
- Regrese el material a la muestra y proceda a separarla por cuarteo. Obtener la cantidad suficiente de muestra para llenar la medida.
- Secar el espécimen de ensayo a peso constante de $105 \pm 5^\circ\text{C}$ y dejarlo enfriar a temperatura ambiente antes del ensayo.

c. Manteniendo la condición de flujo libre, humedecer lo suficiente el material para evitar segregación o pérdida de finos durante el cuarteo.

d. Separar por cuarteo entre 1000 y 1500 gr de material. Colóquelo en un recipiente y mezcle en forma circular hacia el centro, por un minuto, hasta obtener una mezcla uniforme.

e. Verificar las condiciones de humedad del material apretando con la mano una porción de material, si se forma una masilla que permite abrir la mano sin romperse, la mezcla tiene el rango correcto de humedad.

- Si la muestra está muy seca se desmoronará, debiendo adicionar agua; volver a mezclar y probar si se formó la masilla plástica.
- Si la muestra está muy húmeda deberá secarse al aire, mezclándola frecuentemente para asegurar uniformidad y ensayándola nuevamente.

6. Si la humedad inicial se encuentra dentro de los límites arriba descritos, la muestra se puede ensayar inmediatamente. Si la humedad es diferente a los límites indicados, la muestra deberá ponerse en una vasija, cubriéndola con una toalla húmeda que no toque el material, por espacio de 15 min. como mínimo.

7. Después de transcurrido el tiempo mínimo, remezclar por 1 min. sin agua, formando un cono con el material, utilizando una paleta.

8. Tome el recipiente metálico en una mano y presiónese contra la base del cono mientras se sostiene a éste con la mano libre.

9. A medida que el recipiente atraviesa el cono manténgase suficiente presión en la mano para que el material lo llene por completo. Presiónese firmemente con la palma de la mano compactando el material hasta que éste se consolide, el exceso debe ser retirado y desechado, enrasando con la paleta a nivel del borde del recipiente.

4. Preparación de Aparatos

1. Ajustar el sifón a un botellón de 1.0 gal (3.8 lt) conteniendo la solución de trabajo de cloruro de calcio. Colocarlo en un anaquel ubicado a 91 ± 3 cm sobre la mesa de trabajo.

2. Soplar el sifón dentro del botellón con solución, por el tubo de purga y con la abrazadera abierta.

5. Procedimiento

1. Por el sifón verter 102 ± 3 mm. de solución de trabajo de cloruro de calcio, en la probeta.
2. Con ayuda del embudo verter en la probeta, 85 ± 5 cm³ del suelo preparado.
3. Golpear la parte baja del cilindro varias veces con la palma de la mano para desalojar las posibles burbujas de aire y para humedecer completamente la muestra. Dejar reposar durante 10 ± 1 min.
4. Transcurridos los 10 min., tapar la probeta con un tapón; suelte el material del fondo invirtiendo parcialmente el cilindro y agitándolo a la vez. El material puede ser agitado con cualquiera de los siguientes métodos:

4.1 Método manual

- Sujetar la probeta en posición horizontal y sacudirla vigorosamente de izquierda a derecha.
- Agitar el cilindro 90 ciclos en 30 segundos, usando un recorrido de 23 ± 3 cm. Un ciclo se define como el movimiento completo a la derecha seguido por otro a la izquierda. El operador deberá mover solamente los antebrazos manteniendo el cuerpo y hombros relajados.
- Concluida con la operación de agitación, colocar la probeta verticalmente sobre la mesa de trabajo y quitar el tapón.

5. Proceso de irrigación.

- El cilindro no deberá moverse de su posición vertical y con la base en contacto con la superficie de trabajo.
- Introduzca el tubo irrigador en la parte superior de la probeta, suelte la abrazadera de la manguera y limpie el material de las paredes de la probeta mientras el irrigador baja.

El irrigador debe llegar hasta el fondo, aplicando suavemente una presión y giro mientras que la solución de trabajo fluye por la boca del irrigador, esto impulsa el

material fino desde el fondo hacia arriba, poniéndolo sobre las partículas gruesas de arena.

- Cuando el nivel del líquido alcance la señal de los 38 cm, levante el tubo irrigador despacio sin que deje de fluir la solución, de tal manera que el nivel se mantenga cerca de 38 cm mientras se saca el tubo. Regule el flujo justo antes que el tubo esté completamente fuera y ajuste el nivel final a los 38 cm.

6. Lectura de arcilla.

- Dejar reposar durante 20 min. $\pm$ 15 s. Comience a medir el tiempo luego de retirar el tubo irrigador.
- Al término de los 20 min., leer el nivel superior de la suspensión de arcilla. Este valor se denomina *lectura de arcilla*. Si la línea de marca no es clara transcurridos los 20 min. Del período de sedimentación, permita que la muestra repose sin ser perturbada hasta que una lectura de arcilla pueda ser claramente obtenida; inmediatamente, lea y anote el nivel máximo de la suspensión arcillosa y el tiempo total de sedimentación. Si el período total de sedimentación excede los 30 min., efectúe nuevamente el ensayo, usando tres especímenes individuales de la misma muestra. Registre la lectura de la columna de arcilla para la muestra que requiere el menor tiempo de sedimentación como *lectura de arcilla*.

7. Lectura de arena.

Después de la lectura de arcilla, introduzca en la probeta el ensamblaje del pie (conjunto del disco, varilla y sobrepeso) y baje lentamente hasta que llegue sobre la arena. No permitir que el indicador golpee la boca de la probeta mientras se baja el conjunto.

- Cuando el conjunto toque la arena con uno de los tornillos de ensamblaje hacia la línea de graduación de la probeta, lea y anote. Restar 25.4 cm. del nivel indicado en el borde superior del indicador y registrar este valor como la *lectura de arena*.

8. Después de tomar la lectura de arena, tenga cuidado de no presionar con el pie porque podría dar lecturas erróneas.

9. Si las lecturas de arcilla y arena están entre 2.5 mm de graduación (0.1”), registrar el nivel de graduación inmediatamente superior como lectura.

A.16: Pesaje de la muestra sin lavar y vertido de la solución.



Fuente: Elaboración Propia

A.17: Colocado de la muestra dentro de la probeta.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.18: Muestra en reposo por 20 min.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.19: Obtención de las lecturas H_1 y H_2



Fuente: Elaboración Propia

CÁLCULO E INFORME

1. Calcule el equivalente de arena con aproximación a 0.1% como sigue:

$$SE = \frac{\text{Lectura arena}}{\text{lectura arcilla}} \times 100$$

ANEXO 2

A.2. CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO ASFÁLTICO

A.2.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN DE MATERIALES BITUMINOSOS.

(DESIGNACIÓN AASHTO: T 49-93) (DESIGNACIÓN ASTM: D 5-86)

ALCANCE

Este método de ensayo cubre la determinación de la penetración de materiales bituminosos semi-sólido y sólidos. Los materiales que tienen penetraciones debajo de 350 pueden ser probados por el aparato normal y con el siguiente procedimiento. Para materiales que tienen penetraciones entre 350 y 500, se debe usar un aparato especial.

DESCRIPCIÓN DE TÉRMINO

La penetración de un material bituminoso es la distancia en décimas de milímetro que una aguja normalizada penetra verticalmente bajo las condiciones fijas de temperatura, carga y tiempo.

RESUMEN DEL MÉTODO

La muestra se funde y se refresca bajo las condiciones controladas. La penetración es medida con un penetrómetro por medio de una aguja normalizada se aplica a la muestra bajo las condiciones específicas.

SIGNIFICADO Y UTILIZACIÓN

La prueba de penetración se usa como una medida de consistencia. Los valores más altos de penetración indican consistencia más suave.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Caliente la muestra con cuidado para prevenir sobrecalentamiento local hasta que se haya puesto fluido. Entonces mezclar de forma constante y aumente la temperatura de la muestra del asfalto a no más de 100°C (180°F) sobre su punto de ablandamiento esperado determinado de acuerdo con el Método del Ensayo para el Punto de Ablandamiento de Materiales Bituminosos (Método del Anillo y la Bola – AASHTO

T 53). Evite la inclusión de burbujas de aire. Para alcanzar la temperatura de vertido, no caliente la muestra ablandada más de 30 minutos. Entonces verter en el recipiente de la muestra a una profundidad tal que, cuando se enfríe a la temperatura del ensayo, la profundidad de la muestra es por lo menos 10 mm mayor que la profundidad a la que se espera que la aguja penetre. Verter las muestras separadas para cada variación en condiciones del ensayo.

Cubra cada recipiente y sus contenidos como una protección contra el polvo, de manera que permita enfriar en una atmósfera a una temperatura no mayor que 30°C (86°F) y no menor que 20°C (68°F) por no menos de 1½ horas ni más de 2 horas cuando la muestra está en un recipiente de 175 ml (6 oz) y por no menos de 1 ni más de 1½ horas cuando la muestra está en un recipiente del 90 ml (3 oz). Entonces ponga la muestra en el baño de agua mantenido la temperatura prescrita de ensayo, junto con el plato del traslado si es que se usó, y dejelá por no menos de 1½ horas ni más de 2 horas cuando la muestra está en el recipiente del 175 ml (6 oz), y por no menos de 1 ni más de 1½ horas cuando la muestra está en un recipiente del 90 ml (3 oz).

CONDICIONES DEL ENSAYO

Cuando las condiciones del ensayo no se han mencionado específicamente, temperatura, carga y tiempo se entiende que debe ser 25°C (77°F), 100 g, 5 segundo, respectivamente. Otras condiciones de temperatura, carga y tiempo que pueden usarse para ensayos especiales son:

Temperatura	Carga, g	Tiempo
0°C (32°F)	200	60
4°C (39.2°F)	200	60
46.1°C (115°F)	50	5

En tales casos, las condiciones específicas del ensayo deben ser reportadas.

PROCEDIMIENTO

Examine el soporte de la aguja para establecer la ausencia de agua y otra materia extraña. Limpie una aguja de penetración con gasolina u otro solvente conveniente, seque con una tela limpia e inserte la aguja en el penetrómetro. A menos que por otra parte se especifique, ponga el 50 gramos de peso sobre la aguja, haciendo la carga total de $100\text{ g} \pm 0.1\text{ g}$ para la aguja y atadura. Si se hacen ensayos con el aparato de penetración montado en el baño, ponga el recipiente de la muestra directamente en la posición sumergida del aparato de penetración. Si se hacen ensayos con la muestra en el baño y el aparato de penetración fuera del baño, ponga los recipientes en el estante proporcionado en el baño. En los procedimientos anteriores, el recipiente debe mantenerse sumergido completamente durante las pruebas completas. Si se hacen ensayos usando el plato del traslado con el aparato de penetración fuera del baño, ponga la muestra en el plato lleno de agua del baño a una profundidad tal que cubra completamente el recipiente de la muestra. Entonces ponga el plato del traslado que contiene la muestra en el estante en el aparato de penetración y penetre inmediatamente. En cada caso, ajuste la aguja cargada con el peso especificado para hacer simplemente contacto con la superficie de la muestra. Logre esto haciendo contacto del punto de la aguja real con su imagen reflejada por la superficie de la muestra de una fuente de luz propiamente puesta. Anote la lectura del dial o ponga el indicador en cero. Entonces rápidamente se suelta la aguja por el periodo especificado de tiempo y se ajusta el instrumento para medir la distancia penetrada. Observe el recipiente de la muestra como la aguja se aplica, y si cualquier movimiento del recipiente es notado, ignore el resultado.

Haga por lo menos tres penetraciones a los puntos en la superficie de la muestra a no menos de 10 mm (3/8 in.) del lado del recipiente y no menos de 10 mm (3/8 in.) de separación. Si el plato del traslado se usa, devuelve el plato y muestra al baño de agua después de cada penetración. Antes de cada ensayo, limpie la aguja con una tela limpia humedecida con gasolina u otro solvente conveniente para quitar todo el betún adherido, y entonces limpie una tela seca limpia. Para valores de penetración mayores

a 200, use al menos tres agujas, dejándolas en la muestra hasta la realización de las penetraciones.

Las agujas, recipientes, y otras condiciones descritas en este método no mantienen determinaciones de penetraciones arriba a 350. Sin embargo, el método puede ser usado para las determinaciones directas arriba a 500 con tal de que se usen recipientes y agujas especiales. El recipiente debe ser al menos de 60 mm de altura. El volumen de material en el recipiente no debe exceder 125 ml para permitir temperatura apropiada de la muestra.

Una aproximación de la penetración de tales materiales de altos en penetración también puede obtenerse usando la aguja normalizada y el recipiente de 6 oz pero con una carga de 50 g. La penetración es calculada entonces multiplicando el resultado de la carga de 50 g por la raíz cuadrada de 2. Es decir:

$$\text{Penetración bajo 100 g de carga} = \text{Penetración bajo 50 g de carga} \times 1.414$$

El reporte de resultado obtenido por este procedimiento indicará la base del ensayo.

REPORTE

Reporte a la unidad entera más cercana el promedio de por lo menos tres penetraciones cuyos valores no difieren por más de la cantidad mostrado a continuación:

Penetración	0	50	150	250
	a	a	a	o
	49	149	249	más
Máxima Diferencia entre las determinaciones máxima y mínima	2	4	6	8

REPORTE FOTOGRÁFICO

Imagen A.16 Colocado del betún en taras



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.17: Muestras en baño María de 25°C.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.18: Realización del ensayo de penetración.



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 3

A.3. DISEÑO MARSHALL ESTABILIDAD Y FLUJO MARSHALL

(DOCUMENTO DE REFERENCIA: ASTM D-1559)

A.3.1. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS Y COMPACTACIÓN DE MUESTRAS

APLICACIÓN

El siguiente procedimiento será aplicado solamente a mezclas asfálticas en caliente, preparadas con cemento asfáltico y agregados no mayores de 2.54 cm (1 pulg.), el diámetro del molde Marshall será de 101.6 mm (4 pulg.). Cuando el tamaño de la partícula excede los 2.5 cm (1 pulg.) se emplean moldes de 152.4 mm (6 pulg.), este procedimiento no es aplicable a ese tipo de muestras.

A.3.2. EQUIPOS DE LABORATORIO

1. *Molde de Compactación.* Consiste de una placa de base plana, molde y collar de extensión cilíndricos. El molde tiene un diámetro interior de 101.6 mm (4") y altura aproximada de 76.2 mm (3"); la placa de base plana y el collar deben ser intercambiables.
2. *Martillo de compactación* con base plana circular de apisonado de 98.4 mm (3 7/8") de diámetro, equipado con un pisón de 4.54 kg (10 lb.) de peso total, cuya altura de caída es de 457.2 mm (18").
3. *Extractor de Muestras de Asfaltos.* Para extraer el espécimen del molde, en forma de disco con diámetro de 100 mm (3.95") y 12.7 mm (1/2") de espesor.
4. *Soporte para molde o portamolde.* Dispositivo con resorte de tensión diseñado para sostener rígidamente el molde de compactación sobre el pedestal.
5. *Mordaza.* Consiste de dos semi-cilindros, con un radio de curvatura interior de 50.8 mm (2") de acero enchapado para facilitar su fácil limpieza. El segmento inferior

termina en una base plana con dos varillas perpendiculares que sirven de guía.

6. *Medidor de deformación.* Consiste en un deformímetro dividido en centésimas de milímetro. Estará sujeto al segmento superior y cuyo vástago se apoyará, cuando se realiza el ensayo, en una palanca ajustable acoplada al segmento inferior. Las deformaciones del anillo se medirán con un deformímetro graduado en 0.001 mm.

7. *Prensa.* Para llevar a la falla a la muestra, será mecánica con una velocidad uniforme de 50.8 mm/min.

8. *Medidor de Estabilidad.* La resistencia de la probeta en el ensayo se medirá con un anillo dinamométrico acoplado a la prensa, de 20 kN (2039 kgf) de capacidad, con una sensibilidad de 50 N (5 kgf) hasta 5 kN (510 kgf) y 100 N (10 kgf) hasta 20 kN (2 039 kgf). Las deformaciones del anillo se medirán con un deformímetro graduado en 0.001 mm.

9. *Discos de Papel Filtrante de 4 pulg.*

10. *Horno.* Horno capaz de mantener la temperatura requerida con un error menor de 3 °C (5 °F) se emplea para calentar los agregados, material asfáltico, conjunto de compactación y muestra.

11. *Baño.* El baño de agua con 150mm (6”) de profundidad mínima y controlado termostáticamente para mantener la temperatura a $60^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ ($140^{\circ} \pm 1.8^{\circ} \text{F}$), deberá tener un falso fondo perforado o estar equipado con un estante para mantener las probetas por lo menos a 50.8 mm (2”) sobre el fondo del tanque.

12. *2 Recipientes* de dos litros de capacidad para calentar los agregados y para mezclar el asfalto y agregado.

13. *Tamices.* De 50 mm (2”), 37.5 mm (1 1/2”), 25 mm (1”), 19.0 mm (3/4”), 12.5 mm (1/2”), 9.5 mm (3/8”), 4.75 mm (Nº 4), 2.36 mm (Nº 8), 300 µm (Nº 50) y 75 µm (Nº 200).

14. *Termómetros blindados.* De 10°C a 232°C (50°F a 450°F) para determinar las temperaturas del asfalto, agregados y mezcla, con sensibilidad de 3°C. Para la

temperatura del baño de agua se utilizará termómetro con escala de 20°C a 70°C y sensibilidad de 0.2°C (68°F a 158°F + 0.4°F).

Generalmente se prepara un espécimen de prueba, mida la altura del mismo (h_1) y verifique la altura requerida del espécimen Marshall: 63.5 ± 5.1 mm (2.5 ± 0.20 pulg.). Si el espécimen está fuera del rango, ajuste la cantidad de agregados con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{h}{h_1} * 1150 \text{ gr}$$

Donde

Q: peso del agregado para un espécimen de 63.5 mm (2.5pulg.) de altura, gr.

h: altura requerida, que será 63.5 mm o 2.5 pulg.

h_1 : altura del espécimen de prueba, mm (pulg.)

Calentar a la temperatura de mezcla la suficiente cantidad de asfalto para preparar 18 especímenes; tres especímenes compactados por cada porcentaje de contenido de asfalto, los incrementos porcentuales de asfalto son de 0.5% con por lo menos dos contenidos antes y después del Optimo Contenido de Asfalto. A tres mezclas cerca al óptimo contenido de asfalto se les mide la gravedad específica Rice o Máxima Densidad Teórica (TMD).

De acuerdo a las especificaciones se determina el número de golpes por cara para la compactación Marshall.

El recipiente en el que se realizará la mezcla será manchado con una mezcla de prueba para evitar la pérdida de ligante y finos adheridos al recipiente, se limpiará solamente arrastrando con una espátula todo el material posible. Colocar la cantidad de agregado requerido en esa vasija y añada la cantidad de asfalto caliente necesaria por peso, para el porcentaje de cemento asfáltico de la mezcla deseada.

$$\% \text{ de cemento asfáltico} = \frac{\text{Peso cemento asfáltico}}{\text{Peso arido} + \text{Peso cemento asfáltico}}$$

Mezclar el cemento asfáltico y agregados hasta que éstos estén totalmente cubiertos. La mezcla puede hacerse manual o mecánicamente. Cuando la mezcla requiera filler, éste se agregará luego que los agregados estén cubiertos por el ligante.

Verificar la temperatura de los materiales recién mezclados, si está sobre la temperatura de compactación, deje enfriar; si está por debajo, elimine el material y prepare una nueva muestra.

Se coloca dentro del conjunto del molde y la base del martillo compactador limpios, un disco de papel filtrante de 10 cm de diámetro. Se calientan en el horno o en un baño de agua a una temperatura comprendida entre los 93° a 149°C. Verter la mezcla y emparejarla con una espátula caliente 15 veces alrededor del perímetro y 10 veces en el interior. Limpiar el material del collar y montura dentro del molde de tal manera que el medio sea ligeramente más alto que los bordes. Fijar el molde y base en el pedestal. Coloque el martillo precalentado dentro del molde, y aplique el número de golpes según las especificaciones, la altura de caída del martillo es de 18" (457 mm). Mantener el eje del martillo de compactación perpendicular a la base del molde durante la compactación.

Retire el molde de la base. Coloque un papel filtrante en la superficie e inviértalo de tal manera que la cara superficial se encuentre abajo. Reemplace el collar del molde y fíjelo junto con la base en el pedestal. Aplicar el número de golpes especificados.

Después de la compactación remover la base y colocar el molde y collar sobre el extractor de muestras. Con el molde y el collar de extensión hacia arriba en la máquina de ensayo, aplicar presión y forzar el espécimen dentro del collar de extensión, levantar el collar del espécimen. Cuidadosamente transferir el espécimen a una superficie plana, dejarlo de pie para que repose de 12 a 24 horas a temperatura ambiente, identificarlos con códigos alfanuméricos usando Crayolas.

Determine la gravedad específica bulk de cada espécimen tan pronto como las

probetas compactadas se han enfriado a la temperatura ambiente, según AASHTO T166.

Se determina calculando la relación entre su peso al aire y su volumen.

Pesar el espécimen al aire.

Sumerja la muestra en agua por unos minutos, pesar la muestra en su condición saturada superficialmente seca (SSD) en el agua.

Sacar la muestra del agua, secar el exceso de agua y pesar en su condición SSD en el aire.

Calcular el volumen restando el peso del espécimen SSD en el aire y el peso del espécimen SSD sumergida. La fórmula empleada será:

$$G_{mb} = \frac{W_D}{W_{SSD} + W_{sub}}$$

Donde:

Gmb Gravedad Específica Bulk de la muestra compactada

WD Peso del espécimen al aire

WSSD Peso del espécimen en su condición SSD en el aire

Wsub Peso del espécimen sumergido

Se determina el peso específico bulk promedio de todas las probetas hechas con el mismo contenido asfáltico. Los valores dispares no se incluyen en el cálculo para lo cual se tendrá en cuenta el siguiente rango de variación con respecto al valor medio

$$\text{Peso Específico Bulk} \pm 1\%$$

Los valores calculados del peso específico bulk, así ensayados, dan resultados más reales, pero existe otro procedimiento de laboratorio que cabe destacar, es el que podemos encontrar en las nuevas normas emitidas por el ministerio de Transportes, Comunicaciones,

Vivienda y Construcción.

El *primer método* se emplea cuando la textura superficial de las probetas es cerrada e impermeable. El volumen de la probeta se obtiene restando el peso de la probeta en el aire y el peso de la probeta sumergida en agua sin haber recubierto su superficie parafinada. La fórmula empleada será:

$$G_{mb} = \frac{W_D}{W_D + W_{sub}}$$

Donde:

Gmb Gravedad Específica Bulk de la muestra compactada

WD Peso del espécimen al aire

Wsub Peso del espécimen sumergido

El *segundo método* se aplica a mezclas cuya superficie es abierta y permeable. El volumen aparente se determina restando el peso de la probeta en el aire y el peso de la probeta en el agua pero habiéndola recubierto previamente de una capa de parafina.

El peso específico bulk viene dado por la fórmula:

$$G_{mb} = \frac{W_D}{W_{pD} - W_{ppsub} - \frac{W_{pD} - W_D}{\gamma_p}}$$

Donde:

Gmb Gravedad Específica Bulk de la muestra compactada

WD Peso del espécimen al aire

WpD Peso del espécimen parafinado en al aire

Wppsub Peso del espécimen parafinado en el agua

γ_p Peso específico de la parafina

Los especímenes deben pesarse antes de ser parafinados, a continuación se sumergen

en un recipiente con parafina caliente. Si es necesario, se da pinceladas de parafina en los puntos mal cubiertos. Dejar enfriar la parafina durante media hora y determinar el peso en el aire a la temperatura ambiente e inmediatamente se pesa en agua.

Calcule la gravedad específica Rice en las mezclas asfálticas en caliente (G_{mm}) de acuerdo a la norma AASHTO T209, su valor se emplea en el cálculo de los vacíos. Si la mezcla contiene agregados absorbentes se recomienda colocarla en el horno (manteniéndola a la temperatura de mezcla) por cuatro horas de tal manera que el cemento asfáltico sea absorbido completamente por el agregado antes del ensayo. Mantener la mezcla en un recipiente tapado mientras se encuentra en el horno. Si el ensayo se hace por triplicado en la mezcla que contiene un porcentaje cerca al óptimo contenido de asfalto, promediar los tres resultados; calcule la gravedad específica efectiva de los agregados.

Si se realiza el cálculo de la gravedad específica Rice en cada una de las muestras a diferentes contenidos de asfalto, calcular la gravedad específica efectiva de agregados en cada caso. Calcule el promedio de las gravedades específicas efectivas y el promedio de las gravedades específicas Rice.

En ausencia de datos proporcionados por el Método Rice, la gravedad específica puede calcularse con una relación matemática que considera las gravedades específicas bulk y aparente de los componentes de la mezcla:

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{\% \text{ asfalto}}{G_{sa} \text{ asfalto}} + \frac{\% \text{ grueso}}{A} + \frac{\% \text{ fino}}{B} + \frac{\% \text{ filler}}{C}}$$

Siendo:

$$A = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2} \quad , \text{para el agregado grueso.}$$

$$B = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2} \quad , \text{para el agregado fino.}$$

$$C = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2} \text{ , para el filler.}$$

Donde:

Gsb Gravedad específica bulk

Gsa Gravedad específica aparente

Paso D: Densidad y vacíos de los especímenes

Se refiere a las relaciones peso-volumen, completando los cálculos con los siguientes pasos:

D.1 Para cada espécimen, use la gravedad específica bulk (Gmb) y gravedad específica Rice de la mezcla (Gmm). Calcular el porcentaje de vacíos en el total de la mezcla, VTM.

$$VTM = \left(1 - \frac{G_{mb}}{G_{mm}}\right) * 100$$

D.2 Calcular la densidad de cada espécimen Marshall como sigue:

$$\text{Densidad} \left(\frac{g}{cm^3}\right) = G_{mb} * \delta_w$$

D.3 Calcule el porcentaje de vacíos en el agregado mineral, VMA, para cada espécimen Marshall usando la gravedad específica bulk en los agregados (Gsb) para los pasos A.2, la gravedad específica bulk de la mezcla compactada (Gmb) para el paso C.12, y el contenido de asfalto por peso de mezcla total (Pb)

$$VMA = \left(1 - \frac{G_{mb}(1 - P_b)}{G_{sb}}\right) * 100$$

D.4 Calcule el porcentaje de vacíos llenos de asfalto para cada espécimen Marshall usando el VTM y VMA como sigue:

$$VFA = \left(\frac{VMA - VTM}{VMA}\right) * 100$$

E.1 Calentar el agua del baño a 140°F (60°C) y colocar los especímenes a ser

ensayados por un período de 30 a 40 minutos. Los especímenes se ubicarán de manera escalonada para que todos los especímenes sean calentados el tiempo especificado antes de ser ensayados.

E.2 Se limpian perfectamente las superficies interiores de las mordazas de rotura y se engrasan las barras guía con una película de aceite de manera que la mordaza superior se deslice libremente. Luego de calentarlos el tiempo necesario, se irán sacando uno a la vez, quitarles el exceso de agua con una toalla y colocarlo rápidamente en la mordaza Marshall.

E.3 Colocar el medidor de flujo sobre la barra guía marcada y compruebe la lectura inicial.

Aplicar la carga a una velocidad de deformación de 2 pulg/min (50.8 mm/minuto) hasta que ocurra la falla, es decir, cuando se alcanza la máxima carga y luego disminuye según se lea en el dial respectivo. El punto de rotura se define como la carga máxima obtenida y se registra como el valor de estabilidad Marshall, expresado en Newtons (lbf). Mientras se está determinando la estabilidad se mantiene firmemente el medidor de deformación en su posición sobre la barra guía; libérese cuando comience a decrecer la carga y anote la lectura. Este será el valor del “flujo” para la muestra expresado en centésimas de pulgada.

Por ejemplo si la muestra se deformó 3.8 mm (0.15”) el valor de flujo será de 15. Este valor expresa la disminución de diámetro que sufre la probeta entre la carga cero y el instante de la rotura. Flujo en 0.01 pulgadas (0.25 mm). El ensayo se realiza en un minuto contado desde que se saca el espécimen del baño.

E.4 Repita los pasos E.2 y E.3 hasta que todos los especímenes sean ensayados.

1. El tiempo total transcurrido entre sacar el espécimen del baño y aplicar la carga es de 60 segundos como máximo.
2. El tiempo total en el agua de baño para cada juego de tres especímenes es entre 30 a 40 minutos.

Paso F: Tabulación y Gráfico de los Resultados de Ensayo

F.1 Tabule los resultados de ensayo, corrija los valores de estabilidad para cada espécimen

(ASTM D1559), y calcule el promedio de cada tres juegos de especímenes.

F.2 Grafique:

1. Contenido de asfalto Vs. Densidad (por unidad de peso)
2. Contenido de asfalto Vs. Estabilidad Marshall
3. Contenido de asfalto Vs. Flujo
4. Contenido de asfalto Vs. Porcentaje de vacíos, VTM
5. Contenido de asfalto Vs. Porcentaje de vacíos del agregado mineral, VMA
6. Contenido de asfalto Vs. Porcentaje de vacíos lleno de asfalto, VFA

F.3 Revise la tendencia de cada gráfico:

1. La estabilidad versus el contenido de asfalto puede tener dos tendencias:
 - 1.1 La estabilidad crece a medida que el contenido de asfalto aumenta, alcanza un pico y luego decrecer.
 - 1.2 La estabilidad decrece a medida que el contenido de asfalto aumenta y no presenta un pico. Esta curva es común en mezclas asfálticas en caliente recicladas.
2. El flujo crece con el incremento del contenido de asfalto.
3. La densidad crece con el incremento de asfalto, alcanza un pico, y luego decrece. La densidad pico usualmente ocurre a un contenido de asfalto mayor que la estabilidad pico.
4. El porcentaje de vacíos de aire decrecerá con el crecimiento del contenido de asfalto.
5. El porcentaje de vacíos del agregado mineral, VMA, decrece con el crecimiento del contenido de cemento asfáltico, alcanza un mínimo, y luego crece.

6. El porcentaje de vacíos llenos de asfalto, VFA, crece con el incremento de asfalto.

Paso G: Determinación del Óptimo Contenido de Asfalto

G.1 Los siguientes dos métodos son común mente empleados para determinar el óptimo contenido de asfalto de los gráficos:

Método 1.- El procedimiento NAPA, en TAS 14

1. El contenido de asfalto corresponderá al contenido de vacíos especificado (por lo general 4%). Este es el óptimo contenido de asfalto.

2. Determine las siguientes propiedades en el óptimo contenido de asfalto de los gráficos:

2.1 Estabilidad Marshall

2.2 Flujo

2.3 Porcentaje de vacíos del agregado mineral, VMA

2.4 Porcentaje de vacíos llenos de asfalto, VFA

3. Compare cada uno de estos valores con las especificaciones, si se verifican todos los valores, el óptimo contenido de asfalto será el elegido. Si alguno de estos valores estuviera fuera del rango la mezcla deberá ser rediseñada.

A.3.3. MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL Y MEZCLADA CON PORCENTAJES DE POLIPROPILENO

En este caso, se optó por diseñar 15 briquetas con mezcla asfáltica convencional con cemento asfáltico 85/100 sin adicionar biomodificador, utilizando la misma cantidad de agregado pétreo proveniente de la chancadora de Charaja que pertenece a la institución del SEDECA para cada briqueta.

Estas primeras briquetas serán como parámetro y así poder analizar los resultados antes y después de colocar el biomodificador en la mezcla asfáltica.

Luego se adicionara los distintos porcentajes de Biomodificador al cemento asfáltico, de (0.5%, 1%, 1.5%), utilizando el mismo agregado pétreo, haciendo un total de 3 porcentajes con un total de 75 Briquetas que estarán en análisis. La temperatura del mezclado será de 140 °C, con ese grado de calor deben realizarse las briquetas, que serán de 15 briquetas por porcentaje en estudio.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO:

Imagen A.20: Separación los agregados por tamaño para armar la granulometría.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.21: Agregados listos para adicionar a la mezcla bituminosa.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.22: Mezcla del agregado pétreo con el cemento asfáltico con y sin Biomodificador



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 3.23: Elaboración de Briquetas



Imagen A.24: Compactación con martillo con 75 golpes por cara.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.25: Desmoldado de briquetas después de un reposo mínimo de 2 hrs.



Fuente: Elaboración Propia

A.3.4. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, ESTABILIDAD Y FLUENCIA MARSHALL

Previo a los ensayos Marshall, se debe determinar la altura de las briquetas para un factor de corrección que se aplica cuando no cumple con lo establecido en la norma. Se hizo la lectura de tres alturas para promediar, ya que las briquetas no tienen una altura pareja, por desvío del martillo compactador al realizarlo manualmente.

A.3.4.1 Determinación de la Densidad

Imagen A.26: Medición de cada Briqueta



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.27: Pesaje de cada briqueta en su estado seco al aire libre.



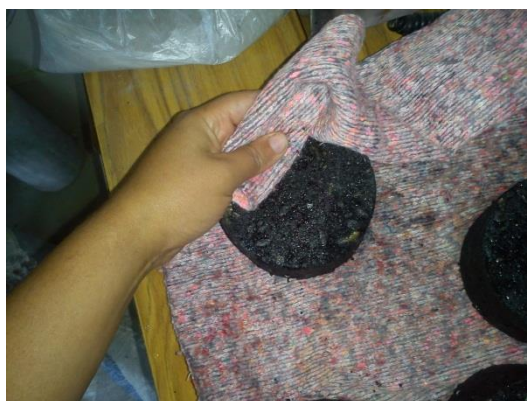
Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.28: Briquetas en Baño María a 25°C por 5 min.



Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.29: Pesaje de briquetas saturadas con superficie seca.



Fuente: Elaboración Propia

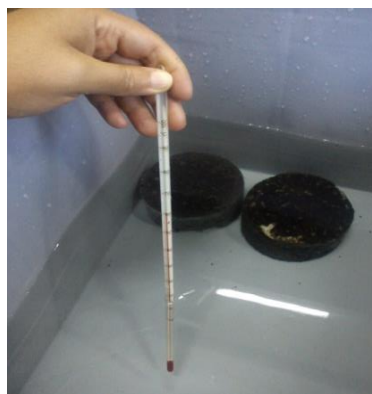
Imagen A.30: Determinación del peso sumergido en el agua.



Fuente: Elaboración Propia

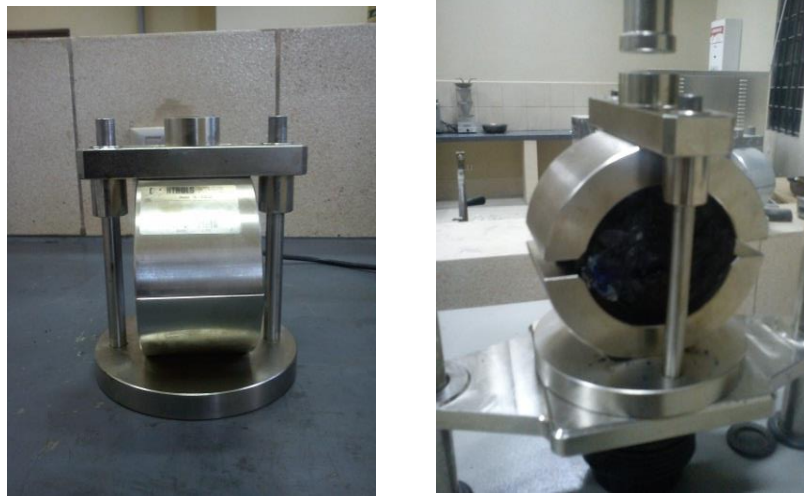
A.3.4.2. Determinación de la Estabilidad y Fluencia

Imagen A.31: Briquetas en baño María a 60°C por 35 min para cada una

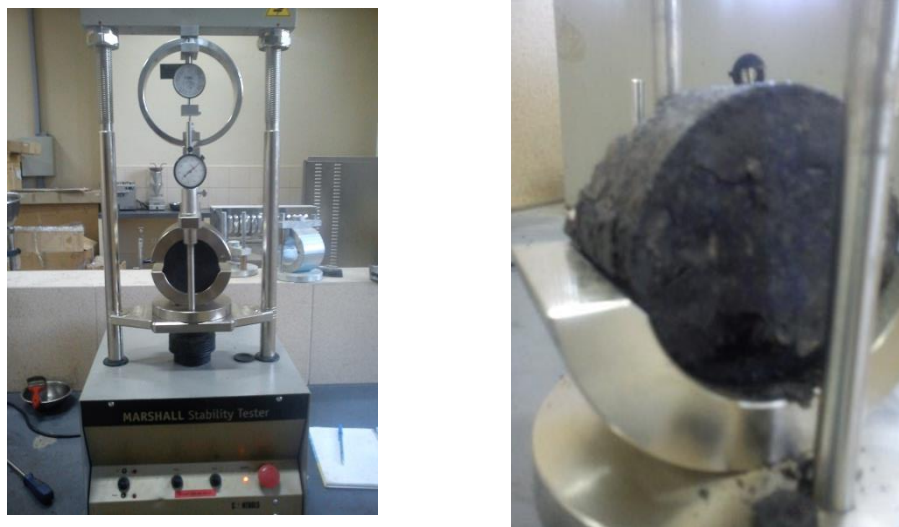


Fuente: Elaboración Propia

Imagen A.32: Colocado de briquetas en la mordaza Marshall



Fuente: Elaboración Propia



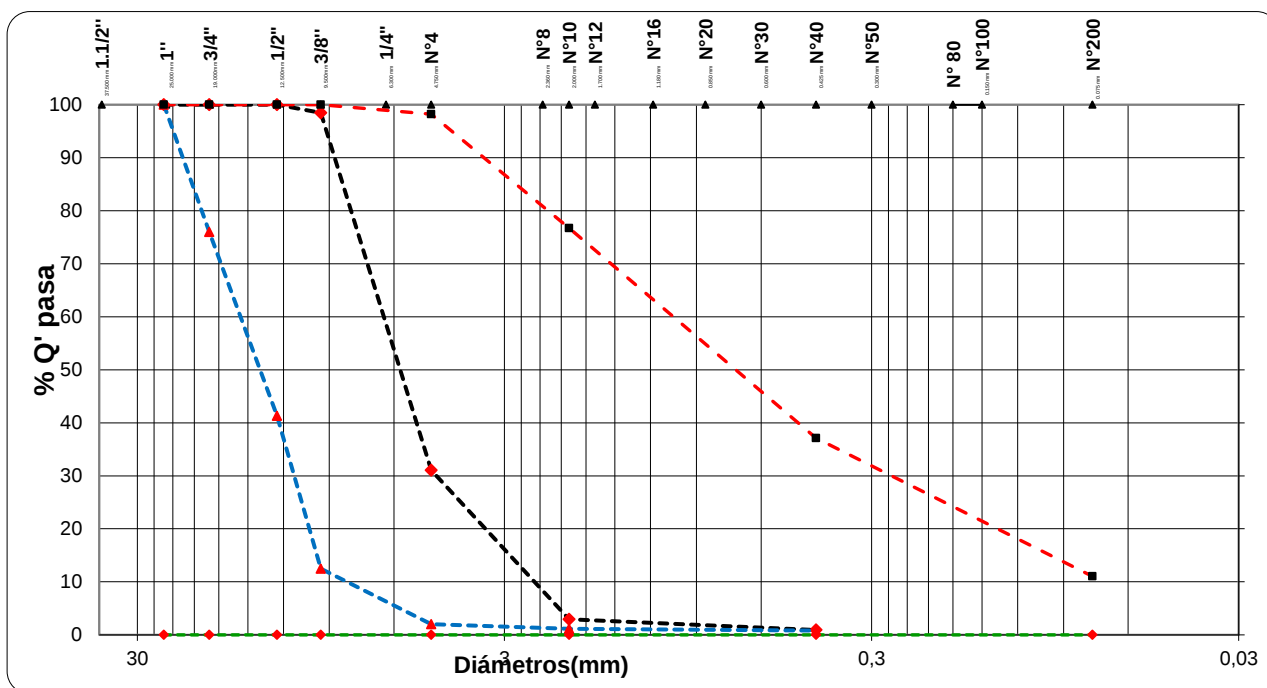
Fuente: Elaboración Propia

Hacer correr y lecturar el dial de Estabilidad (dentro del anillo Marshall) y el dial de deformación para el Flujo

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
SEGÚN AASHTO T-27,

Proyecto:	PROYECTO DE GRADO			Nº Ensayo:	2
Utilizacion:	Estudio	Profundidad:	Acopio	Aridos:	Aridos Triturados Rio Camacho
Referencia:	Diseño Marshall	Progresiva:	Acopio	Fecha:	5-feb.-19
Descripcion:	Diseño Marshall			Realizado:	Julio Cesar Pizarro Ramos

Peso Total Seco	4446,0 gr		4370,0 gr		1070,0 gr		0,0 gr		Abertura	ESPECIFICACIONES			
Tamiz	Grava		Gravilla		Arena		Arena		Tamiz				
Nº	Peso Ret.	% Que Pasa	Peso Ret.	% Que Pasa	Peso Ret.	% Que Pasa	Peso Ret.	% Que Pasa	mm.				
1"	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	25,40				
3/4"	1068,0	76,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	19,10				
1/2"	2609,0	41,3	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	12,70				
3/8"	3890,0	12,5	67,0	98,5	0,0	100,0	0,0	0,0	9,50				
Nº 4	4357,0	2,0	3012,0	31,1	18,9	98,2	0,0	0,0	4,75				
Nº 10	4395,0	1,1	4241,0	3,0	249,2	76,7	0,0	0,0	2,00				
Nº 40	4410,0	0,8	4330,0	0,9	673,0	37,1	0,0	0,0	0,43				
Nº 80	4425,0	0,5	4342,0	0,6	810,5	24,3	0,0	0,0	0,18				
Nº 200	4432,0	0,3	4350,0	0,5	952,0	11,0	0,0	0,0	0,075				



OBSERVACIONES:

Grava : Material Chancadora SEDECA - SAN JOSE DE CHARAJA
Gravilla : Material Chancadora SEDECA - SAN JOSE DE CHARAJA
Arena : Material Chancadora SEDECA - SAN JOSE DE CHARAJA

Julio Cesar Pizarro Ramos

Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada

Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado

Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO
SEGÚN NORMA AASHTO T - 100

OBRA :	PROYECTO DE GRADO II CIV-502	REGISTRO:	1
UTILIZACION:	Estudio	PROCEDENCIA:	SAN JOSE DE CHARAJA
REFERENCIA:	Diseño Marshall	FECHA :	13/2/2019
DESCRIPCION :	Arena Triturada	PROFUNDIDAD:	Acopio

DETERMINACION N°	Muestra - 1	Muestra - 2	Muestra - 3	PROMEDIO
Picnometro	1	1		
Temperatura	25	25		
A (Peso en el aire de la muestra seca	495,1 gr	495,0 gr		
B (Peso muestra saturada con superficie seca	500,0 gr	500,0 gr		
X (Peso del pignómetro + agua + muestra	980,2 gr	980,0 gr		
J (Peso del pignómetro + agua	667,9 gr	667,9 gr		
E = X - J	312	312		
F = B - A	4,90	5,00		
H = A - E	183	183		
I = B - E	188	188		
"G" PESO ESPECIFICO APARENTE (Gr/cm3)	2,708 gr/cm3	2,706 gr/cm3		2,707 gr/cm3
"Gb" PESO ESPECIFICO BULK (Gr/cm3)	2,638 gr/cm3	2,634 gr/cm3		2,636 gr/cm3
"Gbs" PESO ESPESIFICO BULK S.S.S (Gr/cm3)	2,664 gr/cm3	2,661 gr/cm3		2,662 gr/cm3
(%) PORCENTAJE DE ABSORCION	0,99%	1,01%		1,00 gr/cm3
				2,672 gr/cm3

FORMULAS:	$G = A / H$	$G_b = A / I$
	$G_{bs} = B / I$	$Abs = F * 100 / A$

OBSERVACIONES:

Material de San Jose de Charaja

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS
ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE LAMINARIDAD

OBRA :	PROYECTO DE GRADO II CIV-502	REGISTRO:	1
UTILIZACION:	Estudio	ARIDOS:	Chancadora - Charaja
REFERENCIA:	Diseño Marshall	FECHA :	12 de febrero de 2019
DESCRIPCION :	Mezcla de Agregados	REALIZADO:	Julio Cesar Pizarro Ramos

MUESTRA TOTAL=	1099,6 grs.
MATERIAL NO LAMINAR	1058,7 gr.
MATERIAL LAMINAR	40,9 gr.
MATERIAL NO LAMINAR %	96,28
MATERIAL LAMINAR %	3,72

DETERMINACIONES	MUESTRA (%)
Material No Laminar %	96,3
Material Laminar %	3,7
ESPECIFICACIONES	< 10

OBSERVACIONES: Material Chancadora Charaja

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

CARAS FRACTURADAS

PROYECTO:	PROYECTO DE GRADIO II CIV-502	REGISTRO:	1
UTILIZACION:	Estudio	ARIDOS:	Chancadora - Charaja
REFERENCIA:	Carpeta Asfáltica	FECHA :	12 de febrero de 2019
DESCRIPCION :	Mezcla de Agregados	REALIZADO:	Julio Cesar Pizarro Ramos

DETERMINACIONES	MUESTRA
Muestra Total (Ret Tamiz #4)	a = 1092,0 gr.
Material Triturado	b = 1039,0 gr.
Material Natural	c = 53,00 gr.
Material C/ Caras Fracturadas %	d = 95,1
Material Natural %	d = 4,9

DETERMINACIONES	MUESTRA (%)
% Material Triturado	a = 95,1 %
% Material Natural	b = 4,9 %
ESPECIFICACIONES	> 75

OBSERVACIONES: Material Chancadora Charaja

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DESGASTE LOS ANGELES AASHTO T - 96

Proyecto : PROYECTO DE GRADO II CIV-502
Referencia : Grava Triturada Progresiva : Charaja N° Ensayo : **1**
Descripcion : Material Para Carpeta Asfaltica Lado : Acopio Fecha : 8-feb.-2019

Realizado : Julio Cesar Pizarro Ramos

DESGASTE LOS ANGELES GRAVA

GRADACION:

B

CARGA ABRASIVA CON:

11

Esferas a 32,5 RPM
500 Revoluciones

PORCIONES DE MUESTRA:

PASADO	RETENIDO	CANTIDAD TOMADA
3/4	1/2	2500
1/2	3/8	2500
RETENIDO TAMIZ DE CORTE N° 12 (1,7 mm)		3.945

DIFERENCIA

1.055

CALCULO:

$$\text{Desgaste} = \frac{\text{Diferencia}}{5000} * 100$$

21,1 %

Observaciones : Material para Mezcla Asfaltica ESPECIFICACIONES < 40%

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS
Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DURABILIDAD SULFATO DE SODIO

SEGÚN NORMA AASHTO T - 104

OBRA :	PROYECTO DE GRADO II CIV-502	REGISTRO: 1
UTILIZACION:	Estudio	FECHA : 11 de febrero de 2019
DESCRIPCION :	Carpeta Asfáltica	PROFUNDIDAD: Acopio
PROCEDENCIA:	Mezcla de Agregados para DISEÑO MARSHALL	REALIZADO: Julio Cesar Pizarro Ramos

METODO SULFATO DE SODIO

AGREGADO GRUESO									
Granulometría				Peso Materiales		Perdida Por Diferencia(Grs.)	% Pasa al Tamiz mas fino	% Perdida Respecto Tamiz	% Perdida Respecto Muestra Total
Tamiz N°	Tamiz Pasa	Tamiz Ret.	Material	Antes Ensayo(Grs.)	Despues Ensayo(Grs.)				
1"	1"	3/4"	91,5	752,2	742,6	9,6	11,7	1,28	0,15
3/4"	3/4"	1/2"	79,8	500,7	476,8	23,9	9,9	4,77	0,47
1/2"	1/2"	3/8"	69,9	300,4	296,7	3,7	16,4	1,23	0,20
3/8"	3/8"	N° 4	53,5	300,0	298,3	1,7	15,6	0,57	0,09
N° 4	N° 4	N° 10	37,8	0,0	0,0	0,0	37,8	0,00	0,00
TOTAL % PERDIDA DE PESO									0,91
MAXIMO									12,00

AGREGADO FINO									
Granulometría				Peso Materiales		Perdida Por Diferencia(Grs.)	% Pasa al Tamiz mas fino	% Perdida Respecto Tamiz	% Perdida Respecto Muestra Total
Tamiz N°	Tamiz Pasa	Tamiz Ret.	Material	Antes Ensayo(Grs.)	Despues Ensayo(Grs.)				
3/8"	3/8"	N° 4							
N° 4	N° 4	N° 10	37,8	100,0	98,0	2,0	37,8	2,00	0,76
N° 10	N° 10	N° 40	18,3	100,0	97,0	3,0	18,3	3,00	0,55
N° 40	N° 40	N° 80	11,9	100,0	95,2	4,8	11,9	4,80	0,57
N° 80	N° 80	0							
TOTAL % PERDIDA DE PESO									1,88
MAXIMO									12,00
PERDIDA TOTAL %									2,79

Cinco Ciclos

OBSERVACIONES: Material de San Jose de Charaja

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES ENSAYO DEL EQUIVALENTE DE ARENA / ASSHTO T-176

PROYECTO:	PROYECTO DE GRADO II CIV-502	REGISTRO:	1
REFERENCIA:	Estudio	FECHA :	09-feb.-19
DESCRIPCION:	Diseño Marshall	PROFUNDIDAD (M.):	Acopio
		REALIZADO:	Julio Cesar Pizarro Ramos

MATERIAL PASANTE TAMIZ N°4

DETERMINACIONES	MUESTRA N°1
Lectura Nivel Superior Suspensión	A = 89
Lectura Nivel Superior Sedimento	B = 47
EQUIVALENTE ARENA	$\frac{B}{A} \times 100 = 52,8 \%$

DETERMINACIONES	MUESTRA N°2
Lectura Nivel Superior Suspensión	A = 94
Lectura Nivel Superior Sedimento	B = 47
EQUIVALENTE ARENA	$\frac{B}{A} \times 100 = 50,0 \%$

DETERMINACIONES	MUESTRA N°3
Lectura Nivel Superior Suspensión	A = 92
Lectura Nivel Superior Sedimento	B = 48
EQUIVALENTE ARENA	$\frac{B}{A} \times 100 = 52,2 \%$

RESUMEN	
Muestra N°1 =	52,8 %
Muestra N°2 =	50,0 %
Muestra N°3 =	52,2 %
EQUIVALENTE ARENA PROMEDIO =	52 %

OBSERVACIONES: Material Para Mezcla Asfaltica
ESPECIFICACIONES > 45 %

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

PROYECTO DE GRADO

RESUMEN TECNOLÓGICO DE MATERIALES

GRAVA Tamaño maximo 3/4" (Charaja)														
Nº Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	%Que Pasa Por Tamiz									Observaciones
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 40	Nº 80	Nº 200	
1	4-feb-19	Estudio	Carpeta Asfáltica	Acopio	100	76,0	41,3	12,5	2,0	1,1	0,8	0,5	0,3	Material Chancadora SEDECA - SAN JOSE DE CHARAJA
2	5-feb-19	Estudio	Carpeta Asfáltica	Acopio	100	74,1	39,9	11,8	2,0	1,1	0,8	0,6	0,5	

RESUMEN ESTADÍSTICO

Numero de Ensayo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Valor Maximo	100,0	76,0	41,3	12,5	2,0	1,1	0,8	0,6	0,5				
Valor Minimo	100,0	74,1	39,9	11,8	2,0	1,1	0,8	0,5	0,3				
Valor Promedio	100,0	75,0	40,6	12,2	2,0	1,1	0,8	0,5	0,4				
Desviacion Estandar	0,00	1,32	1,04	0,49	0,03	0,02	0,01	0,08	0,10				

GRAVILLA Tamaño Maximo 3/8" (Charaja)														
Nº Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	% Que Pasa Por Tamiz									Observaciones
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 40	Nº 80	Nº 200	
1	4-feb-19	Estudio	Carpeta Asfáltica	Acopio	100	100,0	100,0	98,5	31,1	3,0	0,9	0,6	0,5	Material Chancadora SEDECA - SAN JOSE DE CHARAJA
2	5-feb-19	Estudio	Carpeta Asfáltica	Acopio	100	100,0	100,0	99,1	32,0	3,2	0,8	0,6	0,4	

RESUMEN ESTADÍSTICO

Numero de Ensayo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Valor Maximo	100,0	100,0	100,0	99,1	32,0	3,2	0,9	0,6	0,5				
Valor Minimo	100,0	100,0	100,0	98,5	31,1	3,0	0,8	0,6	0,4				
Valor Promedio	100,0	100,0	100,0	98,8	31,6	3,1	0,9	0,6	0,4				
Desviacion Estandar	0,00	0,00	0,00	0,46	0,68	0,17	0,08	0,00	0,04				

ARENA TRITURA (Charaja)														
N° Ensayo	Fecha	Utilización	Referencia	Progresiva	% Que Pasa Por Tamiz									Observaciones
					1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 40	N° 80	N° 200	
1	4-feb-19	Estudio	Carpeta Asfáltica	Acopio	100	100,0	100,0	100,0	98,2	76,7	37,1	24,3	11,0	Material Chancadora SEDECA - SAN JOSE DE CHARAJA
2	5-feb-19	Estudio	Carpeta Asfáltica	Acopio	100	100,0	100,0	100,0	98,1	77,1	37,5	23,9	10,1	

RESUMEN ESTADÍSTICO

Numero de Ensayo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Valor Maximo	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	77,1	37,5	24,3	11,0				
Valor Minimo	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	76,7	37,1	23,9	10,1				
Valor Promedio	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	76,9	37,3	24,1	10,5				
Desviacion Estandar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,26	0,30	0,23	0,69				

OBSERVACIONES:

Resumen de ensayos de Granulometría

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS
ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
RELACION VISCOSIDAD - TEMPERATURA
SEGÚN NORMA AASHTO T - 72

PROYECTO: PROYECTO DE GRADO II CIV-502

REGISTRO:

1

MATERIAL: **Asfalto Convencional**

ESTRUCTURA:

Estudio

TIPO: **85-100**

P. ESPECIFICO: **1,001 Gr/cm³**

FECHA:

15 de febrero de 2019

PROCEDENCIA: **STRATURA**

REALIZADO:

Julio

VISCOSIDAD SAYBOL FUROL	
TEMPERATURA (°C)	VISCOSIDAD (Seg.)
120	198
130	152
140	121
150	100
160	86
170	70

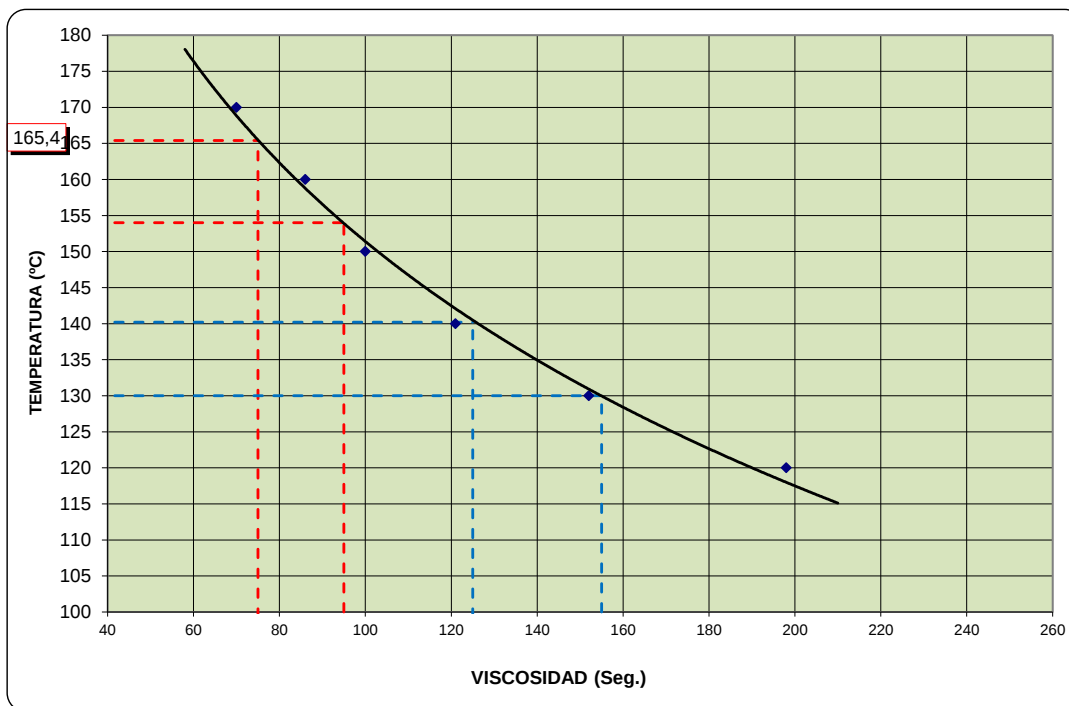
TEMPERATURAS OPTIMAS	
85 ± 10 Seg. Mezcla	140 ± 15 Seg. Compactado

MEZCLA: Especif: Viscosidad

75 95 Seg. Saybolt Furol
Temperatura **154** **165** grados centigrados

COMPACTACION: Especif: Viscosidad

125 155 Seg. Saybolt Furol
Temperatura **130** **140** grados centigrados



OBSERVACIONES:

Muestra de Cemento Asfaltico 85-100



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
ENSAYOS AL CEMENTO ASFALTICO (AASHTO M-20)

PROYECTO:	PROYECTO DE GRADO II CIV-502	N° ENSAYO	1
PROCEDENCIA:	STRATURA		
REFERENCIA:	Asfalto 85-100	FECHA DE REALIZACION	viernes, 15 de febrero de 2019
UTILIZACIÓN:	Diseño Marshall		
REALIZADO	julio		

MUESTRA ORIGINAL

AASHTO T - 84

ENSAYO		Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio	Especificaciones	
						Mínimo	Máximo
Peso Específico AASHTO T-227							
Peso Picnómetro		grs.	34,82	34,8			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)		grs.	67,88	67,9			
Peso Picnómetro + Muestra		grs.	55,99	54,4			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra		grs.	67,92	68,0			
Peso Específico		grs./cm3	0,999	1,002	1,001		
Penetración a 25°C, 100s. 5seg.(0.1mm) AASHTO T-49	Lectura N°1		96	96			
	Lectura N°2		94	95			
	Lectura N°3		94	97			
	Promedio	mm.	94,7	96,0	95,3	85	100
Viscosidad Saybolt 135 °C AASHTO T-72		seg.	135,0	132,0	133,5	85	

OBSERVACIONES

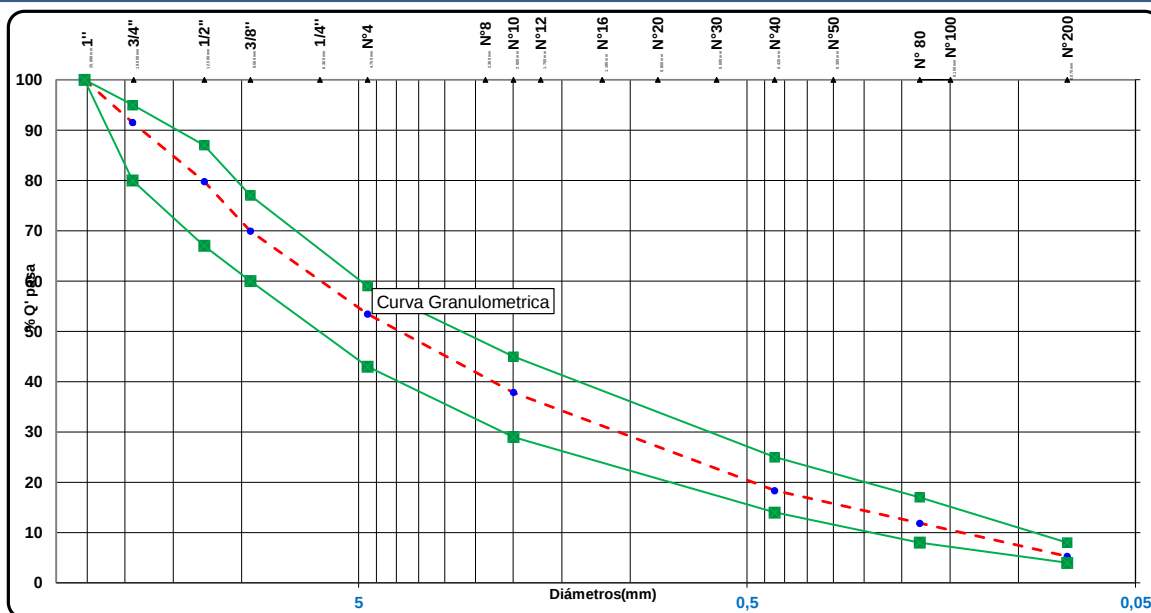
Muestra de Cemento Asfaltico 85-100

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO :	PROYECTO DE GRADO	REGISTRO :	1
DESCRIPCION :	34% Grava 3/4", 18% Gravilla 3/8", 48% Arena Triturada	PROCEDENCIA :	CHANCADORA - SEDECA
REFERENCIA :	MEZCLA - DENSA	FECHA :	6-feb.-2019
		REALIZADO :	Julio

DOSIFICACION DE MATERIALES
PLANILLA DE GRANULOMETRIA PROYECTADA

AGREGADO		Grava - Triturada		Gravilla - Tritura		Arena Triturada - Charaja						% QUE PASA	FAJA		TOLERANCIAS (+/-)	FAJA	
% USADO		34%		18%		48%							CURVA DE TRABAJO			ESPECIF. GRAD. MEDIA	
TAMICES		% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.				INF.	SUP.			
PULG	mm.											INF.			SUP.		
1"	25,40	100,0	34,0	100,0	18,0	100,0	48,0		0,0		0,0	100,0				100	100
3/4"	19,10	75,0	25,5	100,0	18,0	100,0	48,0		0,0		0,0	91,5				80	95
1/2"	12,50	40,6	13,8	100,0	18,0	100,0	48,0		0,0		0,0	79,8				67	87
3/8"	9,50	12,2	4,1	98,8	17,8	100,0	48,0		0,0		0,0	69,9				60	77
#4	4,75	2,0	0,7	31,6	5,7	98,2	47,1		0,0		0,0	53,5				43	59
#10	2,000	1,1	0,4	3,1	0,6	76,9	36,9		0,0		0,0	37,8				29	45
#40	0,425	0,8	0,3	0,9	0,2	37,3	17,9		0,0		0,0	18,3				14	25
#80	0,180	0,5	0,2	0,6	0,1	24,1	11,6		0,0		0,0	11,9				8	17
#200	0,075	0,4	0,1	0,4	0,1	10,5	5,1		0,0		0,0	5,3				4	8



OBSERVACIONES: DISEÑO MARSHALL # 1
Mezcla: 34% Grava 3/4", 18% Gravilla 3/8", 48% Arena Triturada

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS
ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

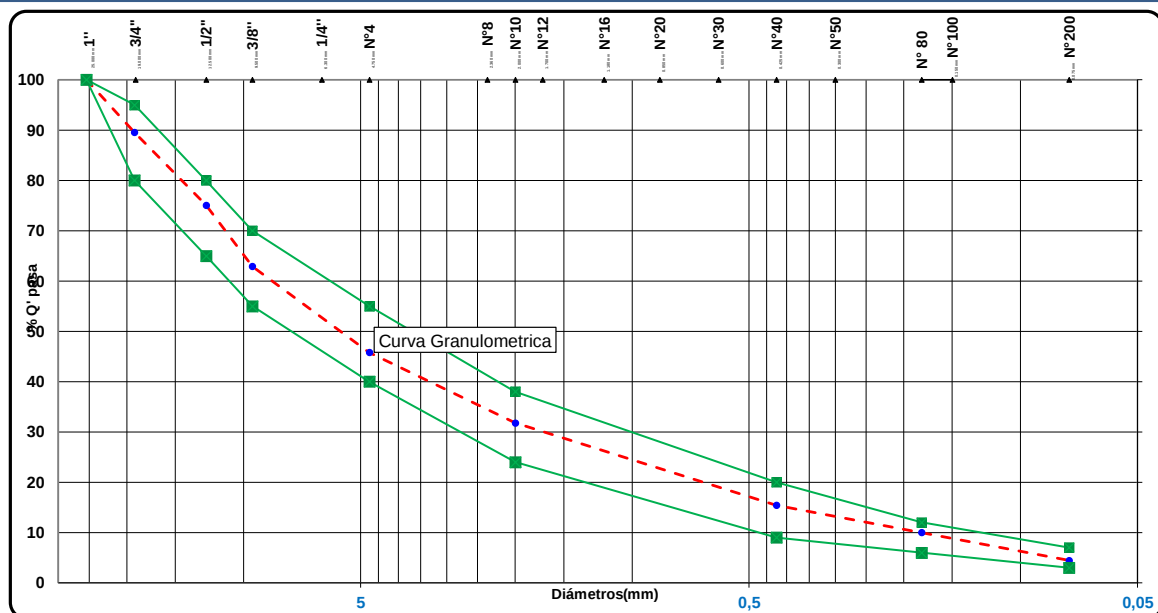
DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO :	PROYECTO DE GRADO	REGISTRO :	2
DESCRIPCION :	42% Grava 3/4", 18% Gravilla 3/8", 40% Arena Triturada	PROCEDENCIA :	CHANCADORA - SEDECA
REFERENCIA :	MEZCLA SEMIDENSA	FECHA :	7-feb.-2019
		REALIZADO :	Julio

DOSIFICACION DE MATERIALES

PLANILLA DE GRANULOMETRIA PROYECTADA

AGREGADO		Grava - Triturada		Gravilla - Tritura		Arena Triturada - Charaja						% QUE PASA	FAJA		TOLERA NCIAS (+/-)	FAJA	
% USADO		42%		18%		40%							CURVA DE TRABAJO	ESPECIF. GRAD. MEDIA			
TAMICES		% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.								
PULG	mm.											INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.
1"	25,40	100,0	42,0	100,0	18,0	100,0	40,0		0,0		0,0	100,0				100	100
3/4"	19,10	75,0	31,5	100,0	18,0	100,0	40,0		0,0		0,0	89,5				80	95
1/2"	12,50	40,6	17,0	100,0	18,0	100,0	40,0		0,0		0,0	75,0				65	80
3/8"	9,50	12,2	5,1	98,8	17,8	100,0	40,0		0,0		0,0	62,9				55	70
#4	4,75	2,0	0,8	31,6	5,7	98,2	39,3		0,0		0,0	45,8				40	55
#10	2,000	1,1	0,5	3,1	0,6	76,9	30,8		0,0		0,0	31,8				24	38
#40	0,425	0,8	0,3	0,9	0,2	37,3	14,9		0,0		0,0	15,4				9	20
#80	0,180	0,5	0,2	0,6	0,1	24,1	9,6		0,0		0,0	10,0				6	12
#200	0,075	0,4	0,2	0,4	0,1	10,5	4,2		0,0		0,0	4,5				3	7



OBSERVACIONES: DISEÑO MARSHALL # 1
 Mezcla: 42% Grava 3/4", 18% Gravilla 3/8", 40% Arena Triturada

Julio Cesar Pizarro Ramos
 Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
 Encargado LAB. SUELOS
 ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
 Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y
 HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

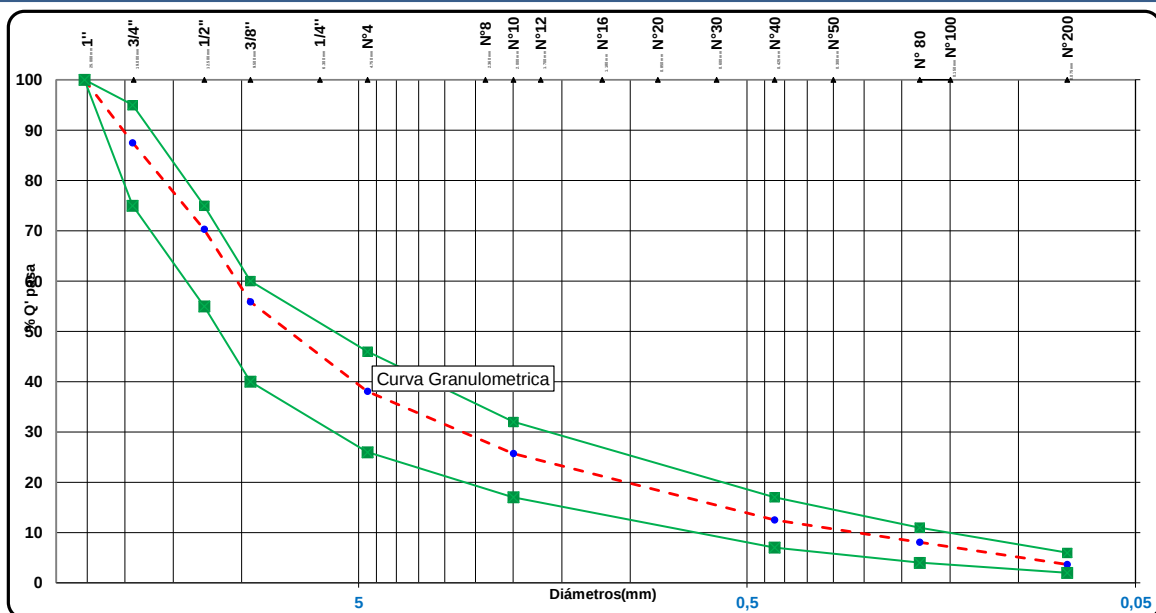
DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO :	PROYECTO DE GRADO	REGISTRO :	3
DESCRIPCION :	50% Grava 3/4", 18% Gravilla 3/8", 32% Arena Triturada	PROCEDENCIA :	CHANCADORA - SEDECA
			SAN JOSE DE CHARAJA
		FECHA :	8-feb.-2019
REFERENCIA :	MEZCLA - GRUESA	REALIZADO :	Julio Cesar Pizarro Ramos

DOSIFICACION DE MATERIALES FAJA "C"

PLANILLA DE GRANULOMETRIA PROYECTADA

AGREGADO		Grava - Triturada		Gravilla - Tritura		Arena Triturada - Charaja						% QUE PASA	FAJA		TOLERANCIAS (+/-)	FAJA	
% USADO		50%		18%		32%							CURVA DE TRABAJO			ESPECIF. GRAD. MEDIA	
TAMICES		% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.	% TOTAL	% ENC.				INF.	SUP.			
PULG	mm.											INF.			SUP.		
1"	25,40	100,0	50,0	100,0	18,0	100,0	32,0		0,0		0,0	100,0				100	100
3/4"	19,10	75,0	37,5	100,0	18,0	100,0	32,0		0,0		0,0	87,5				75	95
1/2"	12,50	40,6	20,3	100,0	18,0	100,0	32,0		0,0		0,0	70,3				55	75
3/8"	9,50	12,2	6,1	98,8	17,8	100,0	32,0		0,0		0,0	55,9				40	60
#4	4,75	2,0	1,0	31,6	5,7	98,2	31,4		0,0		0,0	38,1				26	46
#10	2,000	1,1	0,6	3,1	0,6	76,9	24,6		0,0		0,0	25,7				17	32
#40	0,425	0,8	0,4	0,9	0,2	37,3	11,9		0,0		0,0	12,5				7	17
#80	0,180	0,5	0,3	0,6	0,1	24,1	7,7		0,0		0,0	8,1				4	11
#200	0,075	0,4	0,2	0,4	0,1	10,5	3,4		0,0		0,0	3,6				2	6



OBSERVACIONES: DISEÑO MARSHALL # 1
 Mezcla: 50% Grava 3/4", 18% Gravilla 3/8", 32% Arena Triturada

Julio Cesar Pizarro Ramos
 Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
 Encargado LAB. SUELOS
 ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
 Tec. LAB. SUELOS
 ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Fecha:

19 de febrero de 2019

MEZCLA DENSA - CONVENCIONAL

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)			% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION			GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA								
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,644	gr/cm³	46,5	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100	3/4"				3/8"		N°4										
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,672	gr/cm³	53,5	P. Especifico Total AASHTO T-228	1,001	% DE AGREGADOS :			34%		18%		48%									
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2,659	gr/cm³	100	ESTRATURA		ORIGEN AGREGADOS :			Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA													
N° GOLPES:			75	130 °C Compactación					SAN JOSE DE CHARAJA													
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1 /100	MEDIA	
								REAL Dr.) (	PROMEDIO (Drm.)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA	AGREGADOS	LLENOS DE ASFALTO	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)	MEDIA f.c.				CORREGIDA
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA	(gr)	(gr)	(gr)	(cm3)	(kg/cm3)	(kg/cm3)	(kg/cm3)	(Vv)	(VAM)	(RBV)									
		a	b	c	r	d	e	f	g	h	i	j	k				l					

1	6,33	4,71	4,50	1193,5	1195,9	678,0	517,9	2,304						86	2121,6		1,005			8	8,2	
2	6,39	4,71	4,50	1190,0	1193,0	677,8	515,2	2,310						90	2220,3		0,990			10	9,5	
3	6,32	4,71	4,50	1196,0	1198,2	677,8	520,4	2,298	2,304	2,474	6,88	17,24	60,08	82	2022,9	2121,6	1,008	1,001	2123,7	9	9,0	8,90

4	6,36	5,26	5,00	1192,5	1194,4	682,1	512,3	2,328						106	2615,0		0,998			12	11,5	
5	6,40	5,26	5,00	1191,2	1195,9	681,4	514,5	2,315						102	2516,3		0,988			11	10,5	
6	6,42	5,26	5,00	1195,0	1197,2	682,5	514,7	2,322	2,322	2,456	5,46	17,05	68,00	104	2565,6	2565,6	0,983	0,989	2537,4	10	10,0	10,67

7	6,41	5,82	5,50	1202,1	1203,0	689,7	513,3	2,342						105	2590,3		0,985			12	12,0	
8	6,40	5,82	5,50	1205,4	1207,1	692,5	514,6	2,342						112	2763,0		0,988			12	12,2	
9	6,41	5,82	5,50	1208,4	1209,2	694,8	514,4	2,349	2,344	2,437	3,79	16,67	77,25	108	2664,3	2672,5	0,985	0,986	2635,1	13	12,5	12,23

10	6,39	6,38	6,00	1216,5	1217,0	702,4	514,6	2,364						98	2417,6		0,990			15	15,0	
11	6,42	6,38	6,00	1212,6	1213,6	700,2	513,4	2,362						97	2392,9		0,983			14	14,4	
12	6,37	6,38	6,00	1205,5	1206,5	695,2	511,3	2,358	2,361	2,419	2,37	16,52	85,65	100	2466,9	2425,8	0,995	0,989	2399,1	15	14,5	14,63

13	6,39	6,95	6,50	1213,5	1214,3	698,8	515,5	2,354						82	2022,9		0,990			16	15,5	
14	6,39	6,95	6,50	1215,8	1216,4	702,2	514,2	2,364						90	2220,3		0,990			17	16,5	
15	6,35	6,95	6,50	1202,2	1203,2	693,2	510,0	2,357	2,359	2,400	1,75	17,06	89,77	87	2146,2	2129,8	1,000	0,993	2114,9	16	15,5	15,83

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

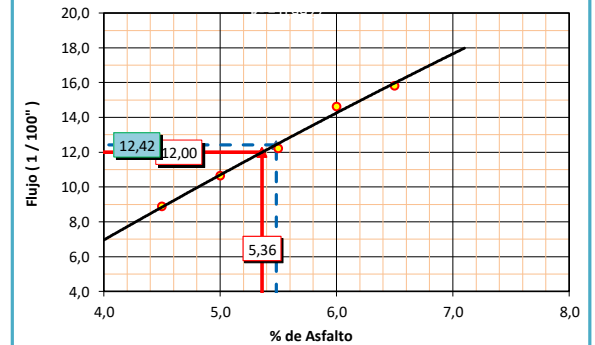
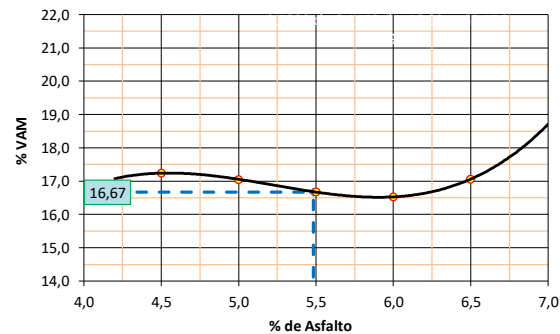
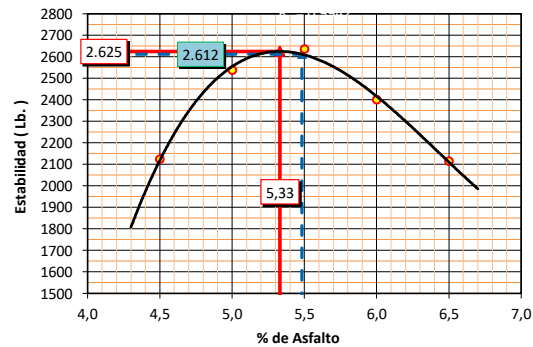
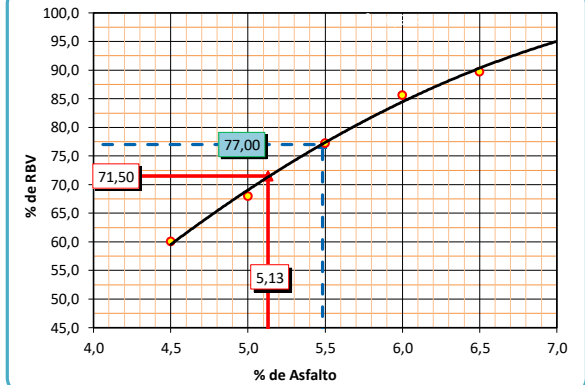
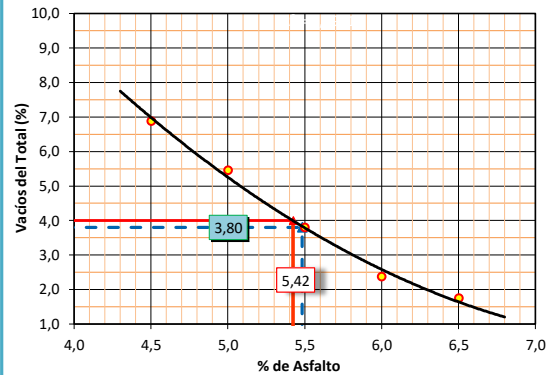
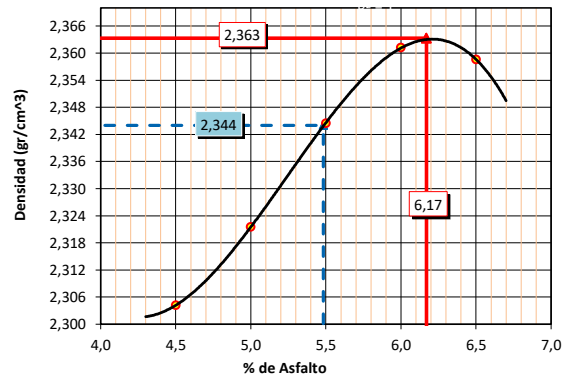
≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

1



VALORES				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	6,17	2,363	-----	-----
% VACIOS	5,42	4,0	3	5
R.B.V.	5,13	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,33	2624,6	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	5,36	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,48	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,48	2,344	-----	-----
% VACIOS		3,80	3	5
R.B.V.		77,00	65	78
V.A.M		16,67	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2612	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		12,42	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,48	

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	32,14
	GRAVILLA 3/8"	17,01
	ARENA CHANCADA	45,37
	% ASF. OPT.	5,48
	TOTAL	100,0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,31	5,65

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA DENSA - CONVENCIONAL
Muestra N°	MEZCLA DENSA - CONVENCIONAL	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	19-feb-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)	Realizado	Mario Reinoso Estrada	

Pesos Específicos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados				Cemento Asfáltico		AASHTO M 20													
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		46,5				85-100															
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		53,5				Peso Específico Total AASHTO T-228		1,001													
Peso Específico Total		2,659		100																			
Peso Especifico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)								Peso Esp. Max. de Mezclas Compact,(AASHTO T-209)															
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta				% de Vacíos				Estabilidad Marshall						Flujo	
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	% de Vacíos Mezcla	Total	V.A.M. (Vacíos Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación Betumen Vacíos)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Corregida	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas	promedio	
		%	%	grs.	grs.	grs.	CC	Grs./cm3	Grs./cm3	Grs./cm3	%	%	%				Libras			Libras	Libras		
1	6,49	5,48	5,8	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333								112	2763,0	0,965	2666,3		0,12		
2	6,44	5,48	5,8	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332								105	2590,3	0,978	2532,0		0,11		
3	6,40	5,48	5,8	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,438	4,18	18,28	77,15	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47			
Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																							
4	6,49	5,48	5,8	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333						100	2466,9	0,965	2380,6		0,12				
5	6,49	5,48	5,8	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334						92	2269,6	0,965	2190,2		0,11				
6	6,35	5,48	5,8	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,438	4,11	18,29	77,55	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00			

Tec. Mario Reinoso Estrada

LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO

Fecha:

25 de febrero de 2019

MEZCLA SEMIDENSA - CONVENCIONAL

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20				DOSIFICACION				GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA								
Mat. Retenido Tamiz Nº 4		2,644		gr/cm³		54,2		Tipo de asfalto AASHTO M 20						85-100		3/4"		3/8"				Nº4				
Mat. Pasa Tamiz Nº 4		2,672		gr/cm³		45,8		P. Especifico Total AASHTO T-228		1,001		% DE AGREGADOS :				42%		18%		40%						
P. Esp. Agregado Total (Gag.):		2,657		gr/cm³		100		ESTRATURA				ORIGEN AGREGADOS :				Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA										
Nº GOLPES:				75		130 °C Compactación				SAN JOSE DE CHARAJA																
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)						LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA				
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					(gr)	(gr)	(gr)	(cm3)	REAL (Dr.)	(Promedio (Dm.)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA (Vv)	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL				MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) mm	MEDIA f.c.	CORREGIDA
		a	b					c	r	d	e	f	g	h	i	j	k		l				m	n		o

1	6,30	4,71	4,50	1186,2	1187,5	673,0	514,5	2,305						77	1899,5		1,013			9	8,6	
2	6,28	4,71	4,50	1191,3	1192,1	674,0	518,1	2,299						73	1800,9		1,019			10	9,5	
3	6,20	4,71	4,50	1187,2	1188,4	671,7	516,7	2,298	2,301	2,473	6,95	17,30	59,80	72	1776,2	1825,5	1,040	1,024	1869,4	10	10,0	9,37

4	6,35	5,26	5,00	1194,3	1195,3	683,0	512,3	2,331						104	2565,6		1,000			12	11,5	
5	6,30	5,26	5,00	1191,5	1192,3	679,4	512,9	2,323						97	2392,9		1,013			12	11,5	
6	6,42	5,26	5,00	1195,7	1196,8	681,3	515,5	2,319	2,325	2,454	5,27	16,88	68,80	96	2368,3	2442,3	0,983	0,999	2439,8	11	11,4	11,47

7	6,43	5,82	5,50	1177,8	1178,4	676,8	501,6	2,348						98	2417,6		0,980			13	13,2	
8	6,28	5,82	5,50	1195,7	1196,2	687,0	509,2	2,348						92	2269,6		1,019			12	12,4	
9	6,25	5,82	5,50	1185,2	1186,5	680,4	506,1	2,342	2,346	2,435	3,66	16,55	77,88	90	2220,3	2302,5	1,027	1,009	2323,2	12	12,0	12,53

10	6,35	6,38	6,00	1185,9	1186,4	682,0	504,4	2,351						88	2170,9		1,000			16	15,6	
11	6,38	6,38	6,00	1183,1	1183,9	682,4	501,5	2,359						91	2244,9		0,993			15	15,0	
12	6,32	6,38	6,00	1195,2	1196,4	687,0	509,4	2,346	2,352	2,417	2,68	16,78	84,04	84	2072,2	2162,7	1,008	1,000	2162,7	15	15,0	15,20

13	6,44	6,95	6,50	1193,1	1194,1	685,4	508,7	2,345						77	1899,5		0,978			17	16,5	
14	6,38	6,95	6,50	1199,2	1200,2	688,0	512,2	2,341						82	2022,9		0,993			17	17,0	
15	6,27	6,95	6,50	1187,8	1188,3	681,4	506,9	2,343	2,343	2,399	2,31	17,53	86,80	80	1973,6	1965,3	1,021	0,997	1959,4	18	17,5	17,00

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

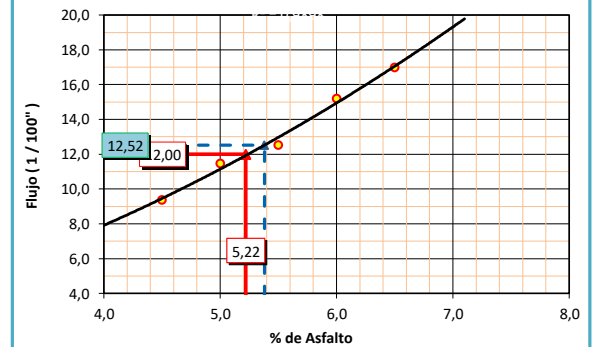
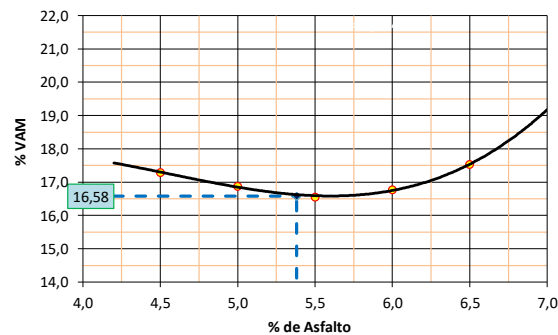
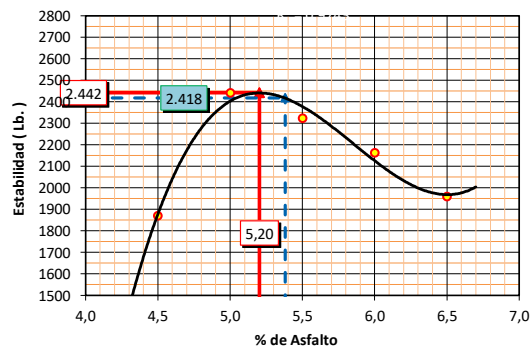
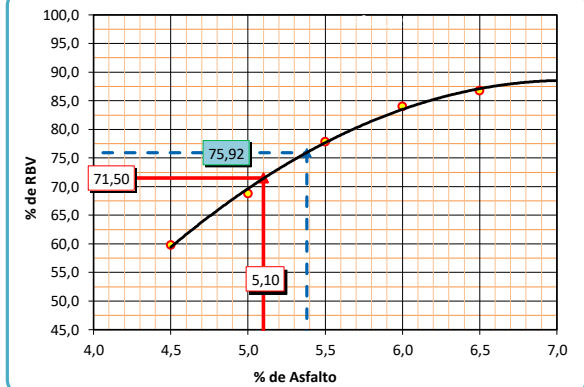
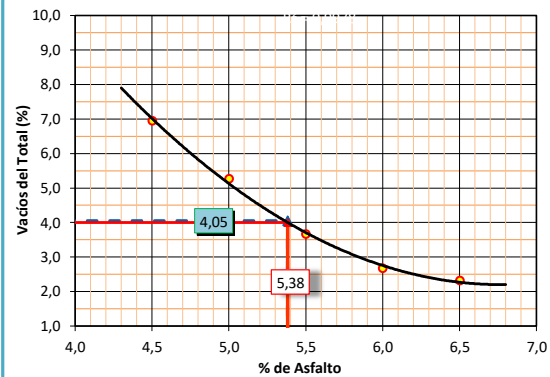
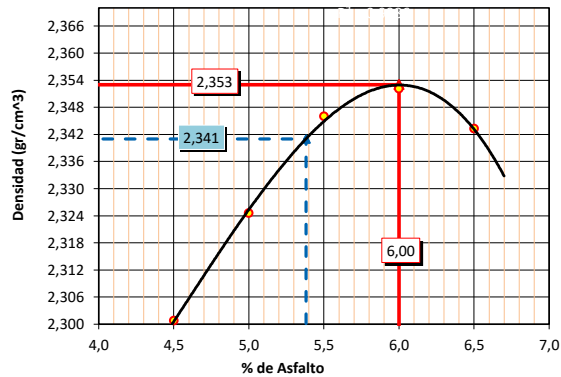
≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

2



VALORES

CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	6,00	2,353	-----	-----
% VACIOS	5,38	4,0	3	5
R.B.V.	5,10	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,20	2442,5	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	5,22	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,38	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARHALL				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,38	2,341	-----	-----
% VACIOS		4,05	3	5
R.B.V.		75,92	65	78
V.A.M		16,58	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2418	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		12,52	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,38	

OBSERVACIONES:

MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	39,74
	GRAVILLA 3/8"	17,03
	ARENA CHANCADA	37,85
	% ASF. OTP.	5,38
	TOTAL	100,0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,21	5,55

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA SEMIDENSA - CONVENCIONAL
Muestra N°	MEZCLA SEMIDENSA - CONVENCIONAL	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	25-feb-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)	Realizado	Mario Reinoso Estrada	

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		Cemento Asfáltico AASHTO M 20										No.de Golpes/Capa75							
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		54,2		85-100																	
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		45,8		Peso Especifico Total AASHTO T-2281,001																	
Peso Especifico Total		2,657		100																			
Peso Especifico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)										Peso Esp. Max. de Mezclas Compact,(AASHTO T-209)													
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta		% de Vacíos						Estabilidad Marshall				Flujo			
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	% de Vacíos Mezcla	Total	V.A.M. (Vacíos Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación Betumen Vacíos)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Corregida	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas	promedio	
		%	%	grs.	grs.	grs.	CC	Grs./cm3	Grs./cm3	Grs./cm3		%	%	%		Libras			Libras	Libras			
1	6,49	5,38	5,7	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333							112	2763,0	0,965	2666,3		0,12			
2	6,44	5,38	5,7	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332							105	2590,3	0,978	2532,0		0,11			
3	6,40	5,38	5,7	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,440	4,26	17,94	76,26	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47			
Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																							
4	6,49	5,38	5,7	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333						100	2466,9	0,965	2380,6		0,12				
5	6,49	5,38	5,7	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334						92	2269,6	0,965	2190,2		0,11				
6	6,35	5,38	5,7	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,440	4,19	17,95	76,67	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00			
</																							

Tec. Mario Reinoso Estrada

LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Fecha:

27 de febrero de 2019

MEZCLA GRUESA - CONVENCIONAL

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20				DOSIFICACION			GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA						
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644	gr/cm³	61,9	Tipo de asfalto AASHTO M 20		85-100		3/4"				3/8"		N°4								
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672	gr/cm³	38,1	P. Especifico Total AASHTO T-228		1,001		% DE AGREGADOS :			50%		18%		32%							
P. Esp. Agregado Total (Gag.):		2,655	gr/cm³	100	ESTRATURA				ORIGEN AGREGADOS :			Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA SAN JOSE DE CHARAJA											
N° GOLPES:				75	130 °C Compactación																		
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)						LECT. DIAL	FLUJO 1 /100		
								REAL Dr.)	(Drm.)	PROMEDIO (Drm.)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA (Vv)	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)	MEDIA f.c.				CORREGIDA
a	b	c	r	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p							

1	6,42	4,71	4,50	1188,3	1194,1	680,6	513,5	2,314						72	1776,2		0,983			9	9,4	
2	6,47	4,71	4,50	1189,9	1190,2	675,0	515,2	2,310						70	1726,9		0,970			10	10,2	
3	6,38	4,71	4,50	1188,6	1191,3	676,2	515,1	2,308	2,310	2,471	6,50	16,88	61,52	77	1899,5	1800,9	0,993	0,982	1768,5	10	9,5	9,70

4	6,42	5,26	5,00	1193,7	1198,0	685,6	512,4	2,330						92	2269,6		0,983			12	12,0	
5	6,32	5,26	5,00	1189,9	1194,9	685,1	509,8	2,334						85	2096,9		1,008			11	11,2	
6	6,39	5,26	5,00	1190,2	1195,9	685,1	510,8	2,330	2,331	2,452	4,93	16,57	70,27	83	2047,6	2138,0	0,990	0,994	2125,2	11	11,3	11,50

7	6,37	5,82	5,50	1188,6	1192,1	683,4	508,7	2,337						87	2146,2		0,995			14	13,5	
8	6,35	5,82	5,50	1192,3	1194,4	685,9	508,5	2,345						85	2096,9		1,000			13	13,4	
9	6,38	5,82	5,50	1187,8	1189,9	682,0	507,9	2,339	2,340	2,433	3,84	16,70	76,99	92	2269,6	2170,9	0,993	0,996	2162,2	13	13,0	13,30

10	6,34	6,38	6,00	1184,8	1185,3	679,5	505,8	2,342						80	1973,6		1,003			16	16,0	
11	6,32	6,38	6,00	1202,1	1203,8	688,0	515,8	2,331						77	1899,5		1,008			15	15,4	
12	6,31	6,38	6,00	1188,6	1191,5	683,4	508,1	2,339	2,337	2,415	3,22	17,23	81,31	84	2072,2	1981,8	1,011	1,007	1995,7	16	15,6	15,67

13	6,34	6,95	6,50	1189,5	1191,2	681,8	509,4	2,335						75	1850,2		1,003			18	18,2	
14	6,30	6,95	6,50	1191,1	1192,5	681,1	511,4	2,329						72	1776,2		1,013			18	17,5	
15	6,32	6,95	6,50	1190,3	1192,0	680,4	511,6	2,327	2,330	2,397	2,79	17,92	84,42	68	1677,5	1768,0	1,008	1,008	1782,1	18	18,0	17,90

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

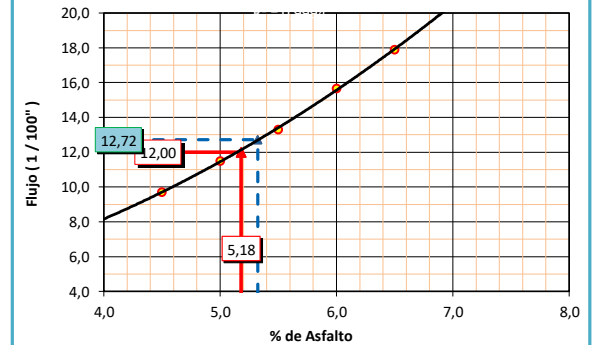
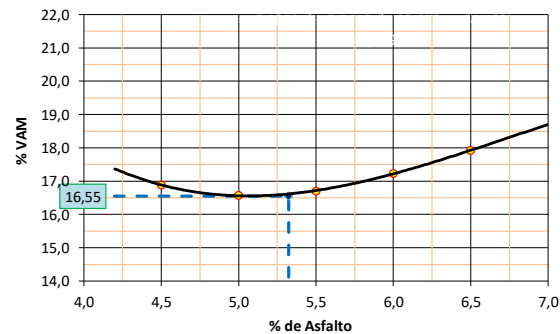
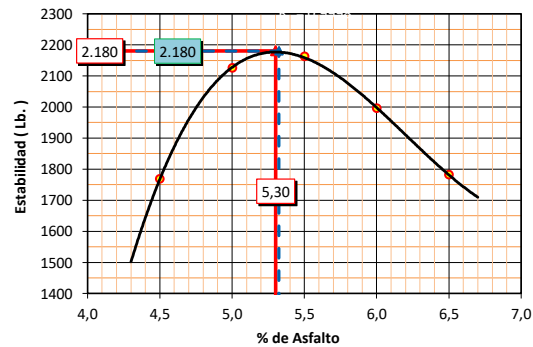
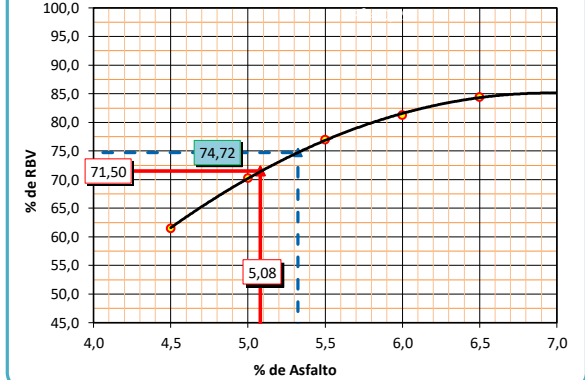
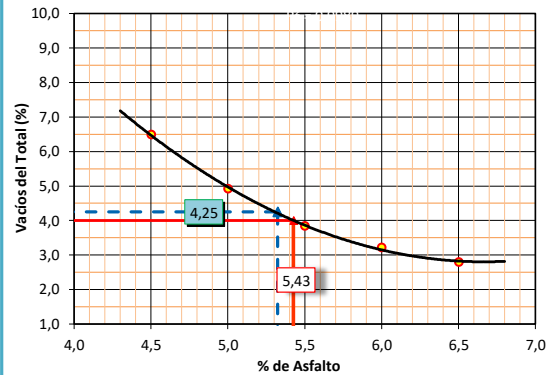
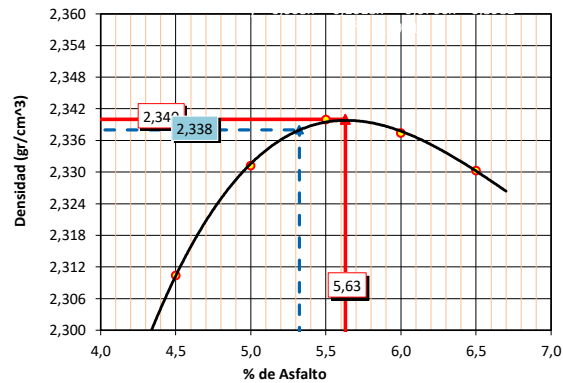
≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

3



VALORES				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,63	2,340	-----	-----
% VACIOS	5,43	4,0	3	5
R.B.V.	5,08	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,30	2180,4	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	5,18	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,32	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARHALL				
CARACTERISTICAS	%DE ASFAL TO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONE S TECNICAS	
DENSIDAD	5,32	2,338	-----	-----
% VACIOS		4,25	3	5
R.B.V.		74,72	65	78
V.A.M		16,55	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2180	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		12,72	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,32	

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	47,34
	GRAVILLA 3/8"	17,04
	ARENA CHANCADA	30,30
	% ASF. OTP.	5,32
	TOTAL	100,0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,16	5,49

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA GRUESA - CONVENCIONAL
Muestra N°	MEZCLA GRUESA - CONVENCIONAL	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	27-feb-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)	Realizado	Mario Reinoso Estrada	

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados				Cemento Asfáltico		AASHTO M 20													
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		61,9				85-100															
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		38,1				Peso Especifico Total AASHTO T-228		1,001								No.de Golpes/Capa		75			
Peso Especifico Total		2,655		100																			
Peso Especifico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)								Peso Esp. Max. de Mezclas Compact.(AASHTO T-209)															
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta				% de Vacíos				Estabilidad Marshall						Flujo	
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	% de Vacios Mezcla	Total	V.A.M. (Vacíos Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación Betumen Vacíos)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Corregida	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas	promedio	
1	6,49	5,32	5,6	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333								112	2763,0	0,965	2666,3		0,12		
2	6,44	5,32	5,6	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332								105	2590,3	0,978	2532,0		0,11		
3	6,40	5,32	5,6	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,440	4,27	17,75	75,92	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47			
Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																							
4	6,49	5,32	5,6	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333							100	2466,9	0,965	2380,6		0,12			
5	6,49	5,32	5,6	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334							92	2269,6	0,965	2190,2		0,11			
6	6,35	5,32	5,6	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,440	4,20	17,75	76,33	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00			

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO II CIV-502

Fecha:

7 de marzo de 2019

MEZCLA DENSA + 0,5% POLIPROPILENO

Pesos Especificos (AASHTO T-100, T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20				DOSIFICACION			GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA					
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644	gr/cm³	46,5	Tipo de asfalto AASHTO M 20		85-100		3/4"				3/8"		N°4							
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672	gr/cm³	53,5	P. Especifico Total AASHTO T-228		1,001		% DE AGREGADOS :			34%		18%		48%						
P. Esp. Agregado Total (Gag.):		2,659	gr/cm³	100	ESTRATURA				ORIGEN AGREGADOS :			Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA										
Nº GOLPES:		75	130 °C Compactación									SAN JOSE DE CHARAJA										
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)						LECT. DIAL	FLUJO 1 /100	MEDIA
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					(gr)	(gr)	(gr)	(cm3)	REAL (Dr.)	PROMEDIO (Drm.)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA	AGREGADOS	LLENOS DE ASFALTO	LECT. DIAL	REAL			
				(kg/cm3)	(kg/cm3)	(kg/cm3)	(Vv)					(VAM)	(RBV)	mm								
				a	b	c	r					d	e	f	g	h	i			j	k	

1	6,31	4,71	4,50	1190,2	1193,1	677,0	516,1	2,306					89	2195,6		1,011			9	8,6		
2	6,29	4,71	4,50	1188,2	1192,4	677,5	514,9	2,308					90	2220,3		1,016			9	9,4		
3	6,38	4,71	4,50	1193,0	1196,2	678,9	517,3	2,306	2,307	2,474	6,78	17,15	60,46	85	2096,9	2170,9	0,993	1,007	2186,1	9	9,2	9,07

4	6,40	5,26	5,00	1193,2	1195,4	680,8	514,6	2,319					108	2664,3		0,988			12	12,0		
5	6,35	5,26	5,00	1190,5	1194,3	680,4	513,9	2,317					107	2639,6		1,000			12	11,5		
6	6,38	5,26	5,00	1193,2	1195,8	681,6	514,2	2,320	2,319	2,456	5,58	17,16	67,49	106	2615,0	2639,6	0,993	0,993	2621,2	12	12,0	11,83

7	6,37	5,82	5,50	1197,3	1199,2	687,3	511,9	2,339					112	2763,0		0,995			13	12,6		
8	6,40	5,82	5,50	1201,1	1204,3	691,2	513,1	2,341					115	2837,0		0,988			12	12,4		
9	6,39	5,82	5,50	1202,5	1205,3	691,8	513,5	2,342	2,341	2,437	3,96	16,82	76,48	110	2713,6	2771,2	0,990	0,991	2746,3	13	13,2	12,73

10	6,40	6,38	6,00	1202,8	1204,5	694,5	510,0	2,358					105	2590,3		0,988			16	16,0		
11	6,37	6,38	6,00	1205,7	1209,4	697,5	511,9	2,355					105	2590,3		0,995			15	14,8		
12	6,45	6,38	6,00	1207,4	1209,3	697,1	512,2	2,357	2,357	2,419	2,54	16,67	84,74	108	2664,3	2615,0	0,975	0,986	2578,4	16	15,5	15,43

13	6,37	6,95	6,50	1210,2	1213,4	699,5	513,9	2,355					94	2318,9		0,995			17	17,0		
14	6,41	6,95	6,50	1203,1	1205,5	694,5	511,0	2,354					102	2516,3		0,985			17	16,5		
15	6,39	6,95	6,50	1205,4	1208,3	697,0	511,3	2,358	2,356	2,400	1,87	17,17	89,11	98	2417,6	2417,6	0,990	0,990	2393,4	18	18,0	17,17

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

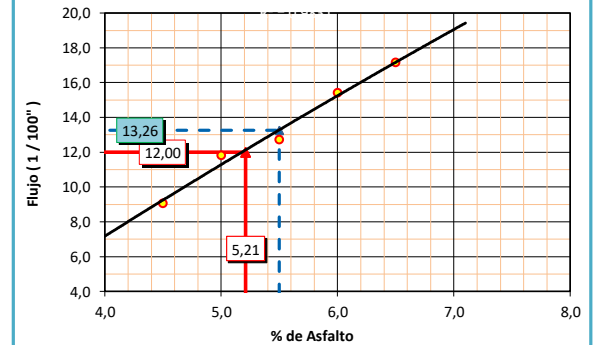
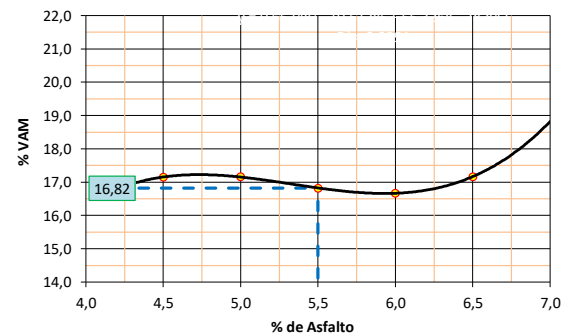
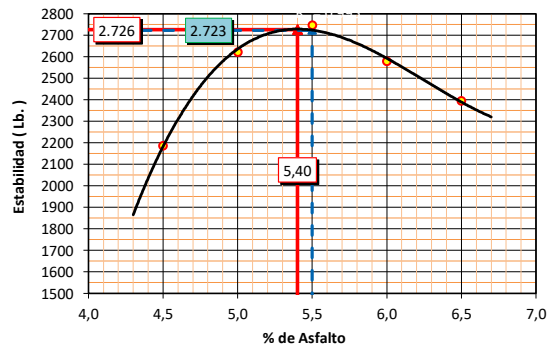
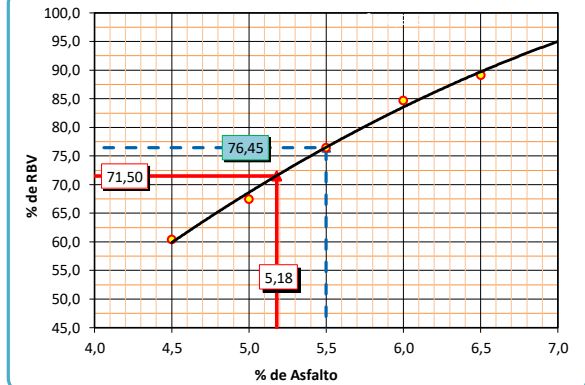
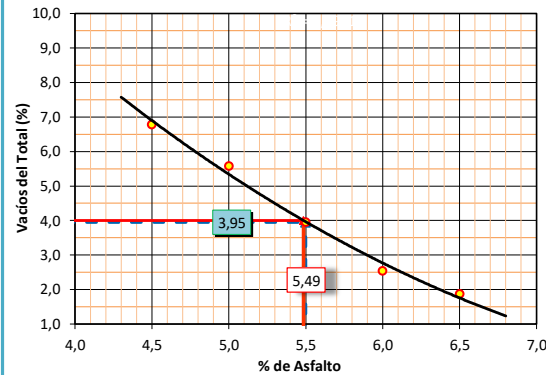
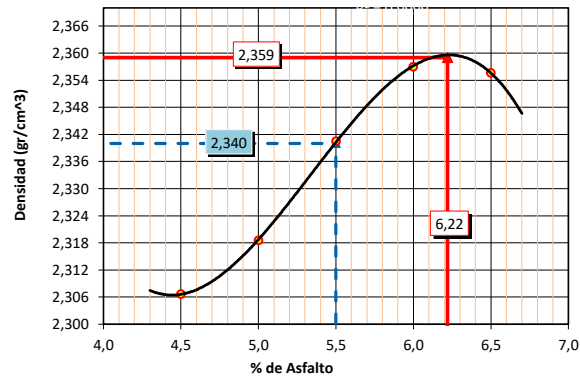
≥ 1600 lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

1a



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	6,22	2,359	-----
% VACIOS	5,49	4,0	3 5
R.B.V.	5,18	71,5	65 78
V.A.M			14
ESTABILIDAD (Lb)	5,40	2726,3	> 1600 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5,21	12,0	8 16
PROMEDIO (%)	5,50	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB, Estabilidad y Fluencia)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5,50	2,340	-----
% VACIOS		3,95	3 5
R.B.V.		76,45	65 78
V.A.M		16,82	14
ESTABILIDAD (Lb)		2723	> 1600 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"		13,26	8 16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,50

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	32,13
	GRAVILLA 3/8"	17,01
	ARENA CHANCADA	45,36
	% ASF. OTP.	5,50
	TOTAL	100,0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,33	5,67

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO II CIV-502

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA DENSA + 0,5% POLIPROPILENO
Muestra N°	MEZCLA DENSA + 0,5% POLIPROPILENO	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	7-mar-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)		Realizado	Mario Reinoso Estrada

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados				Cemento Asfáltico		AASHTO M 20														
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		46,5				85-100																
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		53,5				Peso Específico Total AASHTO T-228		1,001														
Peso Específico Total		2,659		100																				
Peso Especifico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)								Peso Esp. Max. de Mezclas Compact.(AASHTO T-209)																
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta				% de Vacíos				Estabilidad Marshall						Flujo		
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	% de Vacíos Mezcla	Total	V.A.M. (Vacíos	Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación	Betumen Vacíos)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Corregida	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas	promedio
		%	%	grs.	grs.	grs.	CC	Grs./cm3	Grs./cm3	Grs./cm3	%	%	%						Libras		Libras	Libras		
1	6,49	5,50	5,8	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333									112	2763,0	0,965	2666,3		0,12		
2	6,44	5,50	5,8	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332									105	2590,3	0,978	2532,0		0,11		
3	6,40	5,50	5,8	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,437	4,15	18,33	77,35	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47				
Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																								
4	6,49	5,50	5,8	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333						100	2466,9	0,965	2380,6		0,12					
5	6,49	5,50	5,8	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334						92	2269,6	0,965	2190,2		0,11					
6	6,35	5,50	5,8	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,437	4,08	18,34	77,75	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00				

Tec. Mario Reinoso Estrada

LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Fecha:

18 de marzo de 2019

MEZCLA SEMIDENSA + 0,5% POLIPROPILENO

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20				DOSIFICACION				GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA																																						
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644	gr/cm³	54,2	Tipo de asfalto AASHTO M 20		85-100		3/4"					3/8"		N°4																																								
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672	gr/cm³	45,8	P. Especifico Total AASHTO T-228		1,001		% DE AGREGADOS :				42%		18%		40%																																							
P. Esp. Agregado Total (Gag.):		2,657	gr/cm³	100	ESTRATURA				ORIGEN AGREGADOS :				Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA																																											
Nº GOLPES:		75	130 °C Compactación										SAN JOSE DE CHARAJA																																											
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)						LECT. DIAL	FLUJO 1 /100	MEDIA																																		
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.)	PROMEDIO (Drm)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)	MEDIA f.c.	CORREGIDA																																					
																							a	b	c	r	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p																	
1	6,38	4,71	4,50	1200,5	1203,7	681,4	522,3	2,298						85	2096,9		0,993			9	9,0																																			
2	6,40	4,71	4,50	1205,3	1208,5	683,5	525,0	2,296						78	1924,2		0,988			10	10,0																																			
3	6,44	4,71	4,50	1201,3	1203,5	680,2	523,3	2,296	2,297	2,473	7,12	17,44	59,18	80	1973,6	1998,2	0,978	0,986	1970,3	9	8,5	9,17																																		
4	6,48	5,26	5,00	1207,3	1209,4	688,4	521,0	2,317						100	2466,9		0,968			12	12,0																																			
5	6,52	5,26	5,00	1201,2	1204,8	686,2	518,6	2,316						105	2590,3		0,958			13	12,5																																			
6	6,58	5,26	5,00	1200,3	1204,7	688,2	516,5	2,324	2,319	2,454	5,49	17,07	67,85	104	2565,6	2541,0	0,947	0,958	2434,2	12	11,5	12,00																																		
7	6,37	5,82	5,50	1210,3	1204,1	688,0	516,1	2,345						104	2565,6		0,995			14	14,0																																			
8	6,41	5,82	5,50	1200,8	1202,9	690,8	512,1	2,345						98	2417,6		0,985			13	12,5																																			
9	6,38	5,82	5,50	1203,4	1205,1	691,2	513,9	2,342	2,344	2,435	3,75	16,63	77,45	101	2491,6	2491,6	0,993	0,991	2469,2	13	13,0	13,17																																		
10	6,42	6,38	6,00	1202,1	1204,8	692,4	512,4	2,346						95	2343,6		0,983			16	15,6																																			
11	6,46	6,38	6,00	1210,4	1213,9	698,1	515,8	2,347						100	2466,9		0,973			16	15,9																																			
12	6,46	6,38	6,00	1212,2	1215,8	699,6	516,2	2,348	2,347	2,417	2,89	16,96	82,95	90	2220,3	2343,6	0,973	0,976	2287,4	16	16,0	15,83																																		
13	6,47	6,95	6,50	1208,3	1211,2	694,1	517,1	2,337						82	2022,9		0,970			18	17,8																																			
14	6,45	6,95	6,50	1210,5	1212,8	694,5	518,3	2,336						90	2220,3		0,975			17	17,0																																			
15	6,44	6,95	6,50	1202,2	1204,4	690,5	513,9	2,339	2,337	2,399	2,57	17,75	85,52	86	2121,6	2121,6	0,978	0,974	2066,4	19	19,0	17,93																																		

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

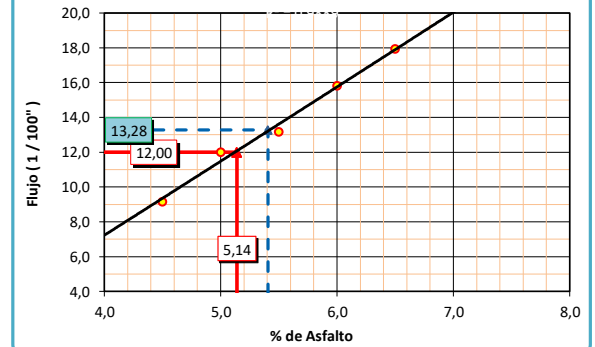
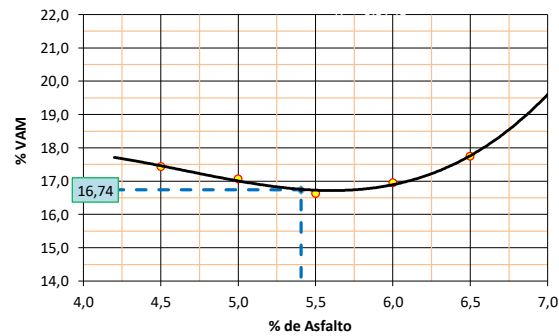
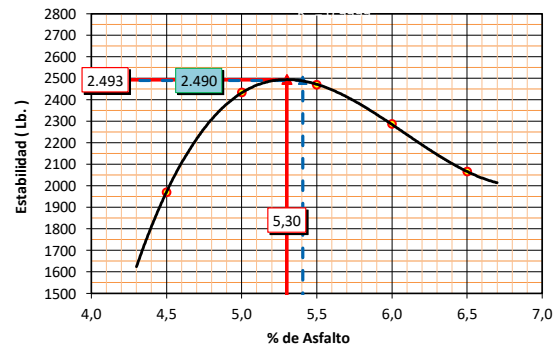
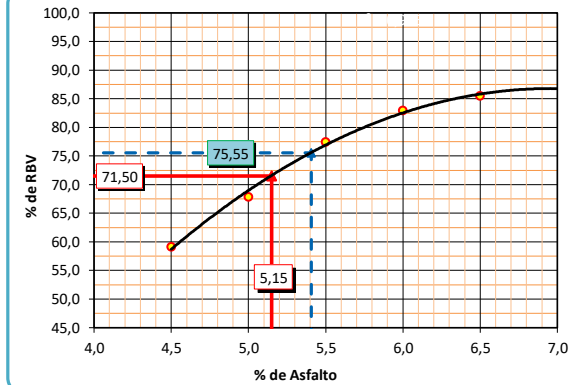
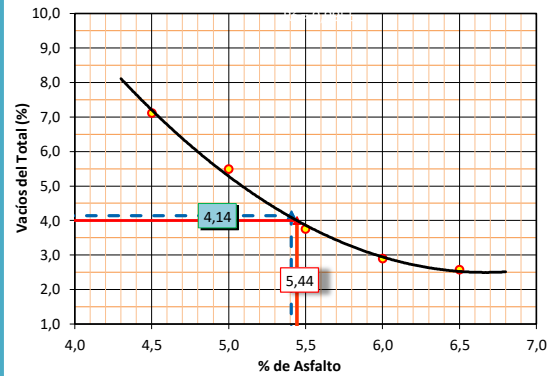
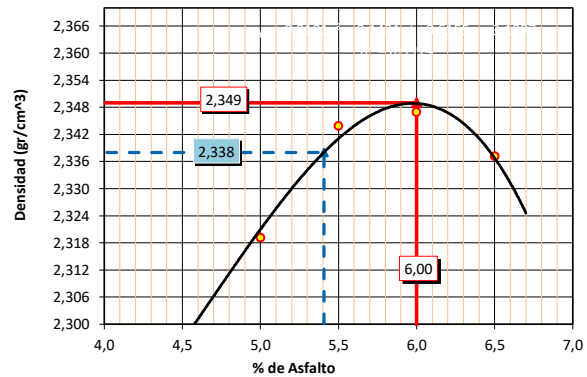
≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

2a



VALORES				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	6,00	2,349	-----	-----
% VACIOS	5,44	4,0	3	5
R.B.V.	5,15	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,30	2493,3	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	5,14	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,41	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARHALL				
CARACTERISTICAS	%DE ASFAL TO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONE S TECNICAS	
DENSIDAD	5,41	2,338	-----	-----
% VACIOS		4,14	3	5
R.B.V.		75,55	65	78
V.A.M		16,74	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2490	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		13,28	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,41	

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	39,73
	GRAVILLA 3/8"	17,03
	ARENA CHANCADA	37,84
	% ASF. OPT.	5,41
	TOTAL	100,0%

Asfalto $\pm$ 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,24	5,57

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA SEMIDENSA + 0,5% POLIPROPILENO
Muestra N°	MEZCLA SEMIDENSA + 0,5% POLIPROPILENO	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	18-mar-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)		Realizado	Mario Reinoso Estrada

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados				Cemento Asfáltico		AASHTO M 20														
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		54,2				85-100																
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		45,8				Peso Específico Total AASHTO T-228		1,001														
Peso Específico Total		2,657		100																				
Peso Especifico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)								Peso Esp. Max. de Mezclas Compact.(AASHTO T-209)																
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta		% de Vacíos						Estabilidad Marshall				Flujo				
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	% de Vacíos Mezcla	Total	V.A.M. (Vacíos Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación Betumen Vacíos)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Corregida	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas	promedio		
		%	%	grs.	grs.	grs.	CC	Grs./cm3	Grs./cm3	Grs./cm3	%	%	%	%		Libras		Libras	Libras					
1	6,49	5,41	5,7	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333							112	2763,0	0,965	2666,3		0,12				
2	6,44	5,41	5,7	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332							105	2590,3	0,978	2532,0		0,11				
3	6,40	5,41	5,7	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,439	4,22	18,02	76,59	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47				
Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																								
4	6,49	5,41	5,7	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333						100	2466,9	0,965	2380,6		0,12					
5	6,49	5,41	5,7	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334						92	2269,6	0,965	2190,2		0,11					
6	6,35	5,41	5,7	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,439	4,15	18,03	76,99	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00				
OBSERVACIÓN:																Resistencia Remanente (%)				88,63	>	85,00		
Especificación		Mínimo									3	75					1500		8					
		Máximo									5	82							18					

Tec. Mario Reinoso Estrada

LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Fecha:

4 de abril de 2019

MEZCLA GRUESA + 0,5% POLIPROPILENO

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)			% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION		GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA															
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2,644	gr/cm³	61,9	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100	3/4"			3/8"		N°4																	
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2,672	gr/cm³	38,1	P. Especifico Total AASHTO T-228	1,001	% DE AGREGADOS :		50%		18%		32%																
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2,655	gr/cm³	100	ESTRATURA		ORIGEN AGREGADOS :		Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA																				
Nº GOLPES:		75	130 °C Compactación		SAN JOSE DE CHARAJA																							
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1 /100	MEDIA							
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL Dr. (	PROMEDIO (Dm.)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA (Vv)	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)	MEDIA f.c.				CORREGIDA						
																							mm	MEDIA f.c.	CORREGIDA			
																										mm	MEDIA f.c.	CORREGIDA
a	b	c	r	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p												

1	6,30	4,71	4,50	1185,2	1187,2	670,0	517,2	2,292						74	1825,5		1,013			10	9,6
2	6,22	4,71	4,50	1192,5	1194,1	675,1	519,0	2,298						74	1825,5		1,035			10	10,0
3	6,33	4,71	4,50	1179,5	1182,0	667,0	515,0	2,290	2,293	2,471	7,19	17,50	58,90	78	1924,2	1858,4	1,005	1,018	1891,9	10	10,0

4	6,35	5,26	5,00	1195,9	1200,2	688,0	512,2	2,335						91	2244,9		1,000			13	12,5
5	6,34	5,26	5,00	1198,4	1203,0	686,0	517,0	2,318						90	2220,3		1,003			12	11,5
6	6,23	5,26	5,00	1181,6	1183,2	675,6	507,6	2,328	2,327	2,452	5,11	16,73	69,48	88	2170,9	2212,0	1,032	1,012	2238,6	11	11,0

7	6,29	5,82	5,50	1194,5	1197,1	686,0	511,1	2,337						100	2466,9		1,016			14	14,3
8	6,35	5,82	5,50	1196,6	1199,9	686,2	513,7	2,329						98	2417,6		1,000			14	14,0
9	6,29	5,82	5,50	1193,2	1195,3	686,0	509,3	2,343	2,336	2,433	3,99	16,83	76,30	95	2343,6	2409,4	1,016	1,011	2435,9	15	15,0

10	6,30	6,38	6,00	1196,5	1198,1	683,5	514,6	2,325						95	2343,6		1,013			17	16,5
11	6,26	6,38	6,00	1190,5	1192,3	681,7	510,6	2,332						92	2269,6		1,024			16	15,6
12	6,28	6,38	6,00	1192,9	1194,3	682,8	511,5	2,332	2,330	2,415	3,54	17,51	79,76	90	2220,3	2277,8	1,019	1,019	2321,1	17	16,5

13	6,29	6,95	6,50	1180,1	1180,9	674,0	506,9	2,328						80	1973,6		1,016			20	20,0
14	6,29	6,95	6,50	1193,8	1194,6	680,0	514,6	2,320						82	2022,9		1,016			18	18,0
15	6,29	6,95	6,50	1186,2	1187,0	676,6	510,4	2,324	2,324	2,397	3,05	18,14	83,17	85	2096,9	2031,1	1,016	1,016	2063,6	19	19,0

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

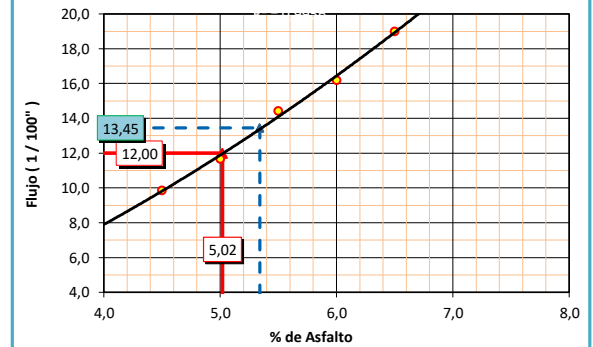
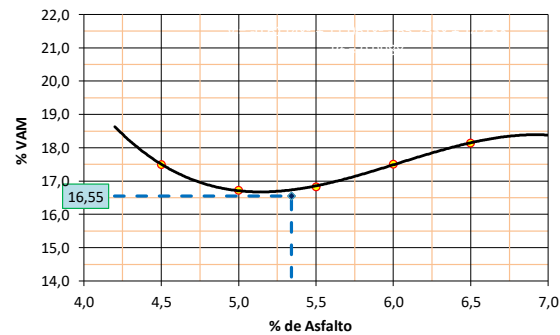
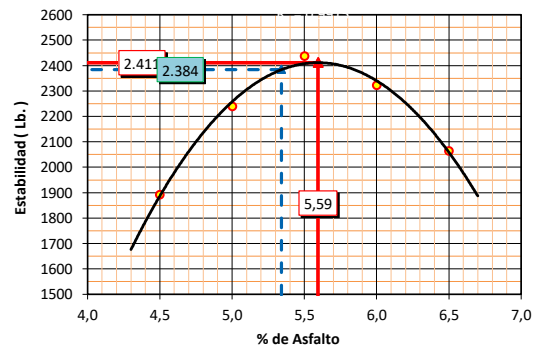
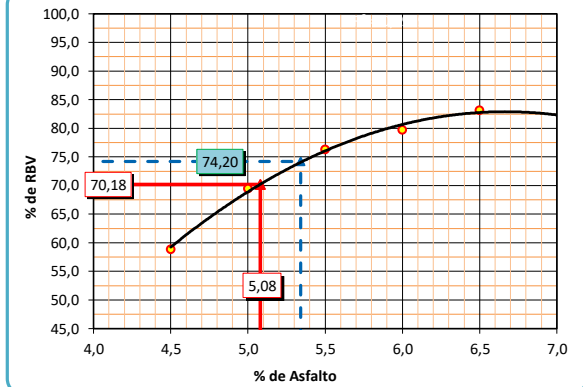
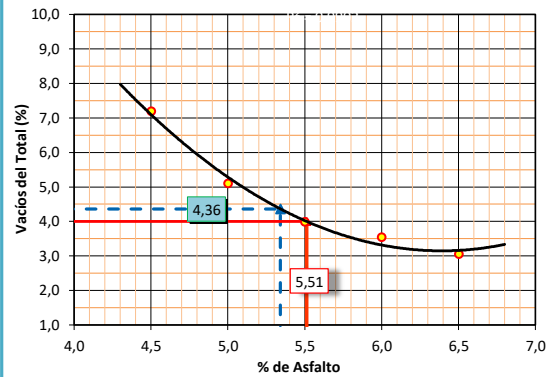
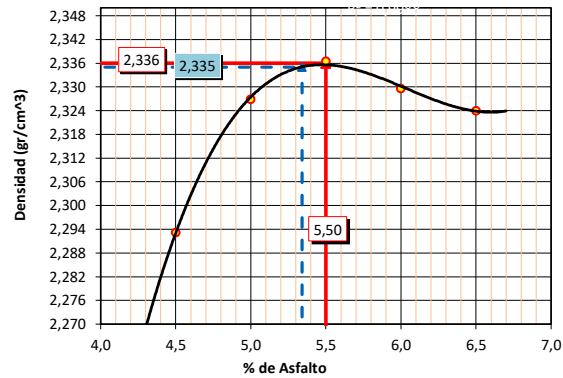
≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

3a



VALORES

CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,50	2,336	-----	-----
% VACIOS	5,51	4,0	3	5
R.B.V.	5,08	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,59	2411,0	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	5,02	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,34	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBV, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL

CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,34	2,335	-----	-----
% VACIOS		4,36	3	5
R.B.V.		74,20	65	78
V.A.M		16,55	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2384	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		13,45	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,34	

OBSERVACIONES:

MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	47,33
	GRAVILLA 3/8"	17,04
	ARENA CHANCADA	30,29
	% ASF. OTP.	5,34
	TOTAL	100,0%

Asfalto $\pm$ 0,3 % del Optimo de la Mezcla : Min. 5,18 Max. 5,51

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA GRUESA + 0,5% POLIPROPILENO
Muestra N°	MEZCLA GRUESA + 0,5% POLIPROPILENO	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	4-abr-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)		Realizado	Mario Reinoso Estrada

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados				Cemento Asfáltico		AASHTO M 20													
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		61,9				85-100															
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		38,1				Peso Especifico Total AASHTO T-228		1,001				No.de Golpes/Capa		75							
Peso Especifico Total		2,655		100																			
Peso Especifico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)								Peso Esp. Max. de Mezclas Compact.(AASHTO T-209)															
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta				% de Vacios				Estabilidad Marshall						Flujo	
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	Total	V.A.M. (Vacios Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación Betumen Vacios)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Correjada	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas		promedio	
		%	%	grs.	grs.	grs.	CC	Grs./cm3	Grs./cm3	Grs./cm3	%	%	%		Libras		Libras	Libras					
1	6,49	5,34	5,6	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333						112	2763,0	0,965	2666,3			0,12			
2	6,44	5,34	5,6	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332						105	2590,3	0,978	2532,0			0,11			
3	6,40	5,34	5,6	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,439	4,25	17,80	76,14	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47			
Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																							
4	6,49	5,34	5,6	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333						100	2466,9	0,965	2380,6			0,12			
5	6,49	5,34	5,6	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334						92	2269,6	0,965	2190,2			0,11			
6	6,35	5,34	5,6	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,439	4,18	17,81	76,55	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00			
OBSERVACIÓN:																Resistencia Remanente (%)				88.63	>	85,00	
Especificación		Mínimo							3	75						1500		8					
		Máximo							5	82								18					

Tec. Mario Reinoso Estrada

LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO II CIV-502

Fecha:

11 de marzo de 2019

MEZCLA DENSA + 1,0% POLIPROPILENO

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20				DOSIFICACION				GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA					
Mat. Retenido Tamiz Nº 4		2,644		gr/cm³		46,5		Tipo de asfalto AASHTO M 20						85-100		3/4"		3/8"				Nº4	
Mat. Pasa Tamiz Nº 4		2,672		gr/cm³		53,5		P. Especifico Total AASHTO T-228		1,001		% DE AGREGADOS :				34%		18%		48%			
P. Esp. Agregado Total (Gag.):		2,659		gr/cm³		100		ESTRATURA				ORIGEN AGREGADOS :				Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA							
Nº GOLPES:		75				130 °C Compactación										SAN JOSE DE CHARAJA							
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)						LECT. DIAL	FLUJO 1 /100	MEDIA	
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					(gr)	(gr)	(gr)	(cm3)	REAL	PROMEDIO	MAXIMA	MEZCLA	AGREGADOS	LLENOS DE ASFALTO	LECT. DIAL	REAL				MEDIA
				(Dr.)	(Drm)	TEORICA	(Vv)					(VAM)	(RBV)	mm									
				a	b	c	r					d	e	f						g	h		

1	6,38	4,71	4,50	1194,2	1196,1	676,8	519,3	2,300						92	2269,6		0,993			8	8,2	
2	6,40	4,71	4,50	1188,5	1191,2	674,0	517,2	2,298						96	2368,3		0,988			9	9,0	
3	6,31	4,71	4,50	1190,2	1193,4	676,2	517,2	2,301	2,300	2,474	7,07	17,40	59,40	96	2368,3	2335,4	1,011	0,997	2328,4	9	8,6	8,60

4	6,42	5,26	5,00	1190,5	1193,5	679,2	514,3	2,315						107	2639,6		0,983			11	11,0	
5	6,40	5,26	5,00	1189,2	1192,2	678,2	514,0	2,314						112	2763,0		0,988			11	10,5	
6	6,34	5,26	5,00	1194,3	1197,0	681,2	515,8	2,315	2,315	2,456	5,74	17,30	66,83	110	2713,6	2705,4	1,003	0,991	2681,1	12	11,5	11,00

7	6,35	5,82	5,50	1200,2	1203,0	690,0	513,0	2,340						121	2985,0		1,000			14	13,8	
8	6,41	5,82	5,50	1204,5	1206,8	691,8	515,0	2,339						118	2911,0		0,985			14	13,5	
9	6,38	5,82	5,50	1201,2	1203,8	690,2	513,6	2,339	2,339	2,437	4,02	16,87	76,19	117	2886,3	2927,4	0,993	0,993	2907,0	15	14,6	13,97

10	6,41	6,38	6,00	1207,3	1209,3	696,5	512,8	2,354						112	2763,0		0,985			17	16,5	
11	6,37	6,38	6,00	1210,2	1213,5	699,0	514,5	2,352						110	2713,6		0,995			16	15,6	
12	6,34	6,38	6,00	1204,8	1206,5	695,0	511,5	2,355	2,354	2,419	2,67	16,78	84,09	112	2763,0	2746,5	1,003	0,994	2730,1	17	17,3	16,47

13	6,45	6,95	6,50	1210,5	1212,8	697,0	515,8	2,347						103	2541,0		0,975			18	18,0	
14	6,38	6,95	6,50	1204,8	1207,0	694,2	512,8	2,349						99	2442,3		0,993			19	18,6	
15	6,40	6,95	6,50	1207,3	1209,5	695,7	513,8	2,350	2,349	2,400	2,16	17,41	87,60	105	2590,3	2524,5	0,988	0,985	2486,6	18	17,6	18,07

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

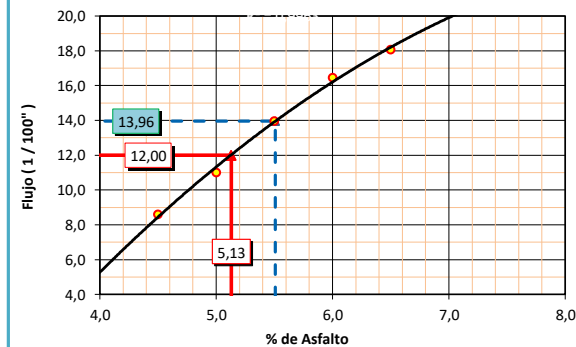
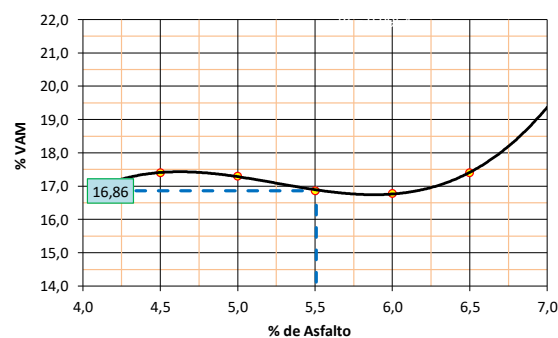
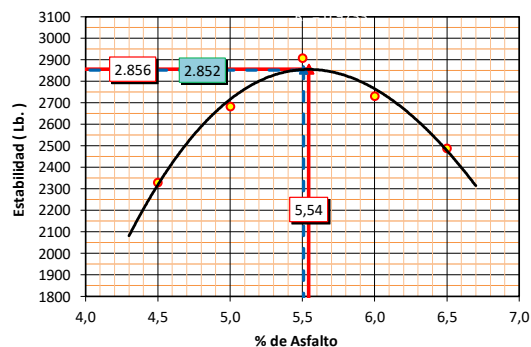
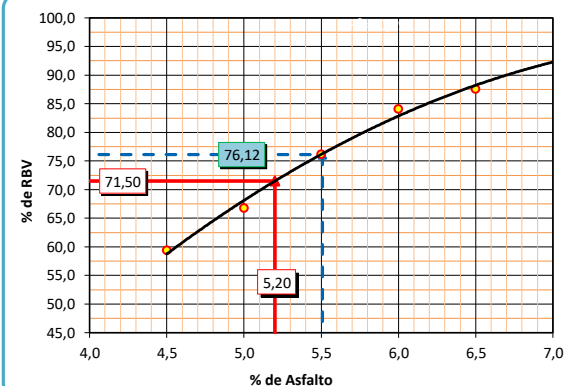
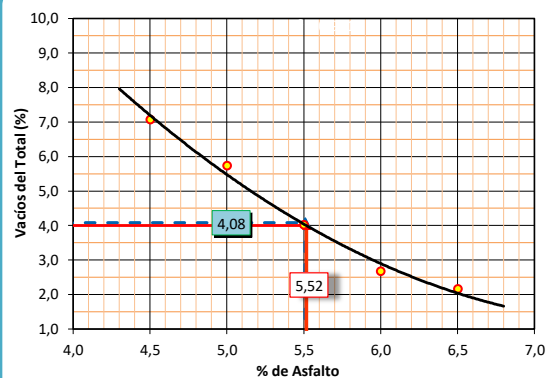
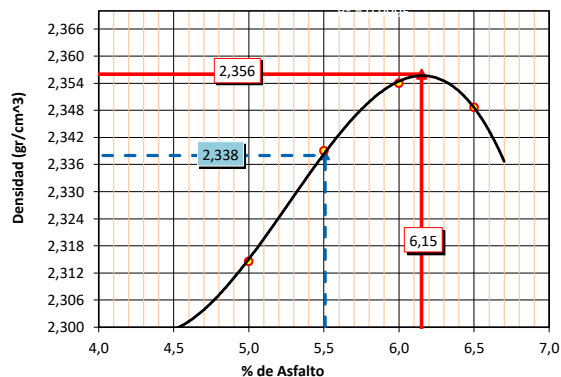
3 - 5 ≥ 14 65 - 78

≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO: **MEZCLA Densa + 1,0% POLIPROPILENO**



VALORES				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	6,15	2,356	-----	-----
% VACIOS	5,52	4,0	3	5
R.B.V.	5,20	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,54	2856,4	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	5,13	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,51	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBV, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARHALL				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,51	2,338	-----	-----
% VACIOS		4,08	3	5
R.B.V.		76,12	65	78
V.A.M		16,86	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2852	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		13,96	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,51	

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	32,13
	GRAVILLA 3/8"	17,01
	ARENA CHANCADA	45,36
	% ASF. OTP.	5,51
	TOTAL	100,0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,34	5,68

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO II CIV-502

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA DENSA + 1,0% POLIPROPILENO
Muestra N°	MEZCLA DENSA + 1,0% POLIPROPILENO	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	11-mar-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)	Realizado	Mario Reinoso Estrada	

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		Cemento Asfáltico		AASHTO M 20				No.de Golpes/Capa		75										
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		46,5				85-100																
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		53,5				Peso Específico Total AASHTO T-228		1,001														
Peso Específico Total		2,659		100																				
Peso Especifico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)								Peso Esp. Max. de Mezclas Compact.(AASHTO T-209)																
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta		% de Vacíos						Estabilidad Marshall				Flujo				
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	% de Vacíos Mezcla	Total	V.A.M. (Vacíos Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación Betumen Vacíos)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Corregida	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas	promedio		
1	6,49	5,51	5,8	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333								112	2763,0	0,965	2666,3		0,12			
2	6,44	5,51	5,8	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332								105	2590,3	0,978	2532,0		0,11			
3	6,40	5,51	5,8	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,437	4,14	18,36	77,45	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47				
Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																								
4	6,49	5,51	5,8	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333						100	2466,9	0,965	2380,6		0,12					
5	6,49	5,51	5,8	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334						92	2269,6	0,965	2190,2		0,11					
6	6,35	5,51	5,8	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,437	4,07	18,37	77,85	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00				
OBSERVACIÓN:																								
										Resistencia Remanente (%)						88,63	>	85,00						
Especificación		Mínimo								3	75							1500						
		Máximo								5	82													

Tec. Mario Reinoso Estrada

LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO

Fecha:

22 de marzo de 2019

MEZCLA SEMIDENSA + 1,0% POLIPROPILENO

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20				DOSIFICACION			GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA					
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644	gr/cm³	54,2	Tipo de asfalto AASHTO M 20		85-100		3/4"				3/8"		N°4							
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672	gr/cm³	45,8	P. Especifico Total AASHTO T-228		1,001		% DE AGREGADOS :			42%		18%		40%						
P. Esp. Agregado Total (Gag.):		2,657	gr/cm³	100	ESTRATURA				ORIGEN AGREGADOS :			Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA										
Nº GOLPES:				75	130 °C Compactación							SAN JOSE DE CHARAJA										
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)						LECT. DIAL	FLUJO 1 /100	MEDIA
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.)	PROMEDIO (Drm.)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA (Vv)	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) mm	MEDIA f.c.	CORREGIDA			
a	b	c	r	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p						

1	6,47	4,71	4,50	1205,5	1209,5	680,4	529,1	2,278						86	2121,6		0,970			8	8,4	
2	6,45	4,71	4,50	1207,0	1210,0	682,0	528,0	2,286						88	2170,9		0,975			9	8,6	
3	6,48	4,71	4,50	1207,3	1208,5	680,0	528,5	2,284	2,283	2,473	7,67	17,94	57,21	90	2220,3	2170,9	0,968	0,971	2108,0	9	9,1	8,70

4	6,35	5,26	5,00	1200,4	1204,0	686,0	518,0	2,317						100	2466,9		1,000			11	11,3	
5	6,37	5,26	5,00	1197,1	1200,5	683,4	517,1	2,315						102	2516,3		0,995			11	11,0	
6	6,37	5,26	5,00	1200,0	1202,8	682,2	520,6	2,305	2,312	2,454	5,76	17,31	66,73	106	2615,0	2532,7	0,995	0,997	2525,1	12	12,0	11,43

7	6,33	5,82	5,50	1208,7	1210,0	693,7	516,3	2,341						110	2713,6		1,005			15	15,0	
8	6,33	5,82	5,50	1204,6	1206,5	691,4	515,1	2,339						112	2763,0		1,005			16	15,5	
9	6,35	5,82	5,50	1208,8	1210,5	692,0	518,5	2,331	2,337	2,435	4,03	16,87	76,10	113	2787,7	2754,8	1,000	1,003	2763,0	15	15,0	15,17

10	6,25	6,38	6,00	1193,9	1195,0	685,0	510,0	2,341						100	2466,9		1,027			18	17,5	
11	6,33	6,38	6,00	1208,1	1202,4	685,0	517,4	2,335						99	2442,3		1,005			18	18,0	
12	6,32	6,38	6,00	1197,0	1198,5	686,0	512,5	2,336	2,337	2,417	3,30	17,31	80,94	103	2541,0	2483,4	1,008	1,013	2515,7	17	17,0	17,50

13	6,35	6,95	6,50	1205,5	1206,8	690,0	516,8	2,333						88	2170,9		1,000			20	19,6	
14	6,37	6,95	6,50	1200,0	1204,0	688,0	516,0	2,326						87	2146,2		0,995			19	19,4	
15	6,40	6,95	6,50	1202,0	1203,0	686,4	516,6	2,327	2,328	2,399	2,94	18,06	83,72	85	2096,9	2138,0	0,988	0,994	2125,2	20	20,0	19,67

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

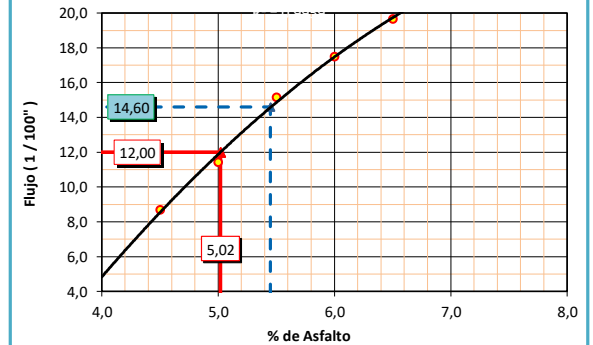
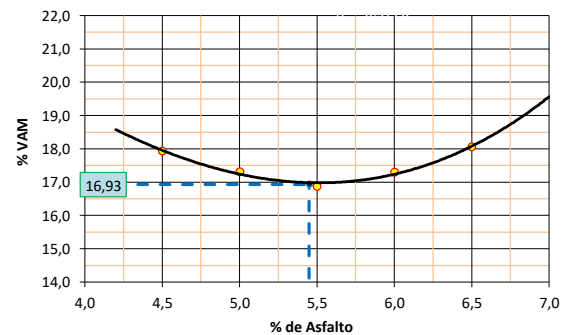
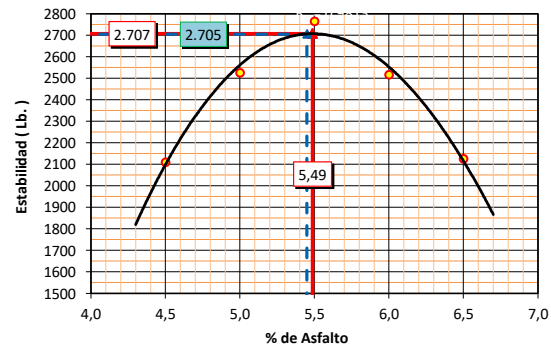
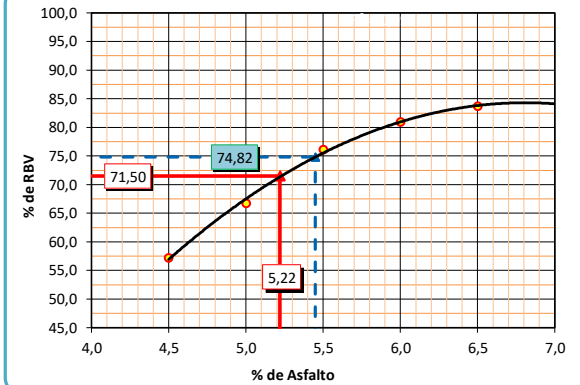
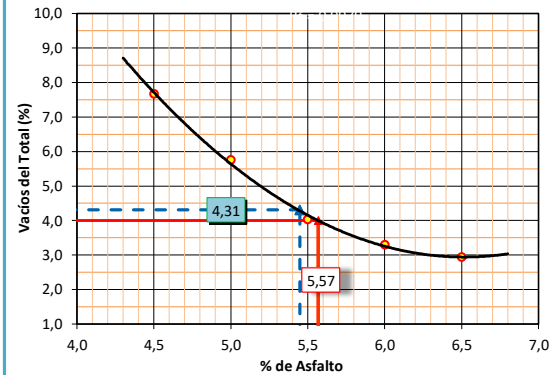
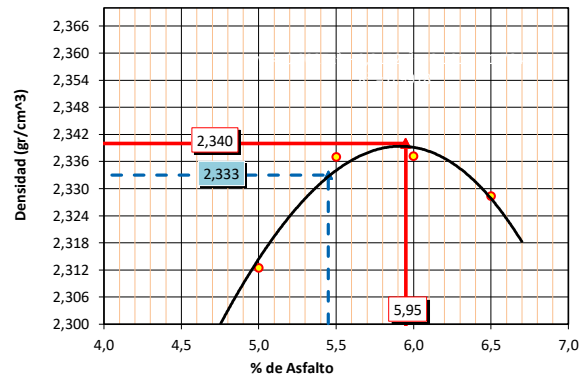
≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

2b



VALORES

CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,95	2,340	-----	-----
% VACIOS	5,57	4,0	3	5
R.B.V.	5,22	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,49	2707,3	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	5,02	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,45	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Gráficas (Densidad, Vv, RBB, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL

CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,45	2,333	-----	-----
% VACIOS		4,31	3	5
R.B.V.		74,82	65	78
V.A.M		16,93	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2705	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		14,60	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,45	

OBSERVACIONES:

MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	39,71
	GRAVILLA 3/8"	17,02
	ARENA CHANCADA	37,82
	% ASF. OTP.	5,45
	TOTAL	100,0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,28	5,62

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS
ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y
HORMIGONES

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA SEMIDENSA + 1,0% POLIPROPILENO
Muestra N°	MEZCLA SEMIDENSA + 1,0% POLIPROPILENO	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	22-mar-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)	Realizado	Mario Reinoso Estrada	

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		Cemento Asfáltico				AASHTO M 20								No.de Golpes/Capa				75	
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		54,2						85-100													
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		45,8						Peso Especifico Total AASHTO T-228				1,001									
Peso Especifico Total		2,657		100																			

Peso Especifico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)										Peso Esp. Max. de Mezclas Compact.(AASHTO T-209)													
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta			% de Vacíos					Estabilidad Marshall				Flujo			
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	Total	V.A.M. (Vacíos)	Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación)	Betumen Vacíos)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Corregida	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas	promedio
		%	%	grs.	grs.	grs.	CC	Grs./cm3	Grs./cm3	Grs./cm3	%	%	%					Libras			Libras	Libras	
1	6,49	5,45	5,8	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333								112	2763,0	0,965	2666,3			0,12	
2	6,44	5,45	5,8	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332								105	2590,3	0,978	2532,0			0,11	
3	6,40	5,45	5,8	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,437	4,16	18,16	77,11	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47			

Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																						
4	6,49	5,45	5,8	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333							100	2466,9	0,965	2380,6			0,12	
5	6,49	5,45	5,8	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334							92	2269,6	0,965	2190,2			0,11	
6	6,35	5,45	5,8	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,437	4,09	18,17	77,51	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00		

OBSERVACIÓN:																	Resistencia Remanente (%)		88,63	>	85,00
Especificación		Mínimo										3	75	1500							8
		Máximo										5	82								18

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Fecha:

9 de abril de 2019

MEZCLA GRUESA + 1,0% POLIPROPILENO

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20				DOSIFICACION				GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA									
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644	gr/cm³	61,9	Tipo de asfalto AASHTO M 20		85-100		3/4"					3/8"		N°4											
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672	gr/cm³	38,1	P. Especifico Total AASHTO T-228		1,001		% DE AGREGADOS :				50%		18%		32%										
P. Esp. Agregado Total (Gag.):		2,655	gr/cm³	100	ESTRATURA				ORIGEN AGREGADOS :				Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA														
Nº GOLPES:				75	130 °C Compactación				SAN JOSE DE CHARAJA																		
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)						LECT. DIAL	FLUJO 1 /100	MEDIA					
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					(gr)	(gr)	(gr)	(cm3)	REAL	(Dr.)	PROMEDIO (Drm)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA	AGREGADOS	LLENOS DE ASFALTO	LECT. DIAL				REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)	MEDIA f.c.	CORREGIDA
												(kg/cm3)	(kg/cm3)	(kg/cm3)	(Vv)	(VAM)	(RBV)										
												mm															
												a	b	c	r	d	e	f							g		

1	6,52	4,71	4,50	1198,1	1205,3	682,5	522,8	2,292						80	1973,6		0,958			10	10,0	
2	6,46	4,71	4,50	1198,9	1205,7	681,9	523,8	2,289						75	1850,2		0,973			10	9,5	
3	6,50	4,71	4,50	1186,2	1189,2	671,8	517,4	2,293	2,291	2,471	7,28	17,58	58,59	81	1998,2	1940,7	0,963	0,964	1870,8	11	10,5	10,00

4	6,40	5,26	5,00	1195,8	1198,9	683,0	515,9	2,318						100	2466,9		0,988			14	14,0	
5	6,33	5,26	5,00	1200,3	1202,1	684,9	517,2	2,321						102	2516,3		1,005			13	13,1	
6	6,42	5,26	5,00	1201,0	1202,4	682,6	519,8	2,311	2,316	2,452	5,53	17,10	67,65	105	2590,3	2524,5	0,983	0,992	2504,3	15	14,9	14,00

7	6,34	5,82	5,50	1214,2	1215,5	694,2	521,3	2,329						110	2713,6		1,003			15	15,3	
8	6,39	5,82	5,50	1190,8	1191,5	679,8	511,7	2,327						111	2738,3		0,990			17	16,5	
9	6,35	5,82	5,50	1190,2	1191,6	681,5	510,1	2,333	2,330	2,433	4,26	17,06	75,04	107	2639,6	2697,2	1,000	0,998	2691,8	16	16,2	16,00

10	6,32	6,38	6,00	1194,5	1194,7	680,2	514,5	2,322						102	2516,3		1,008			19	18,6	
11	6,31	6,38	6,00	1188,1	1190,4	680,0	510,4	2,328						105	2590,3		1,011			19	18,5	
12	6,36	6,38	6,00	1190,0	1192,6	680,5	512,1	2,324	2,324	2,415	3,76	17,69	78,75	100	2466,9	2524,5	0,998	1,006	2539,7	18	18,2	18,43

13	6,30	6,95	6,50	1192,2	1193,6	678,5	515,1	2,315						95	2343,6		1,013			21	21,0	
14	6,39	6,95	6,50	1198,5	1201,2	683,7	517,5	2,316						85	2096,9		0,990			20	20,0	
15	6,40	6,95	6,50	1187,6	1189,0	676,7	512,3	2,318	2,316	2,397	3,38	18,42	81,66	93	2294,3	2244,9	0,988	0,997	2238,2	20	19,8	20,27

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

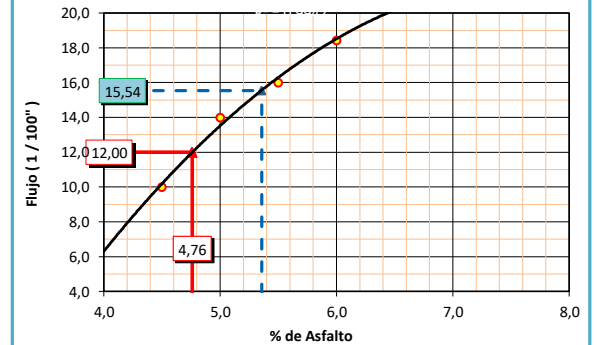
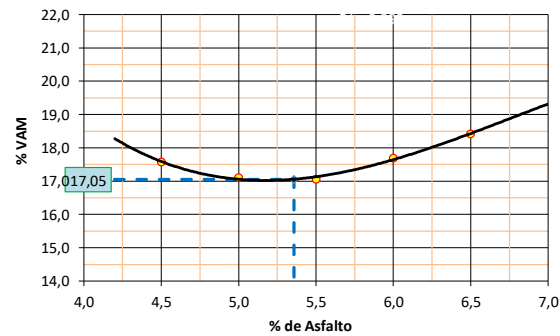
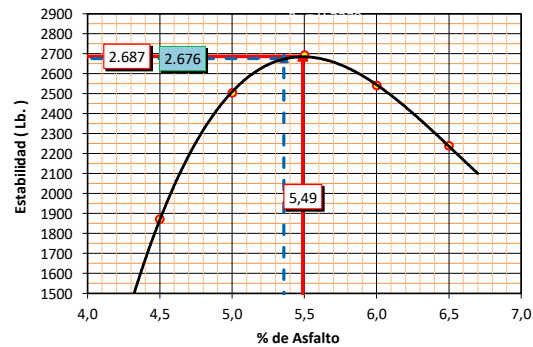
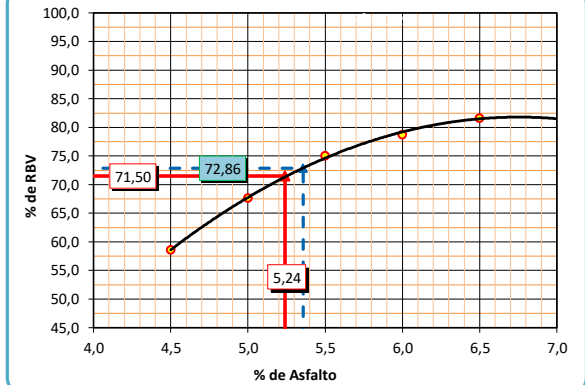
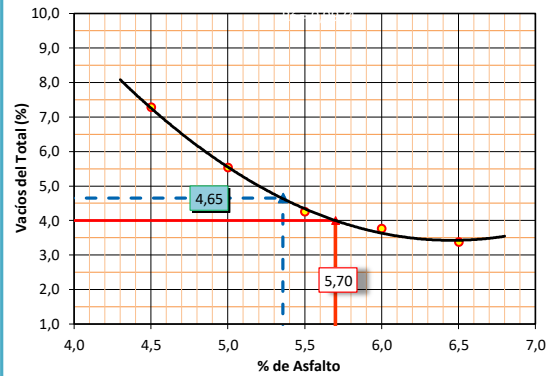
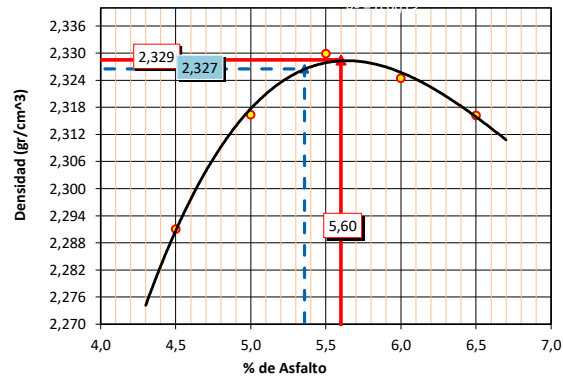
≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

3b



VALORES				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,60	2,329	-----	-----
% VACIOS	5,70	4,0	3	5
R.B.V.	5,24	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,49	2686,8	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	4,76	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,36	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Gráficas (Densidad, Vv, RBB, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARHALL				
CARACTERISTICAS	%DE ASFAL TO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONE S TECNICAS	
DENSIDAD	5,36	2,327	-----	-----
% VACIOS		4,65	3	5
R.B.V.		72,86	65	78
V.A.M		17,05	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2676	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		15,54	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,36	

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	47,32
	GRAVILLA 3/8"	17,04
	ARENA CHANCADA	30,29
	% ASF. OPT.	5,36
	TOTAL	100,0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,19	5,52

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

EMPRESA CONSULTORA
S.A.H.
SUELOS ASFALTOS HORMIGONES

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA GRUESA + 1,0% POLIPROPILENO
Muestra N°	MEZCLA GRUESA + 1,0% POLIPROPILENO	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	9-abr-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)		Realizado	Mario Reinoso Estrada

Tec. Mario Reinoso Estrada

LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Fecha:

14 de marzo de 2019

MEZCLA DENSA + 1,5% POLIPROPILENO

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20				DOSIFICACION				GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA									
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644	gr/cm³	46,5	Tipo de asfalto AASHTO M 20		85-100		3/4"					3/8"		N°4											
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672	gr/cm³	53,5	P. Especifico Total AASHTO T-228		1,001		% DE AGREGADOS :				34%		18%		48%										
P. Esp. Agregado Total (Gag.):		2,659	gr/cm³	100	ESTRATURA				ORIGEN AGREGADOS :				Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA														
Nº GOLPES:		75	130 °C Compactación				SAN JOSE DE CHARAJA																				
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)						LECT. DIAL	FLUJO 1 /100	MEDIA					
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					(gr)	(gr)	(gr)	(cm3)	REAL	(Dr.)	PROMEDIO (Drm)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA	AGREGADOS	LLENOS DE ASFALTO	LECT. DIAL				REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)	MEDIA f.c.	CORREGIDA
												(kg/cm3)	(kg/cm3)	(kg/cm3)	(Vv)	(VAM)	(RBV)	mm									
												a	b	c	r	d	e	f							g		

1	6,28	4,71	4,50	1189,0	1190,5	670,0	520,5	2,284						103	2541,0		1,019				9	9,2	
2	6,36	4,71	4,50	1192,2	1194,2	676,4	517,8	2,302						94	2318,9		0,998				10	10,4	
3	6,40	4,71	4,50	1195,5	1197,6	676,0	521,6	2,292	2,293	2,474	7,34	17,65	58,42	100	2466,9	2442,3	0,988	1,001	2444,7	10	9,8	9,80	

4	6,35	5,26	5,00	1190,0	1191,8	676,4	515,4	2,309						113	2787,7		1,000				12	11,8	
5	6,33	5,26	5,00	1191,2	1192,6	677,4	515,2	2,312						112	2763,0		1,005				12	12,2	
6	6,34	5,26	5,00	1191,8	1192,8	675,1	517,7	2,302	2,308	2,456	6,02	17,55	65,69	116	2861,7	2804,1	1,003	1,003	2812,5	13	12,6	12,20	

7	6,40	5,82	5,50	1194,0	1195,6	682,4	513,2	2,327						124	3059,0		0,988				17	16,7	
8	6,38	5,82	5,50	1190,0	1192,4	682,5	509,9	2,334						120	2960,3		0,993				16	16,3	
9	6,29	5,82	5,50	1189,0	1191,6	681,0	510,6	2,329	2,330	2,437	4,40	17,20	74,41	122	3009,7	3009,7	1,016	0,999	3006,7	16	16,0	16,33	

10	6,33	6,38	6,00	1197,7	1198,9	688,4	510,5	2,346						117	2886,3		1,005				17	17,4	
11	6,34	6,38	6,00	1191,2	1193,2	687,0	506,2	2,353						118	2911,0		1,003				18	18,3	
12	6,30	6,38	6,00	1193,5	1194,7	685,7	509,0	2,345	2,348	2,419	2,92	16,99	82,84	121	2985,0	2927,4	1,013	1,007	2947,9	18	18,4	18,03	

13	6,42	6,95	6,50	1187,6	1189,0	682,6	506,4	2,345						112	2763,0		0,983				20	19,6	
14	6,38	6,95	6,50	1192,2	1193,2	685,5	507,7	2,348						108	2664,3		0,993				19	18,6	
15	6,34	6,95	6,50	1190,0	1191,7	684,0	507,7	2,344	2,346	2,400	2,28	17,51	86,99	110	2713,6	2713,6	1,003	0,993	2694,6	20	20,2	19,47	

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

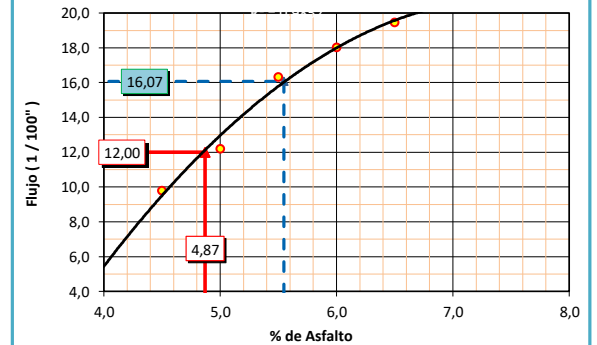
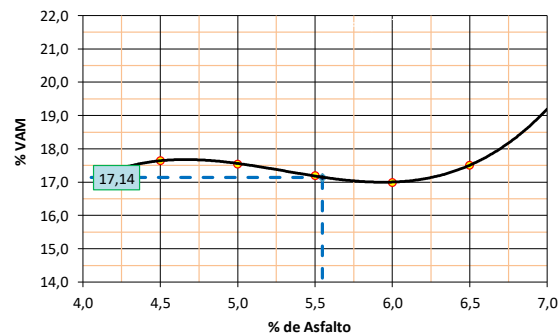
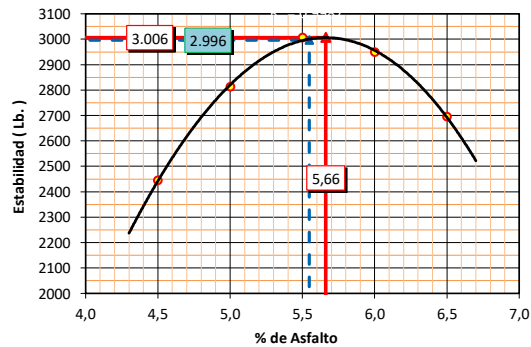
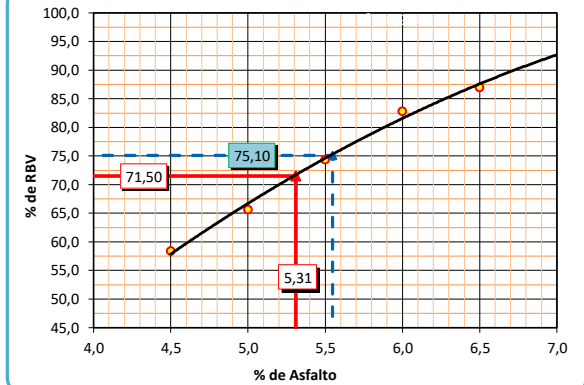
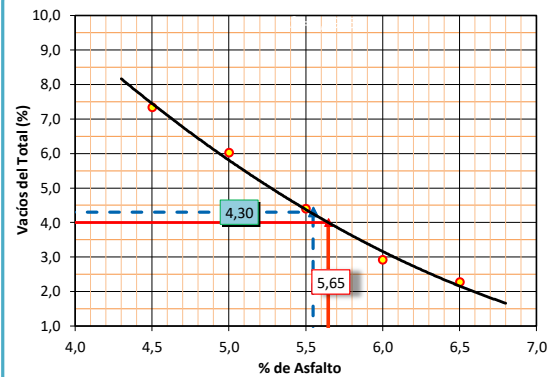
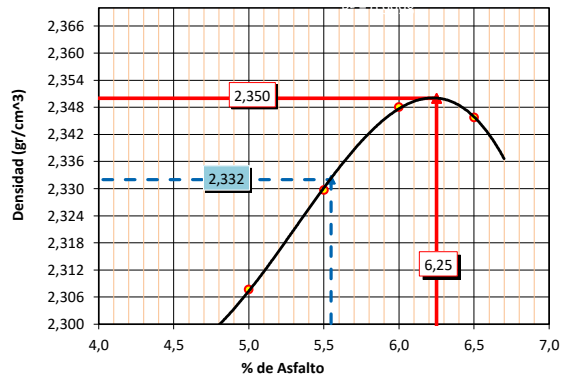
≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

1c



VALORES

CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	6,25	2,350	-----	-----
% VACIOS	5,65	4,0	3	5
R.B.V.	5,31	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,66	3006,1	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	4,87	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,55	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARHALL				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,55	2,332	-----	-----
% VACIOS		4,30	3	5
R.B.V.		75,10	65	78
V.A.M		17,14	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2996	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		16,07	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,55	

OBSERVACIONES:

MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	32,11
	GRAVILLA 3/8"	17,00
	ARENA CHANCADA	45,34
	% ASF. OTP.	5,55
	TOTAL	100,0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,38	5,72

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA DENSA + 1,5% POLIPROPILENO
Muestra N°	MEZCLA DENSA + 1,5% POLIPROPILENO	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	14-mar-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)	Realizado	Mario Reinoso Estrada	

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados				Cemento Asfáltico		AASHTO M 20														
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		46,5				85-100																
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		53,5				Peso Especifico Total AASHTO T-228		1,001														
Peso Especifico Total		2,659		100																				
Peso Especifico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)								Peso Esp. Max. de Mezclas Compact,(AASHTO T-209)																
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta				% de Vacios				Estabilidad Marshall						Flujo		
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	% de Vacios Mezcla	Total	V.A.M. (Vacios	Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación	Betumen Vacios)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Corregida	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas	promedio
		%	%	grs.	grs.	grs.	CC	Grs./cm3	Grs./cm3	Grs./cm3	%	%	%						Libras		Libras	Libras		
1	6,49	5,55	5,9	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333									112	2763,0	0,965	2666,3		0,12		
2	6,44	5,55	5,9	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332									105	2590,3	0,978	2532,0		0,11		
3	6,40	5,55	5,9	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,435	4,08	18,49	77,92	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47				
Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																								
4	6,49	5,55	5,9	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333						100	2466,9	0,965	2380,6		0,12					
5	6,49	5,55	5,9	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334						92	2269,6	0,965	2190,2		0,11					
6	6,35	5,55	5,9	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,435	4,01	18,50	78,32	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00				

Tec. Mario Reinoso Estrada

LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Fecha:

26 de marzo de 2019

MEZCLA SEMIDENSA + 1,5% POLIPROPILENO

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION				GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA																												
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		gr/cm³		54,2						Tipo de asfalto AASHTO M 20		85-100		3/4"						3/8"		N°4																				
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		gr/cm³		45,8		P. Especifico Total AASHTO T-228		1,001		% DE AGREGADOS :				42%		18%		40%																								
P. Esp. Agregado Total (Gag.):		2,657		gr/cm³		100		ESTRATURA		ORIGEN AGREGADOS :				Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA																														
N° GOLPES:				75		130 °C Compactación								SAN JOSE DE CHARAJA																														
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)						LECT. DIAL	FLUJO 1 /100																							
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					(gr)	(gr)	(gr)	(cm3)	REAL (Dr.)	PROMEDIO (Drm)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA (Vv)	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL				MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)	MEDIA f.c.	CORREGIDA																		
																											a	b	c	r	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n		o	p
1	6,45	4,71	4,50	1180,5	1183,4	665,1	518,3	2,278						90	2220,3		0,975				9	9,0																						
2	6,38	4,71	4,50	1178,2	1180,1	663,4	516,7	2,280						90	2220,3		0,993				9	9,0																						
3	6,40	4,71	4,50	1176,8	1178,0	661,6	516,4	2,279	2,279	2,473	7,84	18,08	56,66	93	2294,3	2244,9	0,988	0,985	2211,2	10	9,5	9,17																						
4	6,45	5,26	5,00	1185,0	1187,0	674,2	512,8	2,311						108	2664,3		0,975				13	13,0																						
5	6,50	5,26	5,00	1180,0	1182,8	670,5	512,3	2,303						104	2565,6		0,963				12	12,4																						
6	6,48	5,26	5,00	1181,0	1184,0	672,2	511,8	2,308	2,307	2,454	5,97	17,50	65,86	107	2639,6	2623,2	0,968	0,968	2539,2	13	13,2	12,87																						
7	6,40	5,82	5,50	1185,0	1187,8	678,3	509,5	2,326						115	2837,0		0,988				16	16,0																						
8	6,35	5,82	5,50	1180,8	1183,8	676,5	507,3	2,328						110	2713,6		1,000				17	17,0																						
9	6,38	5,82	5,50	1185,8	1188,1	678,6	509,5	2,327	2,327	2,435	4,45	17,23	74,20	113	2787,7	2779,4	0,993	0,993	2760,0	17	16,5	16,50																						
10	6,45	6,38	6,00	1190,0	1192,5	681,7	510,8	2,330						110	2713,6		0,975				19	19,0																						
11	6,50	6,38	6,00	1185,0	1187,4	679,1	508,3	2,331						111	2738,3		0,963				20	20,0																						
12	6,55	6,38	6,00	1180,0	1185,1	677,6	507,5	2,325	2,329	2,417	3,65	17,61	79,28	115	2837,0	2763,0	0,953	0,963	2660,8	19	18,5	19,17																						
13	6,45	6,95	6,50	1189,0	1195,0	682,6	512,4	2,320						95	2343,6		0,975				21	20,5																						
14	6,40	6,95	6,50	1185,0	1188,0	678,9	509,1	2,328						101	2491,6		0,988				21	20,7																						
15	6,50	6,95	6,50	1181,5	1185,0	676,2	508,8	2,322	2,323	2,399	3,14	18,23	82,75	91	2244,9	2360,0	0,963	0,975	2301,0	20	20,0	20,40																						

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

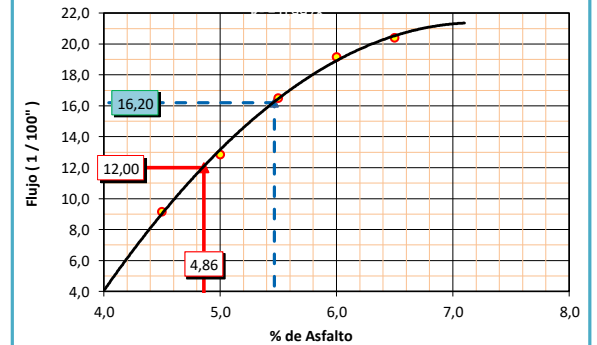
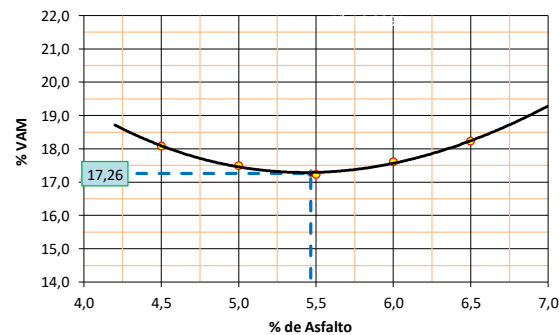
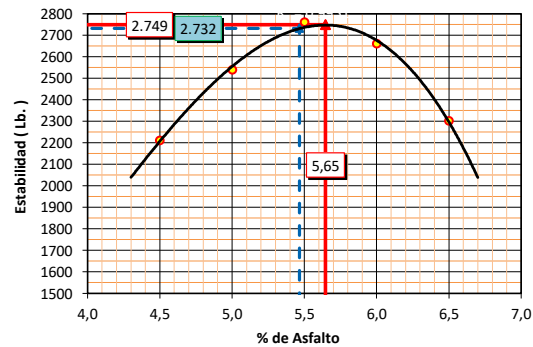
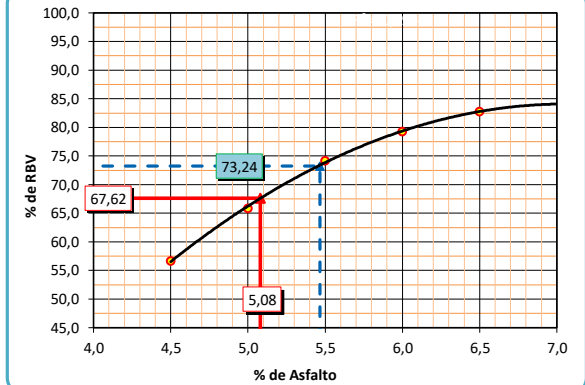
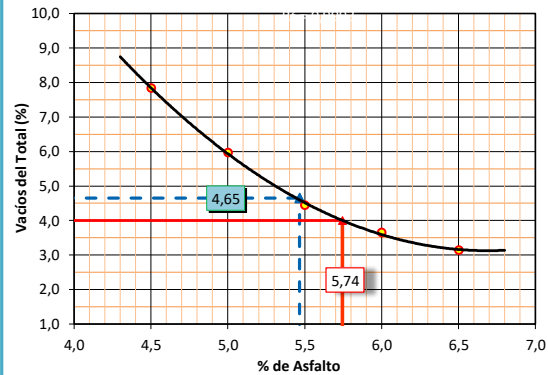
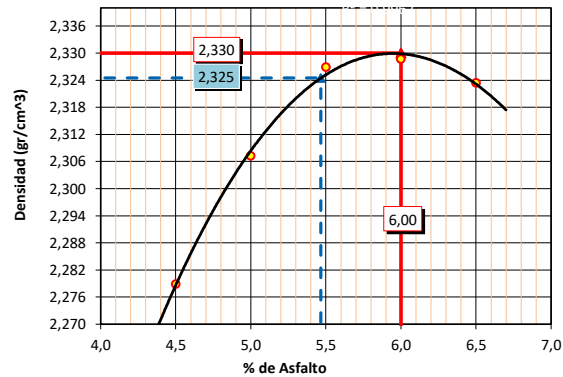
≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

2c



VALORES				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	6,00	2,330	-----	-----
% VACIOS	5,74	4,0	3	5
R.B.V.	5,08	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,65	2749,3	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	4,86	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,47	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Gráficas (Densidad, Vv, RBV, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,47	2,325	-----	-----
% VACIOS		4,65	3	5
R.B.V.		73,24	65	78
V.A.M		17,26	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2732	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		16,20	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,47	

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	39,70
	GRAVILLA 3/8"	17,02
	ARENA CHANCADA	37,81
	% ASF. OPT.	5,47
	TOTAL	100,0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,30	5,64

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA SEMIDENSA + 1,5% POLIPROPILENO
Muestra N°	MEZCLA SEMIDENSA + 1,5% POLIPROPILENO	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	26-mar-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)	Realizado	Mario Reinoso Estrada	

Pesos Específicos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		Cemento Asfáltico AASHTO M 20										No.de Golpes/Capa75							
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		54,2		85-100																	
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		45,8		Peso Específico Total AASHTO T-2281,001																	
Peso Específico Total		2,657		100																			
Peso Específico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)										Peso Esp. Max. de Mezclas Compact.(AASHTO T-209)													
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta		% de Vacíos						Estabilidad Marshall				Flujo			
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	Total	V.A.M. (Vacíos)	Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación	Betumen Vacíos)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Corregida	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas	promedio
		%	%	grs.	grs.	grs.	CC	Grs./cm3	Grs./cm3	Grs./cm3	%	%	%					Libras		Libras	Libras		
1	6,49	5,47	5,8	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333								112	2763,0	0,965	2666,3		0,12		
2	6,44	5,47	5,8	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332								105	2590,3	0,978	2532,0		0,11		
3	6,40	5,47	5,8	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,436	4,13	18,22	77,31	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47			
Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																							
4	6,49	5,47	5,8	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333						100	2466,9	0,965	2380,6		0,12				
5	6,49	5,47	5,8	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334						92	2269,6	0,965	2190,2		0,11				
6	6,35	5,47	5,8	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,436	4,06	18,23	77,72	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00			
OBSERVACIÓN:																	Resistencia Remanente (%)				88,63	>	85,00
Especificación		Mínimo										3	75									1500	8
		Máximo										5	82										18

Tec. Mario Reinoso Estrada

LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL "

Proyecto:

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Fecha:

17 de abril de 2019

MEZCLA GRUESA + 1,5% POLIPROPILENO

Pesos Especificos (AASHTO T-100, T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20				DOSIFICACION			GRAVA		GRAVILLA		ARENA CHANCADA																					
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		gr/cm³		61,9		Tipo de asfalto AASHTO M 20					85-100		3/4"		3/8"					N°4																
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		gr/cm³		38,1		P. Especifico Total AASHTO T-228		1,001		% DE AGREGADOS :			50%		18%		32%																			
P. Esp. Agregado Total (Gag.):		2,655		gr/cm³		100		ESTRATURA				ORIGEN AGREGADOS :			Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA																							
Nº GOLPES:				75		130 °C Compactación				SAN JOSE DE CHARAJA																												
IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S.	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA	VOLUMEN BRIQUETA	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacíos			ESTABILIDAD (Lb)						LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA																
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					(gr)	(gr)	(gr)	(cm3)	REAL	(Dr.)	PROMEDIO (Drm)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA	AGREGADOS	LLENOS DE ASFALTO	LECT. DIAL				REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)	MEDIA f.c.	CORREGIDA											
				a	b	c	r													d	e							f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
		1	6,33	4,71	4,50	1192,2	1194,9	670,7	524,2	2,274						85	2096,9		1,005				12	12,0														
2	6,26	4,71	4,50	1186,0	1188,7	667,5	521,2	2,276						90	2220,3		1,024			12	11,5																	
3	6,36	4,71	4,50	1182,9	1184,5	665,1	519,4	2,277	2,276	2,471	7,90	18,13	56,43	88	2170,9	2162,7	0,998	1,009	2182,2	12	11,8	11,77																
4	6,31	5,26	5,00	1196,5	1198,6	678,0	520,6	2,298						105	2590,3		1,011			16	15,8																	
5	6,25	5,26	5,00	1196,8	1198,6	679,2	519,4	2,304						105	2590,3		1,027			15	14,5																	
6	6,26	5,26	5,00	1186,2	1188,2	672,0	516,2	2,298	2,300	2,452	6,20	17,68	64,97	108	2664,3	2615,0	1,024	1,021	2669,9	16	15,7	15,33																
7	6,26	5,82	5,50	1184,3	1186,6	677,0	509,6	2,324						115	2837,0		1,024			19	18,6																	
8	6,31	5,82	5,50	1182,6	1184,4	673,1	511,3	2,313						108	2664,3		1,011			17	17,0																	
9	6,33	5,82	5,50	1190,2	1193,2	679,0	514,2	2,315	2,317	2,433	4,78	17,51	72,71	110	2713,6	2738,3	1,005	1,013	2773,9	18	18,0	17,87																
10	6,30	6,38	6,00	1192,1	1194,2	679,8	514,4	2,317						98	2417,6		1,013			19	19,0																	
11	6,24	6,38	6,00	1182,2	1184,8	674,2	510,6	2,315						102	2516,3		1,029			19	18,8																	
12	6,28	6,38	6,00	1195,5	1197,2	681,3	515,9	2,317	2,317	2,415	4,08	17,97	77,30	97	2392,9	2442,3	1,019	1,020	2491,1	20	19,5	19,10																
13	6,29	6,95	6,50	1187,0	1188,0	674,2	513,8	2,310						90	2220,3		1,016			22	21,8																	
14	6,28	6,95	6,50	1188,6	1190,0	675,1	514,9	2,308						92	2269,6		1,019			21	21,0																	
15	6,30	6,95	6,50	1180,2	1182,1	671,1	511,0	2,310	2,309	2,397	3,66	18,66	80,37	95	2343,6	2277,8	1,013	1,016	2314,3	20	20,0	20,93																

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5 ≥ 14 65 - 78

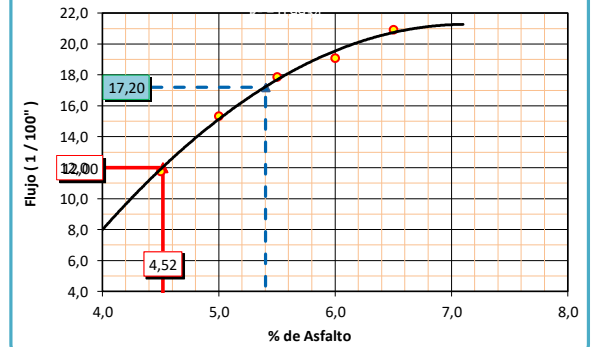
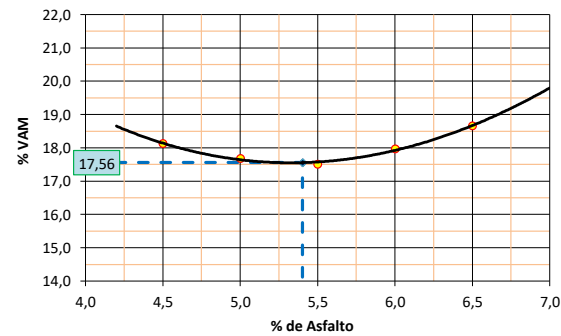
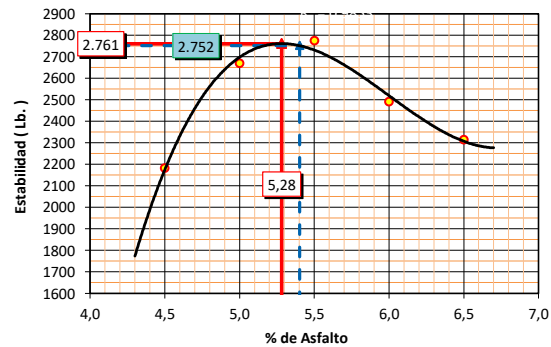
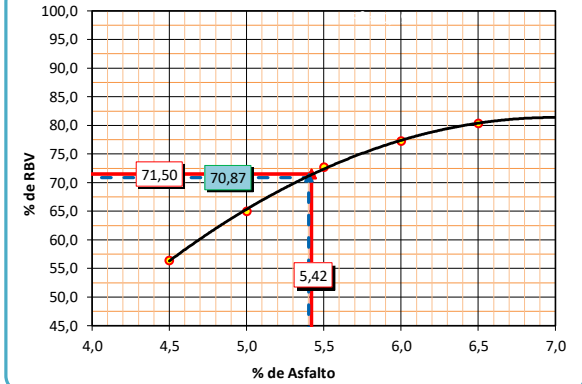
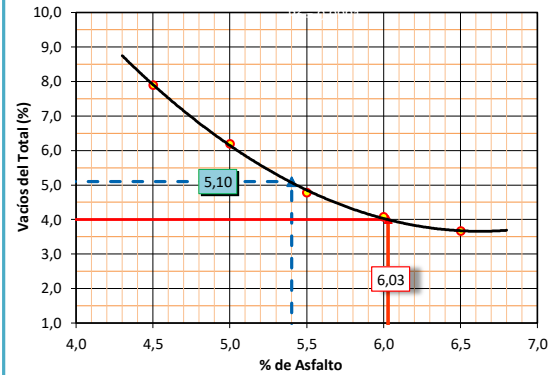
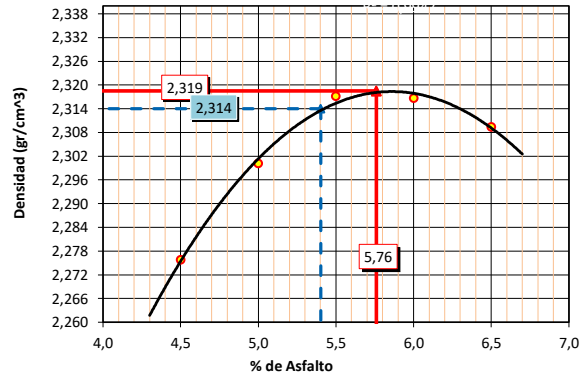
≥ 1600 Lb.

8 - 16

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO:

3c



VALORES

CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,76	2,319	-----	-----
% VACIOS	6,03	4,0	3	5
R.B.V.	5,42	71,5	65	78
V.A.M			14	
ESTABILIDAD (Lb)	5,28	2760,5	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	4,52	12,0	8	16
PROMEDIO (%)	5,40	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Gráficas (Densidad, Vv, RBB, Estabilidad y Fluencia)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL

CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	VALORES CON EL OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5,40	2,314	-----	-----
% VACIOS		5,10	3	5
R.B.V.		70,87	65	78
V.A.M		17,56	14	
ESTABILIDAD (Lb)		2752	> 1600 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"		17,20	8	16
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5,40	

OBSERVACIONES:

MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	47,30
	GRAVILLA 3/8"	17,03
	ARENA CHANCADA	30,27
	% ASF. OTP.	5,40
	TOTAL	100,0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5,24	5,57

Julio Cesar Pizarro Ramos
Universitario

Tec. Mario Reynoso Estrada
Encargado LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

Tec. Samuel Rocabado
Tec. LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE METODO MARSHALL



PROYECTO :

PROYECTO DE GRADO CIV-502

Agregado	PLANTA CHARAJA	Destino (Km.)	Diseño	N° Ensayo	MEZCLA GRUESA + 1,5% POLIPROPILENO
Muestra N°	MEZCLA GRUESA + 1,5% POLIPROPILENO	Estructura	Carpeta Asfáltica	Fecha	17-abr-19
Origen (Km.)	Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA	Pozo (Km.)		Realizado	Mario Reinoso Estrada

Pesos Específicos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados				Cemento Asfáltico		AASHTO M 20							
Mat. Retenido Tamiz N° 4		2,644		61,9				85-100									
Mat. Pasa Tamiz N° 4		2,672		38,1				Peso Específico Total AASHTO T-228		1,001							
Peso Específico Total		2,655		100													

Peso Específico Bulk de Mezclas Bituminosas Compactadas (AASHTO T-166)									Peso Esp. Max. de Mezclas Compact.(AASHTO T-209)															
N° Probeta	Altura de Probeta	% Asfalto		Peso Probeta			Vol.	Densidad Probeta				% de Vacíos				Estabilidad Marshall						Flujo		
		Base mezcla	Base Agregado	Seco	Sat. Sup. Seca	Sumergida en Agua	Probeta	Densidad Real	Densidad Promedio	Densidad Máxima	Teórica	% de Vacíos Mezcla	Total	V.A.M. (Vacíos	Agregados Mineral)	R.B.V. (Relación	Bitumen Vacíos)	LEC. DIAL	Carga	Factor corrección	Carga Real Corregida	Carga Promedio	En 1/100 pulgadas	promedio
		%	%	grs.	grs.	grs.	CC	Grs./cm3	Grs./cm3	Grs./cm3	%	%	%						Libras		Libras	Libras		
1	6,49	5,40	5,7	1208,8	1210,3	692,2	518,1	2,333									112	2763,0	0,965	2666,3		0,12		
2	6,44	5,40	5,7	1200,0	1201,4	686,9	514,5	2,332									105	2590,3	0,978	2532,0		0,11		
3	6,40	5,40	5,7	1198,5	1201,0	689,2	511,8	2,342	2,336	2,437	4,16	18,01	76,90	108	2664,3	0,988	2631,0	2609,8	0,12	11,47				

Ensayo Realizado a 24 Hrs. ESTABILIDAD REMANENTE																						
4	6,49	5,40	5,7	1211,0	1213,2	694,2	519,0	2,333						100	2466,9	0,965	2380,6		0,12			
5	6,49	5,40	5,7	1209,2	1210,5	692,5	518,0	2,334						92	2269,6	0,965	2190,2		0,11			
6	6,35	5,40	5,7	1186,2	1187,5	681,6	505,9	2,345	2,337	2,437	4,09	18,02	77,31	96	2368,3	1,000	2368,3	2313,0	0,11	11,00		

OBSERVACIÓN:																	Resistencia Remanente (%)			88,63	>	85,00
Especificación		Mínimo									3	75				1500	8					
		Máximo									5	82					18					

Tec. Mario Reinoso Estrada

LAB. SUELOS ASFALTOS Y HORMIGONES

