

ANEXO 1

A-1 CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

A-1-1 GRANULOMETRÍA (AASHTO T-27 ASTM 136)

ALCANCE

El presente método de prueba cubre la determinación de la distribución de partículas de agregados finos y gruesos mediante el cribado

DEFINICIÓN

Granulometría. -Distribución porcentual en masa de los distintos tamaños de partículas que constituyen un árido.

Porcentaje parcial. -Porcentaje en masa correspondiente a la fracción directamente retenida en un determinado tamiz.

Porcentaje acumulado retenido en un tamiz. - Porcentaje en masa correspondiente a partículas de mayor tamaño que la abertura determinado tamiz.se calcula como la suma del porcentaje parcial retenido en ese tamiz mas todos los porcentajes parciales retenidos en los tamices de mayor abertura.

Porcentaje acumulado que pasa por un tamiz. - Porcentaje en masa de todas las partículas de menor tamaño que la abertura de un determinado tamiz. Se calcula como la diferencia de entre el 100 % y el porcentaje acumulado retenido en ese tamiz.

EQUIPO

Horno. -Termostáticamente controlado, capaz de mantener constantemente una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Cuarteador Mecánico. - Aparato diseñado para dividir la muestra original en artes representativas y reducir su tamaño a cantidades apropiadas

Tamiz. - Malla de filamentos que se entrecruzan dejando unos huecos cuadrados es importante que esos cuadrados tengan todos los mismos tamaños, ya que esta determinara el tamaño de los que se atravesara el hueco.

Tamaños nominales de abertura

Tamaños nominales de abertura	
(mm)	ASTM
75	(3")
63	(2 1/2")
50	(2")
37,5	(1 1/2")
25	(1")
19	(3/4")
9,5	(3/8")
4,75	(N° 4)
2	(N° 10)
0,425	(N° 40)
0,075	(N° 200)

Fuente: ASTM C -136-03

Bandejas y taras. - Elementos auxiliares del laboratorio para colocar el material.

Balanza. - Instrumento que sirve para medir el peso de un objeto cuya precisión de ser de +/-0.1 gramos para evitar errores aproximación.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Disponer las muestras para el análisis por medio de cuarteo considerando las normas AASHTO T- 87 (preparación de muestras secas) la cantidad de muestras mínimo dependerá del tamaño máximo de partícula Seque la muestra obtenida hasta masa constante a una temperatura de 110 ± 5 °C. luego lo deja a temperatura ambiente por 3 horas.

Peso aproximado 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	1
12.5	1/2	2
19	3/4	5
25	1	10
50	2	20
75	3	30

Fuente: ASTM C -136-03

Para un tamaño nominal de 3/4” se optó por seleccionar 5 kg de muestra de material.

Para un tamaño nominal de 3/8” se optó por seleccionar 3 kg de muestra de material.

PROCEDIMIENTO

1. La muestra escogida de agregado se coloca sobre la bandeja para determinar su masa.
2. La muestra se vacía a los tamices, inmediatamente se ase movimientos giratorios sobre los tamices colocados de forma columna.
3. Se utilizó el tamizador vibratorio eléctrico, finalizándolo manualmente, los resultados de ensayo se dan en porcentajes del peso total agregado que pasa por cada tamiz de dimensiones conocidas, se pesan las respectivas cantidades retenidas en cada tamiz sumándolas en forma acumulativa a las anteriores de tamaño mayor, estos pesos son acumulados y se dividen con el peso total de muestra ensayada y se multiplica por 100, la diferencia de cada uno de estos porcentajes acumulados nos da el porcentaje que deja pasar el tamiz correspondiente.

IMÁGENES DE ENSAYO



Imagen 1: Tamizador vibratorio eléctrico



Imagen 2: Procedimiento de tamizado del agregado grueso





Imagen 3: Procedimiento de tamizado del agregado fino (arena)



Imagen 4: Obtención de pesos retenidos en cada tamiz

CALCULOS

Calcule el porcentaje retenido (% Ret).

$$\% \text{ Ret.} = \frac{B}{A} * 100$$

Donde:

B= Masa de material sobre el tamaño máximo absoluto especificado.

A= Masa de muestra total.

Expresé la granulometría como porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz, indicando como primer resultado el del menor tamiz en que pasa el 100 % y expresando el resultado para los siguientes tamices como la diferencia entre el porcentaje que pasa en el tamiz inmediatamente anterior al de cálculo y el retenido en el tamiz de cálculo. Aproxime los porcentajes que pasan al entero más cercano.

Calcule el porcentaje que pasa (% Pasa).

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Ret.}$$

Muestra 1, granulometría del agregado grueso para tamiz de 3/4".

Peso retenido acumulado

$$\text{Retenido acumulado} = \text{Retenido acumulado}_i + \text{Peso retenido}_{i-1}$$

$$\text{Retenido acumulado} = 200.74 \text{ gr}_{(3/4'')} + 2.30 \text{ gr}_{(1'')}$$

$$\text{Retenido acumulado} = 203.04 \text{ g}$$

Porcentaje retenido

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Retenido acumulado}_i}{\text{Peso total seco}} * 100$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{203.4 \text{ gr}}{2998.24 \text{ gr}} * 100$$

$$\% \text{ Retenido} = 6.77 \%$$

Porcentaje que pasa del total

$$\% \text{ Que pasa del total} = 100 \% - \% \text{ Retenido}$$

$$\% \text{ Que pasa del total} = 100 \% - 6.77 \%$$

$$\% \text{ Que pasa del total} = 93.23 \%$$

A-1-2 PESO ESPECÍFICO PARA AGREGADO GRUESO (AASHTO T-85 ASTM 128)

ALCANCE

Esta norma describe el procedimiento para determinar la gravedad específica real, gravedad específica neta y la absorción de agua en los agregados gruesos. La gravedad específica y la absorción, se basan agregados sumergidos en agua después de 24 horas.

DEFINICION

Densidad. -Es el cociente entre masa y el volumen de un material árido a una temperatura especificada. Se expresa en kg/cm^3 .

Densidad real. -Es la densidad en que se considera el volumen macizo de las partículas de material árido, más el volumen de los poros accesibles e inaccesibles de esas partículas.

Densidad neta. - Es la densidad en que se considera el volumen macizo de las partículas de material árido, más el volumen de los poros inaccesibles.

Absorción de agua. - Masa de agua necesaria para llevar un material árido del estado seco al estado saturado superficialmente seco. Se expresa como porcentajes referido a la masa de áridos secos.

Poros. -Son los espacios vacíos interiores de una partícula de material árido

Huecos. -Espacios vacíos entre las partículas y el material fino.

EQUIPO

Canasta de alambre. –Compuesta de una malla alambre con un diámetro aproximado de 3.35 mm. N° 6, el diámetro de canasta debe ser igual a la altura de capacidad de 4 a 7 litros para el árido.

La canasta será constituida a tal grado que impida atraparé aire cuando está sumergida.

Depósito de agua. – Un tanque de agua en el cual se suspende la muestra en la canasta, y que puede ser colocado debajo de la balanza.

Bandejas y taras. - Elementos auxiliares del laboratorio para colocar el material.

Balanza. - Instrumento que sirve para medir el peso de un objeto cuya precisión de ser de ± 0.1 gramos para evitar errores aproximación.

Horno. -Termostáticamente controlado, capaz de mantener constantemente una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

PROCEDIMIENTO

1. La muestra consiste aproximadamente de 5 kg de material. Se lava el material con el fin de remover el polvo o cualquier impureza que cubra la superficie de las partículas, luego se sumerge en agua por un periodo de 24 horas.
2. Se saca la muestra del agua y se secan las partículas con una toalla hasta que la película de agua haya desaparecido de la superficie. Se deberá evitar la evaporación durante la operación.
3. Se obtiene después el peso de la muestra con sus partículas saturadas.
4. La muestra se vuelve a sumergir después de ser pesada y se determina el peso de la muestra así sumergida.
5. Se seca la muestra en un horno y luego se deja enfriar tres horas en temperatura ambiente y se pesa.

IMÁGENES DE ENSAYO



Imagen 5: Árido grueso expuesto en remojo durante 24 horas



Imagen 6: Secado superficialmente del árido grueso



Imagen 7: Equipo para determinar el peso del árido sumergido

CALCULOS

A= Peso en el aire de la muestra secada al horno en gr.

B= Peso de la muestra saturada, pero con superficie seca en gr.

C= Peso de la muestra saturada dentro del agua en gr.

Peso específico bruto seco

$$\text{Peso específico a granel} = \frac{A}{B - C}$$

Peso específico saturado superficie seca

$$\text{Peso específico en condicion saturada y superficie seca} = \frac{B}{B - C}$$

Peso específico aparente

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{A - C}$$

% de absorción

$$\% \text{ de absorcion} = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

(-C) = este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o volumen de la muestra

Muestra 1, Peso específico del agregado grueso para tamiz de 3/4".

Peso específico a granel o real del árido seco:

$$\text{P.E. a granel} = \frac{A}{B - C} \quad (\text{gr/cm}^3)$$

$$\text{P.E. a granel} = \frac{4951.10 \text{ g}}{5000.00 \text{ gr} - 3145.00 \text{ gr}}$$

$$\text{P.E. a granel} = 2.67 \quad (\text{gr/cm}^3)$$

Peso específico del pétreo saturado superficialmente:

$$\text{P.E. saturado sup. seco} = \frac{B}{B - C} * \quad (\text{g/cm}^3)$$

$$\text{P.E. saturado sup. seco} = \frac{5000.00 \text{ gr}}{5000.00 \text{ gr} - 3145.00 \text{ gr}}$$

$$\text{P.E. saturado sup. seco} = 2.69 \quad (\text{gr/cm}^3)$$

Peso específico aparente:

$$\text{P.E. aparente} = \frac{A}{A - C} \quad (\text{gr/cm}^3)$$
$$\text{P.E. aparente} = \frac{4951.10 \text{ gr}}{4951.10 \text{ gr} - 3145.00 \text{ gr}} \quad \text{P.E. aparente} = 2.74 \quad (\text{gr/cm}^3)$$

Porcentaje de absorción:

$$\% \text{ de absorción} = \frac{B - A}{A} * 100 \quad (\%)$$
$$\% \text{ de absorción} = \frac{5000.00 \text{ gr} - 4951.50 \text{ gr}}{4951.50 \text{ gr}} * 100$$
$$\% \text{ de absorción} = 0.96 \quad (\%)$$

A-1-3 PESO ESPECIFICO PARA AGREGADO FINO (AASHTO T-84 ASTM C 127)

ALCANCE

Esta norma describe el procedimiento para determinar la gravedad específica real, gravedad específica neta y la absorción de agua en los agregados fino. La gravedad específica y la absorción, se basan agregados sumergidos en agua después de 24 horas.

DEFINICION

Densidad. -Es el cociente entre masa y el volumen de un material árido a una temperatura especificada. Se expresa en kg/cm³.

Densidad real. -Es la densidad en que se considera el volumen macizo de las partículas de material árido, más el volumen de los poros accesibles e inaccesibles de esas partículas.

Densidad neta. - Es la densidad en que se considera el volumen macizo de las partículas de material árido, más el volumen de los poros inaccesibles.

Absorción de agua. - Masa de agua necesaria para llevar un material árido del estado seco al estado saturado superficialmente seco. Se expresa como porcentajes referido a la masa de áridos secos.

Poros. -Son los espacios vacíos interiores de una partícula de material árido

Huecos. -Espacios vacíos entre las partículas y el material fino.

EQUIPO

Bandejas y taras. - Elementos auxiliares del laboratorio para colocar el material.

Balanza. - Instrumento que sirve para medir el peso de un objeto cuya precisión de ser de ± 0.1 gramos para evitar errores aproximación.

Horno. -Termostáticamente controlado, capaz de mantener constantemente una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Picnómetro. – Es una probeta que dispone de un cuello alargado y un bulbo inferior, permite determinar la densidad del agregado, en referencia a la de un fluido de densidad conocida, por ejemplo, agua.

Pipeta. - Tubo de varias formas, cuyo orificio superior se tapa a fin de que la presión atmosférica impida la salida del líquido. La pipeta es un utensilio de laboratorio, que sirve para hacer las mezclas y transporta líquidos en poca cantidad. Suelen ser de vidrio o de plástico y está formada por un tubo transparente por el cual se puede ver a cantidad de líquido que se está cogiendo.

PROCEDIMIENTO

1. La muestra consiste aproximadamente de 1 kg. de material. Se sumerge en agua por un periodo de 24 horas.
2. Con el fin de determinar qué tan seca esta la muestra se coloca primero en un molde cónico y luego se retira este dónde la muestra.

Verificación de la condición de la muestra saturada con superficie seca rodara libremente rodara libremente cuando se levante el cono.

3. Se colocan 500 gr de la muestra en el matraz y luego se llena este con agua. Con el fin de eliminar burbujas de aire presentes en el matraz, se rueda el matraz y luego se coloca en un baño a temperatura de 20°C y se obtiene el peso del matraz lleno.
4. Se vacía el contenido del matraz en un recipiente y se pone a secar en un horno de temperatura constante y se procederá a pesar la muestra.

IMÁGENES DE ENSAYO



Imagen 8: Material sumergido en agua en un periodo de 24 horas



Imagen 9: Secado superficial con secadora

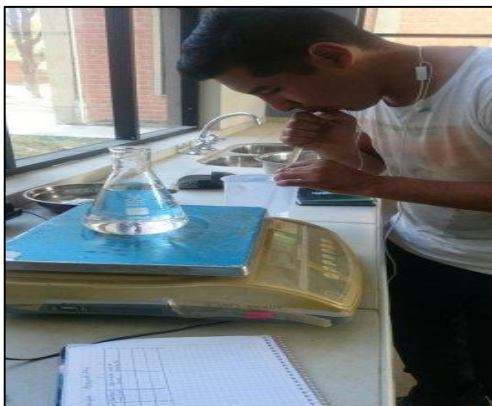


Imagen 10: Matraz + agua + muestra



Imagen 11: Contenido del matraz que será secada en el horno, obtención del peso de la muestra seca

CALCULOS

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 gr)

Peso específico bruto seco

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

Peso específico saturado superficie seca

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

Peso específico aparente

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

% de absorción

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

Muestra 1, pesos específicos y porcentaje de absorción del agregado fino (arena).

Peso específico a granel o real del árido seco:

$$\text{P.E. a granel} = \frac{A}{V - W} \quad (\text{gr/cm}^3)$$

$$\text{P.E. a granel} = \frac{496.47 \text{ gr}}{500 \text{ gr} - 315.80 \text{ gr}}$$

$$\text{P.E. a granel} = 2.70 \quad (\text{gr/cm}^3)$$

Peso específico del pétreo saturado superficialmente:

$$\text{P.E. saturado sup. seco} = \frac{V}{V - W} \quad (\text{gr/cm}^3)$$

$$\text{P.E. saturado sup. seco} = \frac{500 \text{ gr}}{500 \text{ gr} - 315.80 \text{ gr}}$$

$$\text{P.E. saturado sup. seco} = 2.71 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Peso específico aparente:

$$\text{P.E. aparente} = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

$$\text{P.E. aparente} = \frac{496.47 \text{ gr}}{(500 \text{ gr} - 315.80 \text{ gr}) - (500 \text{ gr} - 496.47 \text{ gr})}$$

$$\text{P.E. aparente} = 2.73 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Porcentaje de absorción:

$$\% \text{ de absorción} = \frac{\text{Peso de la muestra} - A}{\text{Peso de la muestra}} * 100 \text{ (\%)}$$

$$\% \text{ de absorción} = \frac{500 \text{ gr} - 496.47 \text{ gr}}{(500 \text{ gr} - 315.80 \text{ gr}) - (500 \text{ gr} - 496.47 \text{ gr})} * 100$$

$$\% \text{ de absorción} = 0.48 \text{ (\%)}$$

A-1-4 PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS (D 5821 NTL 358)

ALCANCE

Esta norma describe el procedimiento para determinar el porcentaje, en masa o por conteo de una muestra de agregado grueso compuesta por partículas fracturadas que cumplen con los requisitos específicos.

EQUIPO

Tamiz. - Malla de filamentos que se entrecruzan dejando unos huecos cuadrados es importante que esos cuadrados tengan todos los mismos tamaños, ya que esta determinara el tamaño de los que se atravesara el hueco.

Bandejas y taras. - Elementos auxiliares del laboratorio para colocar el material.

Balanza. - Instrumento que sirve para medir el peso de un objeto cuya precisión de ser de +/-0.1 gramos para evitar errores aproximación.

PROCEDIMIENTO

1. Se tamizo el agregado y se trabajó utilizando un tamaño máximo de partículas de 3/4" y 3/8".
2. Se lavó el material para apreciar mejor las caras fracturadas
3. Se secó el material para pesar la totalidad de la muestra.

4. Se separó el agregado que tiene caras fracturadas del canto rodado y se pesan materiales separados.

IMÁGENES DE ENSAYO



Imagen 12: Separación de fracciones según los tamices especificados



Imagen 13: Identificación visual de partículas fracturadas de acuerdo al conjunto de fracción separado

CALCULOS

B= Peso de caras fracturadas

A= Peso de las muestras

$$\% \text{ Caras fracturadas} = \frac{B}{A} * 100$$

Muestra 1, porcentaje de caras fracturadas de material 3/4".

$$\% \text{ de absorción} = \frac{B}{A} * 100 \quad (\%)$$

$$\% \text{ de absorción} = \frac{939.5}{(1000)} * 100$$

$$\% \text{ de absorción} = 93.95 \quad (\%)$$

A-1-5 DETERMINACION DEL DESGASTE MEDIANTE LA MAQUINA DE LOS ANGELES (AASHTO T-96 ASTM C 131)

ALCANCE

Este método, describe el procedimiento para determinar la resistencia al desgaste de agregado grueso, natural o triturado, usando la máquina de los Ángeles.

EQUIPO

Máquina de los Ángeles. -Equipada con un contador, consiste en un cilindro de acero, hueco y cerrado en ambos extremos, con un diámetro interior de 711,5 mm. y una longitud también inferior de 508.5 mm.

Esferas. -Son esferas de acero de aproximadamente 46.8 mm de diámetro y una masa de 390 gramos y 45 gramos la cantidad de esferas viene dada por la siguiente Tabla

Tabla: peso del agregado y N° de esferas para agregados gruesos hasta de 1 1/2”, ASTM C131.

Método		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear (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
N° de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación, min.		30	15	15	15

Horno. -Termostáticamente controlado, capaz de mantener constantemente una temperatura de 110° +/- 5 °C.

Bandejas y taras. - Elementos auxiliares del laboratorio para colocar el material.

Balanza. - Instrumento que sirve para medir el peso de un objeto cuya precisión de ser de +/-0.1 gramos para evitar errores aproximación.

PROCEDIMIENTO

1. La muestra de ensayo consistirá de agregado limpio que ha sido secado en un horno y tendrá una de las gradaciones que indica en el cuadro. La gradación que se usa será la que más se aproxima a la del agregado bajo ensayo.
2. La muestra de ensayo y la carga designada serán colocadas en la máquina de los ángeles y se pondrá en funcionamiento la maquina a una velocidad de 30 o 33 revoluciones por minuto para las gradaciones A, B, C la maquina se hará girar durante 500 revoluciones.
3. Al final del ensayo será descargado de la máquina y se hará una separación preliminar en un tamiz N° 12.

4. El material que queda retenido en el tamiz N° 12 deberá lavarse, secarse en un horno a 110 °C y pesarse seguidamente.

IMÁGENES DE ENSAYO



Imagen 14: Muestra de ensayo tamizado según lo especificado y secado al horno



Imagen 15: Máquina de Los Ángeles en funcionamiento



Imagen 16: Bolas de acero y el material resultante del desgaste



Imagen 17: Material que se obtuvo del uso de la máquina de los ángeles y será tamizada por el tamiz N° 12

CALCULOS

La diferencia entre el peso original y el peso de la muestra de ensayo será expresada como un porcentaje del peso original de la muestra de ensayo. Este valor será consignado como porcentaje de desgaste.

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

Muestra 1, agregado grueso gradación B.

Desgaste de los Ángeles

$$P = \frac{(m_i - m_f)}{m_i} * 100 \quad (\%)$$
$$P = \frac{(5000.00 \text{ gr} - 3944.3 \text{ gr})}{5000.00 \text{ gr}} * 100$$
$$P = 21.11 \quad (\%)$$

A-1-6 EQUIVALENTE DE ARENA (AASHTO T- 176 ASTM D 2419)

ALCANCE

Indica bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de arcillas, finos plásticos y polvo presente en suelos granulares y agregados finos que pasan por el tamiz N° 4 o (4.75 mm.).

DEFINICION

Porcentaje de arena propiamente tal con respecto al total de arena y de impurezas coloidales floculadas, particularmente arcillosas, húmicas y eventualmente ferruginosas.

EQUIPO

Cilindro Graduado. –Se identifica por tener ensamblado un sifón en su base, tiene un tubo irrigador, un tapón de goma y está constituido por un acrílico de color naranja.

Tamiz N° 4.- Tiene una abertura de 4.75 mm.

Solución Base. – Componentes:

240.0 gr. de cloruro de calcio anhídrido

1.085.0 gr. de glicerina farmacéutica

25.0 gramos de formaldehído (solución de 40 % de volumen / volumen)

Preparación Base. –disuelva el cloruro de calcio en 1 litro de agua destilada y filtre. Agregue la glicerina el formaldehído a la solución, mezcle bien y diluya a 2 litros con agua destilada.

Vierta 22.5 ml de la solución base y diluya en un litro de agua destilada. Se debe mantener la temperatura de la solución a 22 ± 3 °C durante el ensayo.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Pase la muestra original en estado húmedo por el tamiz de 4,75 mm (N° 4); disgregue manualmente los terrones de material arcilloso. Si el material retenido tiene adheridas capas de material arcilloso, remuévalas secando el material retenido y frotándolo entre las manos sobre un recipiente. El polvo resultante debe incorporarse a la muestra y el material retenido debe desecharse.

Seque hasta masa constante en horno a una temperatura de 110 ± 5 °C; deje enfriar a temperatura ambiente.

PROCEDIMIENTO

1. Por el sifón verter 100 ± 3 mm. de solución de trabajo de cloruro de calcio, en la probeta.
2. Con ayuda del embudo verter en la probeta, 50 ± 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 por el siguiente método:

Método manual

1. Sujetar la probeta en posición horizontal y sacudirla vigorosamente de izquierda a derecha.
2. 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.

3. Concluida con la operación de agitación, colocar la probeta verticalmente sobre la mesa de trabajo y quitar el tapón.
4. Introducir el pisón y accionar de manera que, al bajar, se vayan lavando las paredes de la probeta: se lleva el tubo hasta el fondo de la misma cuyo objeto es separa el material fino de las partículas gruesas con el fin de dejarlo en suspensión.
5. Cuando el nivel de la fracción fina o de la gruesa queden entre dos divisiones de la escala de graduación, deberá registrarse las lecturas correspondientes a la división superior e inferior.

IMÁGENES DE ENSAYO



Imagen 18: Materiales utilizados en el ensayo de equivalente de arena



Imagen 19: colocación del material en la probeta



Imagen 20: Agitación de la probeta



Imagen 21: Colocación del pisón en la prueba



Imagen 22: Lectura del ensayo equivalente de arena

CALCULOS

Se calcula el equivalente de arena con la siguiente formula:

$$\% EA = \frac{\text{Lectura de Arena superior}}{\text{Lectura de Arena inferior}} * 100$$

Muestra 1, equivalente de arena

$$\text{Eq. arena} = \frac{H_1}{H_2} * 100 \quad (\%)$$

$$\text{Eq. arena} = \frac{10 \text{ cm}}{13.9 \text{ cm}} * 100$$

$$\text{Eq. arena} = 71.94 (\%)$$



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

GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Grava)

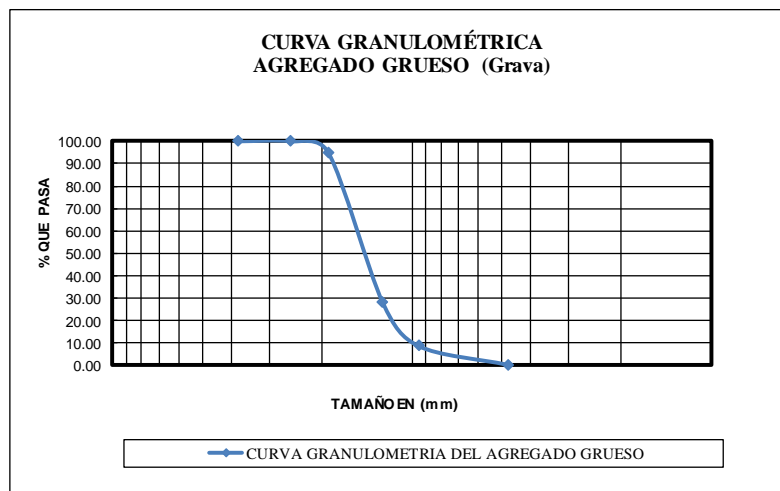
PROYECTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADOS CON ALAMBRE DE NEUMATICOS FUERA DE USO Y LIMADURA METALICA RECICLADOS CON LIGANTE ASFALTICO

ELABORADO POR: EDSSON VELASQUEZ GARZON

FECHA: AGOSTO 2019

PROCEDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Peso total (gr.)			3000		
Tamices	Tamaño	Peso ret.	Ret. acum	% Ret	% que pasa
1 1/2"	38.1	0	0	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	150.70	150.70	5.02	94.98
1/2"	12.5	2002.60	2153.30	71.78	28.22
3/8"	9.50	581.90	2735.20	91.17	8.83
Nº4	4.75	254.60	2989.80	99.66	0.34
Nº8	2.36	0.16	2989.96	99.67	0.33
Nº16	1.18	0.33	2990.29	99.68	0.32
Nº30	0.60	1.77	2992.06	99.74	0.26
Nº50	0.30	0.50	2992.56	99.75	0.25
Nº100	0.15	0.00	2992.56	99.75	0.25
Nº200	0.08	0.00	2992.56	99.75	0.25
BASE	-	2.70	2992.50	99.75	0.25
Suma		2995.26			
Pérdidas		4.74			
MF =		9.66			



PROCEDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Univ. Edsson Velásquez Garzon
Laboratorista

Tec. Fernando Colque Mora
Tec. de Laboratorio

Ing. Moisés Díaz Ayarde
Jefe de lab. Hormigones y Resistencia de mat.



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

GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

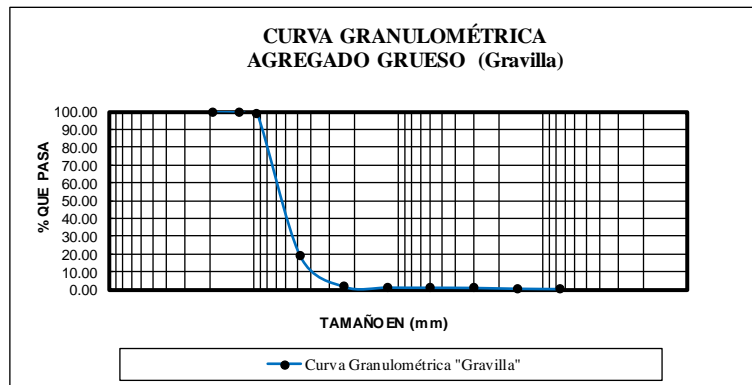
PROYECTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADOS CON ALAMBRE DE NEUMATICOS FUERA DE USO Y LIMADURA METALICA RECICLADOS CON LIGANTE ASFALTICO

ELABORADO POR: EDSSON VELÁSQUEZ GARZON

FECHA: AGOSTO 2019

PROCENDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Peso total (gr.)			3000		
Tamices	Tamaño	Peso ret.	Ret. acum	% Ret	% que pasa
3/4"	19.0	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	7.30	7.30	0.24	99.76
3/8"	9.50	24.20	31.50	1.05	98.95
Nº4	4.75	2403.20	2434.70	81.16	18.84
Nº8	2.36	513.00	2947.70	98.26	1.74
Nº16	1.18	13.30	2961.00	98.70	1.30
Nº30	0.60	2.60	2963.60	98.79	1.21
Nº50	0.30	3.10	2966.70	98.89	1.11
Nº100	0.15	13.70	2980.40	99.35	0.65
Nº200	0.075	5.40	2985.80	99.53	0.47
BASE	-	11.60	2997.40	99.91	0.09
	Suma	2997.4			
	Pérdidas	2.6			
	MF =	6.76			



PROCENDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Univ. Edsson Velásquez Garzon Tec. Fernando Colque Mora Ing. Moisés Díaz Ayarde
Laboratorista Tec. de Laboratorio Jefe de lab. Hormigones y Resistencia de mat.



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

GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO (Arena)

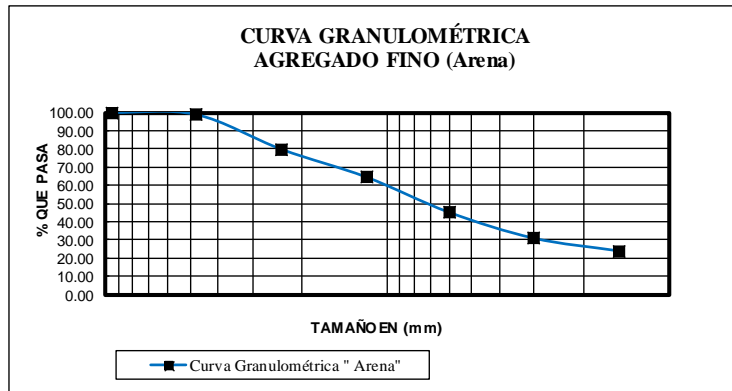
PROYECTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADOS CON ALAMBRE DE NEUMATICOS FUERA DE USO Y LIMADURA METALICA RECICLADOS CON LIGANTE

ELABORADO POR: EDSSON VELASQUEZ GARZON

FECHA: AGOSTO 2019

PROCENDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Peso total (gr.)			800		
Tamices	Tamaño	Peso ret.	Ret. acum	% Ret	% que pasa
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	9.30	9.30	1.16	98.84
Nº8	2.36	153.30	162.60	20.33	79.68
Nº16	1.18	122.00	284.60	35.58	64.43
Nº30	0.60	155.00	439.60	54.95	45.05
Nº50	0.30	114.00	553.60	69.20	30.80
Nº100	0.15	56.00	609.60	76.20	23.80
Nº200	0.075	74.90	684.50	85.56	14.44
BASE	-	110.60	720.20	90.03	9.97
Suma		795.1			
Pérdidas		4.9			
MF =		3.43			



PROCENDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Univ. Edsson Velásquez Garzon Tec. Fernando Colque Mora Ing. Moisés Díaz Ayarde
Laborarista Tec. de Laboratorio Jefe de lab. Hormigones y Resistencia de mat.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)

ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS

PROYECTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADOS CON ALAMBRE DE NEUMATICOS FUERA DE USO Y LIMADURA METALICA RECICLADOS CON LIGANTE ASFALTICO

AGREGADO: GRAVA Y GRAVILLA	MUESTRA: N°1, 2	FECHA: AGOSTO 2019
-----------------------------------	------------------------	---------------------------

ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS MATERIAL 3/4				
Peso de la muestra (gr)	Peso de las Caras Fracturadas (gr)	Peso de Caras Sanas (gr)	% de Caras Fracturadas (%)	Especificaciones tecnicas minimas (%)
1000	939.5	60.5	93.95	>75
1000	961.9	38.1	96.2	>75
		PROMEDIO	95.075	

ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS MATERIAL 3/8				
Peso de la muestra (gr)	Peso de las Caras Fracturadas (gr)	Peso de Caras Sanas (gr)	% de Caras Fracturadas (%)	Especificaciones tecnicas minimas (%)
1000	881.7	118.3	88.2	>75
1000	950.9	49.1	95.1	>75
		PROMEDIO	91.65	

PROCENDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Univ. Edsson Velásquez Garzon
Laboralista

Tec. Fernando Colque Mora
Tec. de Laboratorio

Ing. Moisés Díaz Ayarde
Jefe de lab. Hormigones y Resistencia de mat.

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIFA-BOLIVIA) ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131 PROYECTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CAJENTE MODIFICADOS CON ALAMBRE DE NEUMATICOS FUERA DE USO Y LIMADURA METALICA RECCICLADOS CON LIGANTE ASFALTICO		
	AGREGADO: GRAVA	MUESTRA: N°1	FECHA: AGOSTO 2019

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO O SEGÚN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (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
TEMPO DE ROTACION		15	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN B		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
1 1/2 "	1"	-
1"	3/4"	0
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2500

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{\text{INICIAL}} - P_{\text{FINAL}}}{P_{\text{INICIAL}}} * 100$$

ENSAYO DE LOS DESGASTE DE LOS ANGELES				
GRADACION	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
B	5000	3944.3	21.11	40 % MAX

ELABORADO POR: EDSSON VELASQUEZ GARZON

PROCENDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEI SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARJIA-BOLIVIA)

ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES ASTM C-131

PROYECTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADOS CON ALAMBRE DE NEUMATICOS FUERA DE USO Y LIMADURA METALICA RECICLADOS CON LIGANTE ASFALTICO

AGREGADO: GRAVILLA

MUESTRA: N°2

FECHA: AGOSTO 2019

TABLA ASTM C-131 DE REQUERIMIENTO SEGUN EL TAMAÑO DE MATERIAL QUE SE TENGA

GRADACIÓN		A	B	C	D
DIAMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (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 ROTACION		15	15	15	15

DATOS DE LABORATORIO		
GRADACIÓN C		
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	PESO RETENIDO
3/8"	1/4"	2500
1/4"	N°4	2500

$$\% \text{ DESGASTE} = \frac{P_{INICIAL} - P_{FINAL}}{P_{INICIAL}} * 100$$

ENSAYO DE LOS DESGASTE DE LOS ANGELES				
GRADACIÓN	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DE DESGASTE	ESPECIFICACION ASTM
C	5000	3869	22.62	40 % MAX

ELABORADO POR: EDSSON VELASQUEZ GARZON

PROCEDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEI SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARJIA-BOLIVIA) ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D-2419 PROYECTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADOS CON ALAMBRE DE NEUMATICOS FUERA DE USO Y LIMADURA METALICA RECICLADOS CON LIGANTE ASFALTICO	
	AGREGADO: ARENA	MUESTRA: N°1,2,3
		FECHA: AGOSTO 2019

ELABORADO POR: EDSSON VELÁSQUEZ GARZON

N° de muestra	H1	H2	Equivalente de arena (%)
	(cm)	(cm)	
1	10	13.90	71.94
2	10	13.70	72.99
3	10	14.00	71.43
Promedio			72.12

$$E. A. = \frac{H_1}{H_2} * 100$$

Equivalente de arena (%)	Norma
72.12	> 50%

PROCENDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Univ. Edsson Velásquez Garzon
Laboratorista

Tec. Fernando Colque Mora
Tec. de Laboratorio

Ing. Moisés Díaz Ayarde
Jefe de lab. Hormigones y Resistencia de mat.



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

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Grava)

PROYECTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADOS CON ALAMBRE DE NEUMATICOS FUERA DE USO Y LIMADURA METALICA REICLADOS CON LIGANTE ASFALTICO

ELABORADO POR: EDSSON VELASQUEZ GARZON

FECHA: AGOSTO DE 2019

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	4951.50	5000.00	3145.00	2.67	2.70	2.74	0.98
2	4954.60	5000.00	3142.50	2.67	2.69	2.73	0.92
3	4951.70	5000.00	3144.40	2.67	2.69	2.74	0.98
PROMEDIO				2.67	2.69	2.74	0.96

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volumen de agua desplazado o sea el volumen de la muestra.

PROCENDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Univ. Edsson Velásquez Garzon
Laboratorista

Tec. Fernando Colque Mora
Tec. de Laboratorio

Ing. Moisés Díaz Ayarde
Jefe de lab. Hormigones y Resistencia de mat.



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

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO (Gravilla)

PROYECTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADOS CON ALAMBRE DE NEUMATICOS FUERA DE USO Y LIMADURA METALICA REICLADOS CON LIGANTE ASFALTICO

ELABORADO POR: EDSSON VELÁSQUEZ GARZON

FECHA: AGOSTO DE 2019

MUESTRA N°	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA CON SUP. SECA "B" (gr)	PESO MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA "C" (gr)	PESO ESPECÍFICO A GRANEL (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	PESO ESPECÍFICO APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	4918.30	5000.00	3151.50	2.66	2.70	2.78	1.66
2	4917.90	5000.00	3150.20	2.66	2.70	2.78	1.67
3	4917.70	5000.00	3151.40	2.66	2.70	2.78	1.67
PROMEDIO				2.66	2.70	2.78	1.67

(B-C) = Este término es la pérdida de peso de la muestra sumergida y significa por lo tanto el volúmen de agua desplazado o sea el volúmen de la muestra.

PROCENDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Univ. Edsson Velásquez Garzon
Laboratorista

Tec. Fernando Colque Mora
Tec. de Laboratorio

Ing. Moisés Díaz Ayarde
Jefe de lab. Hormigones y Resistencia de mat.



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

PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO (Arena)

PROYECTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MODIFICADOS CON ALAMBRE DE NEUMATICOS FUERA DE USO Y LIMADURA METALICA RECICLADOS CON LIGANTE ASFALTICO

ELABORADO POR: EDSSON VELÁSQUEZ GARZON

FECHA: AGOSTO 2019

MUESTRA N°	PESO MUESTRA (gr)	PESO DE MATRÁZ (gr)	MUESTRA + MATRAZ + AGUA (gr)	PESO DEL AGUA AGREGADO AL MATRÁZ "W" (ml) ó (gr)	PESO MUESTRA SECADA "A" (gr)	VOLUMEN DEL MATRÁZ "V" (ml)	P. E. A GRANEL (gr/cm ³)	P. E. SATURADO CON SUP. SECA (gr/cm ³)	P. E. APARENTE (gr/cm ³)	% DE ABSORCIÓN
1	500	177.4	989.2	315.80	496.47	500.00	2.70	2.71	2.75	0.71
2	500	177.4	988.3	315.25	498.20	500.00	2.70	2.71	2.72	0.36
3	500	176.5	987.4	315.20	498.10	500.00	2.70	2.71	2.72	0.38
PROMEDIO							2.70	2.71	2.73	0.48

PROCENDENCIA: Aridos "SEDECA" San Jose de Charaja

Univ. Edsson Velásquez Garzon
Laboratorista

Tec. Fernando Colque Mora
Tec. de Laboratorio

Ing. Moisés Díaz Ayarde
Jefe de lab. Hormigones y Resistencia de mat.

ANEXO 2

A-2 CARACTERIZACIÓN DEL CEMENTO ASFÁLTICO

A-2-1 PUNTO DE INFLAMACIÓN (ASTM D-1310)

ALCANCE

El método define determinación de los puntos de inflamación y combustión por medio de la copa abierta de Cleveland, para productos del petróleo y otros líquidos.

EQUIPO

Copa Abierta de Cleveland. – Consiste en una copa de ensayo, una placa de calentamiento, un aplicador de la llama, un calentador y apoyo.

Protector. - Se recomienda un protector cuadrado de 460 mm y 610 mm de alto que tenga un frete abierto

Termómetro. – Un termómetro que tenga un rango de – 6 a 400 °C.

PREPARACION DEL APARATO

Arme el aparato sobre una mesa nivelada en una pieza sin corrientes de aire; ubique el protector alrededor del aparato de encendido, afirmado por algún medio adecuado que permita la lectura del Punto de Inflamación. Ensayos en campanas de laboratorio (Nota 1) o en lugares donde no existan corrientes de aire son confiables.

Nota 1: Con algunas muestras, cuyos vapores o productos de la pirolisis son objetables, es permisible colocar el aparato con un protector en una campana ajustando el flujo de aire de modo que los vapores se puedan sacar sin causar corrientes de aire sobre la copa de ensaye durante los últimos 55 °C previo al Punto de Inflamación.

Lave la copa de ensaye con un solvente apropiado y quite cualquier aceite o vestigios pegados o residuos remanentes de ensayos anteriores. Si hay depósitos de carbón remuévalos con una esponja de acero. Limpie la copa bajo un chorro de agua fría y seque por unos pocos minutos sobre una llama, placa caliente o en un horno y elimine los últimos

indicios de solvente y agua. Enfríe la copa por lo menos a 55 °C por debajo del Punto de Inflamación esperado antes de usarla.

Mantenga el termómetro en posición vertical con el bulbo a una distancia de 6,5 mm del fondo de la copa y localizada en el punto medio del trecho entre el centro y el borde de la copa, en un diámetro perpendicular al arco o línea del recorrido de la llama de prueba y en el lado opuesto de la llama del quemador.

PROCEDIMIENTO

1. Calentar la muestra a 140 °C hasta que se note una película diluida del cemento asfáltico.
2. Llène la copa a una temperatura conveniente (Nota 2), no excediendo 100 °C por encima de lo esperado para el punto de ablandamiento; de esa manera la parte superior del menisco está en la línea de llenado. Para ayudar en esta operación use un medidor del nivel de llenado. Si un exceso de muestra se ha agregado a la copa, quítelo usando una pipeta u otro aparato adecuado.
3. Sin embargo, si hay muestra que este fuera del aparato, vacíe, limpie y vuelva a llenar. Destruya cualquier burbuja de aire sobre la superficie de la muestra (Nota 3).

Nota 2: Las mezclas viscosas deben calentarse hasta que estén razonablemente fluidas antes de ser vertidas dentro de la copa. Para el cemento asfáltico la temperatura durante el calentamiento no debe exceder de 110 °C por encima del punto de ablandamiento esperado. Cuidados extremos se deben tener con los asfaltos líquidos, los que deben calentarse solamente a una temperatura mucho menor a la que pueden ser vertidos.

Nota 3: La copa puede llenarse fuera del aparato, incorporando el termómetro y una vez colocada la copa con la muestra en el aparato, se corrige el nivel antes de empezar el ensaye. Se usa una cuna de 6,5 mm de espesor para obtener la distancia correcta desde el extremo inferior del bulbo al fondo de la copa.

4. La luz de la llama de prueba se ajusta a un diámetro de 3,0 a 5,0 mm y se compara con el tamaño del cabezal.
5. Aplique calor inicialmente de modo que la temperatura de la muestra suba a una velocidad entre 14 y 17 °C por minuto. Cuando la temperatura de la muestra se

aproxime a los 55 °C por debajo del punto de inflamación esperado, disminuya el calor de modo que la velocidad de la temperatura para 28 °C antes del punto de inflamación, sea de 5 a 6 °C por min.

6. Comenzando, al menos 28 °C por debajo del punto de inflamación, aplique la llama de prueba cada 2 °C sucesivos leídos en el termómetro. Pase la llama de prueba a través del centro de la copa, en ángulos recto al diámetro que pasa a través del termómetro; con suavidad continúe el movimiento aplicando la llama en línea recta a lo largo de la circunferencia de un círculo que tenga un radio al menos de 150 mm. El centro de la llama de prueba debe moverse en un plano que diste menos de 2 mm por encima del plano del borde superior de la copa, pasando en una dirección primero y en el próximo intervalo en la dirección opuesta. El tiempo consumido en pasar la llama a través de la copa será cercano a 1 seg. Durante los últimos 17 °C, suba la temperatura previa al punto de inflamación.
7. Evite alteraciones del vapor en la copa de ensaye poniendo atención en movimientos descuidados o en aires suaves cercanos a la copa.
8. Informe el punto de inflamación como la temperatura leída en el termómetro, cuando aparece el destello en cualquier punto de la superficie del material, pero no confunda el verdadero destello con el halo azulado que algunas veces circunda la llama de prueba.
9. Para determinar el punto de combustión continúe calentando de modo que la temperatura de la muestra se eleve a una razón de 5 a 6 °C por min. Continúe aplicando la llama a intervalos de 2 °C hasta que el material se inflame y continúe quemándose como mínimo 5 seg. informe la temperatura de este punto como el punto de combustión del material.
10. Corrección por presión barométrica
11. Si la presión barométrica real durante el tiempo de ensaye es menor que 715 mm de mercurio, informe y sume la corrección apropiada al punto de inflamación y punto de combustión de acuerdo a la tabla siguiente.

Tabla valores de corrección del punto de inflamación y punto de combustión

Presión Barométrica (mm de mercurio)	Corrección (°C)
715 – 665	2
664 – 610	4
609 – 550	6

IMÁGENES DEL ENSAYO





Imagen 23: Procedimiento para determinar el punto de inflamación

DATOS OBTENIDOS

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio	Especificaciones	
					Mínimo	Máximo
Punto de inflamación AASHTO T-48	°C	>298	>300	>299	>232	---

CALCULOS

No requiere de cálculo por ser el resultado de la lectura directa del termómetro.

A-2-2 PENETRACION (ASTM D-5)

ALCANCE

Este método, describe el procedimiento para determinar la dureza, mediante penetración, de materiales bituminosos sólidos y semisólidos.

El ensayo de penetración se usa como medida de consistencia valores altos de penetración indican consistencias más blandas.

EQUIPO

Penetrómetro. -Cualquier equipo que permita el movimiento vertical sin fricción apreciable del vástago sostenedor de la aguja, y que sea capaz de indicar la profundidad de la penetración con una precisión de 0,1 mm. El peso del vástago será de $47,5 \pm 0,05$

gr. El peso total de la aguja y el vástago será de $50,0 \pm 0,05$ gr. Para cargas totales de 100 gr y 200 gr, dependiendo de las condiciones en que se aplique el ensaye, se estipulan pesas de $50,0 \pm 0,05$ gr y $100,0 \pm 0,05$ gr.

La superficie sobre la que se apoya la capsula que contiene la muestra será lisa y el eje del embolo deberá estar aproximadamente a 90 de esta superficie. El vástago deberá ser fácilmente desmontable para comprobar su peso.

Aguja de Penetración. -La aguja es de acero inoxidable templado y duro, grado 440-C o equivalente.

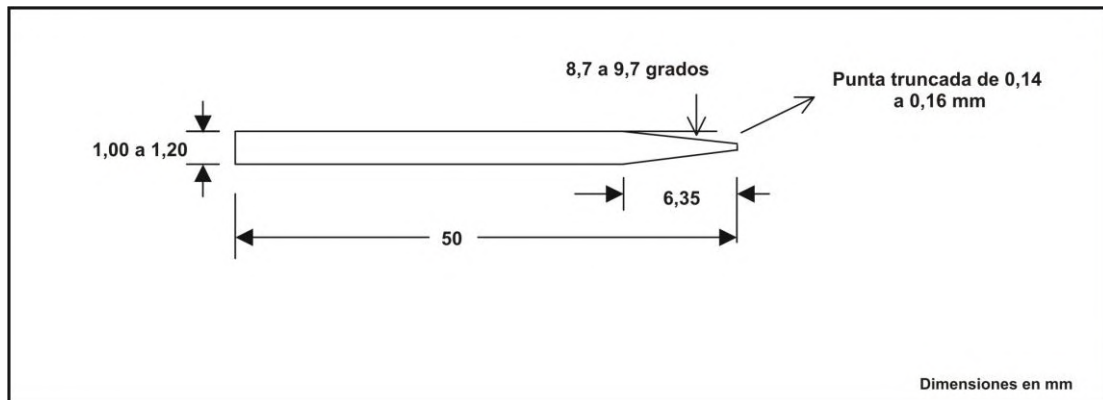
Sera simétricamente afilada en forma cónica, con un ángulo entre $8,7$ y $9,7^\circ$ con respecto al largo total del cono, el que debe ser coaxial con el cuerpo recto de la aguja. La variación total axial de la intersección del cono y la superficie recta no debe exceder de $0,2$ mm. La punta truncada del cono debe tener un diámetro entre $0,14$ y $0,16$ mm y en ángulo recto al eje de la aguja con una tolerancia de 2° .

La aspereza superficial (Ra) del eje de la aguja debe estar entre $0,025$ y $0,125$ micrones.

La aguja debe montarse en un casquete de metal no corrosivo, que tenga un diámetro

La aguja debe estar rígidamente montada en el casquete. La carrera (lectura del indicador de penetración total) de la punta de la aguja y cualquier porción de la aguja relativa al eje del casquete, no deberá exceder de 1 mm.

La masa del conjunto casquete - aguja será de $2,50 \pm 0,05$ gr. (se puede perforar con taladro o limar el casquete, para controlar el peso). Coloque marcas de identificación individual en el casquete de cada aguja; las mismas marcas no deberían repetirse por un mismo fabricante dentro de un periodo de tres años.



Aguja para ensaye de penetración

Capsulas. -Las capsulas deben ser de metal o vidrio, de forma cilíndrica y con fondo plano. Sus dimensiones son las siguientes:

-Para penetraciones bajo 200. Diámetro (mm) 55 Profundidad (mm) 35

-Para penetraciones entre 200 y 350: Diámetro (mm) 55 Profundidad (mm) 70

Baño de Agua. - Un sistema apto para mantener la temperatura a 25 °C, o cualquiera de ensaye, con una tolerancia de $\pm 0,1$ °C; tendrá, además, una bandeja perforada ubicada a no menos de 50 mm del fondo, ni menos de 100 mm bajo el nivel del líquido en el baño.

Si el ensaye de penetración se realiza en el mismo baño, este debe estar provisto de una bandeja que soporte el peso del penetrómetro. Para determinaciones a bajas temperaturas se puede utilizar una solución salina (Nota 1).

Nota 1: Se recomienda usar agua destilada en el baño. Se debe evitar la contaminación del baño de agua por agentes superficiales activos, agentes residuales u otros agentes químicos, pues su presencia puede afectar los valores de penetración.

Aparato medidor de tiempo (Cronometro). - Para operar un penetrómetro manual, utilice cualquier aparato que mida el tiempo, tal como un medidor de tiempo eléctrico, un cronometro o cualquier dispositivo a cuerda, que este graduado en 0,1 seg. o menos y cuya precisión este dentro de $\pm 0,1$ seg. para un intervalo de 60 seg.

También se puede utilizar un contador de segundos audible, ajustado para proporcionar un pulso cada 0,5 seg. El tiempo para un intervalo de cuenta de 11 pulsos debe ser de $5 \pm 0,1$ seg.

Termómetros. -Se pueden usar termómetros de vidrio de rango adecuado, con subdivisiones y escala máxima de error de 0,1 °C, o cualquier otro aparato que mida temperaturas con igual exactitud, precisión y sensibilidad. Los termómetros comúnmente utilizados son los que se indican en la Tabla:

Tipos de termómetros

ASTM N°	Rango	Temperatura de ensayo
17 C	19 a27 °C	25 °C
63 C	- 8 a+ 32 °C	0 a 4 °C
64 C	25 a55 °C	46 °C

EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

1. Caliente la muestra cuidadosamente, agitando para prevenir sobrecalentamientos locales, hasta que esté lo suficientemente fluida para vaciar. En ningún caso la temperatura debe elevarse más allá de 60 °C sobre el punto de ablandamiento esperado para el alquitrán, o no más allá de 90 °C sobre el punto de ablandamiento para el caso de los asfaltos. No caliente la muestra por más de 30 min. y evite la incorporación de burbujas en la muestra.
2. Vierta la muestra en la capsula a una profundidad tal que cuando se enfríe a la temperatura de ensaye, la profundidad de la muestra sea a lo menos 10 mm. mayor que la profundidad a la cual se espera que la aguja penetre. Vierta dos porciones separadas para cada variación de las condiciones de ensaye.
3. Proteja la capsula contra el polvo, cubriéndola con un vaso y déjela enfriar al aire a una temperatura entre 15 y 30 °C, entre 1 y 1,5 hr. para una capsula pequeña (90 ml) y 1,5 y 2 hr., para el mas gran (175 ml). Cuando utilice el transportador de capsula, coloque las muestras junto con este en el baño de agua, manteniéndolas a la temperatura de ensaye.

IMÁGENES DEL ENSAYO DE PREPARACION DE ENSAYO



Imagen 24: Preparación de los especímenes de cemento asfáltico

PROCEDIMIENTO

1. Muestras sumergidas en baño maría a 25 °C durante media hora que serán transferidas al penetrómetro manteniendo su temperatura.
2. Regulación de la aguja de manera que se quede encima de la superficie del asfalto para luego dejar caer la aguja encima de la superficie de asfalto por un lapso de 5 segundos
3. Repetición del ensayo en las capsulas para luego sacar un promedio.

IMÁGENES DEL ENSAYO



Imagen 25: Desarrollo del ensayo con penetrómetro de laboratorio

DATOS OBTENIDOS

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Promedio	Especificaciones	
						Mínimo	Máximo
Penetración a 25 °C, 100s. 5seg.(0.1mm) AASHTO T-49	Lectura N° 1	-	90	89	86	-	-
	Lectura N° 2	-	91	85	86	-	-
	Lectura N° 3	-	89	89	88	-	-
	Promedio	mm.	90	88	87	88	85

A-2-3 PESO ESPECIFICO (ASTM D-70)

ALCANCE

Este método prueba cubre la determinación de la gravedad específica de materiales bituminosos semisólidos, cemento asfáltico y breas blandas de alquitrán, mediante el uso de picnómetro a la temperatura requerida.

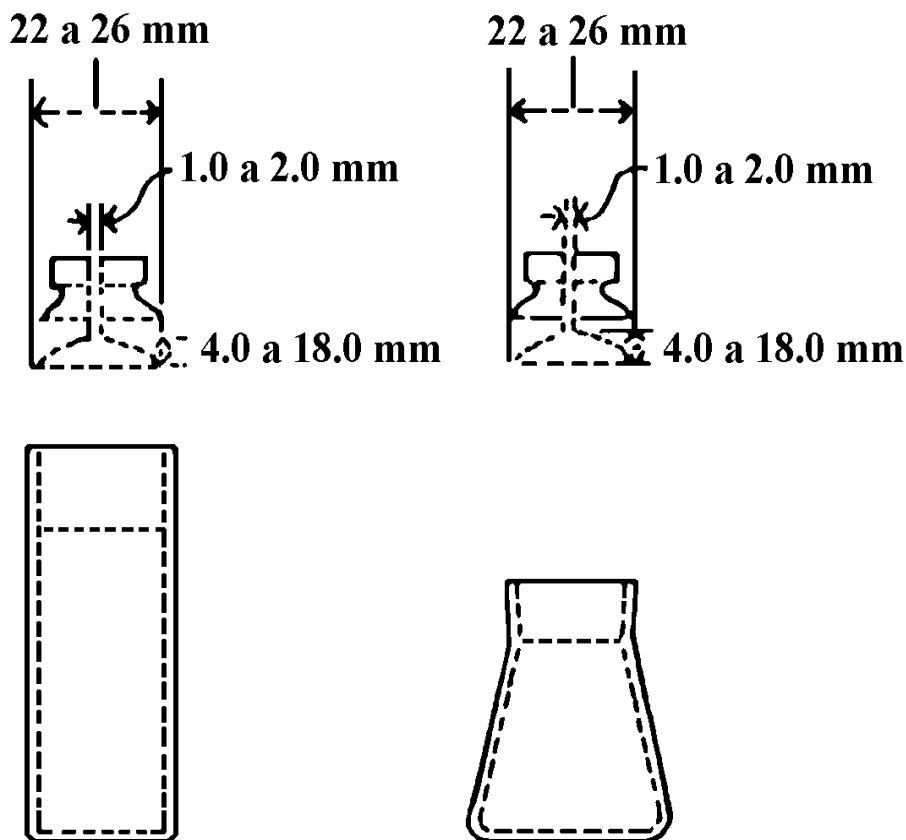
EQUIPO

Picnómetro. -Consiste en un vaso cilíndrico o cónico de vidrio cuidadosamente deslustrado para recibir un tapón de vidrio de precisión encaje 22 a 26 mm en diámetro. El tapón debe estar provisto de un agujero 1.0 a 2.0 mm en diámetro, localizado centralmente en referencia al eje vertical. La superficie de la parte superior del tapón será lisa y sustancialmente plana, y la superficie inferior será cóncava para permitir al aire escapar a través del diámetro inferior. La altura de la sección cóncava debe ser de 4.0 a 18.0 mm en el centro. El picnómetro de tapones debe tener una capacidad de 24 a 30 ml, y pesará no más de 40 gr. Se ilustran picnómetro convenientemente en la siguiente figura

Baño de agua. - A temperatura constante, capaz de mantener la temperatura dentro de 0.1 °C (0.2 °F) de la temperatura del ensayo.

Termómetros. - De líquidos en vidrio de rango conveniente con graduaciones por lo menos cada 0.1 °C (0.2 °F) y un error de escala de máximo de 0.1 °C (0.2 °F) como se prescribe en ASTM Especificación.

Balanza, una balanza que pase los requisitos de M 231, Clase B.



Agua Destilada - Agua destilada fresca, hervida y enfriada se usará para llenar el picnómetro y la copa.

CALIBRACIÓN DEL PICNÓMETRO

Limpie, seque, y pese completamente el picnómetro al miligramo más cercano. Designe esta masa como A.

Llene el picnómetro de agua destilada fresca y hervida a temperatura de la prueba y ponga el tapón en el picnómetro. No permita que ninguna burbuja de aire permanezca en el picnómetro.

Permita que el picnómetro permanezca en el agua para un periodo de no menos de 30 minutos. Quite el picnómetro, inmediatamente seque la parte superior del tapón con una toalla seca de una sola pasada, entonces rápidamente seque el residuo fuera del área del

picnómetro y pesa al miligramo más cercano. Designe la masa del picnómetro más agua como B.

PROCEDIMIENTO

Caliente la muestra con cuidado y revuelve para prevenir sobrecalentamiento local, hasta que la muestra se haya puesto suficientemente fluida para verter. En ningún caso, la temperatura debe aumentarse a más de 56 °C (100 °F) sobre el punto de ablandamiento esperado para alquitrán, o a más de 111 °C (200 °F) sobre el punto de ablandamiento esperado para el asfalto. No caliente para más de 30 minutos encima de una llama o el plato caliente o para más de 2 horas en un horno, y evita incorporar burbujas de aire en la muestra.

Vierta suficiente muestra en el picnómetro limpio, seco y calentado para llenarlo cerca tres-cuarto de su capacidad. Tome precauciones para impedir al material de tocar los lados del picnómetro sobre el nivel final, y para prevenir la inclusión de burbujas de aire. Permita que el picnómetro y sus volúmenes se refresquen a temperatura del ambiente para un periodo de no menos de 40 minutos, y pese con el tapón al miligramo más cercano. Designe la masa del picnómetro más la muestra como C.

Llene el picnómetro con agua destilada, fresca y hervida a temperatura del ensayo y ponga el tapón en el picnómetro. No permita que ninguna burbuja de aire permanezca en el picnómetro.

Permita que el picnómetro permanezca en el baño de agua por un periodo de no menos de 30 minutos. Quite el picnómetro del baño. Seque y pese. Designe esta masa de picnómetro más la muestra más agua como D.

IMÁGENES DEL ENSAYO



Imagen 26: Materiales usados durante el ensayo (Cemento asfáltico, picnómetro, agua destilada)



Imagen 27: Procedimiento de calibración del picnómetro



Imagen 28: Determinación de la densidad del cemento asfáltico

DATOS OBTENIDOS

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Promedio	Especificaciones	
						Mínimo	Máximo
Peso Picnómetro	gr	33.6	33.9	32.7	-	-	-
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	gr	80.9	80.3	77.5	-	-	-
Peso Picnómetro + Muestra	gr	63.1	62.7	60.8	-	-	-
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	gr.	80.4	80.3	78.5	-	-	-
Peso Específico	gr./cm ³	0.980	0.997	1.034	1.005	1.000	1.050

CALCULOS

Calcule la gravedad específica al tercer decimal más cercano como sigue:

$$\text{Gravedad específica} = \frac{C - A}{B - A - D + C}$$

Donde:

A = Masa del picnómetro (más el tapón)

B = Masa del picnómetro lleno con agua

C = Masa del picnómetro parcialmente lleno con asfalto

D = Masa del picnómetro más el asfalto más agua.

Muestra 1, peso específico del cemento asfáltico:

$$\text{P. E. de cemento asfáltico} = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)} * (\text{gr}/\text{cm}^3)$$

$$\text{P. E. Cemento Asf.} = \frac{(63.1 \text{ gr} - 33.6 \text{ gr})}{(80.9 \text{ gr} - 33.6 \text{ gr}) - (80.4 \text{ gr} - 63.1 \text{ gr})}$$

$$\text{P. E. de cemento asfáltico} = 0.98 (\text{gr}/\text{cm}^3)$$

$$\text{P. E. promedio} = \frac{\text{P. E. Muestra 1} + \text{P. E. Muestra 2} + \text{P. E. Muestra 3}}{3}$$

$$\text{P. E. promedio} = 1.005 \text{ gr}/\text{cm}^3$$

A-2-4 PERDIDA DE MASA (ASTM D-1754)

ALCANCE

Este método describe un ensayo para determinar el efecto del calor y aire sobre los materiales asfálticos semisólidos. Los efectos de este tratamiento son determinados para la medida de las propiedades asfálticas antes y después del ensayo.

EQUIPO

Horno. -termostáticamente controlado, para operarlo a temperaturas superiores a 180° +/- 5 °C., tendrá un plato perfectamente centrado, montando sobre eje en el que puede girar.

Bandejas y taras. - Elementos auxiliares del laboratorio para colocar el material.

Termómetros. - De líquidos en vidrio de rango conveniente con graduaciones por lo menos cada 0.1 °C (0.2 °F) y un error de escala de máximo de 0.1 °C (0.2 °F) como se prescribe en ASTM especificación.

Platillos. -Un receptor cilíndrico de 140 mm. De diámetro inferior y 9.5 mm de profundidad con el borde plano.

EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Coloque suficiente material para el ensayo en el recipiente adecuado y caliente hasta la condición de fluido. Sea cuidadoso que no produzca calentamientos locales en la muestra la más alta temperatura de 80 a 100 °C.

Si desea los valores cuantitativos de la pérdida de masa o ganancia de masa de la muestra, enfríe la muestra, a temperatura ambiente y pesar cada muestra.

PROCEDIMIENTO

1. Ajuste el horno de modo que el plato rote en un plano horizontal, la máxima inclinación durante la rotación, no sea mayor de 3° con la horizontal, determine la temperatura del horno por medio de un termómetro.
2. Con el horno a 160 °C, rápidamente coloque los platillos de muestra sobre el plato circular, cierre el horno y comience a rotar.

3. Mantenga la temperatura de 160 ± 1 °C. por 5 horas.
4. Concluido el tiempo de calentamiento quite las muestras del horno enfríe a temperatura ambiente, pese las muestras y calcule el cambio de masa sobre la base asfáltica de cada recipiente.

IMÁGENES DEL ENSAYO



Imagen 29: Preparación de la muestra en platos correspondientes para el ensayo



Imagen 30: calentado en horno rotatorio por 5 hrs.



Imagen 31: Determinación de la pérdida de peso

DATOS OBTENIDOS

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Promedio	Especificaciones	
						Mínimo	Máximo
* Pérdida en masa	%	0,06	0.07	0.05	0.06		1

CALCULOS

$$\% \text{ Pérdida de masa} = \frac{B}{A} * 100$$

A= Masa inicial

B= Masa perdida

A-2-5 PUNTO DE ABLANDAMIENTO DEL ASFALTO (ASTM D-36)

ALCANCE

Esta norma describe el procedimiento para determinación del punto de ablandamiento de betunes y alquitranes que tengan un rango de ablandamiento de 30 a 200 °C utilizando el aparato de anillo y esfera.

DEFINICION

Es la menor temperatura a la que una muestra, suspendida en un anillo horizontal de dimensiones especificadas, es forzada a caer 25 mm por el peso de una bola de acero especificada, cuando la muestra se calienta mediante incrementos a una velocidad prescrita, en un baño de agua o de glicerina.

EQUIPO

Anillo de Bronce. - Que cumpla con las dimensiones Bolas de acero con un diámetro de 9,5 mm y que pesen entre $3,50 \pm 0,050$ gr.

Baño Un vaso de vidrio de 800 ml.- Capaz de resistir el calor, que tenga un diámetro no menor que 85 mm y una profundidad no menor que 120 mm.

Soporte del Anillo. - El anillo deberá estar sujeto sobre un soporte. Los anillos deberán sujetarse en posición horizontal, con el fondo a 25 mm por encima de la superficie superior

de la placa, y la superficie inferior de esta a una distancia de por lo menos 13 mm y no mayor de 19 mm al fondo del vaso. La profundidad del líquido en el vaso deberá ser mayor que 100 mm.

El termómetro deberá suspenderse de manera que el fondo del bulbo este a nivel con el fondo del anillo y dentro de 13 mm de distancia del anillo, pero de manera que no lo toque.

Termómetros. -Termómetros del tipo ASTM para punto de ablandamiento bajo que tengan un rango de -10° a $+80^{\circ}\text{C}$.

EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Caliente con cuidado la muestra, agitándola continuamente para prevenir un sobrecalentamiento local, hasta que esté suficientemente fluida para verterla. En ningún caso la temperatura de la muestra debe exceder de 110°C por sobre del punto de ablandamiento estimado. Elimine las burbujas de aire incorporadas en la muestra mediante agitación continua.

Lleve la muestra de asfalto a la temperatura de vertido, en un tiempo no mayor que 240 min; vierta la muestra caliente dentro de los dos anillos, precalentados aproximadamente a la temperatura de vertido. Mientras se llenan los anillos debe apoyarse sobre una placa de bronce, previamente recubierta con un agente desmoldante, para prevenir que el material bituminoso se adhiera a la placa. Enfríe por lo menos durante 30 min; en ningún caso deje transcurrir más de 4 hr. antes de terminar el ensayo. Las muestras que estén blandas a temperatura ambiente, se deben enfriar durante un mínimo de 30 min a una temperatura mínima de 8°C por debajo del punto de ablandamiento esperado.

Después de enfriado, corte el exceso de material con una espátula ligeramente caliente. En caso de que se repita el ensayo, utilice una muestra nueva y un recipiente limpio.

PROCEDIMIENTO

1. Ensamble el aparato con los anillos, el termómetro y la guía para centrar las bolas en posición y llene el baño con agua fresca destilada a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ a una profundidad no menor de 100 mm ni mayor de 110 mm. Mantenga la temperatura del baño a 5°C

durante 15 min, colocando el recipiente del ensayo en agua helada, si es necesario. Utilizando unas pinzas, coloque una bola previamente ajustada a la misma temperatura del baño, en cada una de las guías de centraje de las bolas.

2. Aplique calor de tal manera que la temperatura del líquido aumente con una velocidad uniforme de 5 °C por min; evite el efecto de las corrientes de aire, utilizando protectores si es necesario.

Nota 1: Para el calentamiento se permite el uso de un mechero de gas o un plato caliente eléctrico: Sin embargo, el plato eléctrico precisa tener un sistema para incrementar las temperaturas sin demora, para mantener la velocidad de calentamiento.

3. La velocidad de aumento de temperatura deberá ser uniforme y no se promediará durante el periodo del ensayo. La variación máxima permisible para cualquier minuto de tiempo, después de los tres minutos, será ± 5 °C. Elimine todos los ensayos en los que la velocidad de aumento de temperatura no esté dentro de estos límites.
4. Anote para cada anillo y bola la temperatura indicada por el termómetro; en el instante que la muestra que rodea la bola, toque la placa inferior. Si la diferencia entre estos dos valores excede 1 °C, repita el ensayo.

IMÁGENES DEL ENSAYO



Imagen 32: Preparación de la muestra de ensayo, y posterior vertido a los anillos correspondientes



Imagen 33: Procedimiento del armado del aparato para el enfriado, y posterior lectura de temperatura

DATOS OBTENIDOS

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio	Especificaciones	
					Mínimo	Máximo
Punto de ablandamiento	°C	45.0	45.0	45.0	42.0	53.0

A-2-6 DUCTILIDAD ASTM D-113

ALCANCE

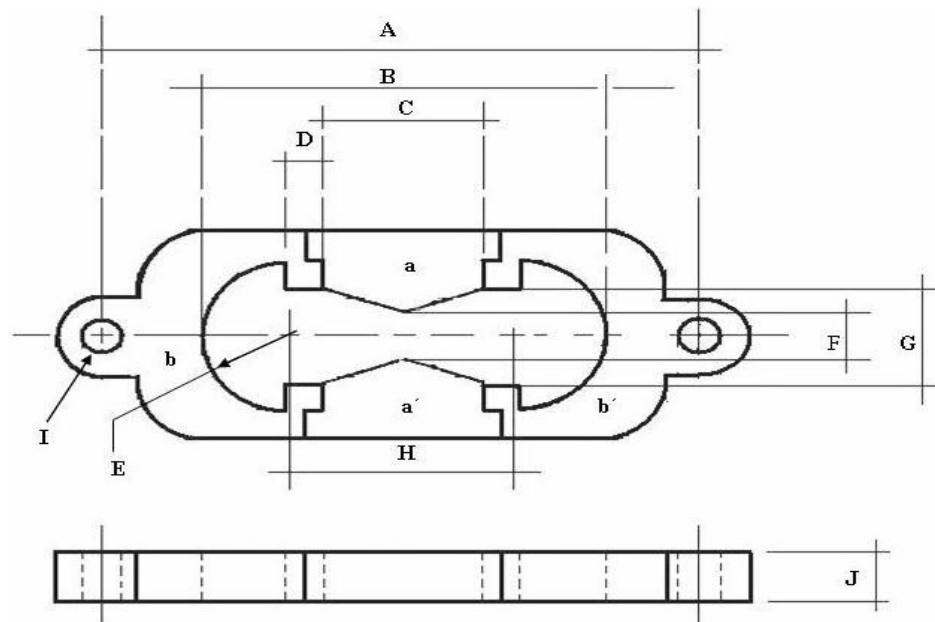
La ductilidad de un material bituminoso es la medida de la distancia a la cual dos extremos de la briqueta de muestra se estiran, hasta que se rompe, separándolos a una velocidad y temperatura especificada. El ensayo se realizará a una temperatura de 25 ± 0.5 °C y a una velocidad de 5 cm/min \pm 5.0%. A otras temperaturas la velocidad deberá ser especificada.

DEFINICION

Este método de ensayo provee una medida de las propiedades a tensión de los materiales bituminosos y es utilizado para medir la ductilidad, para requerimientos específicos.

EQUIPO

Moldes. – El molde, de bronce o zinc, debe ser similar en diseño los extremos denominado clips y as partes lados del molde. Cuando se arme el molde se obtendrá la briqueta especificada, con las dimensiones que se indican.



- A- Distancia entre los centros, 111.5 a 113.5 mm.
- B- Largo total de la briqueta, 74.5 a 75.5 mm.
- C- Distancia entre los sujetadores, 29.7 a 30.3 mm.
- D- Hombro, 6.8 a 7.2 mm.
- E- Radio, 15.75 a 16.25 mm
- F- Ancho mínimo de la sección en cruce, 9.9 a 10.1 mm.
- G- Ancho de la boca del sujetador, 19.8 a 20.2 mm.
- H- Distancia entre los radios centrales, 42.9 a 43.1 mm.
- I- Diámetro de los orificios, 6.5 a 6.7 mm.
- J- Espesor, 9.9 a 10.1 mm.

Baño de agua. – Mantenga el baño a la temperatura de ensay especificado, con una tolerancia de ± 0.1 °C. El volumen mínimo de agua es de 10 litros. Sumergirla la muestra a una profundidad no menor que de 10 cm. Y apóyela sobre una bandeja perforada, ubicada a no menos que 5 cm, del fondo del baño.

Ductilímetro. – Para traccionar las briquetas de material bituminoso se puede usar cualquier aparato construid de modo que la muestra se mantenga continuamente sumergida en agua, como se especifica al mismo tiempo que los clips se traccionan a una velocidad uniforme y sin vibraciones excesivas. Este aparato debe ser termo regulable para mantener la temperatura especificada en forma homogénea en toda la masa de agua, dentro de la tolerancia de ± 5 °C.

Termómetros. -Termómetros del tipo ASTM para punto de ablandamiento bajo que tengan un rango de -10° a $+80^{\circ}$ °C.

PROCEDIMIENTO

1. El material se calienta cuidadosamente, hasta que este lo suficientemente fluido para para verterlo en los moldes.
2. Preparar el molde poniendo en la base un material lubricante, obtenido de la mezcla de vaselina líquida con talco para que no se adhiera el cemento asfáltico a la base del molde normalizado. Echar cuidadosamente el cemento asfáltico fluido hasta el borde del molde dejar enfriar a temperatura ambiente por media hora, después sumergir a baño maría por media hora a 25° °C.
3. Enganchar los anillos de cada extremo de los clips a las clavijas del ductilímetro y sepárelos a la velocidad uniforme especificada hasta la ruptura de la briqueta, lecturar la distancia a la que ocurrió la ruptura.

Nota: se debe tener cuidado con la formación de burbujas ya que estas pueden suspenden el cemento asfáltico cuando esté en su punto más delgado.

IMÁGENES DEL ENSAYO



Imagen 34: Procedimiento del armado del aparato para el ensayo de ductilidad

DATOS OBTENIDOS

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Promedio	Especificaciones	
						Mínimo	Máximo
Ductilidad	cm.	108.00	121.00	131.30	120.10	100.00	

A-2-7 VISCOSIDAD SAYBOLT-FUROL ASTM E-102

ALCANCE

Este método abarca el procedimiento para determinar la viscosidad de asfaltos, de cementos asfáltico a mayor de 100 °C, es el tiempo en segundos, corregido, durante el cual fluyen 60 ml de muestra a través de un orificio furol calibrado bajo condiciones específicas

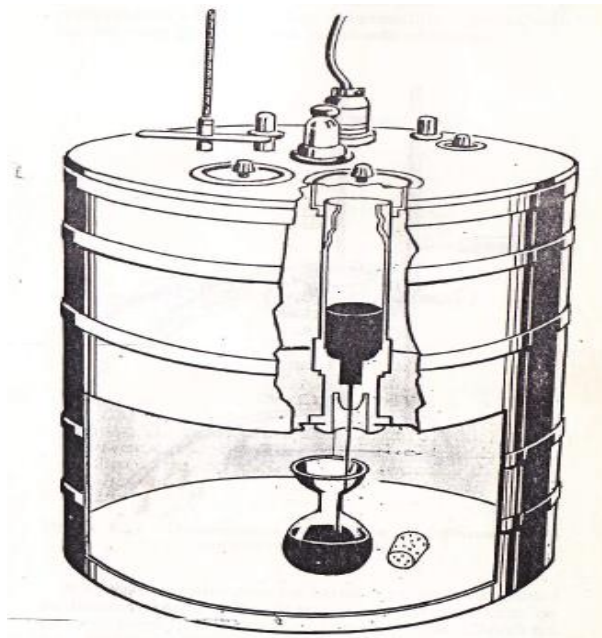
DEFINICION

El ensayo de viscosidad es determinar el estado de fluidez de los asfaltos a las temperaturas que se emplean durante su aplicación.

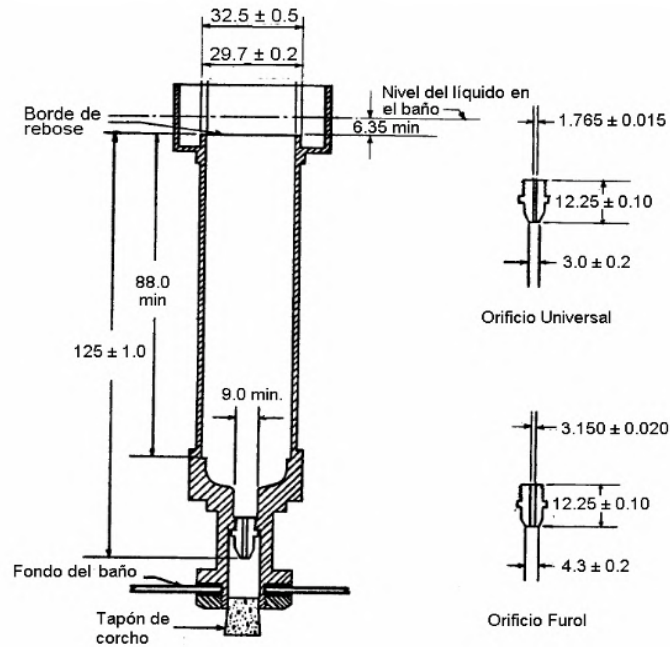
EQUIPO

Viscosímetro. –El viscosímetro se deberá construir de metal no corrosivo con las dimensiones mostradas. La punta del orificio, Furol Universal, se puede fabricar como una parte sustituible. Debe tener una tuerca en el extremo inferior del mismo para asegurarlo en el baño. Se debe contar con un corcho u otro medio para evitar el flujo de la muestra antes de iniciar el ensayo. Una pequeña cadena o una cuerda se puede unir al corcho para facilitar su remoción.

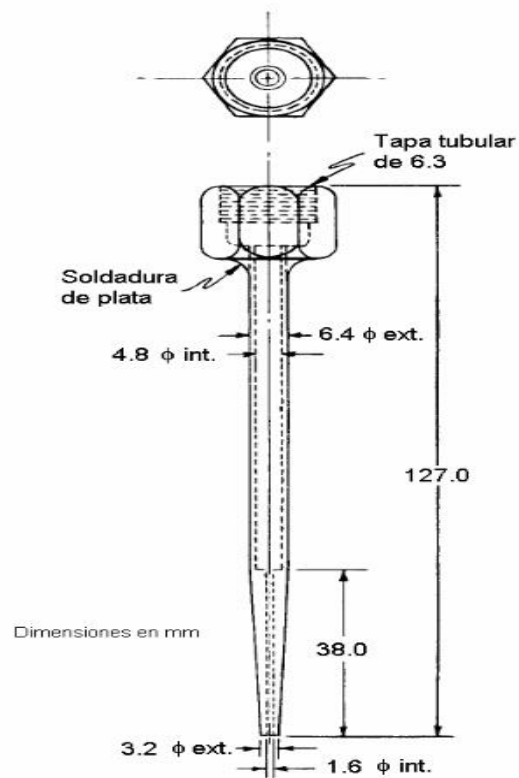
Conjunto baño viscosímetro durante el ensayo



Dimensiones en mm del Viscosímetro Saybolt



Tubo en forma de pipeta para usarlo con el viscosímetro Saybolt dimensión en mm.



Cronometro. – Graduado en décimas (1/10) de segundo y con aproximación a 0.1 %, cuando se realiza el ensayo durante un período de 60 minutos. Se pueden aceptar cronómetros eléctricos si son operados en un circuito de frecuencia controlada

Baño. – Es un recipiente con un líquido, en el cual se introduce el viscosímetro, con el fin de garantizar una posición vertical del mismo, y proporcionar un aislamiento térmico, provisto con una espiral controlada termostáticamente, que calienta o enfría el baño para que esté dentro de los valores medios especificados

Termómetros. -Termómetros del tipo ASTM para punto de ablandamiento bajo que tengan un rango de $- 10^{\circ}$ a $+ 80^{\circ}$ C.

Termómetro ASTM para viscosidad Sayboltt-Furol

Temperatura de Ensayo °C (°F)	Termómetro ASTM No	Termómetros	
		Rango °C (°F)	Subdivisiones °C (°F)
21.1 (70)	17C (17F)	19 a 27 (66 a 80)	0.1 (0.2)
25.0 (77)	17C (17F)	19 a 27 (66 a 80)	0.1 (0.2)
37.8 (100)	18C (18F)	34 a 42 (94 a 108)	0.1 (0.2)
50.0 (122)	19C (19F)	49 a 57 (120 a 134)	0.1 (0.2)
54.4 (130)	19C (19F)	19 a 57 (120 a 134)	0.1 (0.2)
60.0 (140)	20C (20F)	57 a 65 (134 a 148)	0.1 (0.2)
82.8 (180)	21C (21F)	79 a 87 (174 a 188)	0.1 (0.2)
98.9 (210)	22C (22F)	95 a 103 (204 a 218)	0.1 (0.2)

CALIBRACION Y ESTANDARIZACION

Se calibra el viscosímetro Saybolt Universal por períodos no mayores de 3 años, midiendo el tiempo de flujo a 37.8° C (100° F) de un aceite de viscosidad normal, siguiendo el procedimiento dado indica aceites de viscosidad normal que más se usan.

Aceites de Viscosidad Saybolt

Aceite de viscosidad normal	SSU a 37.8° C (100° F)	SSU a 98.9° C (210° F)	SSU a 50.0° C (122° F)
S3	36	---	---
S6	46	---	---
S20	100	---	---
S60	290	---	---
S200	930	---	---
S600	---	150	120

El tiempo de flujo del aceite de viscosidad normal deberá ser igual al valor certificado de la viscosidad Saybolt. Si el tiempo de escurrimiento difiere del valor certificado en más de 0.2%, se calcula un factor de corrección, F para el viscosímetro así:

$$F=V/t$$

Donde.

V=Valor certificado de viscosidad Saybolt del aceite de viscosidad normal.

t=Tiempo de flujo medido a 37.8 °C (100°F) en segundos.

Se calibra el viscosímetro Saybolt Furol a 50 °C (122° F) de la misma manera que se indicó arriba, empleando un aceite de viscosidad normal que tenga un tiempo mínimo de flujo de 90 segundos.

No se deberán emplear para ensayos de referencia, viscosímetros de orificios que requieren correcciones mayores del 1.0 %.

PROCEDIMIENTO

Se comienza el ensayo limpiando perfectamente el recipiente con un disolvente eficaz, por ejemplo, gasolina, teniendo cuidado de que no quede disolvente en el interior del cilindro. Se hace pasar la muestra a través de un tamiz # 100 antes de echarla en el recipiente. Se echa en el recipiente ya limpio una cantidad de muestra que sea suficiente para mojar completamente su superficie dejando que fluya el exceso. Se coloca el tapón en la parte inferior del tubo de salida, de manera que quede introducido más de 6.3 mm. y menos de 9.5 mm. El tapón debe entrar suave, pero haciendo un cierre hermético para evitar que se escape el aire de la parte inferior del recipiente.

Si la temperatura a la que se va a realizar el ensayo es superior a la del ambiente, se calentará la muestra a una temperatura de 1 ó 2 grados por encima de la del ensayo y, si es inferior se enfriará la muestra a 1 ó 2 grados por debajo de la temperatura a la que se va a ensayar. En ningún caso se calentará la muestra a una temperatura superior a 27,8 ° C por debajo de su punto de inflamación.

Se vierte la muestra en el tubo hasta que deja de rebosar dentro del cilindro de rebose tras lo cual se mantendrá bien revuelta por medio del termómetro. La temperatura del baño se debe graduar hasta que la temperatura de la muestra dentro del tubo sea constante. Después que la temperatura de la muestra ha permanecido constante con un error de ± 0.05 ° C durante un minuto con agitación constante se saca el termómetro se limpia el exceso de muestra del cilindro de rebose por medio de la pipeta, pero teniendo cuidado de no golpear el rebosadero. En caso de que éste sea golpeado, se deberá recoger el ensayo. La punta de la pipeta deberá mantenerse en un punto fijo dentro del cilindro de rebose y en ningún caso se removerá el exceso de muestra rotando la pipeta alrededor de aquel.

Se coloca el frasco calibrado de 60 cm³ en una posición tal que quede centrado con respecto al orificio de salida y que el material al fluir no toque las paredes del frasco. La graduación quedará situada a una distancia comprendida entre 10 y 13 cm. respecto del fondo del baño.

El ensayo se empieza sacando rápidamente el tapón del corcho del tubo, poniendo en marcha al mismo tiempo el cronómetro. Se para el cronómetro cuando la parte inferior del menisco alcanza la graduación del cuello del frasco calibrado.

El tiempo transcurrido entre el instante en el que se sacó el corcho y el instante en que el menisco de la muestra alcanzo la marca de calibración, en segundos, a la temperatura de 135°C.

DATOS OBTENIDOS

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Promedio	Especificaciones	
					Mínimo	Máximo
Viscosidad Saybolt-Furol	seg.	133.8	131.2	132.5	85	-

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA) CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFALTICO		
	ASFALTO: 85/100	MUESTRA N°: 1	FECHA: AGOSTO 2019
			LABORATORISTA: VELÁSQUEZ GARZON EDSSON

CARACTERIZACION DEL CEMENTO ASFALTICO

FABRICANTE: BETUNEL

TIPO: CEMENTO ASFALTO 85-100

ORIGEN: BRASIL

ENSAYO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	PROMEDIO	ESPECIFICACIONES	
						Mínimo	Máximo
Peso Picnómetro	grs.	33.600	33.900	32.700			
Peso Picnómetro + Agua (25°C)	grs.	80.900	80.300	77.500			
Peso Picnómetro + Muestra	grs.	63.100	62.700	60.800			
Peso Picnómetro + Agua + Muestra	grs.	80.400	80.300	78.500			
Peso Específico	grs./cm ³	0.980	0.997	1.034	1.005	1.000	1.050
Punto de Inflamación	°C	298.000	300.000		299.000	232.000	-
Ductilidad a 25°C	cm.	108.000	121.000	131.300	120.100	100.000	-
Penetración a 25°C, 100s. (Seg. (0.1mm) AASHTO T-49)	Lectura N°1		90.000	89.000	86.000		
	Lectura N°2		91.000	85.000	86.000		
	Lectura N°3		89.000	89.000	88.000		
	Promedio	mm.	90.000	87.667	86.667	88.111	85.000
Viscosidad Saybolt-Furof	seg.	133.800	131.200		132.500	85.000	-
Ensayo de la mancha					No se realizo	NEGATIVO	
Solvente gasolina standart					No se realizo	NEGATIVO	
Solvente gasolina-xilol, % xilol					No se realizo	NEGATIVO	
Solvente heptano-xilol, % xilol					No se realizo	NEGATIVO	
Ensayo de película delgada en horno, 32 mm, 163°C, 5 h					No se realizo		
* Pérdida en masa	%	0.060	0.070	0.050	0.060		1.000
* Penetración del residuo, penetración original	%				No se realizo	47.000	
Índice de susceptibilidad térmica					No se realizo	-1.000	1.000
Punto de ablandamiento	°C	45.000	45.000		45.000	42.000	53.000

PROCENDENCIA: Alcaldia Municipal de Tarija

Univ. Edsson Velásquez Garzón
Laboratorista

Tec. Carlos Marcelo Subía Cruz
Técnico de Laboratorio

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
Resp. Lab. Asfaltos - UAJMS

ANEXO 3

A-3 CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS RECICLADOS

A-3-1 CARACTERIZACION DE ALAMBRE DE NUEMATICO FUERA DE USO

Nota: el alambre de neumático fuera de uso, para poder maniobrar se redujo a una longitud aproximado de 1 cm. para la elaboración de la mezcla, esta reducción se hizo para que estos no se enlazaran entre sí, así siendo imposible poder distribuirlos en toda la mezcla.

EQUIPO

Vernier: Se tomará medidas longitudinales y de diámetro con una exactitud de 0.002 mm.

IMÁGENES DEL ENSAYO

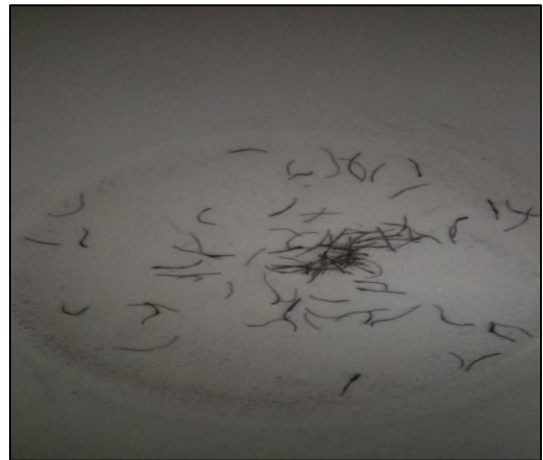


Imagen 35: Reducción del alambre metálico



Imagen 36: Medición del diámetro de alambre

A-3-2 PESO ESPECIFICO DE NEUMATICO FUERA DE USO

Este método cubre la determinación de la gravedad específica, del material reciclado mediante el uso de picnómetro a la temperatura requerida.

IMÁGENES DEL ENSAYO

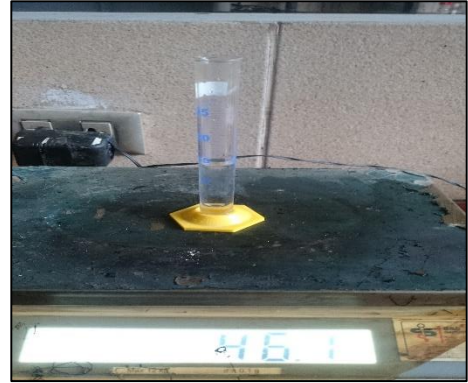


Imagen 37: Procedimiento para el peso específico del alambre metálico

A-3-3 PESO ESPECIFICO DE LIMADURA METALICA

Este método cubre la determinación de la gravedad específica, del material reciclado mediante el uso de picnómetro a la temperatura requerida.

IMÁGENES DEL ENSAYO

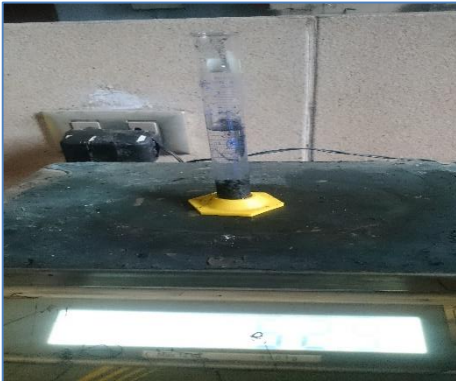


Imagen 38: Procedimiento para el peso específico del alambre metálico

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO	
	FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA	
	DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN	
	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)	
	CARACTERIZACION DEL MATERIAL RECICLADO	
	Limadura Metalica	MUESTRA N°: 1
		FECHA: AGOSTO DE 2019
		LABORATORISTA:
		VELASQUEZ GARZON EDSSON

CARACTERIZACION DE MATERIALES RECICLADOS

LIMADURA METALICA

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Promedio
Peso de probeta	gr.	32.00	32.00	32.00	
C= Peso de la muestra	gr.	6.00	12.00	18.00	
D= Peso probeta + agua	gr.	46.20	47.00	46.00	
E= Peso probeta + agua + muestra	gr.	49.50	53.63	55.90	
Peso Especifico (C/C+D-E)	gr./cm ³	2.22	2.23	2.22	2.23

Univ. Edsson Velásquez Garzón
Laboratorista

Tec. Carlos Marcelo Subía Cruz
Técnico de Laboratorio

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
Resp. Lab. Asfaltos - UAJMS

	UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO	
	FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA	
	DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN	
	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL(TARIJA-BOLIVIA)	
	CARACTERIZACION DEL MATERIAL RECICLADO	
Alambre de neumatico fuera de uso	MUESTRA N°: 1	FECHA: AGOSTO 2019
		LABORATORISTA:
		VELASQUEZ GARZON EDSSON

CARACTERIZACION DE MATERIALES RECICLADOS

ALAMBRE DE NEUMATICO FUERA DE USO

Ensayo	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Promedio
Peso de probeta	gr.	32.00	32.00	32.00	
C= Peso de la muestra	gr.	6.00	12.00	18.00	
D= Peso probeta + agua	gr.	48.00	47.50	50.00	
E= Peso probeta + agua + muestra	gr.	52.89	57.27	64.67	
Peso Especifico (C/C+D-E)	gr./cm ³	5.41	5.38	5.41	5.40

Univ. Edsson Velásquez Garzón
Laboratorista

Tec. Carlos Marcelo Subía Cruz
Técnico de Laboratorio

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
Resp. Lab. Asfaltos - UAJMS

ANEXO 4

A-4 DISEÑO MARSHALL, ESTABILIDAD Y FLUJO

APLICACION

El presente método será aplicado solamente a mezclas asfálticas en caliente, preparadas con cemento asfalto y agregados que no excedan de tamaño de 2.54 cm. (1"), el diámetro del molde es 101.6 mm. 4". Cuando el tamaño de la partícula excede 2.5 cm se emplea moldes de 152.4 mm (6").

EQUIPO

Pisón de compactación Marshall. - Este elemento es el responsable de compactar dinámicamente la muestra de la mezcla asfáltica dentro del molde de compactación, el pisón deslizante tiene un peso de 4.540 kg de peso en el cual tiene una caída libre de 457.0 mm. Su base circular es de 9.8 cm (3 7/8") de diámetro.

Base de compactación Marshall. - El pedestal o base de compactación consiste en un taco de madera dura el cual posee una placa metálica colocada en su parte superior para soportar el molde de compactación y una guía metálica para mantener en todo momento en forma rectilínea constante al pisón o martillo Marshall.

Molde de compactación Marshall. - El molde de compactación Marshall está elaborado en tubo de acero maquinado formado por una base y un collarín intercambiables en ambos extremos del molde.

Es utilizado para la preparación de probetas para el ensayo de estabilidad y flujo sus dimensiones son las siguientes un diámetro inferior de 10 cm (4") tanto de base como en collarín, una base metálica que se halla dividida en dos secciones; la sección inferior de 7.5 centímetros (3") de altura, y la superior 6.35 cm (2 1/2").

Prensa Marshall. - La máquina de estabilidad Marshall o prensa Marshall permite medir de manera rápida exacta la resistencia al flujo plástico de las mezclas bituminosas de acuerdo con las normas de ensayo ASTM D-1559 y AASHTO T-245.

Consta de un pistón o anillo de carga de 227 KN (6.000 libras) de capacidad el cual aplica carga el espécimen de ensayo a una velocidad de avance constante de 50.8 mm/min. (2”), y es accionando por un motor de ½ HP monofásico, 220 V. 50 C. controlado por llave inversora del sentido de avance.

Deformimetro Marshall. - El deformimetro en el método Marshall se utiliza para comparar costas mediante la medición indirecta del desplazamiento de una punta de contacto esférica cuando el aparato esta fijo en un soporte. Consta de un mecanismo de engranajes o palancas que amplifica el movimiento del vástago en un movimiento circular de las agujas sobre escalas graduadas circulares que permiten obtener medidas con una precisión de centésimas de milímetros (micras).

Mordaza Marshall. - Este elemento permite la aplicación de carga de espécimen de ensayo a través de la transmisión de la fuerza de la prensa Marshall la cual, por medio de su cuerpo elaborado en acero, lo cual hace posible determinado la estabilidad de la mezcla ensayada su diámetro interior en 5 cm. (2”).

Baño María. - El baño María está constituida totalmente en acero inoxidable, tiene una capacidad para 10 probetas Marshall y nos ayuda a calentar la misma basta los 25 °C para la determinación de los pesos y volúmenes del espécimen, así como también llevarla a los 60 °C para el ensayo de estabilidad y flujo.

Horno.- El horno es un elemento indispensable en el desarrollo del método en cuestión y sobre todo esencial para simular de manera exacta los efectos que deben reproducirse en el campo en la elaboración de mezcla asfáltica, es necesario tanto para llevar los agregados a una temperatura de 160 °C. Así como también el ligante asfáltico a una temperatura de 150 °C, temperaturas necesarias para la mezcla inicial de estos materiales en un solo material que es una mezcla asfáltica, además es necesario para mantener el material a una temperatura constante de 140 °C. Para su posterior compactación, además de permitirnos

también precalentar los elementos necesarios para llevar a cabo los ensayos como lo son los moldes, mordazas, pisones, etc.

Estufa. - La estufa o cocina permite llevar a cabo la mezcla de los agregados con el ligante asfalto y sus modificadores de ser el caso, debe garantizar regular la temperatura entre 140 °C. y 150 °C.

Balanza. - La balanza necesaria para llevar a cabo la interpretación de los pesos de cada material en este método debe tener una precisión de 0.1 gramos además es necesario que esta esté equipada con un accesorio que posibilite tomar pesos en inmersión.

Termómetro. - Se pueden usar termómetros de vidrio de rango adecuado, con subdivisiones y escala máxima de error de 0,1 °C, o cualquier otro aparato que mida temperaturas con igual exactitud, precisión y sensibilidad.

Además de estos equipos son necesarios una serie de elementos menores para realizar la mezcla para el ensayo Marshall entre los cuales tenemos a las espátulas, franelas, aceitero, bandejas, cucharas metálicas, equipos de seguridad personal como mandiles, guantes de cuero, zapatos, gafas, tapones, etc.

PROCEDIMIENTO ELABORACIÓN DE BRIQUETA

- ❖ Para realizar la mezcla asfáltica, se procede a pesar el agregado pétreo de acuerdo a nuestra dosificación por cada tamiz y porcentaje de cemento asfáltico que se mezclara, introducir al horno para que al momento de dosificar tenga la misma temperatura que el cemento asfáltico.
- ❖ Una vez pesado los materiales que compondrán la mezcla asfáltica alistar los equipos e instrumentos que se emplearán, en este caso se necesita base, collarín y el martillo que estén limpios y calientes.

Teniendo el material y el equipo se debe proceder a la dosificación de la mezcla. Introduciendo a una bandeja el agregado pétreo previamente ya pesada para luego añadir el cemento asfáltico de acuerdo a cada porcentaje.

$$(\%) \text{ de cemento asfáltico} = \frac{\text{Peso cemento asfáltico}}{\text{Peso agregado petro} + \text{Peso cemento asfáltico}}$$

Se debe mezclar con ayuda de una cuchara hasta que obtenga una buena adherencia en la mezcla, controlando que la temperatura no suba de los 170 °C.

Nota: Para los agregados metálicos reciclados En un recipiente añadir los residuos reciclados metálicos y ponerlo en la estufa lento para que adquiriera la misma temperatura, paralelamente se pasa el agregado pétreo con el cemento asfáltico y se lo añade el recipiente de los materiales reciclados metálicos. Se debe mezclar con ayuda de una cuchara hasta que obtenga una buena adherencia en la mezcla, controlando que la temperatura no suba de los 170 °C.

- ❖ Una vez se obtenga la mezcla se lo debe vaciar sobre un cartón para que la temperatura a 150 °C pueda ser compactado. La compactación se realiza introduciendo la mezcla en el embace el cual debe ser cubierto por un papel filtro para que la mezcla no se adhiere al martillo, golpes del martillo que se darán será de 75 golpes por cara.
- ❖ Luego de enfriar la muestra por unas dos horas se procede al desmoldado de la briqueta se lo realiza con la ayuda de una prensa tipo gata.
- ❖ A las 24 horas de haber sido compactado las briquetas, se procede a medir con la ayuda de un vernier la altura y diámetro de la muestra, se procede a pesar cada briqueta.

PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS DE LA MUESTRA.

Los parámetros volumétricos de la mezcla asfáltica son los que proporciona una predicción del funcionamiento de la misma durante un periodo de estos parámetros se realiza de siguiente manera:

Gravedad específica bulk de la muestra compactada

La fórmula que se empleará será:

$$Gmb = \frac{Pd}{Pssd + Psub}$$

Gmb=Gravedad Especifica Bulk de la muestra compactada

Pd= Peso del espécimen al aire

Pssd= Peso del espécimen en su condición SSD en el aire

Psub= Peso del espécimen sumergido.

Se determina el peso específico bulk promedio de todos los especímenes con el mismo contenido asfáltico. Los valores disparados no se incluyeron en el valor para lo cual se tendrá una cuenta el siguiente rango de variación con respecto al valor promedio.

Peso específico Bulk $\pm 1 \%$

Los valores calculados del peso específico bulk, así ensayados dan resultados reales, pero existe otro procedimiento de laboratorio que cabe destacar, es el podemos encontrar en nuevas normas emitidas por Instituto de Asfalto (el instituto de asfalto, gravedad específica máxima de las turbulencias con diferentes contenidos de asfalto, 1974)

$$Gmm = \frac{Pmm}{\frac{Ps}{Gse} + \frac{Pb}{Gb}}$$

Donde:

Pmm=Porcentaje de mezcla suelta total, con relación al peso total de la mezcla

Ps=Porcentaje total del agregado, con relación al peso total de la muestra

Pb=Porcentaje total de ligante asfáltico, con relación al peso total de la mezcla

Gb=Gravedad específica del asfalto

Gse=Gravedad específica del agregado

La gravedad específica efectiva del agregado se basa en un valor de la densidad máxima teórica de la mezcla, que incluye todos los vacíos de aire excepto a aquellos llenos de asfalto VFA, y se determina de la siguiente manera:

$$Gse = \frac{Pmm - Pb}{\frac{Pmm}{Gmm} - \frac{Pb}{Gb}}$$

Donde:

Gse= Gravedad específica efectiva del agregado

Pmm= Porcentaje de mezcla suelta total, con relación al peso total de la muestra

Pb= Porcentaje total de ligante asfáltico, con relación al peso total de la mezcla

Gb= Gravedad específica del asfalto

Gmm= Densidad máxima teórica de la mezcla

Gravedad específica Bulk del agregado

La gravedad específica bulk de los agregados toma en cuenta los diferentes pesos específicos de cada tipo de agregado existentes en la mezcla (agregados finos, gruesos) y los correlaciona para determinar la gravedad específica de la mezcla de agregados, a través de la siguiente fórmula:

$$Gsb = \frac{P1 + P2 + \dots + Pn}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \dots + \frac{Pn}{G3}}$$

Donde:

Gsb=Gravedad específica bulk del agregado

P1+P2+P3=Porcentaje parcial en función del peso total de agregado

G1, G2, G3=Gravedad específica bulk de cada tipo de agregados

Asfalto absorbido "Pba"

El asfalto absorbido es aquella cantidad de ligante asfáltico que ha sido absorbido por los agregados, y que deja de forma parte de cantidad de asfalto efectivo presente en la mezcla asfáltica, y se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Pba = 100 * Gb * \frac{Gse - Gsb}{Gsb * Gse}$$

Donde:

Gsb= Gravedad especifica bulk del agregado

Gse= Gravedad especifica efectiva del agregado

Gb= Gravedad especifica del asfalto

Pba= Porcentaje de asfalto absorbido en función del peso total de agregado

Contenido de asfalto efectivo “Pbe”

El contenido de asfalto efectivo de una mezcla asfáltica es la cantidad de ligante asfáltico total existente en la mezcla al menos aquella cantidad que ha sido absorbida por el agregado (Pba) y comprende a aquella fracción del ligante asfáltico que se encuentra revistiendo al agregado y del cual dependerá la durabilidad y rendimiento de la mezcla asfáltica, se determinará a través de la siguiente fórmula.

$$Pbe = Pb * \frac{Pba}{100} * Ps$$

Donde:

Pbe= Porcentaje de asfalto efectivo en función del peso total de la mezcla

Pb= Porcentaje total de ligante asfalto, con relación al peso total de la muestra

Ps= Porcentaje total de agregado, con relación al peso total de la muestra.

Pba= Porcentaje de asfalto absorbido en función del peso total de agregado

Para obtener estos datos necesarios para determinación de los parámetros volumétricos de la mezcla se debe empezar por determinar los pesos en el aire, sumergido, y saturada superficie seca de la muestra procedimiento.

- ❖ La briqueta se debe limpiar e inducir a baño María a un recipiente de a 25 °C. durante 10 minutos.

- ❖ Pasado los 10 minutos las briquetas se sumergida en agua registrar el peso sumergido de la briqueeta.
- ❖ Se seca la briqueeta del agua y se la seca superficialmente cuidando que el agua delos poros no sea eliminada, y se toma y registra su peso saturada superficie seca.

Con base a estos datos se procede a determinar los valore de Va, VMA y VFA mediante la aplicación de siguiente formula

Vacíos de aire

Los vacíos en la mezcla representan en cualidad indispensable razón por la cual deben estar correctamente dosificadas y distribuidos en la misma para obtener el mejor resultado de trabajo de las carreteras de la estructura de pavimentos, ya que estos proveen a la mezcla la capacidad de tener una compactación adicional por tráfico, dejando al asfalto fluir pero sin exponer la mezcla a la exudación ni tampoco arriesgar la permeabilidad de la mezclas, el método Marshall recomienda valores comprendidos para este parámetro entre el 3% al 5% ya que valores inferior al 3% facilitarían la formación de ahuellamientos en el material, y en cambio valores superiores al 5 % producirían fisuras al facilitar el ingreso de aire y agua a la mezcla.

$$Va(\%) = 100 * \frac{Gmm - Gmb}{Gmm}$$

Donde:

Va= Vacíos de la mezcla compactada

Gmm= Densidad máxima teórica

Gmb= Densidad real promedio, gravedad especifica bulk de la mezcla compactada.

Vacíos del agregado mineral V.A.M. %

Los vacíos del agregado mineral consideran a aquellos en los cuales el asfalto puede fluir y recubrir y los agregados es decir incluyen tanto a los vacíos entre agregados, así como aquellos que están llenos de asfaltos.

El VAM representa el espacio disponible para acomodar el volumen efectivo de asfalto (todo el asfalto menos porción que se pierde en el agregado) y el volumen de vacíos necesarios de la mezcla. Cuando mayor sea el VAM más espacios habrá disponibles para las películas de asfalto. Cuando existen valores mínimos de VAM los cuales están recomendados y especificados como función del tamaño del agregado. Estos valores se basan en el hecho de que cuanto más gruesa sea la película de asfalto que cubre las partículas del agregado, más durable será mezcla

La formula

$$VAM(\%) = 100 - \frac{Gmb - Ps}{Gsb}$$

Donde:

VAM (%)= Vacíos del agregado mineral

Gsb=Gravedad especifica bulk de los agregados

Ps= Porcentaje total de agregado, con relación al peso total de la muestra.

Gmb= Densidad real promedio, gravedad especifica bulk de la mezcla compactada

Bajo ninguna circunstancia se debe sobrepasar el valor de la fluencia o alcanzar valores inferiores a la estabilidad mínima requerida. Se debe enfatizar que esta variación se debe sobrepasar, solo bajo condiciones extremas, a menos que el comportamiento, con combinaciones específicas de agregados muestre condiciones satisfactorias para una mezcla asfáltica.

A medida que se reduce el tamaño de las partículas, estamos exigiendo un volumen mayor de asfalto, porque estamos aumento el área superficial, consecuentemente.

Vacíos llenos de asfalto “VAF”

Expresa el porcentaje de los vacíos del agregado mineral ocupado por el cemento asfáltico en la mezcla compacta.

El VAM abarca asfalto y aire, y por lo tanto el VAF se calcula restando los vacíos de aire del VAM y luego dividiendo por el VAM y expresando el valor final como un porcentaje.

Esta propiedad es el porcentaje de los vacíos del agregado mineral que contiene asfalto.

La fórmula de cálculo siguiente:

$$VAF = \frac{VAM(\%) - Va(\%)}{VAM(\%)} * 100$$

Donde:

VAF (%)= Porcentaje de vacíos llenos de asfalto en función del volumen total de la mezcla

VAM (%)= Vacíos del agregado mineral

Va (%)= Vacíos de la mezcla compactada

Densidad máxima teórica de la mezcla asfáltica Rice

Denominada así por su autor el Ing. James Rice, y como su nombre lo indica describe al peso de unidad de volumen a 25 °C. de la mezcla asfáltica suelta con respecto a un volumen igual de agua a misma temperatura.

Su valor se empleará en el cálculo de los vacíos. Si la mezcla contiene agregados absorbentes se recomienda colocarla al horno (manteniendo la temperatura de la mezcla), de manera que el cemento asfáltico sea absorbido completamente por el agregado antes del ensayo.

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 con la siguiente formula:

$$Gmm = \frac{100}{\frac{\% \text{ asfalto}}{Gsa \text{ asfalto}} + \frac{\% \text{ grueso}}{A} + \frac{\% \text{ fino}}{B}}$$

Siendo:

$$A = \frac{Gsb + Gsa}{2}$$

$$B = \frac{Gse + Gsa}{2}$$

Donde:

Gsb= Gravedad específica bulk

Gse= Gravedad específica del agregado

Gsa= Gravedad específica aparente

PROCEDIMIENTO DETERMINACIÓN DE ESTABILIDAD MARSHALL Y ENSAYO DE FLUJO

- ❖ Realizado el anterior paso se introduce las briquetas a un baño María de 60 °C. durante 30 minutos
- ❖ Una vez cumplido el lapso de calentamiento se retira la biqueta del baño María, para luego ser colocada en mordaza de Marshall que deben estar recalentadas, y se colocan en la prensa Marshall para aplicar carga al espécimen y medir su valor de resistencia hasta la falla que se registran en su valor de estabilidad e igualmente se registra el valor de deformación al momento de la falla a través del deformímetro que será denominado como valor de flujo.

Nota: Se debe tomar en cuenta que desde el momento que se retira la biqueta del baño María o puede transcurrir un tiempo excesivo antes de su preparación y colocación del espécimen en la prensa Marshall para su posterior ensayo y registro de datos.

El tiempo determinado para llevar a cabo este procedimiento es de 30 segundos, además de ser necesario se debe eliminar el exceso de agua en la biqueta al salir del baño María con un paño o franela, y las mordazas Marshall deben estar lubricadas para que la biqueta no se adhiera a las mismas.

- ❖ Una vez realizado el ensayo se registran y anotan los datos para luego procesarlos de acuerdo a los parámetros necesarios para una correcta interpretación, ya que el valor de estabilidad debe ser corregido mediante un factor de correlación de estabilidad en

cual dependerá tanto del volumen de la briqueta, así como también del valor medio de altura de la briqueta (Ratio correlación de estabilidad 1974).

Volume of Specimens, cm ³	Approximate Thickness of Specimens,		Correlation Ratio
	in.	mm.	
200 to 213	1	25.4	5.56
214 to 225	1 1/16	27.0	5
226 to 237	1 1/8	28.6	4.55
238 to 250	1 3/16	30.2	4.17
251 to 264	1 1/4	31.8	3.85
265 to 276	1 5/16	33.3	3.57
277 to 289	1 3/8	34.9	3.33
290 to 301	1 7/16	36.5	3.03
302 to 316	1 1/2	38.1	2.78
317 to 328	1 9/16	39.7	2.5
329 to 340	1 5/8	41.3	2.27
341 to 353	1 11/16	42.9	2.08
354 to 367	1 3/4	44.4	1.92
368 to 379	1 13/16	46.0	1.79
380 to 392	1 7/8	47.6	1.67
393 to 405	1 15/16	49.2	1.56
406 to 420	2	50.8	1.47
421 to 431	2 1/16	52.4	1.39
432 to 443	2 1/8	54.0	1.32
444 to 456	2 3/16	55.6	1.25
457 to 470	1 1/4	57.2	1.19
471 to 482	2 5/16	58.7	1.14
483 to 495	2 3/8	60.3	1.09
496 to 508	2 7/16	61.9	1.04
509 to 522	2 1/2	63.5	1
523 to 535	2 9/16	64.0	0.96
536 to 546	2 5/8	65.1	0.93
547 to 559	2 11/16	66.7	0.89
560 to 573	2 3/4	68.3	0.86
574 to 585	2 13/16	71.4	0.83
586 to 598	2 7/8	73.0	0.81
599 to 610	2 15/16	74.6	0.78
611 to 625	3	76.2	0.76

Ya corregidos, estos datos se tabulan y se representan en una tabla para verificar sus parámetros de resistencias.

Cálculos

Briqueta 1 de diseño de una mezcla asfáltica convencional

Datos:

A= Masa de la probeta al aire (gr). = 1186.2 gr.

B= Masa de la probeta al aire superficie seca (gr). = 1187.5 gr.

C= Masa de la probeta sumergida (gr). = 673.5 gr.

Porcentaje de absorción:

$$\text{Abs} = \frac{B - A}{B - C} * 100 \quad (\%)$$

$$\text{Abs} = \frac{1187.5 \text{ gr} - 1186.2 \text{ gr}}{1187.5 \text{ gr} - 673.5 \text{ gr}} * 100$$

$$\text{Abs} = 0.25 \%$$

Densidad real

$$\text{Densidad} = \frac{A}{B - C} \quad \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}\right)$$

$$\text{Densidad} = \frac{1186.2 \text{ gr}}{1187.5 \text{ gr} - 673.5 \text{ gr}}$$

$$\text{Densidad} = 2.307 \quad \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}\right)$$

Cálculos y resultados

Briquetas 7,8 y 9 para un porcentaje de cemento asfáltico de 5.5 %.

Lectura de dial de briqueta 7

Lectura = 1126 mm

$$\text{Carga} = (\text{Lec.}) * 2.2046 \text{ (lb)}$$

$$\text{Carga} = (1126) * 2.2046$$

$$\text{Carga} = 2482.37 \text{ lb}$$

Después se realiza un promedio de las 3 briquetas corregidas

$$\text{Promedio} = \frac{\text{briqueta}_7 + \text{briqueta}_8 + \text{briqueta}_9}{3}$$

$$\text{Promedio} = \frac{2482.4 \text{ lb} + 2504.4 \text{ lb} + 2548.5 \text{ lb}}{3}$$

$$\text{Promedio} = 2511.8 \text{ lb}$$

Los factores de corrección para las diferentes alturas

$$\text{Carga corregida} = \text{Carga} * \text{Factor de corrección}$$

$$\text{Carga corregida} = 2511.8 \text{ lb} * 1.030$$

$$\text{Carga corregida} = 2589.6 \text{ lb}$$

Finalmente se convierte al sistema que se maneja en el medio (SI)

$$1 \text{ lb} = 0.4535923 \text{ Kg}$$

$$\text{Estabilidad} = 2589.6 \text{ lb} * 0.4535923$$

$$\text{Estabilidad} = 1174.62 \text{ kg}$$

El flujo es la lectura del dial para flujo

Cálculos y resultados

Briquetas 7,8 y 9 al 5.5% de cemento asfáltico:

Densidad máxima teórica

$$\text{Densidad max. teo.} = \frac{100}{\frac{\%C.A.}{P.E. C.A.} + \left(\frac{100 - \% C.A.}{P.E. agreg.}\right)}$$

$$\text{Densidad max. teo.} = \frac{100}{\frac{5.5 \%}{1.005} + \left(\frac{100 - 5.5\%}{2.682}\right)}$$

$$\text{Densidad max. teo.} = 2.456 \text{ g/cm}^3$$

Porcentaje de vacíos

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{\text{Densidad max. teo.} - \text{Densidad prom.}}{\text{Densidad max. teo.}} * 100$$

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{2.456 \text{ gr/cm}^3 - 2.355 \text{ gr/cm}^3}{2.456 \text{ gr/cm}^3} * 100$$

$$\% \text{ Vacíos} = 4.11 \%$$

Porcentaje de vacíos agregado mineral (V.A.M.)

$$V. A. M. = \% \text{ Vacíos} + \frac{\text{Densidad prom.} * \% \text{ C. A.}}{P. E. C. A.}$$

$$V. A. M. = 4.11 \% + \frac{2.355 \text{ gr/cm}^3 * 5.5 \%}{1.005 \text{ gr/cm}^3}$$

$$V. A. M. = 17.00 \%$$

Relación betumen vacíos (R.B.V.):

$$R. B. V. = \frac{V. A. M. - \% \text{ Vacíos}}{V. A. M.} * 100$$

$$R. B. V. = \frac{17.00\% - 4.11\%}{17.00\%} * 100$$

$$R. B. V. = 75.81 \%$$

Cálculos

Briqueta 1 de diseño de una mezcla asfáltica adicionando limadura metálica

Datos:

A= Masa de la probeta al aire (gr). = 1200.3 gr.

B= Masa de la probeta al aire superficie seca (gr). = 1201.7 gr.

C= Masa de la probeta sumergida (gr). = 694.0 gr.

Porcentaje de absorción

$$\text{Abs} = \frac{B - A}{B - C} * 100 \quad (\%)$$

$$\text{Abs} = \frac{1201.7 \text{ gr} - 1200.3 \text{ gr}}{1201.7 \text{ gr} - 694.0 \text{ gr}} * 100$$

$$\text{Abs} = 0.275 \%$$

Densidad real

$$\text{Densidad} = \frac{A}{B - C} \quad \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}\right)$$

$$\text{Densidad} = \frac{1200.3 \text{ gr}}{1201.7 \text{ gr} - 694.0 \text{ gr}}$$

$$\text{Densidad} = 2.36 \quad \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}\right)$$

Cálculos y resultados

Briquetas 7,8 y 9 de diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionando porcentaje de limadura metálica reciclada

5.56% de óptimo cemento asfáltico:

Densidad máxima teórica

$$\text{Densidad max. teo.} = \frac{100}{\frac{\%C.A.}{P.E. C.A.} + \left(\frac{100 - \% C.A. - \% LM}{P.E. agreg.}\right) + \frac{\% L.M.}{P.E. L.M.}}$$

$$\text{Densidad max. teo.} = \frac{100}{\frac{5.56\%}{1.005} + \left(\frac{100 - 5.56\% - 1.5}{2.682}\right) + \frac{1.5}{2.237}}$$

$$\text{Densidad max. teo.} = 2.447 \text{ g/cm}^3$$

Porcentaje de vacíos

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{\text{Densidad max. teo.} - \text{Densidad prom.}}{\text{Densidad max. teo.}} * 100$$

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{2.447 \text{ gr/cm}^3 - 2.380 \text{ gr/cm}^3}{2.447 \text{ gr/cm}^3} * 100$$

$$\% \text{ Vacíos} = 2.76 \%$$

Porcentaje de vacíos agregado mineral (V.A.M.)

$$\text{V. A. M.} = 100 \% - \frac{\text{Densidad prom.} * \% (100 - \% \text{opt. agreg} - \% L.M.)}{P.E. agreg.}$$

$$\text{V. A. M.} = 100 \% - \frac{2.380 \text{ g/cm}^3 * (100 - 5.56\% - 1.5\%)}{2.682 \text{ gr/cm}^3}$$

$$\text{V. A. M.} = 17.52 \%$$

Relación betumen vacíos (R.B.V.)

$$R. B. V. = \frac{V. A. M. - \% \text{ Vacíos}}{V. A. M.} * 100$$

$$R. B. V. = \frac{17.52\% - 2.76\%}{17.52\%} * 100$$

$$R. B. V. = 84.25 \%$$

Cálculos

Briqueta 2 de diseño de una mezcla asfáltica añadiendo el alambre metálico de neumático fuera de uso

Datos:

A= Masa de la probeta al aire (g). = 1200.9 gr.

B= Masa de la probeta al aire superficie seca (gr). = 1202.3 gr.

C= Masa de la probeta sumergida (gr). = 668.0 gr.

Porcentaje de absorción

$$Abs = \frac{B - A}{B - C} * 100 \quad (\%)$$

$$Abs = \frac{1202.3 \text{ gr} - 1200.9 \text{ gr}}{1202.3 \text{ gr} - 668.0 \text{ gr}} * 100$$

$$Abs = 0.26 \%$$

Densidad real

$$\text{Densidad} = \frac{A}{B - C} \quad \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}\right)$$

$$\text{Densidad} = \frac{1200.9 \text{ gr}}{1202.3 \text{ gr} - 668.0 \text{ gr}}$$

$$\text{Densidad} = 2.248 \quad \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}\right)$$

Cálculos y resultados

Briquetas 7,8 y 9 de diseño de mezcla asfáltica en caliente adicionando porcentaje de alambre metálico de neumático fuera uso

5.56% de óptimo cemento asfáltico:

Densidad máxima teórica:

$$\text{Densidad max. teo.} = \frac{100}{\frac{\%C.A.}{P.E. C.A.} + \left(\frac{100 - \% C.A. - \% LM}{P.E. agreg.}\right) + \frac{\% A.N.F.U.}{P.E. A.N.F.U.}}$$

$$\text{Densidad max. teo.} = \frac{100}{\frac{5.56\%}{1.005} + \left(\frac{100 - 5.56\% - 1.5}{2.682}\right) + \frac{1.5}{5.400}}$$

$$\text{Densidad max. teo.} = 2.471 \text{ g/cm}^3$$

Porcentaje de vacíos:

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{\text{Densidad max. teo.} - \text{Densidad prom.}}{\text{Densidad max. teo.}} * 100$$

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{2.471 \text{ gr/cm}^3 - 2.355 \text{ gr/cm}^3}{2.471 \text{ gr/cm}^3} * 100$$

$$\% \text{ Vacíos} = 4.70 \%$$

Porcentaje de vacíos agregado mineral (V.A.M.)

$$V.A.M. = 100\% - \frac{\text{Densidad prom.} * \% (100 - \% \text{opt. agreg} - \% L.M.)}{P.E. agreg.}$$

$$V.A.M. = 100\% - \frac{2.355 \text{ gr/cm}^3 * (100 - 5.56\% - 1.5\%)}{2.682 \text{ gr/cm}^3}$$

$$V.A.M. = 18.38 \%$$

Relación betumen vacíos (R.B.V.):

$$R.B.V. = \frac{V.A.M. - \% \text{ Vacíos}}{V.A.M.} * 100$$

$$R.B.V. = \frac{18.38\% - 4.70\%}{18.38\%} * 100$$

$$R.B.V. = 74.44 \%$$

IMÁGENES DEL ENSAYO MARSHALL



Imagen 39 Agregados pétreo para la conformación de la mezcla asfáltica



Imagen 40: Inclusión del cemento asfáltico a la mezcla



Imagen 41 Colocación de la mezcla asfáltica a los moldes a temperatura indicada



Imagen 42 Compactación y extracción de la briqueta



Imagen 43: Muestras enumeradas como referencia de diferentes porcentajes





Imagen 44 Pesos de la muestra, peso sumergido y peso con superficie seca



Imagen 45 baño de agua a 60°C, Rotura de briquetas diseñadas mediante la maquina Marshall

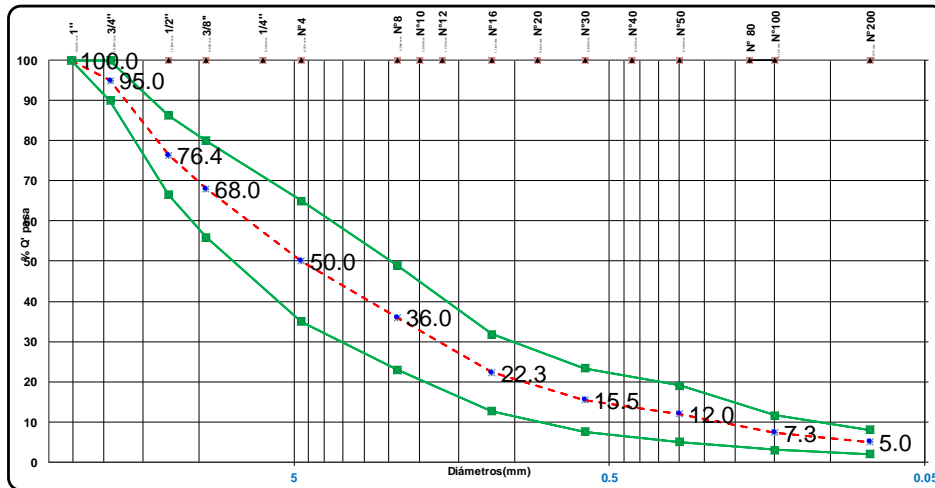


**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO**

PROYECTO :	PROYECTO DE GRADO	REGISTRO :	1.0
DESCRIPCION :	24% Grava 3/4", 26% Gravilla 3/8", 50% Arena Triturada	PROCEDENCIA :	CHANCADORA - CHARAJA
REFERENCIA :	MEZCLA ASFALTICA	FECHA :	1-ago-2019
		REALIZADO :	

**DOSIFICACION DE MATERIALES
PLANILLA DE GRANULOMETRIA PROYECTADA**

AGREGADO		% QUE PASA	CURVA DE TRABAJO		ESPECIF. GRAD. MEDIA	
% USADO			INF.		SUP.	
TAMICES			INF.		SUP.	
PULG.	mm.					
1"	25.40	100.0		100	100	
3/4"	19.10	95.0		90	100	
1/2"	12.50	76.4		67	86	
3/8"	9.50	68.0		56	80	
#4	4.75	50.0		35	65	
#8	2.360	36.0		23	49	
#16	1.180	22.3		13	32	
#30	0.600	15.5		8	23	
#50	0.300	12.0		5	19	
#100	0.150	7.3		3	12	
#200	0.075	5.0		2	8	



OBSERVACIONES:

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL CONVENCIONAL

TAMIZ	% Pasa	% Reteni	% Ret. Tamiz	4.5%		5.0%		5.5%		6.0%		6.5%	
				P. Parcial	P. Aculmu	P. Parcial	P. Aculmu	P. Parcial	P. Aculmu	P. Parcial	P. Aculmu	P. Parcial	P. Aculmu
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	57.3	57.3	57.0	57.0	56.7	56.7	56.4	56.4	56.1	56.1
1/2"	76.4	23.6	18.6	212.8	270.1	211.7	268.7	210.6	267.3	209.5	265.9	208.4	264.5
3/8"	68.0	32.0	8.4	96.6	366.7	96.1	364.8	95.6	362.9	95.1	361.0	94.6	359.0
Nº4	50.0	50.0	18.0	206.3	573.0	205.2	570.0	204.1	567.0	203.0	564.0	202.0	561.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	160.4	733.4	159.6	729.6	158.8	725.8	157.9	721.9	157.1	718.1
Nº16	22.3	77.7	13.7	157.5	890.9	156.6	886.2	155.8	881.6	155.0	876.9	154.2	872.2
Nº30	15.5	84.5	6.8	77.5	968.4	77.1	963.4	76.7	958.3	76.3	953.2	75.9	948.1
Nº50	12.0	88.0	3.5	40.1	1008.5	39.8	1003.2	39.6	997.9	39.4	992.6	39.2	987.4
Nº100	7.3	92.7	4.7	53.5	1061.9	53.2	1016.5	52.9	1011.2	52.6	1045.3	52.3	1039.7
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.8	1088.7	26.6	1043.2	26.5	1037.7	26.3	1071.6	26.2	1065.9
Filler	0	100.0	5.0	57.3	1146.0	57.0	1100.2	56.7	1094.4	56.4	1128.0	56.1	1122.0
Peso Total=				1146.0		1140.0		1134.0		1128.0		1122.0	

Peso Muestra=	1146.0	1140.0	1134.0	1128.0	1122.0
Peso Asfalto=	54.0	60.0	66.0	72.0	78.0
Peso Total Material + C. Asf.=	1200.0	1200.0	1200.0	1200.0	1200.0

ODSERVACIONES : Mezcla:

DISEÑO Nº = **1.0**

LABORATORIO DE ASFALTOS

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

Proyecto: PROYECTO DE GRADO

Fecha: 01/08/2019

DISEÑO - 1.0

Pesos Especificos (AASHTO T-100, T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION			GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA	
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M20	85-100				3/4"	3/8"	N°4	
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	% DE AGREGADOS :			24%	26%	50%	
P. Esp. Agregado Total (Gag.)	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		ORIGEN AGREGADOS :			2.67	2.66	2.70	Peso especifico agregados
N° GOLPES:		75	130 °C Compactación		Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA							

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm3)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA														
		BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.) (g/cm3)	PROMEDIO (Drm.) (g/cm3)	MAXIMA TEORICA (g/cm3)	MEZCLA (Vv)	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) mm	MEDIA f.c.				CORREGIDA													
																							a	b	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
																							%	%	-	-	-	-	-	-	%	%	%	mm.	libras

1	6.32	4.71	4.50	1186.2	1187.5	673.5	514.0	2.308						932	2054.7		1.008			8	7.5	
2	6.25	4.71	4.50	1191.3	1192.1	676.2	515.9	2.309						941	2074.5		1.027			9	8.5	
3	6.35	4.71	4.50	1187.2	1188.4	673.2	515.2	2.304	2.307	2.495	7.53	17.86	57.84	922	2032.6	2054.0	1.000	1.012	2078.6	8	8.0	8.00

4	6.33	5.26	5.00	1194.3	1195.3	683.1	512.2	2.332						1070	2358.9		1.005			9	9.0	
5	6.25	5.26	5.00	1191.5	1192.3	680.2	512.1	2.327						1068	2354.5		1.027			11	10.6	
6	6.29	5.26	5.00	1195.7	1196.8	684.3	512.5	2.333	2.330	2.476	5.86	17.46	66.41	1065	2347.9	2353.8	1.016	1.016	2391.4	10	10.0	9.87

7	6.15	5.82	5.50	1177.8	1178.4	678.2	500.2	2.355						1126	2482.4		1.056			12	12.2	
8	6.31	5.82	5.50	1195.7	1196.2	688.9	507.3	2.357						1136	2504.4		1.011			12	12.1	
9	6.25	5.82	5.50	1185.2	1186.5	683.1	503.4	2.354	2.355	2.457	4.13	17.02	75.75	1156	2548.5	2511.8	1.027	1.031	2589.6	11	11.0	11.77

10	6.27	6.38	6.00	1185.9	1186.4	685.2	501.2	2.366						1205	2656.5		1.021			14	13.5	
11	6.15	6.38	6.00	1183.1	1183.9	684.2	499.7	2.368						1225	2700.6		1.056			15	15.2	
12	6.30	6.38	6.00	1195.2	1196.4	690.8	505.6	2.364	2.366	2.438	2.96	17.09	82.66	1215	2678.6	2678.6	1.013	1.030	2758.9	14	14.1	14.27

13	6.23	6.95	6.50	1193.1	1194.1	686.2	507.9	2.349						901	1986.3		1.032			15	15.4	
14	6.34	6.95	6.50	1199.2	1200.2	688.4	511.8	2.343						892	1966.5		1.003			16	16.3	
15	6.40	6.95	6.50	1187.8	1188.3	680.2	508.1	2.338	2.343	2.420	3.16	18.32	82.75	897	1977.5	1976.8	0.988	1.008	1992.6	16	15.5	15.73

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5

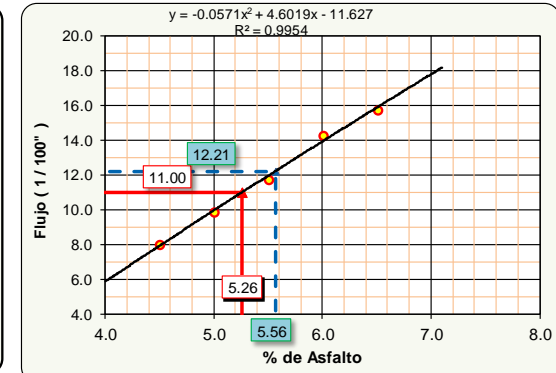
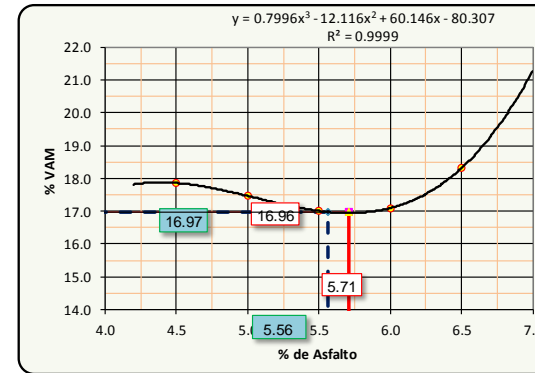
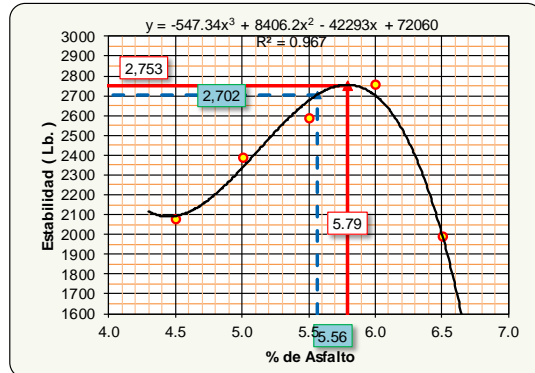
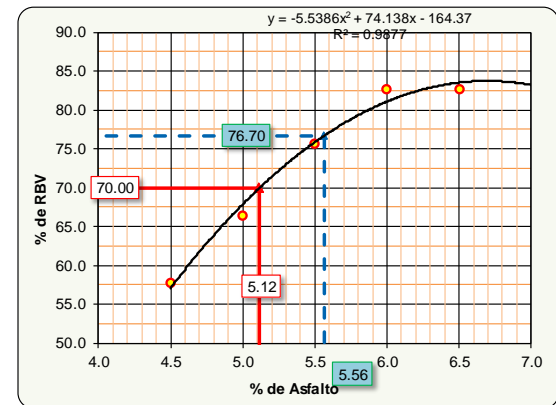
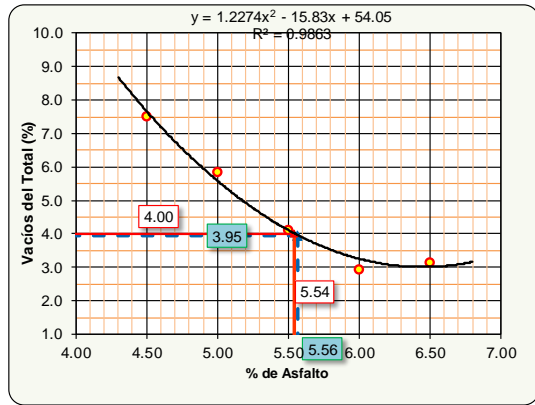
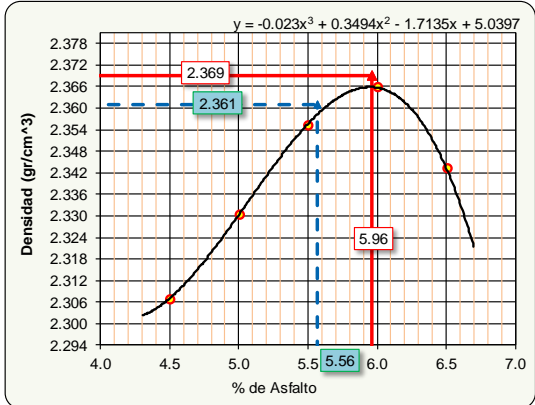
65 - 75

≥ 1800 Lb.

8 - 14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL // CEMENTO ASFALTICO

REGISTRO: **DISEÑO - 1.0**



VALORES				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5.96	2.37	-----	-----
% VACIOS	5.54	4.00	3	5
R.B.V.	5.12	70.00	65	75
V.A.M.	5.71	16.96		
ESTABILIDAD (Lb)	5.79	2752.64	> 1800 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	5.26	11.00	8	14
PROMEDIO (%)	5.56	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB V.A.M y Estabilidad)		

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL				
CARACTERISTICAS	% DE ASFALTO	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DENSIDAD	5.56	2.36	-----	-----
% VACIOS	5.56	3.95	3	5
R.B.V.	5.56	76.70	65	75
V.A.M.	5.56	16.97		
ESTABILIDAD (Lb)	5.56	2702.30	> 1800 Lb. (75 Golpes)	
FLUENCIA 1/100"	5.56	12.21	8	14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5.56	

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	22.29
	GRAVILLA 3/8"	24.93
	ARENA CHANCADA	47.22
	% ASF. OTP.	5.56
	TOTAL	100.0%

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min. 5.39	Max. 5.74
---	------------------	------------------



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : **PROYECTO DE GRADO**

DESCRIPCION :

REFERENCIA : **MEZCLA ASFALTICA**

REGISTRO : **2.1**

PROCEDENCIA : **CHANCADORA - CHARAJA**

FECHA : **1-ago.-2019**

REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA LIMADURA METALICA

PORCENTAJE LIMADURA METALICA				0.50%		0.50%		0.50%		0.50%		0.50%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				95.00%		94.50%		94.00%		93.50%		93.00%	
PORCENTAJE OPT. DE ASFALTO				4.50%		5.00%		5.50%		6.00%		6.50%	
TAMIZ	% Pasa	% Retenido	% Ret. Tamiz	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	57.0	57.0	56.7	56.7	56.4	56.4	56.1	56.1	55.8	55.8
1/2"	76.4	23.6	18.6	211.7	268.7	210.6	267.3	209.5	265.9	208.4	264.5	207.2	263.0
3/8"	68.0	32.0	8.4	96.1	364.8	95.6	362.9	95.1	361.0	94.6	359.0	94.1	357.1
Nº4	50.0	50.0	18.0	205.2	570.0	204.1	567.0	203.0	564.0	202.0	561.0	200.9	558.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	159.6	729.6	158.8	725.8	157.9	721.9	157.1	718.1	156.2	714.2
Nº16	22.3	77.7	13.7	156.6	886.2	155.8	881.6	155.0	876.9	154.2	872.2	153.3	867.6
Nº30	15.5	84.5	6.8	77.1	963.4	76.7	958.3	76.3	953.2	75.9	948.1	75.5	943.1
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.8	1003.2	39.6	997.9	39.4	992.6	39.2	987.4	39.0	982.1
Nº100	7.3	92.7	4.7	53.2	1056.4	52.9	1050.8	52.6	1045.3	52.3	1039.7	52.1	1034.1
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.6	1083.0	26.5	1077.3	26.3	1071.6	26.2	1065.9	26.1	1060.2
Filler	0	100.0	5.0	57.0	1140.0	56.7	1134.0	56.4	1128.0	56.1	1122.0	55.8	1116.0
Peso Total=				1140.0		1134.0		1128.0		1122.0		1116.0	

Peso de Limadura Metalica=
Peso Muestra=
Peso Asfalto=
Peso Total Material=

6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
1140.00	1134.00	1128.00	1122.00	1116.00
54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

DISEÑO Nº = **2.1**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE LIMADURA METALICA

Proyecto: PROYECTO DE GRADO

Fecha: 01/08/2019

DISEÑO - 2.1

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION		GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100	% DE AGREGADOS :		3/4"	3/8"	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005			24%	26%	50%
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		Peso especifico agregados (gr/cm ³)		2.67	2.66	2.70
N° GOLPES:		75	130 °C Compactación		ORIGEN AGREGADOS :		Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA			

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de limadura metalica	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm ³)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA			
			BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.) (gr/cm ³)	PROMEDIO (Dm.) (gr/cm ³)	MAXIMA TEORICA (gr/cm ³)	MEZCLA (Vv) (%)	AGREGADOS (VAM) (%)	LLENOS DE ASFALTO (RBV) (%)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) mm	MEDIA f.c.				CORREGIDA		
																								a	b
			%	%					%	-	-	-	-	-	-	-	-	%	%				%	mm.	libras

1	6.28	0.50	4.71	4.50	1200.3	1201.7	694.0	507.7	2.364						557	1228.0		1.019			20	20.0	
2	6.38	0.50	4.71	4.50	1191.4	1192.6	687.0	505.6	2.356						591	1302.9		0.993			22	22.0	
3	6.55	0.50	4.71	4.50	1195.9	1197.2	690.5	506.7	2.360	2.360	2.493	5.31	16.40	67.65	680	1499.1	1343.3	0.953	0.988	1327.2	19	19.0	20.33

4	6.20	0.50	5.26	5.00	1180.9	1180.9	688.0	492.9	2.396						710	1565.3		1.040			19	19.0	
5	6.40	0.50	5.26	5.00	1183.1	1189.6	678.0	511.6	2.313						967	2131.8		0.988			20	20.0	
6	6.37	0.50	5.26	5.00	1187.9	1188.9	685.0	503.9	2.357	2.355	2.473	4.78	17.02	71.93	895	1973.1	1890.1	0.995	1.008	1905.2	18	18.0	19.00

7	6.28	0.50	5.82	5.50	1193.8	1195.0	680.0	515.0	2.318						994	2191.4		1.019			12	12.0	
8	6.40	0.50	5.82	5.50	1201.6	1202.8	690.0	512.8	2.343						1244	2742.5		0.988			11	11.0	
9	6.42	0.50	5.82	5.50	1197.5	1198.9	688.0	510.9	2.344	2.335	2.455	4.87	18.17	73.21	1355	2987.2	2640.4	0.983	0.996	2629.8	12	12.0	11.67

10	6.38	0.50	6.38	6.00	1165.1	1169.2	665.0	504.2	2.311						1049	2312.6		0.993			14	14.0	
11	6.52	0.50	6.38	6.00	1147.9	1149.9	661.0	488.9	2.348						1117	2462.5		0.958			16	16.0	
12	6.26	0.50	6.38	6.00	1192.3	1192.9	681.0	511.9	2.329	2.329	2.436	4.38	18.80	76.72	998	2200.2	2325.1	1.024	0.992	2306.5	15	15.0	15.00

13	6.71	0.50	6.95	6.50	1190.4	1191.7	689.0	502.7	2.368						972	2142.9		0.920			18	18.0	
14	6.22	0.50	6.95	6.50	1170.4	1171.9	676.0	495.9	2.360						680	1499.1		1.035			19	19.0	
15	6.35	0.50	6.95	6.50	1194.5	1195.9	691.0	504.9	2.366	2.365	2.418	2.19	18.01	87.85	844	1860.7	1834.2	1.000	0.985	1806.7	16	16.0	17.67

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3-5

65-75

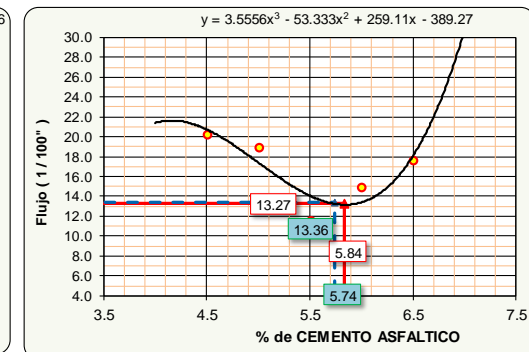
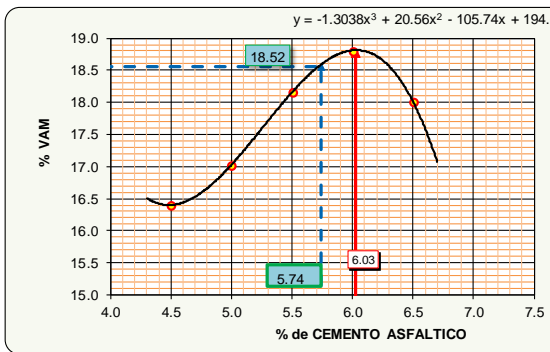
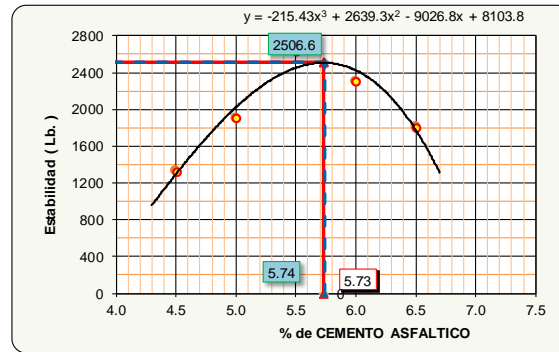
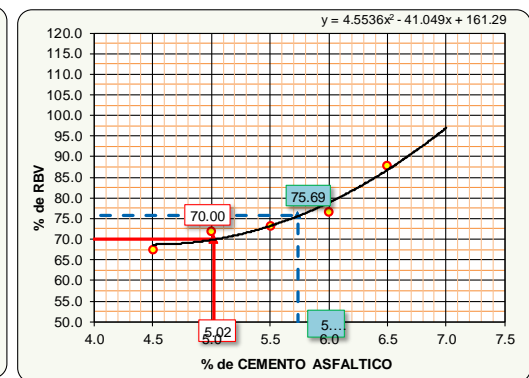
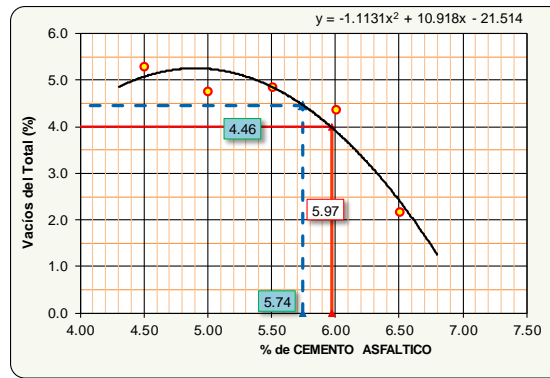
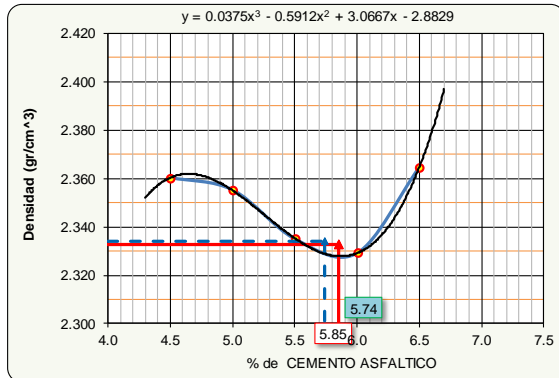
≥ 1800 lb.

8-14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO:

DISEÑO - 2.1



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.85	2.33	-----
% VACIOS	5.97	4.00	3 5
R.B.V.	5.02	70.00	65 75
V.A.M	6.03	18.77	
ESTABILIDAD (Lb.)	5.73	2506.72	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.84	13.27	8 14
PROMEDIO (%)	5.74	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, R.B.V. y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.74	2.33	-----
% VACIOS	5.74	4.46	3 5
R.B.V.	5.74	75.69	65 75
V.A.M	5.74	18.55	
ESTABILIDAD (Lb.)	5.74	2506.60	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.74	13.36	8 14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5.74

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	22.13
	GRAVILLA 3/8"	24.75
	ARENA CHANCADA	46.88
	% ASFALTO OTP.	5.74
	% LIMADURA MET. OTP	0.50
	TOTAL	100.00

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5.56	5.92

Univ. Edsson Velásquez Garzón
Laboratorista

Tec. Carlos Marcelo Subía Cruz
Técnico de Laboratorio

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
Resp. Lab. Asfaltos - UAJMS



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : PROYECTO DE GRADO	REGISTRO : 2.2
DESCRIPCION :	PROCEDENCIA : CHANCADORA - CHARAJA
REFERENCIA : MEZCLA ASFALTICA	FECHA : 1-ago-2019
	REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA LIMADURA METALICA

PORCENTAJE LIMADURA METALICA				1.00%		1.00%		1.00%		1.00%		1.00%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				94.50%		94.00%		93.50%		93.00%		92.50%	
PORCENTAJE OPT, DE ASFALTO				4.50%		5.00%		5.50%		6.00%		6.50%	
TAMIZ	%Pasa	%Retenido	%Ret. Tamiz	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	Acumulado	P. Parcial	Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	56.7	56.7	56.4	56.4	56.1	56.1	55.8	55.8	55.5	55.5
1/2"	76.4	23.6	18.6	210.6	267.3	209.5	265.9	208.4	264.5	207.2	263.0	206.1	261.6
3/8"	68.0	32.0	8.4	95.6	362.9	95.1	361.0	94.6	359.0	94.1	357.1	93.6	355.2
Nº4	50.0	50.0	18.0	204.1	567.0	203.0	564.0	202.0	561.0	200.9	558.0	199.8	555.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	158.8	725.8	157.9	721.9	157.1	718.1	156.2	714.2	155.4	710.4
Nº16	22.3	77.7	13.7	155.8	881.6	155.0	876.9	154.2	872.2	153.3	867.6	152.5	862.9
Nº30	15.5	84.5	6.8	76.7	958.3	76.3	953.2	75.9	948.1	75.5	943.1	75.1	938.0
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.6	997.9	39.4	992.6	39.2	987.4	39.0	982.1	38.8	976.8
Nº100	7.3	92.7	4.7	52.9	1050.8	52.6	1045.3	52.3	1039.7	52.1	1034.1	51.8	1028.6
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.5	1077.3	26.3	1071.6	26.2	1065.9	26.1	1060.2	25.9	1054.5
Filler	0	100.0	5.0	56.7	1134.0	56.4	1128.0	56.1	1122.0	55.8	1116.0	55.5	1110.0
Peso Total=				1134.0		1128.0		1122.0		1116.0		1110.0	

Peso de Limadura Metalica=	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Peso Muestra=	1134.00	1128.00	1122.00	1116.00	1110.00
Peso Asfalto=	54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
Peso Total Material=	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE LIMADURA METALICA

Proyecto: PROYECTO DE GRADO

Fecha: 01/08/2019

DISEÑO - 2.2

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION			GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA	
Mat. Retenido Tamiz Nº 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100					3/4"	3/8"	Nº4		
Mat. Pasa Tamiz Nº 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005					% DE AGREGADOS :				
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL						24%	26%	50%		
Nº GOLPES: 75				130 °C Compactación		Peso especifico agregados (gr/cm ³)			ORIGEN AGREGADOS :			Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA		
						2.67			2.66			2.70		

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de limadura metalica	% 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					REAL (Dr.)	PROMEDIO (Dm.)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA	AGREGADOS	LLENOS DE ASFALTO	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)	MEDIA f.c.				CORREGIDA
			a	b					c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m				n
		%	%	%	-	-	-	-	-	-	-	%	%	%	mm.	libras	-	-	-	libras	-	0.01 pulg	

1	6.28	1.00	4.71	4.50	1200.3	1201.7	699.0	502.7	2.388						557	1228.0		1.019			18	18.0	
2	6.38	1.00	4.71	4.50	1191.4	1192.6	698.0	494.6	2.409						591	1302.9		0.993			23	23.0	
3	6.55	1.00	4.71	4.50	1195.9	1197.2	690.5	506.7	2.360	2.386	2.490	4.20	15.95	73.65	680	1499.1	1343.3	0.953	0.988	1327.2	19	19.0	20.00

4	6.32	1.00	5.26	5.00	1193.0	1194.7	694.0	500.7	2.383						881	1942.3		1.008			21	21.0	
5	6.60	1.00	5.26	5.00	1250.0	1251.9	728.0	523.9	2.386						964	2125.2		0.943			17	17.0	
6	6.22	1.00	5.26	5.00	1187.9	1188.9	690.0	498.9	2.381	2.383	2.471	3.56	16.48	78.41	813	1792.3	1953.3	1.035	0.995	1943.5	18	18.0	18.67

7	6.28	1.00	5.82	5.50	1183.3	1183.9	684.0	499.9	2.367						1205	2656.5		1.019			15	18.0	
8	6.40	1.00	5.82	5.50	1192.4	1193.9	680.4	513.5	2.322						1345	2965.2		0.988			19	19.0	
9	6.55	1.00	5.82	5.50	1187.9	1188.9	696.5	492.4	2.412	2.367	2.452	3.47	17.48	80.16	1380	3042.3	2888.0	0.953	0.986	2847.6	14	14.0	17.00

10	6.52	1.00	6.38	6.00	1188.2	1189.2	690.0	499.2	2.380						1570	3461.2		0.958			13	13.0	
11	6.34	1.00	6.38	6.00	1187.6	1187.6	688.0	499.6	2.377						1476	3254.0		1.003			12	12.0	
12	6.26	1.00	6.38	6.00	1192.3	1192.9	691.0	501.9	2.376	2.378	2.434	2.30	17.56	86.88	1480	3262.8	3326.0	1.024	0.995	3309.4	13	13.0	12.67

13	6.27	1.00	6.95	6.50	1176.8	1176.5	681.0	495.5	2.375						689	1519.0		1.021			20	20.0	
14	6.15	1.00	6.95	6.50	1170.5	1171.0	681.0	490.0	2.389						940	2072.3		1.056			22	22.0	
15	6.22	1.00	6.95	6.50	1194.5	1195.9	695.0	500.9	2.385	2.383	2.415	1.35	17.83	92.43	847	1867.3	1819.5	1.035	1.037	1886.9	22	22.0	21.33

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 3

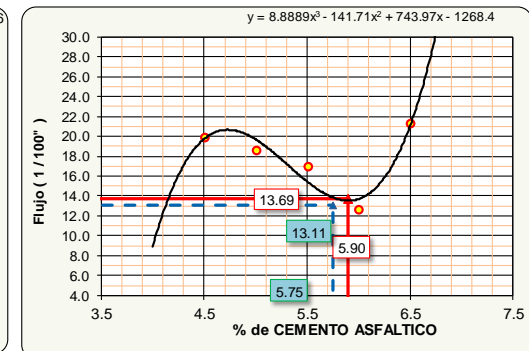
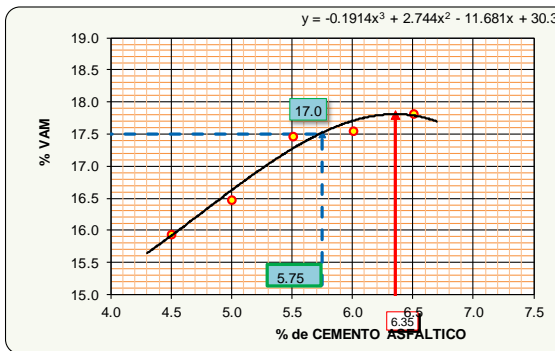
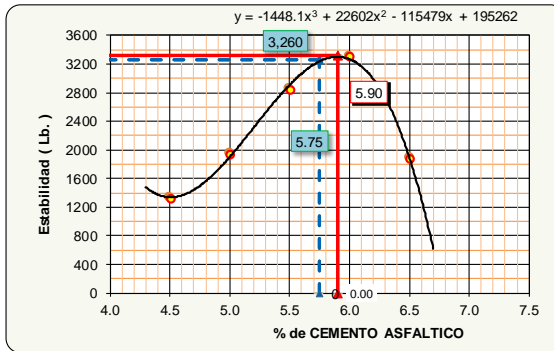
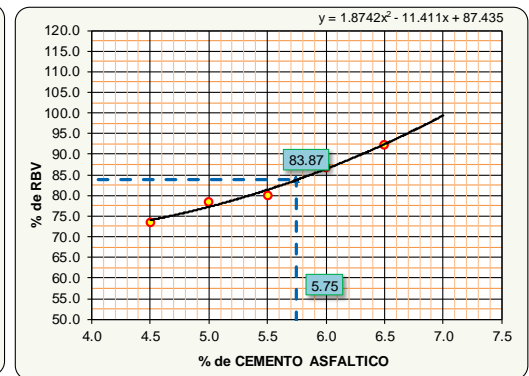
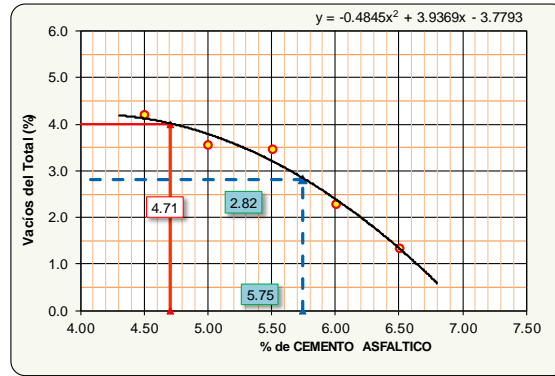
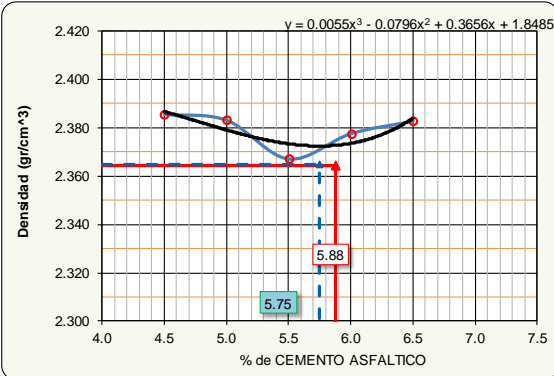
65-75

≥ 1800 lb.

8 - 14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO: **DISEÑO - 2.2**



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.88	2.36	-----
% VACIOS	4.71	4.00	3 5
R.B.V.			65 75
V.A.M	6.35	17.80	
ESTABILIDAD (Lb)	5.90	3322.74	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100°	5.90	13.69	8 14
PROMEDIO (%)	5.75	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBV, V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.75	2.37	-----
% VACIOS	5.75	2.82	3 5
R.B.V.	5.75	83.87	65 75
V.A.M	5.75	17.50	
ESTABILIDAD (Lb)	5.75	3259.60	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100°	5.75	13.11	8 14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO		5.75	

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	22.01
	GRAVILLA 3/8"	24.62
	ARENA CHANCADA	46.63
	% ASFALTO OTP.	5.75
	% LIMADURA MET. OTP	1.00
	TOTAL	100.00

Asfalto ± 0,3 % del Óptimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5.57	5.93

Univ. Edsson Velásquez Garzón
Laboratorista

Tec. Carlos Marcelo Subía Cruz
Técnico de Laboratorio

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
Resp. Lab. Asfaltos - UAJMS



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : **PROYECTO DE GRADO**

REGISTRO : **2.3**

DESCRIPCION :

PROCEDENCIA : **CHANCADORA - CHARAJA**

REFERENCIA : **MEZCLA ASFALTICA**

FECHA : **1-ago.-2019**

REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA LIMADURA METALICA

PORCENTAJE LIMADURA METALICA				1.50%		1.50%		1.50%		1.50%		1.50%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				94.00%		93.50%		93.00%		92.50%		92.00%	
PORCENTAJE OPT. DE ASFALTO				4.50%		5.00%		5.50%		6.00%		6.50%	
TAMIZ	% Pasa	% Retenido	% Ret. Tamiz	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	56.4	56.4	56.1	56.1	55.8	55.8	55.5	55.5	55.2	55.2
1/2"	76.4	23.6	18.6	209.5	265.9	208.4	264.5	207.2	263.0	206.1	261.6	205.0	260.2
3/8"	68.0	32.0	8.4	95.1	361.0	94.6	359.0	94.1	357.1	93.6	355.2	93.1	353.3
Nº4	50.0	50.0	18.0	203.0	564.0	202.0	561.0	200.9	558.0	199.8	555.0	198.7	552.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	157.9	721.9	157.1	718.1	156.2	714.2	155.4	710.4	154.6	706.6
Nº16	22.3	77.7	13.7	155.0	876.9	154.2	872.2	153.3	867.6	152.5	862.9	151.7	858.2
Nº30	15.5	84.5	6.8	76.3	953.2	75.9	948.1	75.5	943.1	75.1	938.0	74.7	932.9
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.4	992.6	39.2	987.4	39.0	982.1	38.8	976.8	38.6	971.5
Nº100	7.3	92.7	4.7	52.6	1045.3	52.3	1039.7	52.1	1034.1	51.8	1028.6	51.5	1023.0
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.3	1071.6	26.2	1065.9	26.1	1060.2	25.9	1054.5	25.8	1048.8
Filler	0	100.0	5.0	56.4	1128.0	56.1	1122.0	55.8	1116.0	55.5	1110.0	55.2	1104.0
Peso Total=				1128.0		1122.0		1116.0		1110.0		1104.0	

Peso de Limadura Metalica=

Peso Muestra=

Peso Asfalto=

Peso Total Material=

18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
1128.00	1122.00	1116.00	1110.00	1104.00
54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

DISEÑO Nº =

2.3

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE LIMADURA METALICA

Proyecto: PROYECTO DE GRADO

Fecha: 01/08/2019

DISEÑO - 2.3

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION			GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M20	85-100				3/4"	3/8"	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	% DE AGREGADOS :			24%	26%	50%
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		Peso especifico agregados (gr/cm ³)			2.67	2.66	2.70
N° GOLPES: 75		130 °C Compactación		ORIGEN AGREGADOS :			Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA				

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de limadura metalica	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm3)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA	
			BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.)	PROMEDIO (Dr.m)	MAXIMA TEORICA (gr/cm3)	MEZCLA (Vv)	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) mm	MEDIA f.c.				CORREGIDA
			%	%					%	-	-	-	-	-	-	-	-	%	%				%

1	6.21	1.50	4.71	4.50	1200.3	1201.7	694.0	507.7	2.364						686	1512.4		1.037			16	16.0	
2	6.28	1.50	4.71	4.50	1191.4	1192.6	687.0	505.6	2.356						674	1485.9		1.019			15	15.0	
3	6.34	1.50	4.71	4.50	1195.9	1197.2	690.5	506.7	2.360	2.360	2.488	5.13	17.28	70.31	680	1499.1	1499.1	1.003	1.020	1529.1	14	14.0	15.00

4	6.54	1.50	5.26	5.00	1190.0	1194.5	686.0	508.5	2.340						1252	2760.2		0.954			16	16.0	
5	6.22	1.50	5.26	5.00	1158.3	1159.1	674.0	485.1	2.388						980	2160.5		1.035			15	15.0	
6	6.16	1.50	5.26	5.00	1187.9	1188.9	685.0	503.9	2.357	2.362	2.469	4.34	17.67	75.45	895	1973.1	2297.9	1.053	1.014	2330.1	13	13.0	14.67

7	6.28	1.50	5.82	5.50	1193.4	1193.9	694.0	499.9	2.387						1341	2956.4		1.019			15	15.0	
8	6.57	1.50	5.82	5.50	1200.5	1200.7	693.0	507.7	2.365						1615	3560.4		0.949			13	13.0	
9	6.41	1.50	5.82	5.50	1198.4	1198.9	694.0	504.9	2.374	2.375	2.450	3.06	17.65	82.68	1517	3344.4	3287.1	0.985	0.984	3234.5	14	14.0	14.00

10	6.38	1.50	6.38	6.00	1160.4	1160.4	677.0	483.4	2.400						750	1653.5		0.993			17	17.0	
11	6.25	1.50	6.38	6.00	1218.6	1218.9	707.0	511.9	2.381						890	1962.1		1.027			16	16.0	
12	6.43	1.50	6.38	6.00	1192.3	1192.9	696.0	496.9	2.399	2.394	2.432	1.56	17.46	91.05	991	2184.8	1933.4	0.980	1.000	1933.4	19	19.0	17.33

13	6.38	1.50	6.95	6.50	1203.3	1204.4	695.0	509.4	2.362						619	1364.6		0.993			24	24.0	
14	6.33	1.50	6.95	6.50	1169.0	1170.3	684.0	486.3	2.404						552	1216.9		1.005			23	23.0	
15	6.35	1.50	6.95	6.50	1194.5	1195.9	697.0	498.9	2.394	2.387	2.413	1.10	18.13	93.95	680	1499.1	1360.2	1.000	0.999	1358.9	21	21.0	22.67

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

1 - 5

65-75

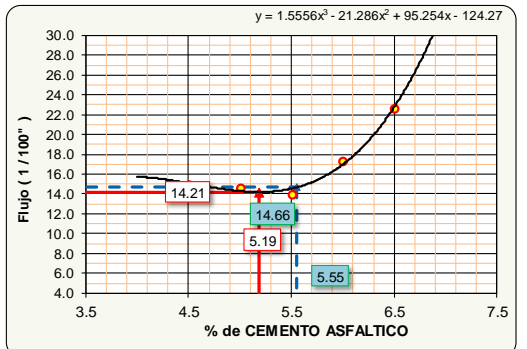
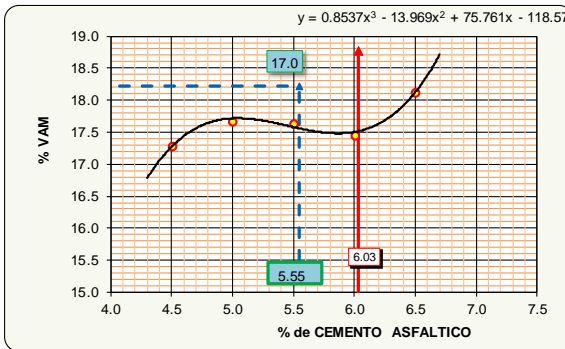
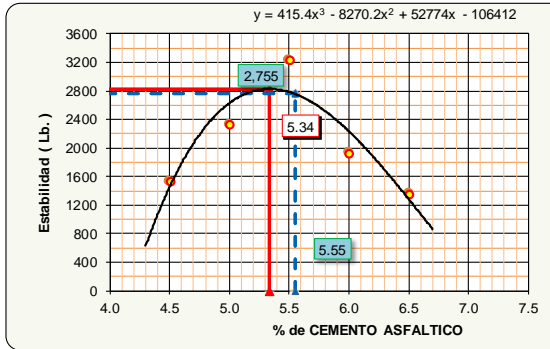
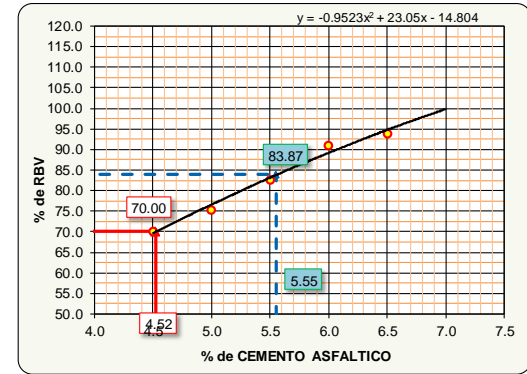
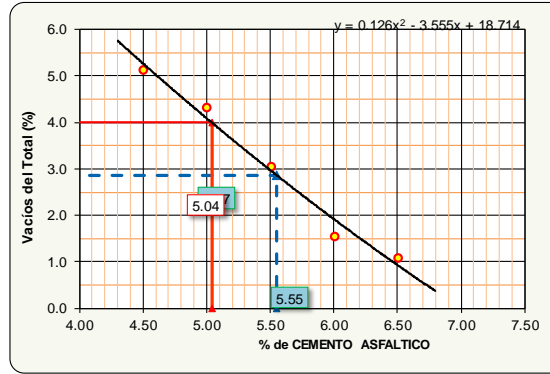
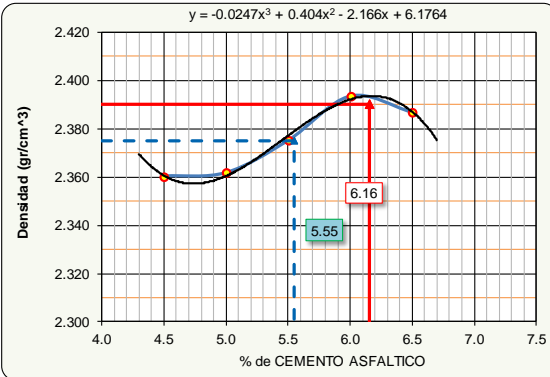
> 1800 Lb

8 - 14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO:

DISEÑO - 2.3



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	6.16	2.39	-----
% VACIOS	5.04	4.00	3 5
R.B.V.			65 75
V.A.M	6.03	18.77	
ESTABILIDAD (Lb)	5.34	2825.81	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.19	14.21	8 14
PROMEDIO (%)	5.55	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.55	2.38	-----
% VACIOS	5.55	2.87	3 5
R.B.V.	5.55	83.87	65 75
V.A.M	5.55	18.22	
ESTABILIDAD (Lb)	5.55	2755.01	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.55	14.66	8 14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5.55

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	21.94
	GRAVILLA 3/8"	24.54
	ARENA CHANCADA	46.48
	% ASFALTO OTP.	5.55
	% LIMADURA MET. OTP	1.50
TOTAL		100.00

Asfalto ± 0,3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5.38	5.72



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : **PROYECTO DE GRADO**

REGISTRO : **2.4**

DESCRIPCION :

PROCEDENCIA : **CHANCADORA - CHARAJA**

REFERENCIA : **MEZCLA ASFALTICA**

FECHA : **1-ago.-2019**

REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA LIMADURA METALICA

PORCENTAJE LIMADURA METALICA				2.00%		2.00%		2.00%		2.00%		2.00%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				93.50%		93.00%		92.50%		92.00%		91.50%	
PORCENTAJE OPT. DE ASFALTO				4.50%		5.00%		5.50%		6.00%		6.50%	
TAMIZ	% Pasa	% Retenido	% Ret. Tamiz	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	56.1	56.1	55.8	55.8	55.5	55.5	55.2	55.2	54.9	54.9
1/2"	76.4	23.6	18.6	208.4	264.5	207.2	263.0	206.1	261.6	205.0	260.2	203.9	258.8
3/8"	68.0	32.0	8.4	94.6	359.0	94.1	357.1	93.6	355.2	93.1	353.3	92.6	351.4
Nº4	50.0	50.0	18.0	202.0	561.0	200.9	558.0	199.8	555.0	198.7	552.0	197.6	549.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	157.1	718.1	156.2	714.2	155.4	710.4	154.6	706.6	153.7	702.7
Nº16	22.3	77.7	13.7	154.2	872.2	153.3	867.6	152.5	862.9	151.7	858.2	150.9	853.6
Nº30	15.5	84.5	6.8	75.9	948.1	75.5	943.1	75.1	938.0	74.7	932.9	74.3	927.9
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.2	987.4	39.0	982.1	38.8	976.8	38.6	971.5	38.4	966.2
Nº100	7.3	92.7	4.7	52.3	1039.7	52.1	1034.1	51.8	1028.6	51.5	1023.0	51.2	1017.5
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.2	1065.9	26.1	1060.2	25.9	1054.5	25.8	1048.8	25.6	1043.1
Filler	0	100.0	5.0	56.1	1122.0	55.8	1116.0	55.5	1110.0	55.2	1104.0	54.9	1098.0
Peso Total=				1122.0		1116.0		1110.0		1104.0		1098.0	

Peso de Limadura Metalica=
Peso Muestra=
Peso Asfalto=
Peso Total Material=

24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
1122.00	1116.00	1110.00	1104.00	1098.00
54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

DISEÑO Nº = **2.4**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE LIMADURA METALICA

Proyecto: **PROYECTO DE GRADO**

Fecha: **01/08/2019**

DISEÑO - 2.4

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION			GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA	
Mat. Retenido Tamiz Nº 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M20	85-100				3/4"	3/8"	Nº4	
Mat. Pasa Tamiz Nº 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	% DE AGREGADOS :			24%	26%	50%	
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		Peso especifico agregados (gr/cm ³)			2.67	2.66	2.70	
Nº GOLPES: 75			130 °C Compactación			ORIGEN AGREGADOS :			Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA			

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de limadura metalica	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm3)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA	
			BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.) (gr/cm3)	PROMEDIO (Drm) (gr/cm3)	MAXIMA TEORICA (gr/cm3)	MEZCLA (Vv) %	AGREGADOS (VAM) %	LLENOS DE ASFALTO (RBV) %	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) mm	MEDIA f.c.				CORREGIDA
			%	%					%	-	-	-	-	-	-	-	-	%	%				%

1	6.28	2.00	4.71	4.50	1200.8	1201.7	696.0	505.7	2.375					557	1228.0		1.019			19	19.0		
2	6.38	2.00	4.71	4.50	1191.4	1192.6	695.0	497.6	2.394					591	1302.9		0.993			16	16.0		
3	6.55	2.00	4.71	4.50	1194.6	1195.4	690.5	504.9	2.366	2.378	2.486	4.32	17.10	74.73	680	1499.1	1343.3	0.953	0.988	1327.2	20	20.0	18.33

4	6.20	2.00	5.26	5.00	1176.6	1177.1	686.0	491.1	2.396					695	1532.2		1.040			19	19.0		
5	6.40	2.00	5.26	5.00	1233.1	1234.9	720.0	514.9	2.395					967	2131.8		0.988			21	21.0		
6	6.37	2.00	5.26	5.00	1187.9	1188.9	693.0	495.9	2.395	2.395	2.467	2.89	16.95	82.95	895	1973.1	1879.1	0.995	1.008	1894.1	22	22.0	20.67

7	6.26	2.00	5.82	5.50	1191.2	1191.9	694.0	497.9	2.392					1984	4373.9		1.024			14	14.0		
8	6.48	2.00	5.82	5.50	1193.5	1194.2	697.0	497.2	2.400					2041	4499.6		0.968			18	18.0		
9	6.66	2.00	5.82	5.50	1192.6	1193.3	694.0	499.3	2.389	2.394	2.448	2.21	17.45	87.35	2112	4656.1	4509.9	0.932	0.974	4392.6	15	15.0	15.67

10	6.42	2.00	6.38	6.00	1215.0	1215.4	704.0	511.4	2.376					1513	3335.6		0.983			16	16.0		
11	6.51	2.00	6.38	6.00	1182.0	1183.5	692.0	491.5	2.405					1544	3403.9		0.960			17	17.0		
12	6.32	2.00	6.38	6.00	1192.3	1192.9	694.0	498.9	2.390	2.390	2.429	1.61	18.02	91.06	1433	3159.2	3299.6	1.008	0.984	3246.8	15	15.0	16.00

13	6.44	2.00	6.95	6.50	1162.4	1163.9	688.0	475.9	2.443					922	2032.6		0.978			18	18.0		
14	6.15	2.00	6.95	6.50	1170.0	1171.6	686.0	485.6	2.409					662	1459.4		1.056			26	26.0		
15	6.22	2.00	6.95	6.50	1194.5	1195.9	698.0	497.9	2.399	2.417	2.411	-0.24	17.55	101.40	876	1931.2	1807.8	1.035	1.023	1849.4	18	18.0	20.67

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 3

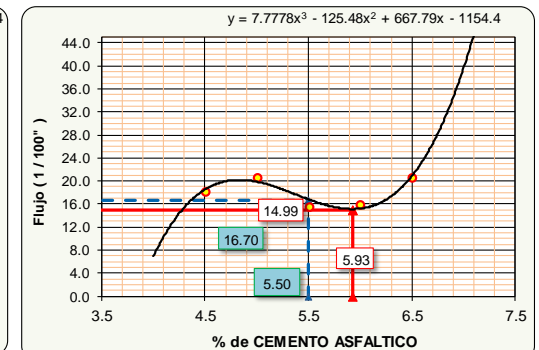
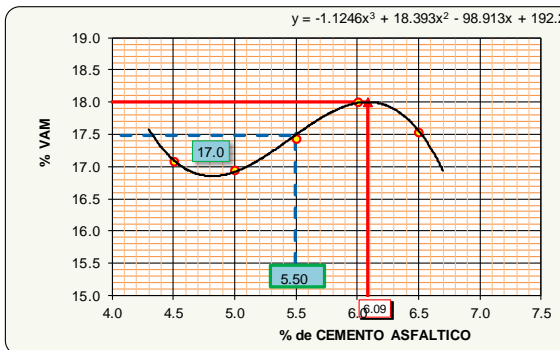
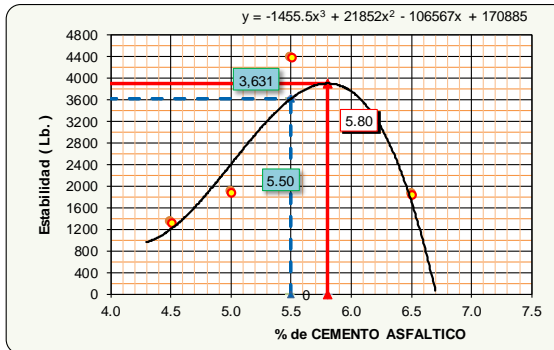
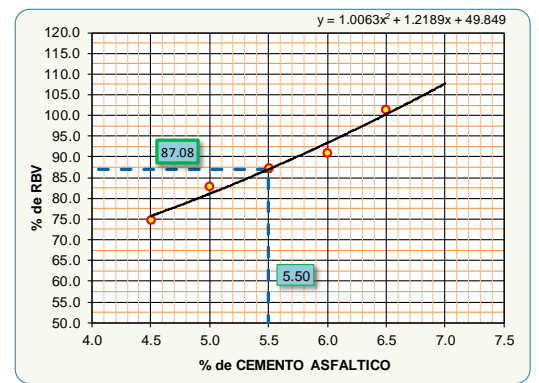
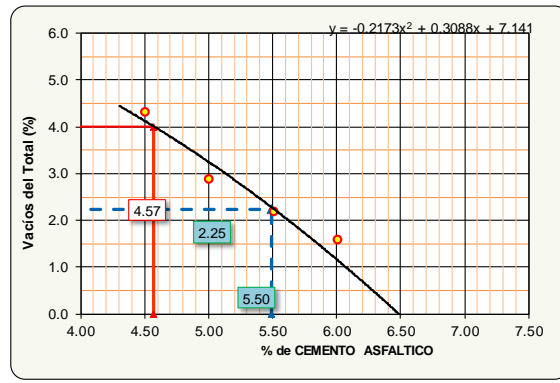
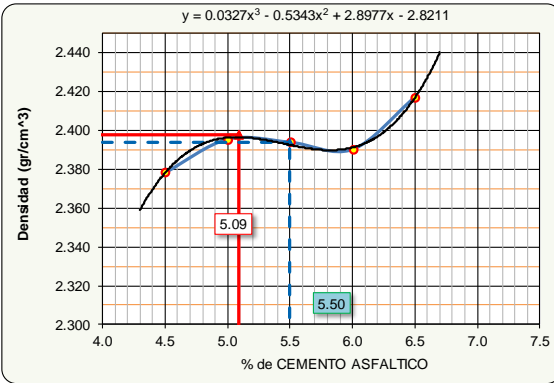
65-75

≥ 1300 Lb.

8 - 14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO: **DISEÑO - 2.4**



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.09	2.40	-----
% VACIOS	4.57	4.00	3 5
R.B.V.			65 75
V.A.M.	6.09	18.01	
ESTABILIDAD (Lb)	5.80	3912.22	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.93	14.99	8 14
PROMEDIO (%)	5.50	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.50	2.39	-----
% VACIOS	5.50	2.25	3 5
R.B.V.	5.50	87.08	65 75
V.A.M.	5.50	17.49	
ESTABILIDAD (Lb)	5.50	3630.69	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.50	16.70	8 14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5.50

OBSERVACIONES		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	21.83
	GRAVILLA 3/8"	24.42
	ARENA CHANCADA	46.25
	% ASFALTO OTP.	5.50
	% LIMADURA MET. OTP	2.00
	TOTAL	100.00

Asfalto ± 0,3 % del Óptimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5.33	5.67



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : **PROYECTO DE GRADO**

REGISTRO : **2.5**

DESCRIPCION :

PROCEDENCIA : **CHANCADORA - CHARAJA**

REFERENCIA : **MEZCLA ASFALTICA**

FECHA : **1-ago-2019**

REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA LIMADURA METALICA

PORCENTAJE LIMADURA METALICA				2.50%		2.50%		2.50%		2.50%		2.50%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				93.00%		92.50%		92.00%		91.50%		91.00%	
PORCENTAJE OPT, DE ASFALTO				4.50%		5.00%		5.50%		6.00%		6.50%	
TAMIZ	% Pasa	% Retenido	% Ret. Tamiz	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	55.8	55.8	55.5	55.5	55.2	55.2	54.9	54.9	54.6	54.6
1/2"	76.4	23.6	18.6	207.2	263.0	206.1	261.6	205.0	260.2	203.9	258.8	202.8	257.4
3/8"	68.0	32.0	8.4	94.1	357.1	93.6	355.2	93.1	353.3	92.6	351.4	92.1	349.4
Nº4	50.0	50.0	18.0	200.9	558.0	199.8	555.0	198.7	552.0	197.6	549.0	196.6	546.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	156.2	714.2	155.4	710.4	154.6	706.6	153.7	702.7	152.9	698.9
Nº16	22.3	77.7	13.7	153.3	867.6	152.5	862.9	151.7	858.2	150.9	853.6	150.0	848.9
Nº30	15.5	84.5	6.8	75.5	943.1	75.1	938.0	74.7	932.9	74.3	927.9	73.9	922.8
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.0	982.1	38.8	976.8	38.6	971.5	38.4	966.2	38.2	961.0
Nº100	7.3	92.7	4.7	52.1	1034.1	51.8	1028.6	51.5	1023.0	51.2	1017.5	50.9	1011.9
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.1	1060.2	25.9	1054.5	25.8	1048.8	25.6	1043.1	25.5	1037.4
Filler	0	100.0	5.0	55.8	1116.0	55.5	1110.0	55.2	1104.0	54.9	1098.0	54.6	1092.0
Peso Total=				1116.0		1110.0		1104.0		1098.0		1092.0	

Peso de Limadura Metalica=

Peso Muestra=

Peso Asfalto=

Peso Total Material=

30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
1116.00	1110.00	1104.00	1098.00	1092.00
54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

DISEÑO Nº = **2.5**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE LIMADURA METALICA

Proyecto: **PROYECTO DE GRADO**

Fecha: **01/08/2019**

DISEÑO - 2.5

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION			GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA
Mat. Retenido Tamiz Nº 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100	% DE AGREGADOS :			3/4"	3/8"	Nº4
Mat. Pasa Tamiz Nº 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	Peso especifico agregados (gr/cm ³)			24%	26%	50%
P. Esp. Agregado Total (Gag):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		ORIGEN AGREGADOS :			2.67	2.66	2.70
Nº GOLPES:			75	130 °C Compactación			Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA				

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de limadura metalica	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm3)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA		
			BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.) (gr/cm3)	PROMEDIO (Drm.) (gr/cm3)	MAXIMA TEORICA (gr/cm3)	MEZCLA (Vv) (%)	AGREGADOS (VAM) (%)	LLENOS DE ASFALTO (RBV) (%)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) mm	MEDIA f.c.				CORREGIDA	
																								a
			%	%					%	-	-	-	-	-	-	-	-	%	%				%	mm

1	6.42	2.50	4.71	4.50	1201.1	1201.5	694.0	507.5	2.367						755	1664.5		0.983			21	14.0	
2	6.26	2.50	4.71	4.50	1192.0	1193.4	697.0	496.4	2.401						783	1726.2		1.024			25	25.0	
3	6.38	2.50	4.71	4.50	1194.5	1194.7	690.5	504.2	2.369	2.379	2.483	4.20	17.51	76.01	844	1860.7	1750.5	0.993	1.000	1750.5	18	18.0	19.00

4	6.21	2.50	5.26	5.00	1203.3	1204.6	697.0	507.6	2.371						1007	2220.0		1.037			17	17.0	
5	6.45	2.50	5.26	5.00	1174.7	1175.1	684.0	491.1	2.392						1204	2654.3		0.975			20	20.0	
6	6.37	2.50	5.26	5.00	1200.5	1202.1	699.0	503.1	2.386	2.383	2.464	3.30	17.82	81.46	1145	2524.3	2466.2	0.995	1.002	2471.1	19	19.0	18.67

7	6.42	2.50	5.82	5.50	1194.5	1195.0	697.0	498.0	2.399						1641	3617.7		0.983			16	16.0	
8	6.28	2.50	5.82	5.50	1199.2	1202.8	694.0	508.8	2.357						1513	3335.6		1.019			17	17.0	
9	6.31	2.50	5.82	5.50	1194.5	1195.9	698.0	497.9	2.399	2.385	2.446	2.48	18.20	86.36	1543	3401.7	3451.7	1.011	1.004	3465.5	16	16.0	16.33

10	6.52	2.50	6.38	6.00	1200.4	1201.3	694.0	507.3	2.366						1887	4160.1		0.958			26	26.0	
11	6.41	2.50	6.38	6.00	1192.7	1193.9	697.0	496.9	2.400						1686	3717.0		0.985			20	20.0	
12	6.12	2.50	6.38	6.00	1194.6	1197.4	694.0	503.4	2.373	2.380	2.427	1.95	18.82	89.65	1400	3086.4	3654.5	1.065	1.003	3665.5	22	22.0	22.67

13	6.33	2.50	6.95	6.50	1207.6	1208.7	700.0	508.7	2.374						980	2160.5		1.005			23	23.0	
14	6.40	2.50	6.95	6.50	1235.5	1236.2	724.0	512.2	2.412						1040	2292.8		0.988			24	26.0	
15	6.34	2.50	6.95	6.50	1194.7	1195.9	701.0	494.9	2.414	2.400	2.409	0.37	18.57	98.01	997	2198.0	2217.1	1.003	0.999	2214.9	21	21.0	23.33

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5

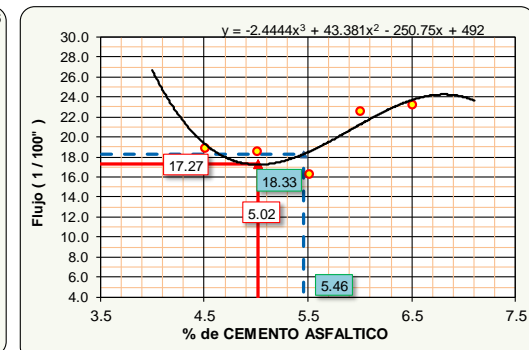
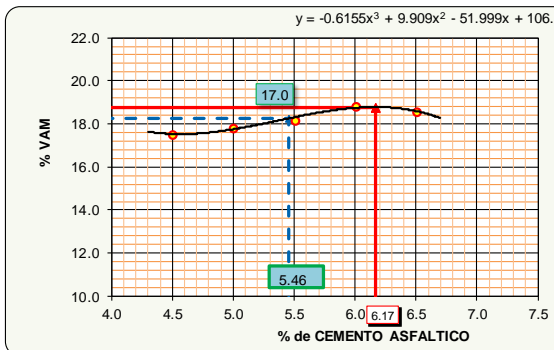
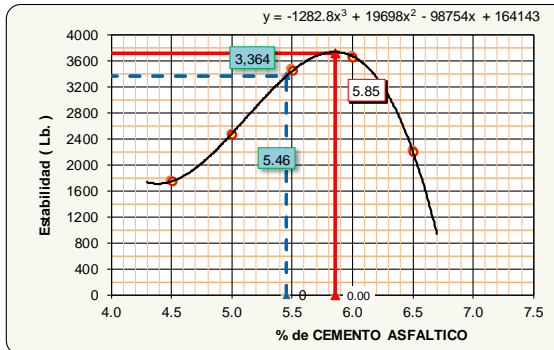
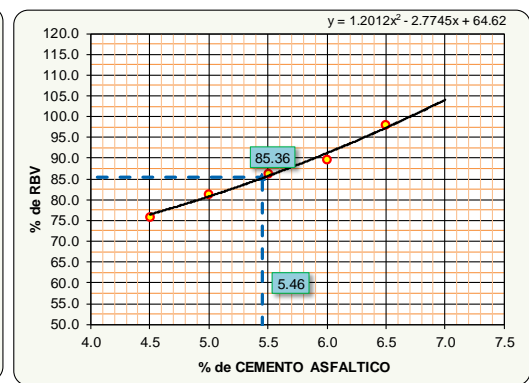
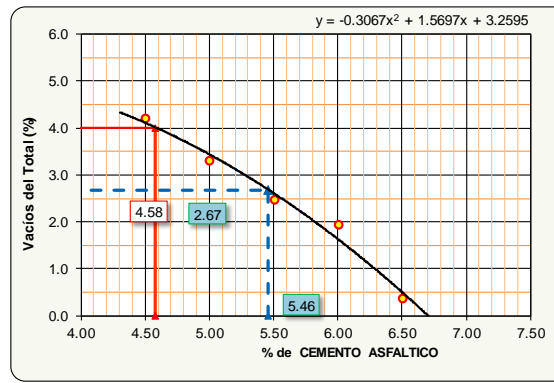
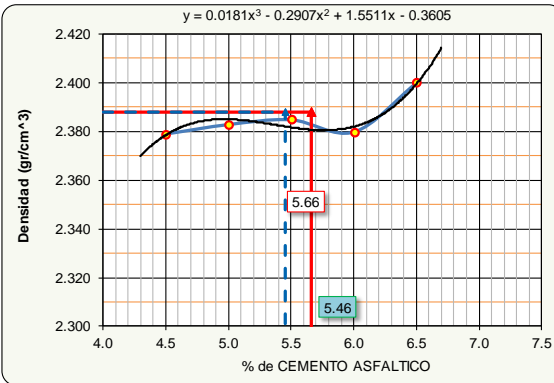
65 - 75

≥ 1800 Lb.

8 - 14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO: **DISENO - 2.5**



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.66	2.39	-----
% VACIOS	4.58	4.00	3 5
R.B.V.			65 75
V.A.M.	6.17	18.77	
ESTABILIDAD (Lb)	5.85	3728.27	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.02	17.27	8 14
PROMEDIO (%)	5.46	Determinación n del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.46	2.39	-----
% VACIOS	5.46	2.67	3 5
R.B.V.	5.46	85.36	65 75
V.A.M.	5.46	18.24	
ESTABILIDAD (Lb)	5.46	3363.85	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.46	18.33	8 14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5.46

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	21.72
	GRAVILLA 3/8"	24.30
	ARENA CHANCADA	46.02
	% ASFALTO OTP.	5.46
	% LIMADURA MET. OTP	2.50
TOTAL		100.00

Asfalto ± 0.3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5.29	5.62



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : **PROYECTO DE GRADO**

REGISTRO : **3.1**

DESCRIPCION :

PROCEDENCIA : **CHANCADORA - CHARAJA**

REFERENCIA : **MEZCLA ASFALTICA**

FECHA : **1-ago.-2019**

REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA ALAMBRE METALICO DE NEUMATICO FUERA DE USO

PORCENTAJE DE ALAMBRE DE NFU				0.50%		0.50%		0.50%		0.50%		0.50%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				95.00%		94.50%		94.00%		93.50%		93.00%	
PORCENTAJE OPT, DE ASFALTO				4.50%		5.00%		5.50%		6.00%		6.50%	
TAMIZ	%Pasa	%Retenido	%Ret. Tamiz	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	57.0	57.0	56.7	56.7	56.4	56.4	56.1	56.1	55.8	55.8
1/2"	76.4	23.6	18.6	211.7	268.7	210.6	267.3	209.5	265.9	208.4	264.5	207.2	263.0
3/8"	68.0	32.0	8.4	96.1	364.8	95.6	362.9	95.1	361.0	94.6	359.0	94.1	357.1
Nº4	50.0	50.0	18.0	205.2	570.0	204.1	567.0	203.0	564.0	202.0	561.0	200.9	558.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	159.6	729.6	158.8	725.8	157.9	721.9	157.1	718.1	156.2	714.2
Nº16	22.3	77.7	13.7	156.6	886.2	155.8	881.6	155.0	876.9	154.2	872.2	153.3	867.6
Nº30	15.5	84.5	6.8	77.1	963.4	76.7	958.3	76.3	953.2	75.9	948.1	75.5	943.1
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.8	1003.2	39.6	997.9	39.4	992.6	39.2	987.4	39.0	982.1
Nº100	7.3	92.7	4.7	53.2	1056.4	52.9	1050.8	52.6	1045.3	52.3	1039.7	52.1	1034.1
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.6	1083.0	26.5	1077.3	26.3	1071.6	26.2	1065.9	26.1	1060.2
Filler	0	100.0	5.0	57.0	1140.0	56.7	1134.0	56.4	1128.0	56.1	1122.0	55.8	1116.0
Peso Total=				1140.0		1134.0		1128.0		1122.0		1116.0	

Peso de alambre de NFU=
 Peso muestra=
 Peso asfalto=
 Peso total material=

6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
1140.00	1134.00	1128.00	1122.00	1116.00
54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

DISEÑO Nº = **3.1**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE ALAMBRE DE NFU

Proyecto: PROYECTO DE GRADO **Fecha:** 01/08/2019 **DISEÑO - 3.1**

Pesos Especificos (AASHTO T-100, T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION		GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA	
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100				3/4"	3/8"	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	% DE AGREGADOS :			24%	26%	50%
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		Peso especifico agregados (gr/cm ³)			2.67	2.66	2.70

N° GOLPES: 75 130 °C Compactación ORIGEN AGREGADOS : Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de alambre de NFU	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm3)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA			
			BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.)	PROMEDIO (Dr.m.)	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
			%	%					%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-	-

1	6.57	0.50	4.71	4.50	1199.7	1201.5	684.0	517.5	2.318						547	1205.9		0.949			16	16.0	
2	6.41	0.50	4.71	4.50	1191.4	1192.4	677.0	515.4	2.312						592	1305.1		0.985			19	19.0	
3	6.54	0.50	4.71	4.50	1196.7	1197.4	681.0	516.4	2.317	2.316	2.501	7.40	17.98	58.86	641	1413.1	1308.1	0.954	0.963	1259.7	18	18.0	17.67

4	6.51	0.50	5.26	5.00	1203.2	1212.4	693.0	519.4	2.317						844	1860.7		0.960			20	20.0	
5	6.47	0.50	5.26	5.00	1183.1	1189.4	679.0	510.4	2.318						855	1884.9		0.970			18	18.0	
6	6.41	0.50	5.26	5.00	1187.4	1188.9	677.0	511.9	2.320	2.318	2.481	6.58	18.33	64.08	891	1964.3	1903.3	0.985	0.972	1850.0	17	17.0	18.33

7	6.45	0.50	5.82	5.50	1194.5	1195.4	680.0	515.4	2.318						1012	2231.1		0.975			11	11.0	
8	6.26	0.50	5.82	5.50	1200.4	1201.8	685.0	516.8	2.323						944	2081.1		1.024			12	12.0	
9	6.55	0.50	5.82	5.50	1196.3	1197.3	681.0	516.3	2.317	2.319	2.462	5.82	18.72	68.93	1023	2255.3	2189.2	0.953	0.984	2154.1	13	13.0	12.00

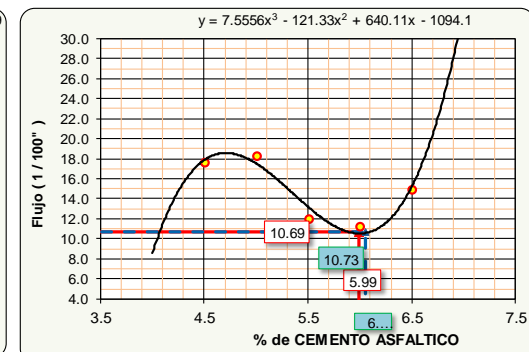
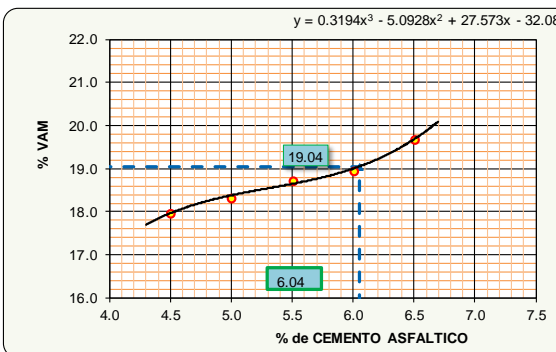
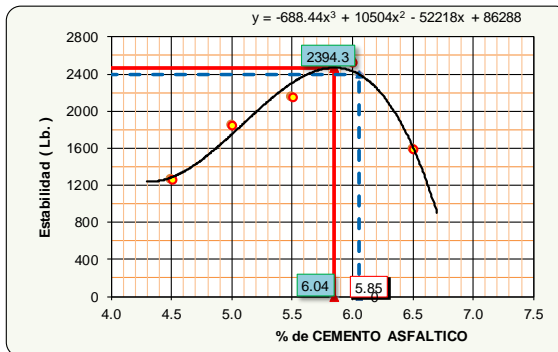
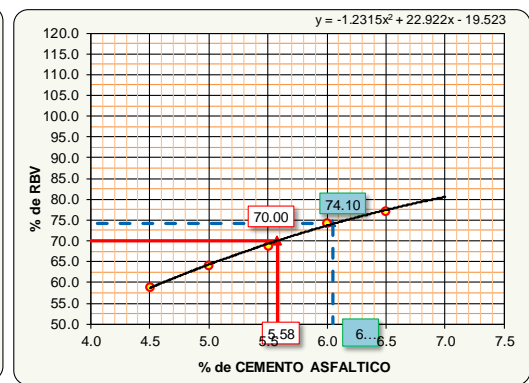
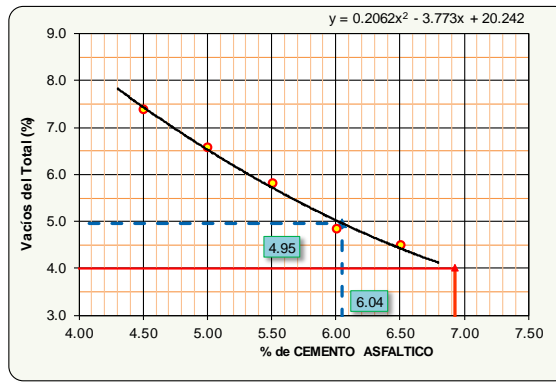
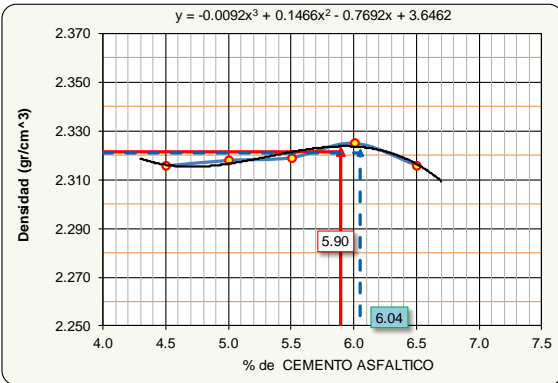
10	6.29	0.50	6.38	6.00	1241.1	1245.5	711.0	534.5	2.322						1131	2493.4		1.016			11	11.0	
11	6.34	0.50	6.38	6.00	1147.9	1149.9	656.0	493.9	2.324						1154	2544.1		1.003			12	12.0	
12	6.34	0.50	6.38	6.00	1192.3	1192.9	681.0	511.9	2.329	2.325	2.444	4.85	18.95	74.39	1135	2502.2	2513.2	1.003	1.007	2530.8	11	11.0	11.33

13	6.35	0.50	6.95	6.50	1198.5	1200.4	682.0	518.4	2.312						741	1633.6		1.000			14	14.0	
14	6.22	0.50	6.95	6.50	1169.7	1171.9	667.0	504.9	2.317						754	1662.3		1.035			15	15.0	
15	6.18	0.50	6.95	6.50	1194.4	1195.9	681.0	514.9	2.320	2.316	2.425	4.50	19.70	77.15	610	1344.8	1546.9	1.046	1.027	1588.7	16	16.0	15.00

OBSERVACIONES ESPECIFICACIONES 3-5 65-75 > 1300-Lb 8-14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO: **DISEÑO - 3.1**



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.90	2.32	-----
% VACIOS	6.93	4.00	3 5
R.B.V.	5.58	70.00	65 75
V.A.M.			
ESTABILIDAD (Lb)	5.85	2459.03	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.99	10.69	8 14
PROMEDIO (%)	6.05	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	6.05	2.32	-----
% VACIOS	6.05	4.95	3 5
R.B.V.	6.05	74.10	65 75
V.A.M.	6.05	19.04	
ESTABILIDAD (Lb)	6.05	2394.30	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	6.05	10.73	8 14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO	6.05		

OBSERVACIONES		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	22.05
	GRAVILLA 3/8"	24.67
	ARENA CHANCADA	46.72
	% ASFALTO OTP.	6.05
	% LIMADURA MET. OTP	0.50
TOTAL	100.00	

Asfalto ± 0.3 % del Óptimo de la Mezcla :	Min. 5.86	Max. 6.24
--	---------------------	---------------------



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : PROYECTO DE GRADO	REGISTRO : 3.2
DESCRIPCION :	PROCEDENCIA : CHANCADORA - CHARAJA
REFERENCIA : MEZCLA ASFALTICA	FECHA : 1-ago-2019 REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA ALAMBRE METALICO DE NEUMATICO FUERA DE USO

PORCENTAJE DE ALAMBRE DE NFU				1.00%		1.00%		1.00%		1.00%		1.00%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				94.50%		94.00%		93.50%		93.00%		92.50%	
PORCENTAJE OPT. DE ASFALTO				4.50%		5.00%		5.50%		6.00%		6.50%	
TAMIZ	% Pasa	% Retenido	% Ret. Tamiz	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	56.7	56.7	56.4	56.4	56.1	56.1	55.8	55.8	55.5	55.5
1/2"	76.4	23.6	18.6	210.6	267.3	209.5	265.9	208.4	264.5	207.2	263.0	206.1	261.6
3/8"	68.0	32.0	8.4	95.6	362.9	95.1	361.0	94.6	359.0	94.1	357.1	93.6	355.2
Nº4	50.0	50.0	18.0	204.1	567.0	203.0	564.0	202.0	561.0	200.9	558.0	199.8	555.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	158.8	725.8	157.9	721.9	157.1	718.1	156.2	714.2	155.4	710.4
Nº16	22.3	77.7	13.7	155.8	881.6	155.0	876.9	154.2	872.2	153.3	867.6	152.5	862.9
Nº30	15.5	84.5	6.8	76.7	958.3	76.3	953.2	75.9	948.1	75.5	943.1	75.1	938.0
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.6	997.9	39.4	992.6	39.2	987.4	39.0	982.1	38.8	976.8
Nº100	7.3	92.7	4.7	52.9	1050.8	52.6	1045.3	52.3	1039.7	52.1	1034.1	51.8	1028.6
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.5	1077.3	26.3	1071.6	26.2	1065.9	26.1	1060.2	25.9	1054.5
Filler	0	100.0	5.0	56.7	1134.0	56.4	1128.0	56.1	1122.0	55.8	1116.0	55.5	1110.0
Peso Total=				1134.0		1128.0		1122.0		1116.0		1110.0	

Peso de alambre de NFU=
 Peso muestra=
 Peso asfalto=
 Peso total material=

12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
1134.00	1128.00	1122.00	1116.00	1110.00
54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

DISEÑO Nº = **3.2**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE ALAMBRE DE NFU

Proyecto: PROYECTO DE GRADO **Fecha:** 01/08/2019 **DISEÑO - 3.2**

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION		GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100			3/4"	3/8"	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	% DE AGREGADOS :		24%	26%	50%
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		Peso especifico agregados (gr/cm ³)		2.67	2.66	2.70

N° GOLPES: 75 130 °C Compactación ORIGEN AGREGADOS : Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de alambre de NFU	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm ³)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA		
			BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.) (gr/cm ³)	PROMEDIO (Dr.m.) (gr/cm ³)	MAXIMA TEORICA (gr/cm ³)	MEZCLA (Vv) (%)	AGREGADOS (VAM) (%)	LLENOS DE ASFALTO (RBV) (%)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) (mm)	MEDIA f.c.				CORREGIDA (o)	
																								a
			%	%					%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				mm	libras

1	6.52	1.00	4.71	4.50	1199.7	1201.5	684.0	517.5	2.318					542	1194.9		0.958			20	20.0		
2	6.22	1.00	4.71	4.50	1191.4	1192.4	677.0	515.4	2.312					446	983.3		1.035			21	21.0		
3	6.23	1.00	4.71	4.50	1196.7	1197.4	681.0	516.4	2.317	2.316	2.507	7.61	18.41	58.65	400	881.8	1020.0	1.032	1.008	1028.2	18	18.0	19.67

4	6.56	1.00	5.26	5.00	1192.3	1199.8	682.0	517.8	2.303					900	1984.1		0.951			19	19.0		
5	6.14	1.00	5.26	5.00	1188.8	1189.1	674.0	515.1	2.308					775	1708.6		1.059			16	16.0		
6	6.18	1.00	5.26	5.00	1186.4	1188.2	675.0	513.2	2.312	2.307	2.487	7.23	19.14	62.23	881	1942.3	1878.3	1.046	1.019	1914.0	18	18.0	17.67

7	6.43	1.00	5.82	5.50	1194.7	1194.9	681.0	513.9	2.325					1235	2722.7		0.980			13	13.0		
8	6.51	1.00	5.82	5.50	1199.8	1200.7	689.0	511.7	2.345					1301	2868.2		0.960			14	14.0		
9	6.28	1.00	5.82	5.50	1196.5	1197.2	684.0	513.2	2.331	2.334	2.468	5.45	18.65	70.79	1021	2250.9	2613.9	1.019	0.986	2577.3	11	11.0	12.67

10	6.54	1.00	6.38	6.00	1186.8	1190.6	682.0	508.6	2.333					1365	3009.3		0.954			12	12.0		
11	6.61	1.00	6.38	6.00	1147.9	1149.9	657.0	492.9	2.329					1355	2987.2		0.941			12	12.0		
12	6.27	1.00	6.38	6.00	1192.3	1192.9	681.0	511.9	2.329	2.331	2.449	4.85	19.20	74.73	1211	2669.8	2888.8	1.021	0.972	2807.9	11	11.0	11.67

13	6.24	1.00	6.95	6.50	1165.2	1177.3	667.0	510.3	2.283					966	2129.6		1.029			13	13.0		
14	6.41	1.00	6.95	6.50	1170.4	1171.4	660.0	511.4	2.289					1011	2228.9		0.985			13	13.0		
15	6.38	1.00	6.95	6.50	1194.7	1194.2	671.0	523.2	2.283	2.285	2.431	5.99	21.19	71.73	1005	2215.6	2191.4	0.993	1.002	2195.8	15	15.0	13.67

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3-5

65-75

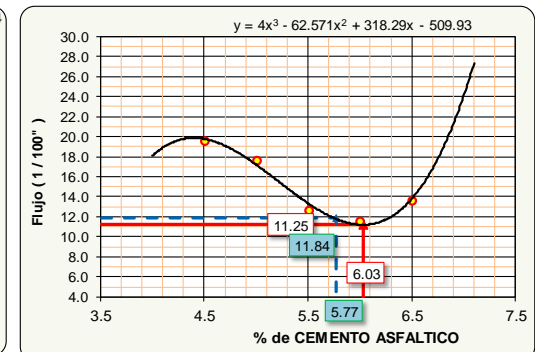
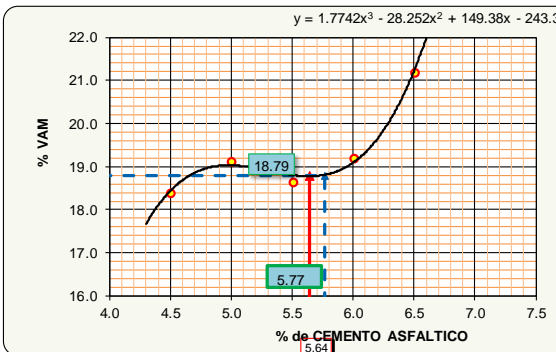
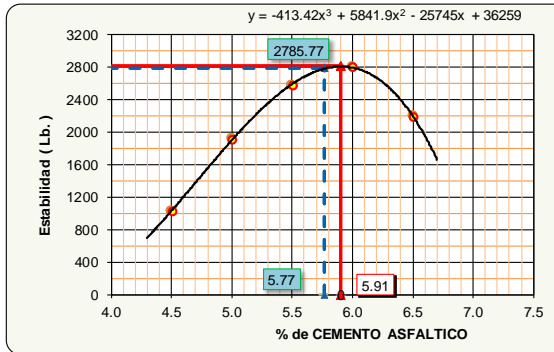
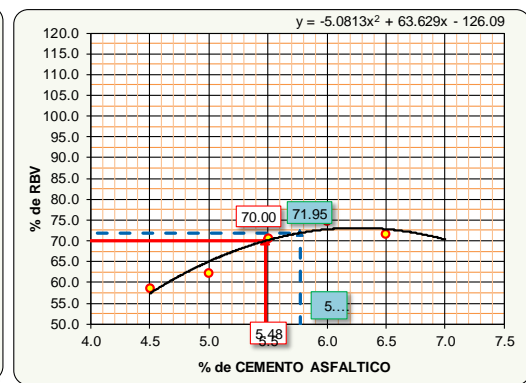
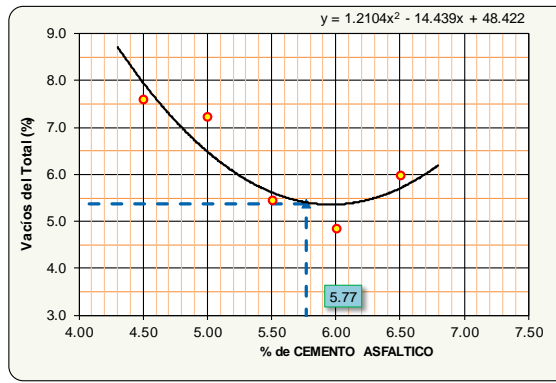
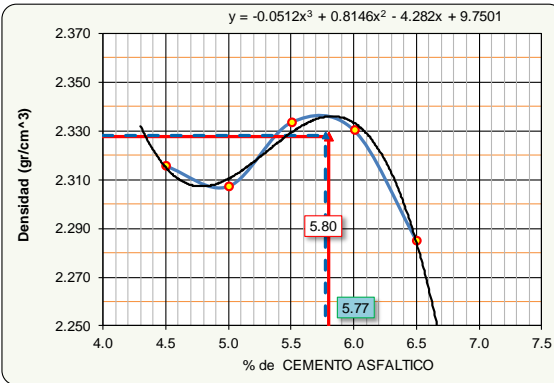
> 1300-Lb.

8-14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO:

DISEÑO - 3.2



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.80	2.33	-----
% VACIOS			3 5
R.B.V.	5.48	70.00	65 75
V.A.M.	5.64	18.78	
ESTABILIDAD (Lb)	5.91	2812.30	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	6.03	11.25	8 14
PROMEDIO (%)	5.77	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.77	2.33	-----
% VACIOS	5.77	5.39	3 5
R.B.V.	5.77	71.95	65 75
V.A.M.	5.77	18.79	
ESTABILIDAD (Lb)	5.77	2785.77	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.77	11.84	8 14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5.77

OBSERVACIONES		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	22.00
	GRAVILLA 3/8"	24.61
	ARENA CHANCADA	46.61
	% ASFALTO OTP.	5.77
	% LIMADURA MET. OTP	1.00
TOTAL		100.00

Asfalto ± 0.3 % del Optimo de la Mezcla :	Min. 5.59	Max. 5.95
--	---------------------	---------------------



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : PROYECTO DE GRADO	REGISTRO : 3.3
DESCRIPCION :	PROCEDENCIA : CHANCADORA - CHARAJA
REFERENCIA : MEZCLA ASFALTICA	FECHA : 1-ago.-2019
	REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA ALAMBRE METALICO DE NEUMATICO FUERA DE USO

PORCENTAJE DE ALAMBRE DE NFU				1.50%		1.50%		1.50%		1.50%		1.50%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				94.00%		93.50%		93.00%		92.50%		92.00%	
PORCENTAJE OPT. DE ASFALTO				4.50%		5.00%		5.50%		6.00%		6.50%	
TAMIZ	% Pasa	% Retenido	% Ret. Tamiz	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	Acumulado	P. Parcial	Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	56.4	56.4	56.1	56.1	55.8	55.8	55.5	55.5	55.2	55.2
1/2"	76.4	23.6	18.6	209.5	265.9	208.4	264.5	207.2	263.0	206.1	261.6	205.0	260.2
3/8"	68.0	32.0	8.4	95.1	361.0	94.6	359.0	94.1	357.1	93.6	355.2	93.1	353.3
Nº4	50.0	50.0	18.0	203.0	564.0	202.0	561.0	200.9	558.0	199.8	555.0	198.7	552.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	157.9	721.9	157.1	718.1	156.2	714.2	155.4	710.4	154.6	706.6
Nº16	22.3	77.7	13.7	155.0	876.9	154.2	872.2	153.3	867.6	152.5	862.9	151.7	858.2
Nº30	15.5	84.5	6.8	76.3	953.2	75.9	948.1	75.5	943.1	75.1	938.0	74.7	932.9
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.4	992.6	39.2	987.4	39.0	982.1	38.8	976.8	38.6	971.5
Nº100	7.3	92.7	4.7	52.6	1045.3	52.3	1039.7	52.1	1034.1	51.8	1028.6	51.5	1023.0
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.3	1071.6	26.2	1065.9	26.1	1060.2	25.9	1054.5	25.8	1048.8
Filler	0	100.0	5.0	56.4	1128.0	56.1	1122.0	55.8	1116.0	55.5	1110.0	55.2	1104.0
Peso Total=				1128.0		1122.0		1116.0		1110.0		1104.0	

Peso de alambre de NFU=	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Peso muestra=	1128.00	1122.00	1116.00	1110.00	1104.00
Peso asfalto=	54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
Peso total material=	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

DISEÑO Nº = **3.3**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE ALAMBRE DE NFU

Proyecto: **PROYECTO DE GRADO** Fecha: **01/08/2019** **DISEÑO - 3.3**

Pesos Especificos (AASHTO T-100, T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION		GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100			3/4"	3/8"	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	% DE AGREGADOS :		24%	26%	50%
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		Peso especifico agregados (gr/cm ³)		2.67	2.66	2.70

N° GOLPES: **75** 130 °C Compactación ORIGEN AGREGADOS : **Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA**

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de alambre de NFU	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm ³)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA	
			BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.) (gr/cm ³)	PROMEDIO (Dr.m.) (gr/cm ³)	MAXIMA TEORICA (gr/cm ³)	MEZCLA (Vv) (%)	AGREGADOS (VAM) (%)	LLENOS DE ASFALTO (RBV) (%)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) mm	MEDIA f.c.				CORREGIDA
			%	%					%	-	-	-	-	-	-	-	-	%	%				%

1	6.24	1.50	4.71	4.50	1188.6	1189.6	668.0	521.6	2.279					401	884.0		1.029			29	29.0		
2	6.36	1.50	4.71	4.50	1185.6	1194.1	670.0	524.1	2.262					345	760.6		0.998			30	27.0		
3	6.22	1.50	4.71	4.50	1174.0	1178.6	670.0	508.6	2.308	2.283	2.513	9.13	19.99	54.31	381	840.0	828.2	1.035	1.021	845.6	32	28.0	28.00

4	6.39	1.50	5.26	5.00	1154.2	1163.9	650.0	513.9	2.246					780	1719.6		0.990			19	19.0		
5	6.22	1.50	5.26	5.00	1200.1	1205.4	674.0	531.4	2.258					886	1953.3		1.035			16	16.0		
6	6.26	1.50	5.26	5.00	1183.9	1184.6	675.0	509.6	2.323	2.276	2.493	8.71	20.67	57.85	854	1882.7	1851.9	1.024	1.016	1881.5	18	18.0	17.67

7	6.19	1.50	5.82	5.50	1191.3	1194.6	684.0	510.6	2.333					1123	2475.8		1.043			15	15.0		
8	6.38	1.50	5.82	5.50	1193.5	1197.2	686.0	511.2	2.335					1254	2764.6		0.993			16	16.0		
9	6.48	1.50	5.82	5.50	1182.9	1184.8	681.0	503.8	2.348	2.339	2.474	5.47	18.92	71.10	1243	2740.3	2660.2	0.968	1.001	2662.9	14	14.0	15.00

10	6.41	1.50	6.38	6.00	1207.0	1222.2	693.0	529.2	2.281					1622	3575.9		0.985			14	14.0		
11	6.34	1.50	6.38	6.00	1205.2	1207.8	678.0	529.8	2.275					1356	2989.4		1.003			17	17.0		
12	6.57	1.50	6.38	6.00	1192.6	1194.8	683.0	511.8	2.330	2.295	2.455	6.50	20.84	68.80	1413	3115.1	3226.8	0.949	0.979	3159.0	15	15.0	15.33

13	6.23	1.50	6.95	6.50	1201.6	1217.0	689.0	528.0	2.276					511	1126.6		1.032			23	23.0		
14	6.70	1.50	6.95	6.50	1194.6	1198.2	679.0	519.2	2.301					784	1728.4		0.923			22	22.0		
15	6.55	1.50	6.95	6.50	1197.6	1200.7	677.0	523.7	2.287	2.288	2.436	6.10	21.53	71.68	763	1682.1	1512.4	0.953	0.969	1465.5	20	20.0	21.67

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3-5

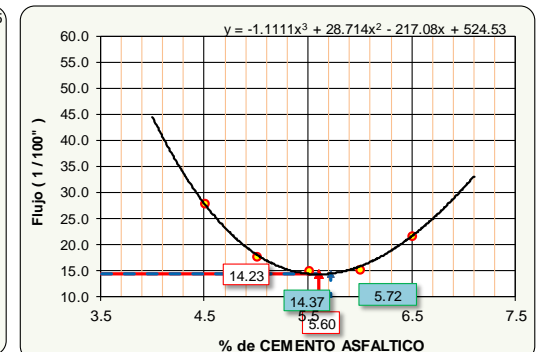
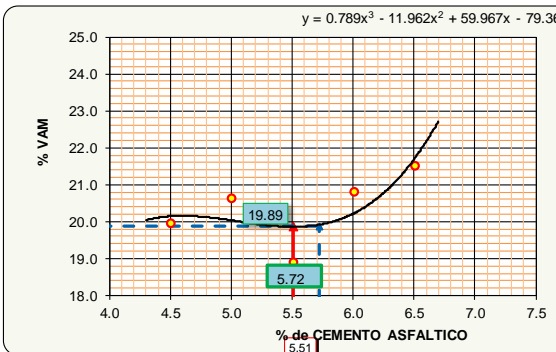
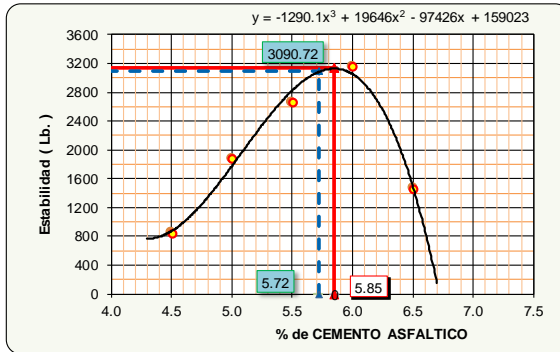
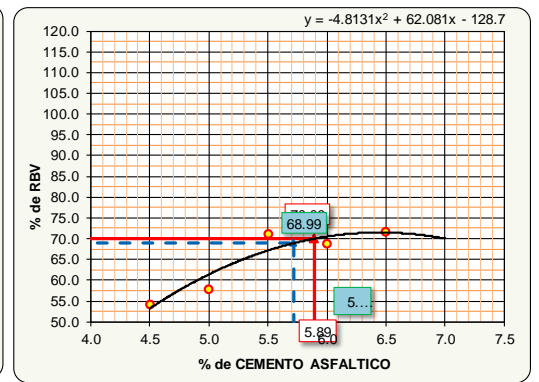
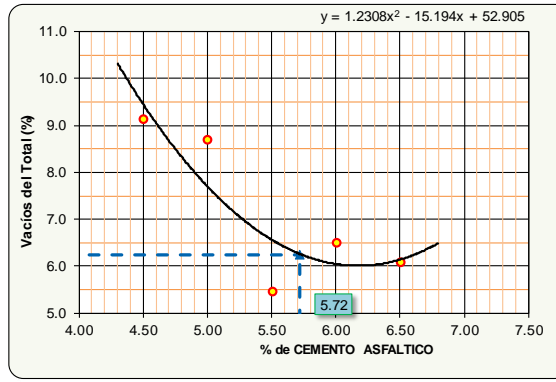
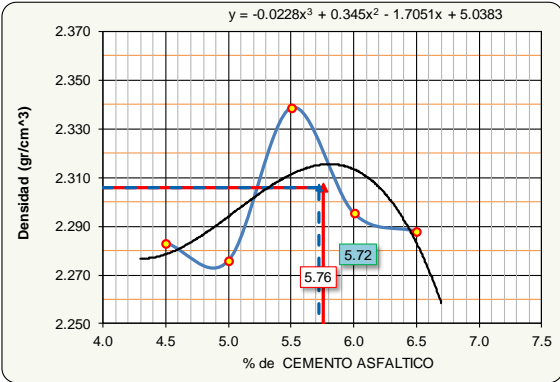
65-75

> 13000-Lb.

8-14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO: **DISEÑO - 3.3**



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.76	2.31	-----
% VACIOS			3 5
R.B.V.	5.89	70.00	65 75
V.A.M	5.51	19.87	
ESTABILIDAD (Lb)	5.85	3136.05	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.60	14.23	8 14
PROMEDIO (%)	5.72	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.72	2.31	-----
% VACIOS	5.72	6.24	3 5
R.B.V.	5.72	68.99	65 75
V.A.M	5.72	19.89	
ESTABILIDAD (Lb)	5.72	3090.72	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.72	14.37	8 14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5.72

OBSERVACIONES		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	21.90
	GRAVILLA 3/8"	24.49
	ARENA CHANCADA	46.39
	% ASFALTO OTP.	5.72
	% LIMADURA MET. OTP	1.50
TOTAL	100.00	

Asfalto ± 0.3 % del Optimo de la Mezcla : Min. Max.
5.54 5.90



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : **PROYECTO DE GRADO**

DESCRIPCION :

REFERENCIA : **MEZCLA ASFALTICA**

REGISTRO : **3.4**

PROCEDENCIA : **CHANCADORA - CHARAJA**

FECHA : **1-ago.-2019**

REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA ALAMBRE METALICO DE NEUMATICO FUERA DE USO

PORCENTAJE DE ALAMBRE DE NFU				2.00%		2.00%		2.00%		2.00%		2.00%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				93.50%		93.00%		92.50%		92.00%		91.50%	
PORCENTAJE OPT. DE ASFALTO				4.50%		5.00%		5.50%		6.00%		6.50%	
TAMIZ	% Pasa	% Retenido	% Ret. Tamiz	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	56.1	56.1	55.8	55.8	55.5	55.5	55.2	55.2	54.9	54.9
1/2"	76.4	23.6	18.6	208.4	264.5	207.2	263.0	206.1	261.6	205.0	260.2	203.9	258.8
3/8"	68.0	32.0	8.4	94.6	359.0	94.1	357.1	93.6	355.2	93.1	353.3	92.6	351.4
Nº4	50.0	50.0	18.0	202.0	561.0	200.9	558.0	199.8	555.0	198.7	552.0	197.6	549.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	157.1	718.1	156.2	714.2	155.4	710.4	154.6	706.6	153.7	702.7
Nº16	22.3	77.7	13.7	154.2	872.2	153.3	867.6	152.5	862.9	151.7	858.2	150.9	853.6
Nº30	15.5	84.5	6.8	75.9	948.1	75.5	943.1	75.1	938.0	74.7	932.9	74.3	927.9
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.2	987.4	39.0	982.1	38.8	976.8	38.6	971.5	38.4	966.2
Nº100	7.3	92.7	4.7	52.3	1039.7	52.1	1034.1	51.8	1028.6	51.5	1023.0	51.2	1017.5
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.2	1065.9	26.1	1060.2	25.9	1054.5	25.8	1048.8	25.6	1043.1
Filler	0	100.0	5.0	56.1	1122.0	55.8	1116.0	55.5	1110.0	55.2	1104.0	54.9	1098.0
Peso Total=				1122.0		1116.0		1110.0		1104.0		1098.0	

Peso de alambre de NFU=

Peso muestra=

Peso asfalto=

Peso total material=

24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
1122.00	1116.00	1110.00	1104.00	1098.00
54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

DISEÑO Nº = **3.4**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE ALAMBRE DE NFU

Proyecto: **PROYECTO DE GRADO**

Fecha: **01/08/2019**

DISEÑO - 3.4

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION			GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANGADA
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100				3/4"	3/8"	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	% DE AGREGADOS :			24%	26%	50%
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		Peso especifico agregados (gr/cm ³)			2.67	2.66	2.70
N° GOLPES: 75			130 °C Compactación			ORIGEN AGREGADOS :			Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA		

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de alambre de NFU	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm3)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA	
			BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.)	PROMEDIO (Dr.m)	MAXIMA TEORICA	MEZCLA	AGREGADOS	LLENOS DE ASFALTO	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA)	MEDIA f.c.				CORREGIDA
			%	%					%	%	-	-	-	-	-	-	-	%	%				%

1	6.11	2.00	4.71	4.50	1187.6	1188.6	668.0	520.6	2.281					681	1501.3		1.068			29	29.0		
2	6.39	2.00	4.71	4.50	1184.2	1187.6	670.0	517.6	2.288					721	1589.5		0.990			27	27.0		
3	6.30	2.00	4.71	4.50	1189.3	1194.8	679.0	515.8	2.306	2.292	2.518	9.01	20.12	55.22	645	1422.0	1504.3	1.013	1.024	1540.4	30	28.0	28.00

4	6.26	2.00	5.26	5.00	1213.6	1221.3	688.0	533.3	2.276					1011	2228.9		1.024			32	32.0		
5	6.34	2.00	5.26	5.00	1215.0	1219.6	688.0	531.6	2.286					1123	2475.8		1.003			28	28.0		
6	6.38	2.00	5.26	5.00	1204.0	1215.8	694.0	521.8	2.307	2.290	2.499	8.38	20.62	59.36	1145	2524.3	2409.6	0.993	1.007	2426.5	24	24.0	28.00

7	6.51	2.00	5.82	5.50	1191.3	1194.6	685.0	509.6	2.338					1354	2985.0		0.960			18	18.0		
8	6.57	2.00	5.82	5.50	1193.5	1197.2	687.0	510.2	2.339					1399	3084.2		0.949			22	22.0		
9	6.35	2.00	5.82	5.50	1182.9	1184.8	684.0	500.8	2.362	2.346	2.480	5.37	19.08	71.84	1248	2751.3	2940.2	1.000	0.970	2852.0	25	25.0	21.67

10	6.64	2.00	6.38	6.00	1107.1	1120.5	655.0	465.5	2.378					1541	3397.3		0.936			17	17.0		
11	6.41	2.00	6.38	6.00	1194.4	1207.3	692.0	515.3	2.318					1472	3245.2		0.985			18	18.0		
12	6.38	2.00	6.38	6.00	1195.6	1198.6	683.0	515.6	2.319	2.338	2.461	4.97	19.80	74.90	1497	3300.3	3314.2	0.993	0.971	3218.1	20	20.0	18.33

13	6.28	2.00	6.95	6.50	1204.4	1218.6	694.0	524.6	2.296					973	2145.1		1.019			20	20.0		
14	6.48	2.00	6.95	6.50	1200.1	1207.6	684.0	523.6	2.292					1027	2264.1		0.968			19	19.0		
15	6.38	2.00	6.95	6.50	1184.2	1189.6	674.0	515.6	2.297	2.295	2.442	6.02	21.71	72.27	816	1799.0	2069.4	0.993	0.993	2054.9	19	19.0	19.33

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3-5

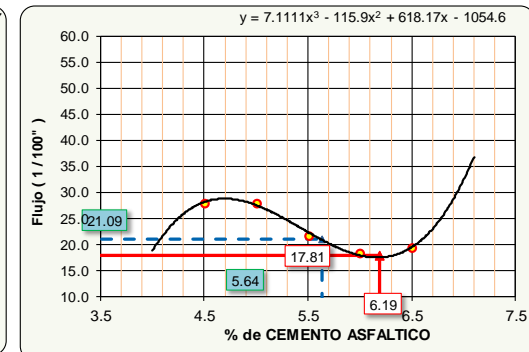
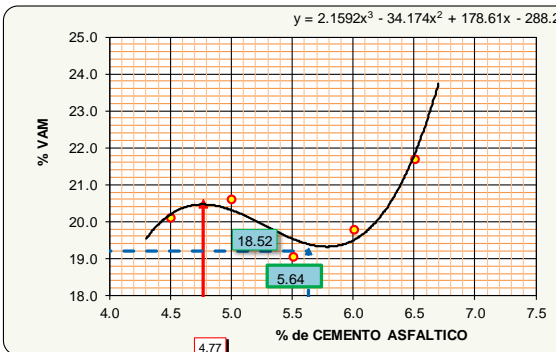
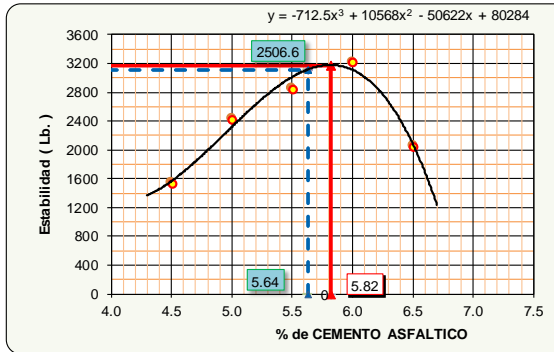
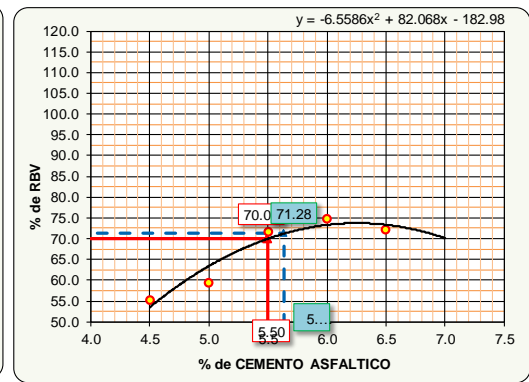
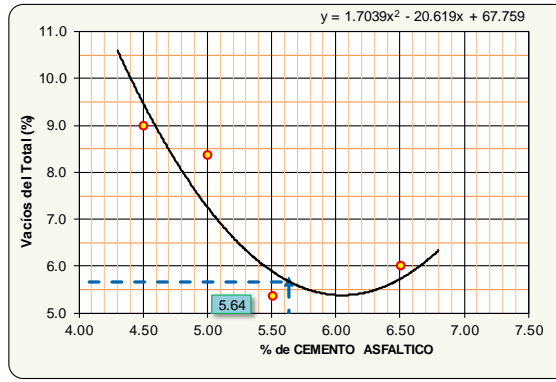
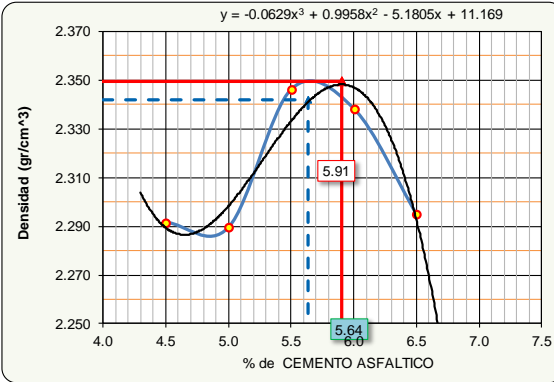
65-73

≥ 1800.Lb.

8-14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO: **DISEÑO - 3.4**



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.91	2.35	-----
% VACIOS			3 5
R.B.V.	5.50	70.00	65 75
V.A.M	4.77	20.48	
ESTABILIDAD (Lb.)	5.82	3167.13	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	6.19	17.81	8 14
PROMEDIO (%)	5.64	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.64	2.34	-----
% VACIOS	5.64	5.66	3 5
R.B.V.	5.64	71.28	65 75
V.A.M	5.64	19.20	
ESTABILIDAD (Lb.)	5.64	3110.50	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.64	21.09	8 14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5.64

OBSERVACIONES		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	21.80
	GRAVILLA 3/8"	24.38
	ARENA CHANCADA	46.18
	% ASFALTO OTP.	5.64
	% LIMADURA MET. OTP	2.00
	TOTAL	100.00

Asfalto ± 0.3 % del Optimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5.46	5.81



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : **PROYECTO DE GRADO**

REGISTRO : **3.5**

DESCRIPCION :

PROCEDENCIA : **CHANCADORA - CHARAJA**

FECHA : **1-ago.-2019**

REFERENCIA : **MEZCLA ASFALTICA**

REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA ALAMBRE METALICO DE NEUMATICO FUERA DE USO

PORCENTAJE DE ALAMBRE DE NFU				2.50%		2.50%		2.50%		2.50%		2.50%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				93.00%		92.50%		92.00%		91.50%		91.00%	
PORCENTAJE OPT. DE ASFALTO				4.50%		5.00%		5.50%		6.00%		6.50%	
TAMIZ	% Pasa	% Retenido	% Ret. Tamiz	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	55.8	55.8	55.5	55.5	55.2	55.2	54.9	54.9	54.6	54.6
1/2"	76.4	23.6	18.6	207.2	263.0	206.1	261.6	205.0	260.2	203.9	258.8	202.8	257.4
3/8"	68.0	32.0	8.4	94.1	357.1	93.6	355.2	93.1	353.3	92.6	351.4	92.1	349.4
Nº4	50.0	50.0	18.0	200.9	558.0	199.8	555.0	198.7	552.0	197.6	549.0	196.6	546.0
Nº8	36.0	64.0	14.0	156.2	714.2	155.4	710.4	154.6	706.6	153.7	702.7	152.9	698.9
Nº16	22.3	77.7	13.7	153.3	867.6	152.5	862.9	151.7	858.2	150.9	853.6	150.0	848.9
Nº30	15.5	84.5	6.8	75.5	943.1	75.1	938.0	74.7	932.9	74.3	927.9	73.9	922.8
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.0	982.1	38.8	976.8	38.6	971.5	38.4	966.2	38.2	961.0
Nº100	7.3	92.7	4.7	52.1	1034.1	51.8	1028.6	51.5	1023.0	51.2	1017.5	50.9	1011.9
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.1	1060.2	25.9	1054.5	25.8	1048.8	25.6	1043.1	25.5	1037.4
Filler	0	100.0	5.0	55.8	1116.0	55.5	1110.0	55.2	1104.0	54.9	1098.0	54.6	1092.0
Peso Total=				1116.0		1110.0		1104.0		1098.0		1092.0	

Peso de alambre de NFU=

Peso muestra=

Peso asfalto=

Peso total material=

30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
1116.00	1110.00	1104.00	1098.00	1092.00
54.00	60.00	66.00	72.00	78.00
1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE ALAMBRE DE NFU

Proyecto: **PROYECTO DE GRADO**

Fecha: **01/08/2019**

DISEÑO - 3.5

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)		% de Agregados		C. Asfático AASHTO M-20		DOSIFICACION			GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M20	85-100				3/4"	3/8"	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	% DE AGREGADOS :			24%	26%	50%
P. Esp. Agregado Total (Gag.):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		Peso especifico agregados (gr/cm ³)			2.67	2.66	2.70

N° GOLPES: **75**

130 °C Compactación

ORIGEN AGREGADOS :

Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA

IDENTIFICACION	ALTIMETRIA BRIQUETA (CM)	% de alambre de NFU	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm3)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			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
			%	%					%	-	-	-	-	-	-	-	-	%	%				%	mm	libras

1	6.27	2.50	4.71	4.50	1186.0	1186.9	671.0	515.9	2.299						428	943.6		1.021			27	27.0	
2	6.34	2.50	4.71	4.50	1185.4	1188.4	673.0	515.4	2.300						533	1175.1		1.003			24	27.0	
3	6.42	2.50	4.71	4.50	1191.6	1193.7	674.0	519.7	2.293	2.297	2.524	9.00	20.35	55.77	577	1272.1	1130.2	0.983	1.002	1132.5	25	28.0	27.33

4	6.28	2.50	5.26	5.00	1189.0	1197.4	688.0	509.4	2.334						941	2074.5		1.019			22	22.0	
5	6.42	2.50	5.26	5.00	1211.2	1214.4	693.0	521.4	2.323						1048	2310.4		0.983			26	26.0	
6	6.35	2.50	5.26	5.00	1209.4	1211.5	691.0	520.5	2.324	2.327	2.505	7.10	19.76	64.05	1003	2211.2	2198.7	1.000	1.001	2200.9	25	25.0	24.33

7	6.41	2.50	5.82	5.50	1192.4	1194.6	686.0	508.6	2.344						1453	3203.3		0.985			22	22.0	
8	6.58	2.50	5.82	5.50	1195.3	1197.8	685.0	512.8	2.331						1513	3335.6		0.947			19	19.0	
9	6.49	2.50	5.82	5.50	1185.4	1188.4	682.0	506.4	2.341	2.339	2.485	5.90	19.78	70.17	1504	3315.7	3284.9	0.965	0.966	3173.2	23	23.0	21.33

10	6.59	2.50	6.38	6.00	1173.1	1179.4	674.0	505.4	2.321						1641	3617.7		0.945			17	17.0	
11	6.22	2.50	6.38	6.00	1199.4	1204.5	692.0	512.5	2.340						1344	2963.0		1.035			19	19.0	
12	6.30	2.50	6.38	6.00	1191.6	1197.8	681.0	516.8	2.306	2.322	2.466	5.84	20.78	71.91	1423	3137.1	3239.3	1.013	0.998	3232.8	19	19.0	18.33

13	6.57	2.50	6.95	6.50	1204.0	1208.4	689.0	519.4	2.318						1004	2213.4		0.949			21	21.0	
14	6.39	2.50	6.95	6.50	1204.6	1207.5	688.0	519.5	2.319						971	2140.7		0.990			19	19.0	
15	6.34	2.50	6.95	6.50	1184.2	1188.8	679.0	509.8	2.323	2.320	2.448	5.21	21.29	75.51	996	2195.8	2183.3	1.003	0.981	2141.8	20	20.0	20.00

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3-5

65-75

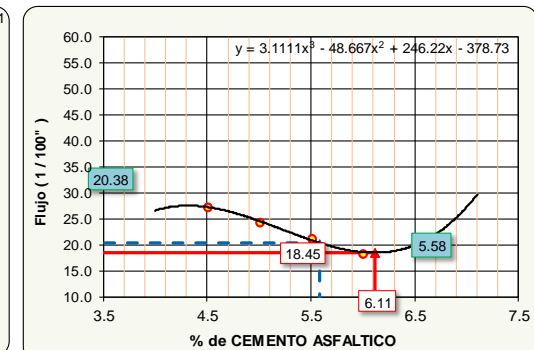
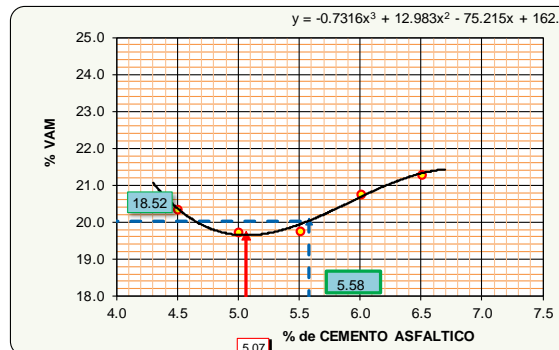
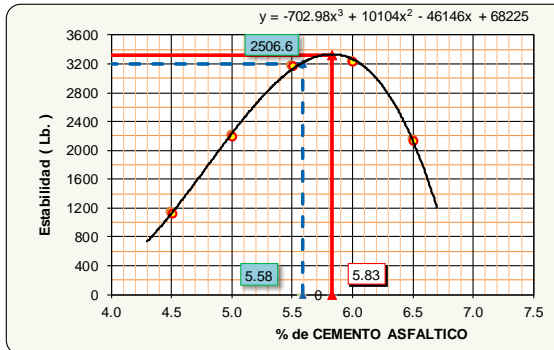
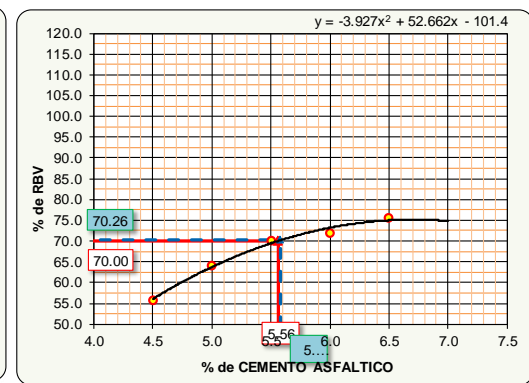
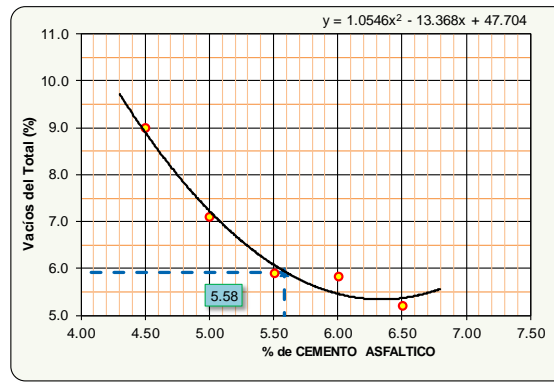
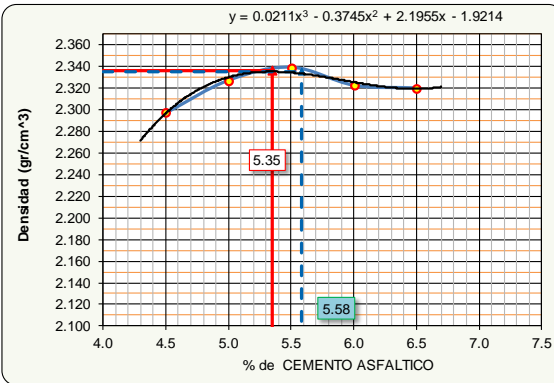
≥ 1800 Lb.

8-14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO:

DISEÑO - 3.5



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.35	2.34	-----
% VACIOS			3 5
R.B.V.	5.56	70.00	65 75
V.A.M.	5.07	19.65	
ESTABILIDAD (Lb)	5.83	3318.48	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	6.11	18.45	8 14
PROMEDIO (%)	5.58	Determinación del contenido óptimo de Asfalto Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBB V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARSHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	5.58	2.34	-----
% VACIOS	5.58	5.93	3 5
R.B.V.	5.58	70.26	65 75
V.A.M.	5.58	20.03	
ESTABILIDAD (Lb)	5.58	3197.87	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	5.58	20.38	8 14
% OPTIMO DE ASFALTO PROPUESTO			5.58

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	21.69
	GRAVILLA 3/8"	24.27
	ARENA CHANCADA	45.96
	% ASFALTO OTP.	5.58
	% LIMADURA MET. OTP	2.50
TOTAL		100.00

Asfalto ± 0.3 % del Óptimo de la Mezcla :	Min.	Max.
	5.41	5.76



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : **PROYECTO DE GRADO**

REGISTRO : **2.0**

DESCRIPCION :

PROCEDENCIA : **CHANCADORA - CHARAJA**

FECHA : **1-ago.-2019**

REFERENCIA : **MEZCLA ASFALTICA**

REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA LIMADURA METALICA

PORCENTAJE LIMADURA METALICA				0.50%		1.00%		1.50%		2.00%		2.50%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				93.76%		93.25%		92.95%		92.50%		92.04%	
PORCENTAJE OPT. DE ASFALTO				5.74%		5.75%		5.55%		5.50%		5.46%	
TAMIZ	% Pasa	% Retenido	% Ret. Tamiz	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	56.3	56.3	56.0	56.0	55.8	55.8	55.5	55.5	55.2	55.2
1/2"	76.4	23.6	18.6	208.9	265.2	207.8	263.7	207.1	262.9	206.1	261.6	205.1	260.3
3/8"	68.0	32.0	8.4	94.8	360.0	94.3	358.1	94.0	356.9	93.6	355.2	93.1	353.4
Nº4	50.0	50.0	18.0	202.5	562.6	201.4	559.5	200.8	557.7	199.8	555.0	198.8	552.2
Nº8	36.0	64.0	14.0	157.5	720.1	156.7	716.2	156.2	713.9	155.4	710.4	154.6	706.9
Nº16	22.3	77.7	13.7	154.6	874.7	153.8	869.9	153.3	867.1	152.5	862.9	151.8	858.6
Nº30	15.5	84.5	6.8	76.1	950.8	75.7	945.6	75.5	942.6	75.1	938.0	74.7	933.3
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.3	990.1	39.1	984.7	39.0	981.6	38.8	976.8	38.6	971.9
Nº100	7.3	92.7	4.7	52.5	1042.6	52.2	1036.9	52.0	1033.6	51.8	1028.6	51.5	1023.5
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.3	1068.9	26.1	1063.1	26.0	1059.6	25.9	1054.5	25.8	1049.3
Filler	0	100.0	5.0	56.3	1125.1	56.0	1119.0	55.8	1115.4	55.5	1110.0	55.2	1104.5
Peso Total=				1125.1		1119.0		1115.4		1110.0		1104.5	

Peso de Limadura Metalica=

Peso Muestra=

Peso Asfalto=

Peso Total Material=

6.00	12.00	18.00	24.00	30.00
1125.12	1119.00	1115.40	1110.00	1104.48
68.88	69.00	66.60	66.00	65.52
1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE LIMADURA METALICA

Proyecto: PROYECTO DE GRADO

Fecha: 01/08/2019

DISEÑO - 2.0

Pesos Especificos (AASHTO T-100 , T-85)				% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION			GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M 20	85-100						3/4"	3/8"	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	% DE AGREGADOS :			24%	26%	50%		
P. Esp. Agregado Total (Gag):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		Peso especifico agregados (gr/cm ³)			2.67	2.66	2.70		

N° GOLPES: 75

130 °C Compactación

ORIGEN AGREGADOS :

Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de limadura metalica	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm ³)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA			
			BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.)	PROMEDIO (Drm.)	MAXIMA TEORICA (gr/cm3)	MEZCLA (Vv)	AGREGADOS (VAM)	LLENOS DE ASFALTO (RBV)	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) mm	MEDIA f.c.				CORREGIDA		
																								a	b
			%	%					%	-	-	-	-	-	-	-	-	%	%				%	mm.	libras

1	6.42	0.50	6.09	5.74	1192.4	1193.0	689.0	504.0	2.366						1345	2965.2		0.983			12	12.0	
2	6.53	0.50	6.09	5.74	1195.9	1196.1	690.0	506.1	2.363						1204	2654.3		0.956			11	11.0	
3	6.58	0.50	6.09	5.74	1191.6	1192.4	686.0	506.4	2.353	2.361	2.446	3.47	17.48	80.14	1277	2815.3	2811.6	0.947	0.962	2704.8	9	9.0	10.67

4	6.45	1.00	6.10	5.75	1183.3	1183.9	684.0	499.9	2.367						1541	3397.3		0.975			13	13.0	
5	6.27	1.00	6.10	5.75	1192.4	1193.2	691.0	502.2	2.374						1488	3280.4		1.021			12	12.0	
6	6.37	1.00	6.10	5.75	1186.4	1186.9	685.0	501.9	2.364	2.368	2.443	3.05	17.66	82.72	1479	3260.6	3312.8	0.995	0.997	3302.8	12	12.0	12.33

7	6.49	1.50	5.88	5.55	1194.5	1195.4	693.0	502.4	2.378						1614	3558.2		0.965			15	15.0	
8	6.43	1.50	5.88	5.55	1201.4	1201.5	697.0	504.5	2.381						1572	3465.6		0.980			14	14.0	
9	6.21	1.50	5.88	5.55	1197.4	1197.8	694.0	503.8	2.377	2.379	2.448	2.84	17.57	83.82	1379	3040.1	3354.7	1.037	0.994	3334.5	12	12.0	13.67

10	6.58	2.00	5.82	5.50	1168.6	1169.4	680.0	489.4	2.388						2012	4435.7		0.947			17	17.0	
11	6.44	2.00	5.82	5.50	1149.3	1149.7	669.0	480.7	2.391						1997	4402.6		0.978			15	15.0	
12	6.35	2.00	5.82	5.50	1192.1	1192.9	692.0	500.9	2.380	2.386	2.448	2.52	17.71	85.79	1985	4376.1	4404.8	1.000	0.975	4294.7	15	15.0	15.67

13	6.19	2.50	5.78	5.46	1190.8	1191.4	689.0	502.4	2.370						1458	3214.3		1.043			19	19.0	
14	6.46	2.50	5.78	5.46	1170.5	1171.3	678.0	493.3	2.373						1671	3683.9		0.973			18	18.0	
15	6.41	2.50	5.78	5.46	1195.1	1196.6	695.0	501.6	2.383	2.375	2.447	2.94	18.50	84.12	1714	3778.7	3559.0	0.985	1.000	3559.0	21	21.0	19.33

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3 - 5

65-75

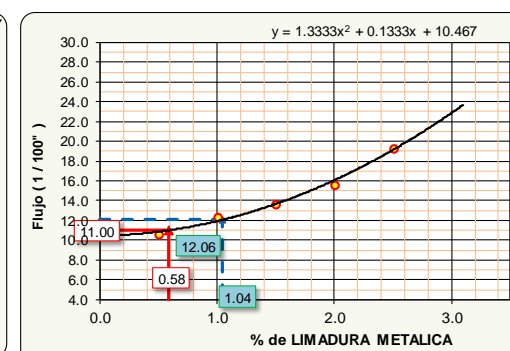
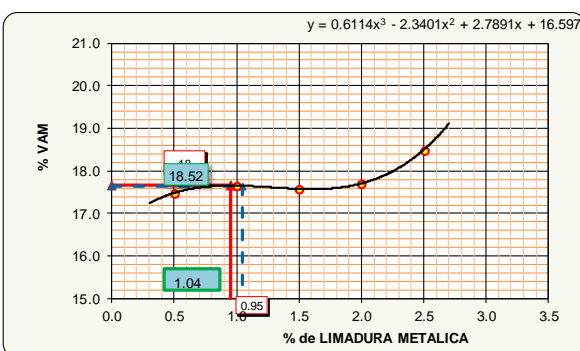
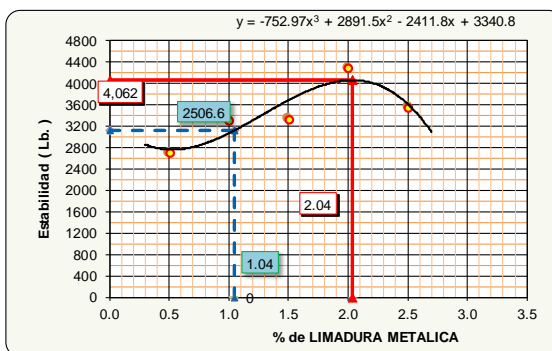
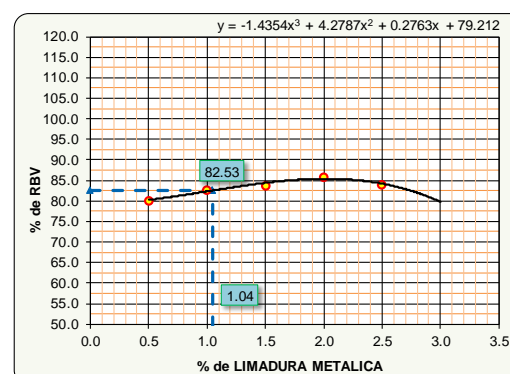
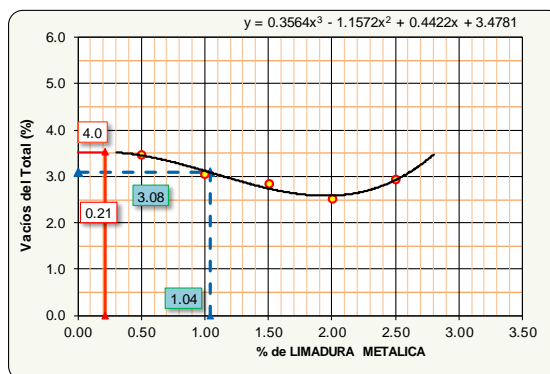
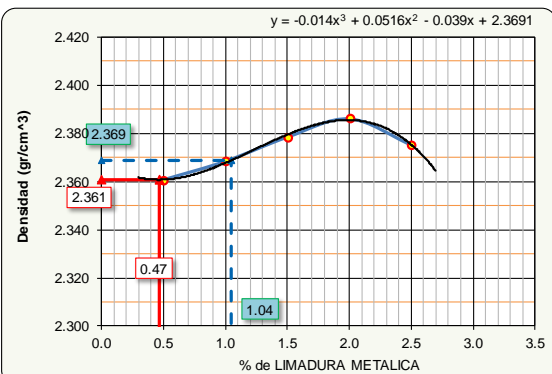
≥ 1800 lb

8 - 14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO:

DISEÑO - 2.0



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	0.47	2.36	-----
% VACIOS	0.21	3.52	3 5
R.B.V.	2.02	85.40	65 75
V.A.M	0.95	17.66	
ESTABILIDAD (Lb)	2.04	4061.57	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	0.58	11.00	8 14
PROMEDIO (%)	1.04	Determinación del contenido óptimo de limadura Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBV, V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	1.04	2.37	-----
% VACIOS	1.04	3.08	3 5
R.B.V.	1.04	82.53	65 75
V.A.M	1.04	17.65	
ESTABILIDAD (Lb)	1.04	3117.63	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	1.04	12.06	8 14
% OPT. DE LIMADURA METALICA PROPUESTO			1.04

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	22.00
	GRAVILLA 3/8"	24.61
	ARENA CHANCADA	46.61
	% ASFALTO OTP.	5.73
	% LIMADURA MET. OTP	1.04
TOTAL	100.00	

Asfalto ± 0,3 % del	Min.	Max.
Óptimo de la Mezcla :	1.01	1.08

Univ. Edsson Velásquez Garzón
Laboratorista

Tec. Carlos Marcelo Subía Cruz
Técnico de Laboratorio

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
Resp. Lab. Asfaltos - UAJMS



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DOSIFICACION TENTATIVA POR TANTEO

PROYECTO : PROYECTO DE GRADO	REGISTRO : 3.0
DESCRIPCION :	PROCEDENCIA : CHANCADORA - CHARAJA
REFERENCIA : MEZCLA ASFALTICA	FECHA : 1-ago-2019
	REALIZADO :

DOSIFICACION DISEÑO ENSAYO MARSHALL PARA ALAMBRE NEUMATICO FUERA DE USO

PORCENTAJE LIMADURA METALICA				0.50%		1.00%		1.50%		2.00%		2.50%	
PORCENTAJE DE AGREGADOS				93.45%		93.23%		92.78%		92.36%		91.92%	
PORCENTAJE OPT. DE ASFALTO				6.05%		5.77%		5.72%		5.64%		5.58%	
TAMIZ	% Pasa	% Retenido	% Ret. Tamiz	P. Parcial	Acumulad o	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado	P. Parcial	P. Acumulado
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1"	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3/4"	95.0	5.0	5.0	56.1	56.1	55.9	55.9	55.7	55.7	55.4	55.4	55.2	55.2
1/2"	76.4	23.6	18.6	208.2	264.3	207.8	263.7	206.8	262.4	205.8	261.2	204.8	260.0
3/8"	68.0	32.0	8.4	94.5	358.8	94.3	358.0	93.9	356.3	93.4	354.7	93.0	353.0
Nº4	50.0	50.0	18.0	201.9	560.7	201.4	559.4	200.4	556.7	199.5	554.2	198.5	551.5
Nº8	36.0	64.0	14.0	157.0	717.7	156.6	716.0	155.9	712.6	155.2	709.3	154.4	705.9
Nº16	22.3	77.7	13.7	154.1	871.8	153.7	869.7	153.0	865.5	152.3	861.6	151.6	857.5
Nº30	15.5	84.5	6.8	75.9	947.6	75.7	945.4	75.3	940.8	75.0	936.6	74.6	932.1
Nº50	12.0	88.0	3.5	39.2	986.8	39.1	984.5	38.9	979.8	38.7	975.3	38.6	970.7
Nº100	7.3	92.7	4.7	52.3	1039.1	52.2	1036.7	51.9	1031.7	51.7	1027.0	51.5	1022.1
Nº200	5.0	95.0	2.3	26.2	1065.3	26.1	1062.8	26.0	1057.7	25.9	1052.9	25.8	1047.9
Filler	0	100.0	5.0	56.1	1121.4	55.9	1118.8	55.7	1113.4	55.4	1108.3	55.2	1103.0
Peso Total=				1121.4		1118.8		1113.4		1108.3		1103.0	

Peso de Limadura Metalica=	6.00	12.00	18.00	24.00	30.00
Peso Muestra=	1121.40	1118.76	1113.36	1108.32	1103.04
Peso Asfalto=	72.60	69.24	68.64	67.68	66.96
Peso Total Material=	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00

DISEÑO Nº = **3.0**

LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTOS Y HORMIGONES

" DISEÑO DE MEZCLA AFALTICA EN CALIENTE // METODO MARSHALL " ADICIONANDO PORCENTAJES DE ALAMBRE DE NFU

Proyecto: **PROYECTO DE GRADO**

Fecha: **01/08/2019**

DISEÑO - 3.0

Pesos Especificos (AASHTO T-100, T-85)		% de Agregados		C. Asfáltico AASHTO M-20		DOSIFICACION		GRAVA	GRAVILLA	ARENA CHANCADA
Mat. Retenido Tamiz N° 4	2.665	gr/cm ³	50	Tipo de asfalto AASHTO M20	85-100			3/4"	3/8"	N°4
Mat. Pasa Tamiz N° 4	2.700	gr/cm ³	50	P. Especifico Total AASHTO T-228	1.005	% DE AGREGADOS :		24%	26%	50%
P. Esp. Agregado Total (Gag):	2.682	gr/cm ³	100	BETUNEL		Peso especifico agregados (gr/cm ³)		2.67	2.66	2.70

N° GOLPES: **75** 130 °C Compactación

ORIGEN AGREGADOS :

Material de Acopio Planta de Asfaltos - SEDECA - CHARAJA

IDENTIFICACION	ALTURA BRIQUETA (CM)	% de alambre de NFU	% DE ASFALTO		PESO BRIQUETA EN EL AIRE (gr)	PESO BRIQUETA EN EL AIRE S.S.S. (gr)	PESO BRIQUETA SUMERGIDA EN AGUA (gr)	VOLUMEN BRIQUETA (cm ³)	DENSIDAD BRIQUETA			% Vacios			ESTABILIDAD (Lb)					LECT. DIAL	FLUJO 1/100	MEDIA			
			BASE AGREGADO	BASE MEZCLA					REAL (Dr.) (gr/cm ³)	PROMEDIO (Drm.) (gr/cm ³)	MAXIMA TEORICA (gr/cm ³)	MEZCLA (Vv) %	AGREGADOS (VAM) %	LLENOS DE ASFALTO (RBV) %	LECT. DIAL	REAL	MEDIA	FACTOR DE CORRECCION (ALTURA) mm	MEDIA f.c.				CORREGIDA		
																								a	b
			%	%					%	-	-	-	-	-	-	-	-	%	%				%	mm.	libras

1	6.50	0.50	6.43	6.04	1192.8	1192.3	671.0	521.3	2.288						1135	2502.2		0.963			12	12.0	
2	6.28	0.50	6.43	6.04	1200.9	1202.3	675.0	527.3	2.277						1045	2303.8		1.019			10	10.0	
3	6.39	0.50	6.43	6.04	1195.4	1196.4	676.0	520.4	2.297	2.288	2.434	6.03	20.29	70.27	1112	2451.5	2419.2	0.990	0.991	2397.4	10	10.0	10.67

4	6.45	1.00	6.12	5.77	1192.4	1192.6	678.0	514.6	2.317						1365	3009.3		0.975			13	13.0	
5	6.38	1.00	6.12	5.77	1183.6	1186.9	674.0	512.9	2.308						1354	2985.0		0.993			12	12.0	
6	6.37	1.00	6.12	5.77	1186.4	1186.7	676.0	510.7	2.323	2.316	2.442	5.17	19.50	73.49	1301	2868.2	2954.2	0.995	0.988	2918.7	11	11.0	12.00

7	6.42	1.50	6.07	5.72	1199.1	1199.6	684.0	515.6	2.326						1451	3198.9		0.983			14	14.0	
8	6.39	1.50	6.07	5.72	1199.9	1201.7	685.0	516.7	2.322						1472	3245.2		0.990			15	15.0	
9	6.41	1.50	6.07	5.72	1199.5	1199.7	686.0	513.7	2.335	2.328	2.442	4.68	19.49	76.00	1473	3247.4	3230.5	0.985	0.986	3185.2	14	14.0	14.33

10	6.51	2.00	5.97	5.63	1190.0	1191.8	679.0	512.8	2.321						1574	3470.0		0.960			17	17.0	
11	6.38	2.00	5.97	5.63	1193.9	1195.6	678.0	517.6	2.307						1544	3403.9		0.993			18	18.0	
12	6.35	2.00	5.97	5.63	1191.4	1192.4	687.0	505.4	2.357	2.328	2.443	4.70	19.82	76.29	1563	3445.8	3439.9	1.000	0.984	3384.9	18	18.0	17.67

13	6.55	2.50	5.91	5.58	1187.2	1189.1	675.0	514.1	2.309						1344	2963.0		0.953			19	19.0	
14	6.28	2.50	5.91	5.58	1189.7	1195.6	681.0	514.6	2.312						1204	2654.3		1.019			20	20.0	
15	6.33	2.50	5.91	5.58	1194.3	1192.4	674.0	518.4	2.304	2.308	2.443	5.50	20.89	73.69	1235	2722.7	2780.0	1.005	0.992	2757.8	19	19.0	19.33

OBSERVACIONES

ESPECIFICACIONES

3-5

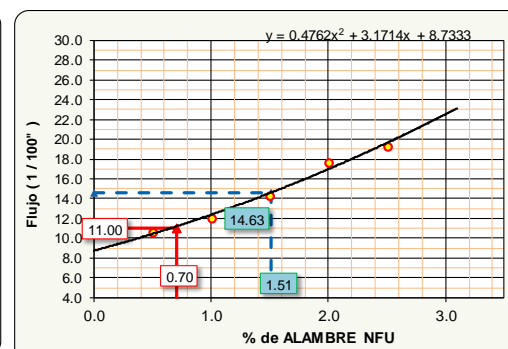
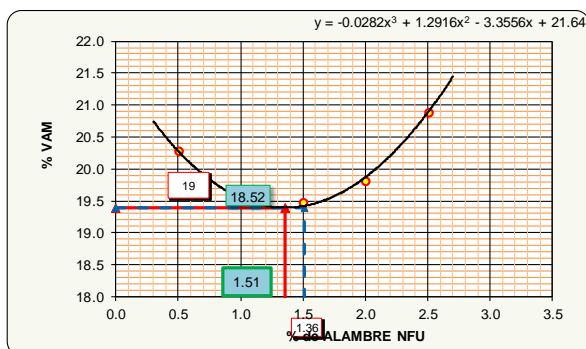
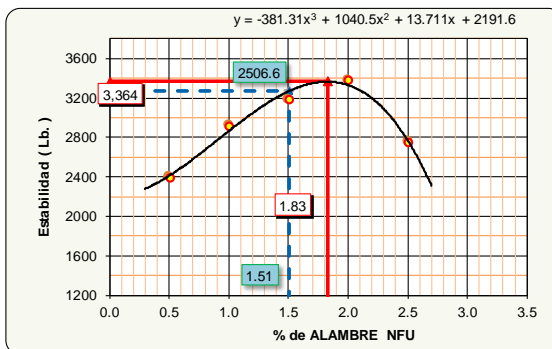
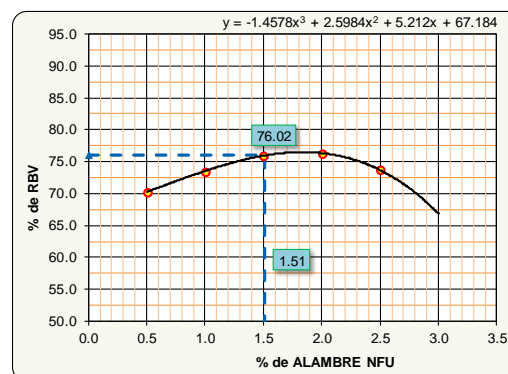
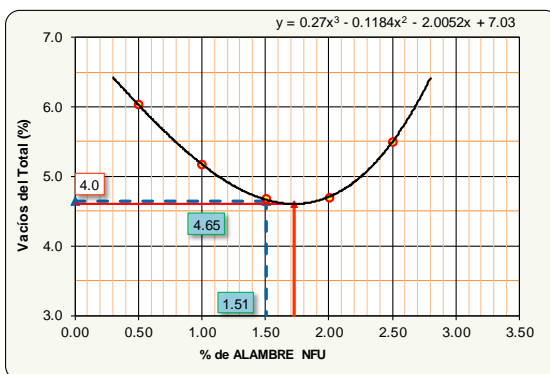
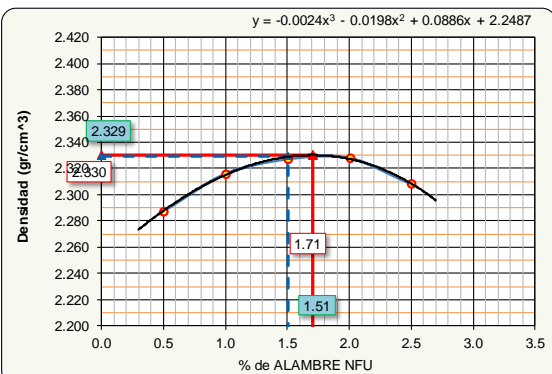
65-75

≥ 1800 lb

8-14

GRAFICOS DE ENSAYOS MARSHALL

REGISTRO: **DISEÑO - 3.0**



VALORES			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	OBTENIDOS DE GRAFICOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	1.71	2.33	-----
% VACIOS	1.73	4.60	3 5
R.B.V.	1.73	65	75
V.A.M	1.36	19.39	-----
ESTABILIDAD (Lb)	1.83	3364.39	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	0.70	-----	8 14
PROMEDIO (%)	1.51	Determinación del contenido óptimo de limadura Promedio de las Graficas (Densidad, Vv, RBV, V.A.M y Estabilidad)	

VALORES OBTENIDOS DISEÑO MARHALL			
CARACTERISTICAS	% DE LIMADURA	VALORES CON EL % OPTIMO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
DENSIDAD	1.51	2.33	-----
% VACIOS	1.51	4.65	3 5
R.B.V.	1.51	76.02	65 75
V.A.M	1.51	19.40	-----
ESTABILIDAD (Lb)	1.51	3270.80	> 1800 Lb. (75 Golpes)
FLUENCIA 1/100"	1.51	14.63	8 14
% OPT. DE ALAMBRE de NFU PROPUESTO			1.51

OBSERVACIONES:		
MEZCLA BITUMINOSA TOTAL	GRAVA 3/4"	21.89
	GRAVILLA 3/8"	24.49
	ARENA CHANCADA	46.39
	% ASFALTO OTP.	5.72
	% LIMADURA MET. OTP	1.51
TOTAL	100.00	

Asfalto ± 0,3 % del	Min.	Max.
Óptimo de la Mezcla :	1.46	1.55

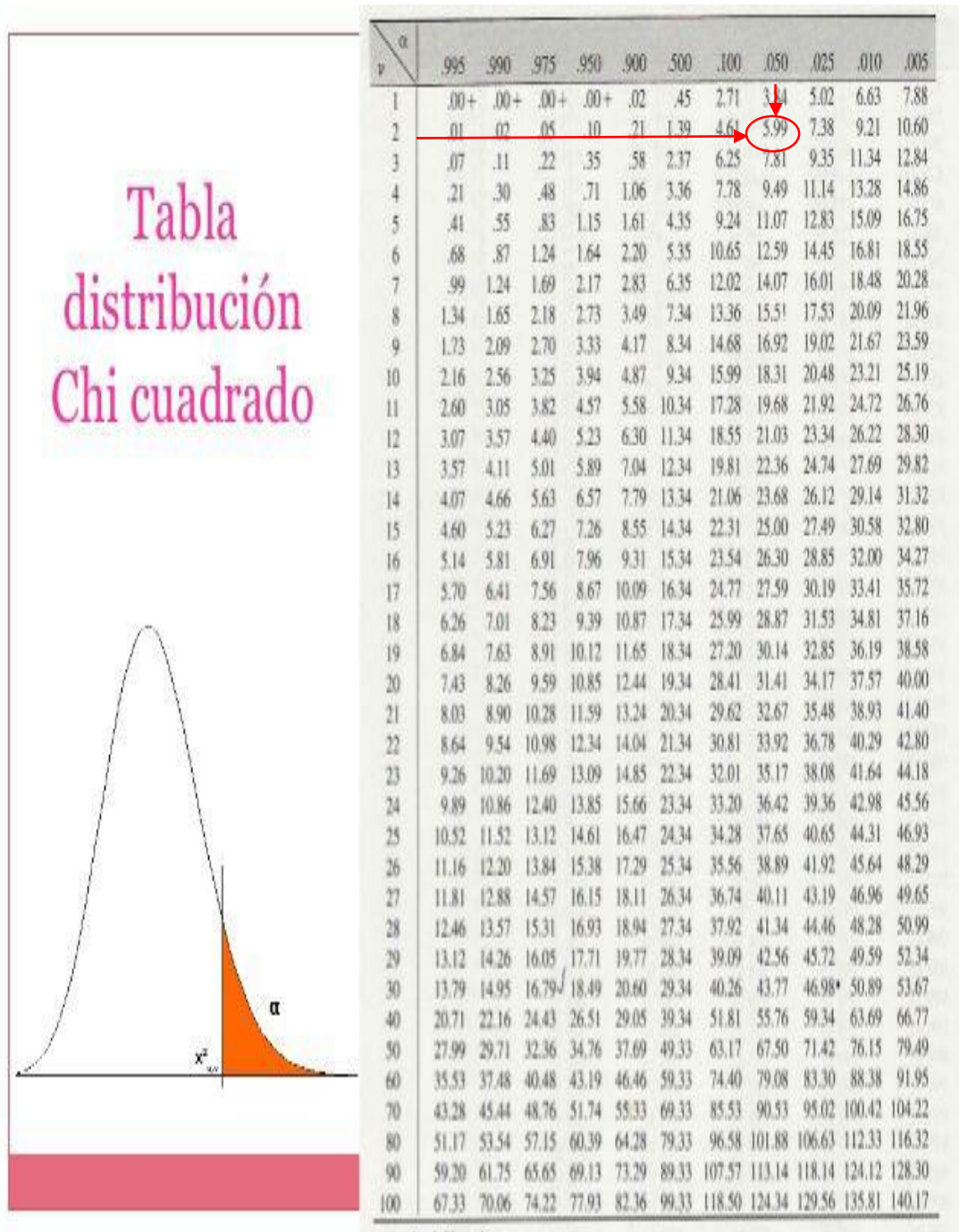
Univ. Edsson Velásquez Garzón
Laboratorista

Tec. Carlos Marcelo Subía Cruz
Técnico de Laboratorio

Ing. Seila Claudia Ávila Sandoval
Resp. Lab. Asfaltos - UAJMS

A-4-1. Planillas usadas en el Cálculo Estadístico

A-5-1. Tabla Distribución Chi Cuadrado



A-5-2. Tabla Distribución Normal

Apéndice: tablas estadística

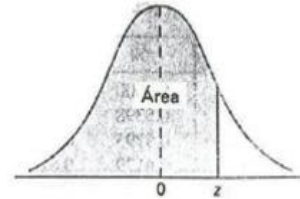


Tabla A.3 Áreas bajo la curva normal

<i>z</i>	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0722	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
-0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641

