



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 4

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MAYORES DE 19 mm (3/4") POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES.

1

Fecha de la practica

Laboratorio o Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes :

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
----------------------	--------	----------



Máquina de los ángeles, la operación y mantenimiento de la maquina se debe realizar como se indica en la norma INV E-128.	Unidad	1
Tamices de las aberturas necesarias para el ensayo.	Unidad	1
Balanza, con una exactitud mínima de 0.1% en la relación con la masa de ensayo.	Unidad	1
Horno que mantenga una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).	Unidad	1
Carga abrasiva, formada por 12 esferas de acero con diámetro aproximado de 47mm (1 27/32") y con masa de 390 y 445 g c/u.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante
Material Granular de Base, Subbase o Terraplén		

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Determinar la resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaños mayores de 19mm (3/4"), mediante la máquina de los ángeles.



Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- ASTM C535-09

METODOLOGÍA

Lo primero que se debe hacer es la preparación de la muestra, por lo tanto:

- La muestra destinada al ensayo se debe obtener mediante el procedimiento descrito en la norma INV E-201 y se debe reducir a un tamaño adecuado con la norma INV E-202.
- La muestra reducida se lava y luego se introduce al horno, a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$), hasta que su masa sea constante.
- Se separa la muestra reducida en fracciones de acuerdo a la granulometría que proviene de la obra. Se combinan estas fracciones para formar una muestra de ensayo con una combinación indicada. Se pesa la muestra de ensayo con aproximación a 1g y se registra el valor obtenido.

1. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

1.1. Luego de comprobar que el tambor esté limpio, la muestra y la carga abrasiva correspondiente se colocan en la máquina de Los Ángeles y se hace girar el tambor a una velocidad comprendida entre 188 y 208 rad/minuto (30 y 33 rpm) hasta completar 1000 revoluciones. La máquina deberá girar de manera uniforme para mantener una velocidad periférica prácticamente constante. Una vez cumplido el número de vueltas prescrito, se descarga el material del tambor y se procede con una separación preliminar de la muestra ensayada, empleando un tamiz de abertura mayor al de 1.70 mm (No. 12). La fracción fina que pasa, se tamiza a continuación empleando el tamiz de 1.70 mm (No. 12), utilizando el procedimiento de la norma INV E-213. El material más grueso que la abertura del tamiz de 1.70 mm (No. 12) se lava, se seca en el horno, a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$), hasta masa constante, y se determina la masa con precisión de 1 g.

1.2. Si el agregado está libre de costras o de polvo se puede eliminar la exigencia de lavarlo antes y después del ensayo. La eliminación del lavado posterior, rara vez reducirá la pérdida medida en más del 0.2 % del peso de la muestra original. Sin embargo, en el caso de ensayos con fines de referencia o de arbitraje, el procedimiento de lavado es perentorio.

REPORTE DE RESULTADOS

1. Descripción y procedimiento del ensayo realizado (se anexan fotos)
2. Incluir:
 - Identificación del agregado (tipo, fuente y tamaño máximo nominal).
 - Granulometría usada en el ensayo (ver tabla 219-1, de las Normas de Ensayos de Materiales, INVIAS 2013).



- Pérdidas del agregado por abrasión e impacto, redondeadas a 1% por masa.

3. Análisis de Resultados y Conclusiones

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

INV E 219-13 (paginas 1-6)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 6

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO Y SOBRE MUESTRA INALTERADA

2

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes:

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Prensa, utilizada para forzar la penetración de un pistón dentro del espécimen de ensayo, debe estar equipada con una cabeza o base móvil	Unidad	1



que se mueva a una velocidad uniforme de 1.27 mm/min con una tolerancia de $\pm 20\%$.		
Moldes, deberán ser cilindros de un metal rígido, de 152.4mm $\pm$ 0.66 de diámetro interior y de 177.8 $\pm$ 0.46mm de altura.	Unidad	1
Disco espaciador, de forma circular, metálico, de 150.8 $\pm$ 0.8mm de diámetro y de 61.4 $\pm$ 0.25mm de espesor.	Unidad	1
Martillos de compactación.	Unidad	1
Aparato medidor de expansión, cuya masa total no debe exceder de 1.27 kg.	Unidad	1
Sobrecargas metálicas, diez por cada molde, una o dos anulares y las restantes ranuradas.	Unidad	1
Pistón de penetración, Cilindro metálico, de 49.63mm $\pm$ 0.13mm de diámetro y con la longitud necesaria para realizar el ensayo.	Unidad	1
Tanque, con capacidad suficiente para inmersión total de los moldes en agua.	Unidad	1
Horno, termostáticamente controlado, preferiblemente de tiro forzado, regulable a 110 $\pm$ 5°C (230 $\pm$ 9°F).	Unidad	1
Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra con capacidad de 1000g.	Unidad	1
Tamices, de 4.75mm (No.4) y de 19mm (3/4")	Unidad	1
Regla metálica, de acero endurecido, de borde recto, al menos de 250mm (10") de largo.	Unidad	1
Material misceláneo, probetas, espátulas, capsula, mezclador, etc.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo a el tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	



Casco de seguridad

Otros: Gafas de seguridad

X

OBJETIVOS

General:

Determinar el índice de resistencia de los suelos de subrasante, subbase y base, denominado CBR (California Bearing Ratio).

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- ASTM D 1883-07
- THE ASPHALT INSTITUTE

METODOLOGÍA

Lo primero que se debe hacer es la preparación de la muestra, por lo tanto:

- Las muestras para compactación se deben preparar de acuerdo con el método C, descrito en las normas INV E 141o INV E 142, con la siguiente excepción: si todo material pasa el tamiz de 19mm (3/4"), se deberá usar la gradación entera, sin modificación, para preparar las muestras para los especímenes para ensayo. Si hay partículas retenidas en dicho tamiz, ellas se deberán remover y reemplazar por una cantidad igual, en masa, de material que pase el tamiz de 19mm (3/4") y quede retenido en el tamiz de 4.75mm (No.4), obtenido de porciones de la muestra total que no se van a usar para el ensayo.



1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN(PROCTOR)

Se debe tener en cuenta los ensayos de proctor para las muestras usadas en este ensayo, de acuerdo con la Norma INV E-141, denominada relaciones humedad-peso unitario seco en los suelos (ensayo de compactación).

2. ESPECIMENES PARA ENSAYO

2.1. Para determinar la relación de soporte únicamente con el contenido óptimo de agua- Usando el material preparado como se indica en el párrafo anterior, se adelanta una prueba de control de compactación, con el número suficiente de especímenes para determinar la humedad óptima del suelo, empleando las normas INV E-141 o INV E-142, según se haya especificado. Se puede aprovechar la información de un ensayo de compactación realizado previamente, siempre y cuando se haya efectuado el reemplazo citado en el párrafo anterior, si la muestra de material contuviese partículas retenidas en el tamiz de 19.0 mm (3/4").

2.1.1. Cuando se desee obtener el CBR al 100% de compactación y a la humedad optima, se compacta un espécimen usando el procedimiento de compactación especificado (INV E-141 o INV E-142), con una porción de suelo que contenga el contenido óptimo de agua $\pm 0.5\%$, determinado de acuerdo con la norma INV E-122.

2.1.2. Si se desea obtener el CBR con el contenido óptimo de humedad y a un determinado porcentaje del peso unitario seco máximo, se preparan tres especímenes con el contenido óptimo de agua $\pm 0.5\%$ y empleando el método de compactación especificado, pero aplicando un número diferente de golpes por capa a cada espécimen. Dicho número de golpes por capa deberá variar lo necesario para que los pesos unitarios secos resultantes presenten valores por encima y por debajo del valor deseado. Típicamente, si se desea obtener el CBR de un suelo al 95 % de compactación, resulta satisfactorio compactar especímenes con 56, 25 y 10 golpes por capa. La penetración se deberá realizar sobre todos ellos.

2.2. Relación de soporte para un rango de contenidos de agua - Se preparan especímenes de manera similar a la descrita en el numeral 1.1, salvo que todos los especímenes usados para desarrollar la curva de compactación deberán ser penetrados. Además, se deberán desarrollar relaciones completas entre el contenido de agua y el peso unitario seco para 25 golpes y 10 golpes por capa y cada espécimen de prueba compactado deberá ser penetrado. Todas las compactaciones se deben realizar en moldes de CBR. En casos en los cuales el peso unitario especificado está en o cerca del 100 % del peso unitario seco máximo, puede ser necesario incluir un esfuerzo de compactación mayor de 56 golpes por capa.

2.2.1. Si el espécimen va a ser sometido a inmersión, se toma una muestra representativa del material para la determinación de humedad, de acuerdo con la norma INV E-122. Si el proceso de compactación se conduce bajo unas condiciones de temperatura razonablemente controladas (18 a 24 °C) (65 a 75 °F) y el suelo procesado se mantiene en recipientes cerrados antes de su colocación dentro del molde, solamente se requiere una determinación de humedad. Si, por el contrario, el proceso de compactación se adelanta bajo unas condiciones ambientales fuera de control, se tomará una muestra representativa del material para la determinación de humedad al comienzo de la compactación de cada espécimen y otra muestra del material que sobre después de la compactación. Las determinaciones se deberán realizar de acuerdo con la norma INV E-122 y se tomará como contenido de agua representativo el promedio de los dos valores. La humedad de las dos muestras no deberá diferir en más de 1.5 % para poder asumir que el contenido de agua del espécimen es razonablemente uniforme.

2.2.2. Si el espécimen no va a ser sometido a inmersión, se toma una muestra para el contenido de humedad, de acuerdo con las normas INV E-141 o INV E-142, si se desea el contenido promedio de humedad.



- 2.2.3. Se ajusta el molde a la placa de base y se une el collar de extensión. A continuación, se inserta el disco espaciador dentro del molde y se coloca un papel filtro grueso sobre el disco. Se elaboran mezclas de suelo con agua y se compactan en moldes de CBR, de acuerdo con lo indicado en los numerales 1.1, 1.11 y 1.1.2.
- 2.2.4. Terminada la compactación, se quita el collar de extensión y se enrasa el espécimen con la regla metálica dispuesta para ello. Cualquier hueco superficial producido al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellena con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula. Se desmonta el molde de la placa de base y se determina la masa del molde con el espécimen compactado. Se vuelve a montar el molde sobre la placa de base, pero ahora en posición invertida, sin incluir el disco espaciador y colocando previamente un papel de filtro sobre la placa de base.
- 2.2.5. Sobre la superficie de la muestra invertida se coloca la placa perforada con vástago ajustable y, sobre ésta, las pesas de sobrecarga necesarias para producir una presión equivalente a la originada por todas las capas de pavimento que se hayan de construir sobre el suelo que se ensaya, con una aproximación de 2.27 kg (5.0 lb), correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4.54 kg (10 lb). A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación, o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde, aproximadamente, a 4.54 kg (10 lb) de sobrecarga. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con las pesas de sobrecarga colocadas, dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se toma la primera lectura para medir la expansión, colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del deformímetro con el de la placa perforada. Se anota su lectura (con aproximación a 0.0025 mm (0.0001")), así como el día y la hora de la lectura. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) con el nivel de agua constante, aproximadamente 25 mm (1") por encima de la superficie del espécimen. Se admite un periodo de inmersión más corto, nunca menor de 24 horas, si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados. Para algunos suelos arcillosos puede ser necesario un periodo de inmersión superior a 4 días. Al final del periodo de inmersión, se vuelve a colocar el trípode exactamente en la misma posición que cuando se tomó la primera lectura y se lee el deformímetro para medir el hinchamiento y calcular posteriormente la expansión, como un porcentaje de la altura inicial del espécimen.
- 2.2.6. Después del periodo de inmersión, se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y las pesas de sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos. Se debe tener cuidado para no alterar la superficie de la muestra durante el lapso de remoción de agua. A continuación, se retiran las pesas de sobrecarga, la placa perforada y el papel de filtro. Inmediatamente, se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso descrito en la Sección siguiente.

3. PENETRACIÓN DE LAS PROBETAS COMPACTADAS

- 3.1. Se colocan sobre el espécimen las mismas pesas de sobrecarga que tuvo durante el periodo de inmersión. Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente colocar inicialmente una pesa anular sobre la muestra. Para ello, se lleva el molde a la prensa y se coloca la pesa anular y luego el pistón de penetración a través del orificio de la pesa. En seguida, se coloca el resto de las pesas alrededor del pistón.
- 3.2. Se aplica una carga de 44 N (10 lbf) para que el pistón asiente. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y, seguidamente, se sitúan en cero los diales medidores: el del anillo dinamométrico (u otro dispositivo para medir la carga) y el de control de la penetración.
- 3.3. Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, de manera de producir una velocidad de penetración uniforme, de 1.27 mm (0.05") por minuto. Las prensas



manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones del pistón dentro del suelo: 0.64 mm (0.025"), 1.27 mm (0.050"), 1.91 mm (0.075"), 2.54 mm (0.100"), 3.18 mm (0.125"), 3.81 mm (0.150"), 4.45 mm (0.175"), 5.08 mm (0.200"), 7.62 mm (0.300"), 10.16 mm (0.400") y 12.70 mm (0.500"). Si la carga máxima ocurre a una penetración menor de 12.70 mm (0.500"), se hará la anotación correspondiente.

- 3.4.** Se desmonta el molde de la presa y si el espécimen fue sometido previamente a inmersión, se toma una muestra para determinar su humedad, de los 25 mm (1") superiores, en la zona próxima a donde se hizo la penetración. Su masa deberá ser al menos de 100 g si el suelo ensayado es de grano fino y de 500 g si es granular.

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- INV E-148-13 (paginas 1-20)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 3

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

CONCENTRACIÓN CRITICA DE LLENANTE EN MEZCLAS ASFALTICAS DE CONCRETO ASFALTICO.

3

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes:

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad
Kerosene			
Cloruro de calcio			

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Probeta de vidrio- probeta graduada, de 50cm ³ de capacidad y de 15 ± 1mm de diámetro.	Unidad	1
Agitador de alambre fino, de 30cm de longitud.	Unidad	1



Balanza, de precisión, con sensibilidad de 0.01g.	Unidad	1
Recipiente, de aproximadamente 2 litros de capacidad, para acondicionar un baño de agua hirviendo.	Unidad	1
Horno, regulado termostáticamente a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.	Unidad	1
Equipo misceláneo, cucharas, espátulas, embudos, mechero, etc.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Determinar la concentración crítica de llenante mineral en una mezcla llenante-asfalto.

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- IRAM 1542-Junio 1983.



METODOLOGÍA

Lo primero que se debe hacer es la preparación de la muestra, por lo tanto:

- Se obtiene una muestra representativa del llenante que se va a ensayar y se la reduce por cuarteo, hasta conseguir aproximadamente 100 g.
- La muestra de 100 g se seca en el horno a $110 \pm 5^\circ \text{C}$, hasta masa constante.
- Se pesa, con precisión de 0.01 g, una cantidad de llenante tal, que corresponda a un volumen de sedimentación comprendido entre 8 y 12 cm³ cuando se ajuste el ensayo. Se designa esta masa como M. Si el volumen sedimentado no se encuentra en este intervalo, se deberá repetir la prueba ajustando la cantidad de llenante.

1. PROCEDIMIENTO

1.1. Se deshidrata el kerosene utilizando cloruro de calcio.

1.2. Se filtra el kerosene anhidro, para eliminar las partículas de cloruro de calcio y demás impurezas que pueda contener.

1.3. Se colocan alrededor de 15 cm³ de kerosene en la probeta.

1.4. La muestra de llenante ya pesada se introduce lentamente dentro de la probeta, cuidando que no se pierda material.

1.5. Se agregan otros 5 cm³ de kerosene para que arrastren el material que haya quedado adherido a las paredes de la probeta.

1.6. Se prepara un baño con agua a la temperatura de ebullición, utilizando el recipiente de 2 litros.

1.7. Se coloca la probeta en el recipiente de agua hirviendo, manteniéndola en posición vertical mediante un soporte adecuado y cuidando que quede sumergida en el agua la parte que contiene el líquido.

1.8. Se introduce el agitador de alambre en la probeta y, además, para evitar que, entre vapor de agua en ésta, se coloca en su parte superior un tapón de algodón no muy ajustado.

1.9. Se mantiene la probeta en el baño de agua hirviendo durante una hora como mínimo. Se debe remover periódicamente con el agitador de alambre, hasta eliminar totalmente el aire, dando por terminada la operación cuando no se observen más desprendimientos de burbujas.

1.10. Se saca el agitador cuidando que no tenga partículas adheridas.

1.11. Se retira la probeta del baño y se deja en reposo en posición vertical durante 24 h.

1.12. Al cabo de ese lapso se lee el volumen ocupado en la probeta por el llenante mineral (V). Si éste no está comprendido entre 8 y 12 cm³, se repite el ensayo con una cantidad ajustada de llenante.

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- INV E-745-13 (paginas 1-6)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 5

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS

4

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes :

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad
Cloruro de calcio anhidro de grado técnico	Gr	454
Glicerina USP	Gr	2050
Formaldehído (solución a l 40% por volumen)	Gr	47

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Cilindro graduado de plástico- Con diámetro interior de 31.75 ± 0.381 mm y altura de 430.0 mm aproximadamente, graduado en espacios de 2.54 mm (0.1"), desde el fondo hasta una altura de 381 mm	Unidad	1



Tapón macizo – De caucho o goma que ajuste en el cilindro.	Unidad	1
Tubo irrigador – De acero inoxidable, de cobre o de bronce, de 6.35 mm de diámetro exterior, y 0.89 mm de espesor, con longitud de 510 mm	Unidad	1
Tubo flexible – (de plástico o caucho) de 4.7 mm (3/16") de diámetro y de 1.20 m de largo	Unidad	1
Dispositivo para tomar lecturas – Un conjunto formado por un disco de asentamiento, una barra metálica y una sobrecarga cilíndrica	Unidad	1
Recipiente metálico – De diámetro 57 mm aproximadamente, con una capacidad de 85 ± 5 ml.	Unidad	1
Embudo – De boca ancha, de 100 mm de diámetro en la base	Unidad	1
Reloj o cronómetro	Unidad	1
Un agitador de operación manual, que sea capaz de producir un movimiento oscilatorio a razón de 100 ciclos completos en 45 ± 5 seg	Unidad	1
Una regla recta – o espátula	Unidad	1
Un horno secador – Controlado termostáticamente	Unidad	1
Tela partidora – o cuarteadora cuadrada de aproximadamente 600 mm de lado	Unidad	1
Manija opcional para tubo de irrigación – Una clavija de madera de 25 mm de diámetro	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X



OBJETIVOS

General:

Determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos.

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- ASTM D 2419-09
- I.N.V. E – 133 – 13
- AASHTO T 176 – 02

METODOLOGÍA

Lo primero que se debe hacer es la preparación de la muestra, por lo tanto, se debe tener en cuenta que la prueba equivalente de arena se debe hacer con materiales de agregado gradado que pasen el tamiz de 4.75 mm (No.4). Todos los terrones de suelo de grano fino se deben pulverizar para que pasen el tamiz de 4.75 mm y todos los finos adheridos a las partículas retenidas en dicho tamiz deben ser limpiados y añadidos al material que lo pasa. Para preparar la muestra se requiere:

- Cuartear una cantidad suficiente de la muestra original para producir algo más de cuatro (4) medidas del recipiente metálico de 85 ml, de material pasante del tamiz de 4.75 mm (No.4). Se debe emplear extremo cuidado para obtener una porción verdaderamente representativa de la muestra original.
- Se prepara el número deseado de muestras de prueba, empleando el siguiente método:
Dividir o cuartear suficiente material de la porción que pasa el tamiz 4.75 mm (No.4) para llenar el recipiente metálico de 85 ml (3 oz), de manera que quede levemente redondeada por encima del borde. Durante el llenado del recipiente, se golpea el filo del fondo del recipiente en la mesa de trabajo o en cualquier otra superficie dura para causar la consolidación del material y permitir la colocación de la máxima cantidad en el recipiente. Se nivela el contenido del recipiente con una espátula o regla.

1. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

1.1. Se empieza a sifonar forzando aire dentro de la boca del frasco de solución a través del tubo irrigador acodado de cobre, vidrio o acero inoxidable, mientras la abrazadera que corta el paso del líquido se encuentra abierta. El aparato se encuentra ahora listo para ser usado.

1.2. Se vierte solución de trabajo de cloruro de calcio en el cilindro graduado, con la ayuda del sifón, hasta una altura de 101.6 ± 2.54 mm. Con ayuda del embudo, se vierte la muestra de ensayo en el cilindro graduado. Se golpea varias veces el fondo del cilindro con la palma de la mano para liberar las burbujas de aire y remojar la muestra completamente. Se deja en reposo durante 10 ± 1 minuto.

1.3. Al finalizar los 10 minutos (periodo de humedecimiento), se tapa el cilindro con un tapón y se afloja el material del fondo invirtiendo parcialmente el cilindro y agitándolo simultáneamente.



1.4. Después de aflojar el material del fondo, se agita el cilindro de la siguiente manera: Se sostiene el cilindro en una posición horizontal, y se agita vigorosamente con un movimiento lineal horizontal de un extremo a otro.

El cilindro se agita 90 ciclos en aproximadamente 30 segundos, usando un movimiento de 229 ± 25 mm. Un ciclo se define como un movimiento completo de vaivén. Para agitar el cilindro a esta velocidad, será necesario que el operador mueva únicamente los antebrazos mientras mantiene el cuerpo y los hombros descansados o relajados.

1.5. Inmediatamente después de la operación de agitación, se coloca el cilindro verticalmente sobre la mesa de trabajo y se remueve el tapón.

2. PROCEDIMIENTO DE IRRIGACIÓN

Durante el procedimiento de irrigación se debe mantener el cilindro en posición vertical y la base en contacto con la superficie de trabajo. Se inserta el tubo irrigador dentro del cilindro, se afloja la pinza de la manguera y se lava el material de las paredes del cilindro a medida que se baja el irrigador, el cual debe llegar, a través del material, hasta el fondo del cilindro, aplicando suavemente una acción de presión y giro mientras que la solución de trabajo fluye por la boca del irrigador. Esto impulsa hacia arriba el material fino que esté en el fondo y lo pone en suspensión sobre las partículas gruesas de arena.

2.1. Se continúa aplicando la acción de presión y giro mientras se lavan los finos, hasta que el cilindro esté lleno hasta la marca de 381 mm; entonces, se levanta el tubo irrigador suavemente sin que deje de fluir la solución, de tal forma que el nivel del líquido se mantenga cerca a dicha altura, mientras se extrae el tubo irrigador. El flujo se debe regular justamente antes de que el tubo irrigador sea completamente retirado, con el fin de ajustar el nivel final a la lectura de 381 mm.

2.2. Se deja en reposo el cilindro y su contenido durante $20 \text{ min} \pm 15\text{s}$. El tiempo se comienza a medir inmediatamente después de retirar el tubo irrigador.

3. DETERMINACIÓN DE LA LECTURA DE ARCILLA

Al finalizar los 20 min del periodo de sedimentación, se lee y anota el nivel de la parte superior de la suspensión arcillosa, tal como se indica en el numeral 7.10. Este valor se denomina "lectura de arcilla". Si no se ha formado una línea clara de demarcación al finalizar el periodo especificado de 20 min, se permite que la muestra permanezca sin ser perturbada hasta que se pueda obtener una lectura de arcilla; entonces, se lee y se anota inmediatamente la altura de la suspensión arcillosa y el tiempo total de sedimentación. Si éste último excede de 30 min, se debe realizar de nuevo el ensayo, usando tres especímenes individuales del mismo material. Solamente se debe anotar la lectura de la columna arcillosa de la muestra que requiera el menor tiempo de sedimentación.

4. DETERMINACIÓN DE LA LECTURA DE LA ARENA

Después de tomar la lectura de arcilla, se introduce dentro del cilindro el conjunto del disco, la barra y el sobrepeso, y se baja suavemente el conjunto hasta que llegue sobre la arena. Se debe impedir que el dispositivo de lectura golpee la boca del cilindro, mientras se baja. Cuando el pie descansa sobre la arena, se inclina el dispositivo hacia las graduaciones del cilindro, hasta que el indicador toca la pared del cilindro. Se restan 254 mm (10") al nivel marcado por el borde superior del indicador y se registra este valor como la "lectura de arena".



Si se emplea un dispositivo de lectura de modelo antiguo, con tornillos centradores, se pone en contacto uno de los tornillos con el cilindro cerca de las graduaciones, de manera que se pueda durante todo el tiempo en que descienda el dispositivo. Cuando el pie descansa sobre la arena, se lee el nivel de la ranura del tornillo y se anota como la “lectura de arena”.

Cuando el nivel de las lecturas de arcilla o arena esté entre líneas de graduación, se anotará la lectura correspondiente a la graduación inmediatamente superior. Por ejemplo, si la “lectura de arcilla” es 7.95 se anotará como 8.0. Una “lectura de arena” de 3.22, se anotará como 3.3. Las lecturas de arena y arcilla se deben hacer con una aproximación de 2.5 mm (0.1”).

Después de tomar las lecturas, se saca del cilindro el dispositivo de lectura, se tapa aquel con su tapón de goma y se sacude hacia arriba y hacia abajo en posición invertida hasta que el material sedimentado se deshaga y se vacía inmediatamente. El cilindro se deberá enjuagar con agua al menos dos veces.

5. CALCULOS

El equivalente de arena se calculará con aproximación de décima (0.1 %), así:

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{Lectura de arena}}{\text{Lectura de arcilla}} * 100$$

Si el equivalente de arena calculado no es un número entero, se debe redondear al número entero superior.

Para obtener el promedio de una serie de valores de equivalente de arena, se debe promediar el número de valores enteros determinados como se describió anteriormente. El promedio se redondeará también al entero superior.

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

-



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 5

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Práctica No.
ESTABILIDAD Y FLUJO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE EMPLEANDO EL EQUIPO MARSHALL	5

Fecha de la practica	
Laboratorio ó Área de la practica	Laboratorio de Pavimentos
Espacio académico	Pavimentos
Facultad o Unidad	Ingeniería civil
Nombre del docente o instructor	

Grupo:	Número total de estudiantes :	Número de subgrupos para la práctica:
--------	-------------------------------	---------------------------------------

Hora de inicio:	Hora de salida:
-----------------	-----------------

Espacio de Carácter:	Académico		Teórico		Teórico - práctico	X	Práctico	
----------------------	-----------	--	---------	--	--------------------	---	----------	--

Metodología del espacio académico	Presencial	X	Virtual		Distancia	
-----------------------------------	------------	---	---------	--	-----------	--

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad
.			

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Dispositivo para moldear probetas, molde cilíndrico con un collar de extensión y una placa de base plana.	Unidad	1



Extractor de probetas, elemento de acero en forma de disco, con diámetro de 100mm (3.95") y 12.7mm (1/2") de espesor.	Unidad	1
Martillos de compactación con mangos sostenidos manualmente o fijo.	Unidad	1
Pedestal de compactación, pieza prismática de madera de base cuadrada, de 203.2mm de lado y 457.2mm de altura, la madera será roble, pino amarillo u otra clase con densidad seca de 670 a 770kg/m ³ .	Unidad	1
Sujetador para el molde, dispositivo con recorte de tensión, diseñado para centrar rígidamente el molde de compactación sobre el pedestal.	Unidad	1
Elementos de calefacción, para calentar los agregados, el asfalto, los moldes, los martillos y otros elementos, se requiere un horno o placa de calefacción capaz de mantener una temperatura de $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ($\pm 5^{\circ}\text{F}$).	Unidad	1
Mezcladora mecánica capaz de producir en el menor tiempo posible una mezcla homogénea a la temperatura requerida.	Unidad	1
Mordazas, dos segmentos cilíndricos de hierro fundido gris, acero fundido o de tubería de acero recocido.	Unidad	1
Máquina de compresión, prensa mecánica o hidráulica capaz de producir una velocidad uniforme de desplazamiento vertical de 50 ± 5 mm/min.	Unidad	1
Medidor de estabilidad, anillo dinamométrico acoplado a la prensa de 20Kn de capacidad nominal, con sensibilidad mínima de 50N.	Unidad	1
Medidor de deformación, consiste en un deformímetro de lectura final fija, con divisiones en 0.25mm (0.01") o de mayor precisión.	Unidad	1
Baño de agua de la profundidad suficiente para mantener una lámina de agua mínima de 30mm (1.25") sobre la superficie superior de las probetas compactadas.	Unidad	1
Equipos misceláneos como bandejas metálicas, recipientes con tapas, herramientas para mezclar, balanzas, tamices, guantes, etc.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.	
Elementos	señalar si el estudiante lo requiere



Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Determinar la viscosidad de un ligante asfáltico (bitumen), empleando viscosímetros capilares de vacío a 60°C (140°F) en materiales que tengan viscosidades entre 0.0036 a 20000 Pa.s.

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- ASTM D2171 y ASTM D2171M-10.

METODOLOGÍA

1. ELABORACIÓN DE PROBETAS

- 1.1.** Numero de probetas: Para una gradación particular del agregado, original o mezclada, se deberá preparar una serie de probetas con diferentes contenidos de asfalto (con incrementos de 0.5 % en masa entre ellos), de manera que los resultados se puedan graficar en curvas que indiquen un contenido "óptimo" definido, con puntos de cada lado de este valor. Como mínimo, se prepararán tres probetas para cada contenido de asfalto.
- 1.2.** Cantidad de materiales: Un diseño con seis contenidos de asfalto, necesitará, entonces, por lo menos dieciocho (18) probetas. Para cada probeta se necesitan unos 1200 g de ingredientes; por lo tanto, para una serie de muestras de una gradación dada resulta conveniente disponer de unos 23 kg (50 lb) de agregados y alrededor de 4 litros (1 galón) de cemento asfáltico. Se requiere, además, una cantidad extra de materiales para análisis granulométricos y para la determinación de sus gravedades específicas.
- 1.3.** Preparación de los agregados: Los agregados se deberán a una temperatura entre 105 y 110° C (220 y 230° F) y separarán por tamizado en fracciones de diferentes tamaños.
- 1.4.** Determinación de las temperaturas de mezcla y compactación: La temperatura a la cual se debe calentar el cemento asfáltico para elaborar las mezclas será la requerida para que presente una viscosidad de 170 ± 20 cP



(0.17 ± 0.02 Pa.s). La temperatura a la cual se deberá realizar la compactación de las probetas será la correspondiente a una viscosidad del cemento asfáltico de 280 ± 30 cP (0.28 ± 0.03 Pa.s).

1.5. Preparación de las mezclas: Las mezclas se pueden preparar en las cantidades necesarias para elaborar una probeta o el juego de tres probetas requerido por cada porcentaje de ligante.

- En varias bandejas taradas, separadas para cada fracción de la muestra, se pesan sucesivamente las cantidades de cada porción de agregados, previamente calculadas de acuerdo con la gradación necesaria para la fabricación de una o más probetas, de forma que cada probeta resulte con una altura de 63.5 ± 2.5 mm ($2 \frac{1}{2} \pm 0.1$ ") (aproximadamente 1200, 2400 o 3600 g para 1, 2 o 3 probetas). Los agregados se calientan en una placa de calentamiento o en el horno a una temperatura mayor que la establecida para la mezcla, pero sin excederla en más de 28°C (50°F). Posteriormente, se transfieren al recipiente de mezclado donde se mezclan en seco durante unos 5 s y, a continuación, se forma un cráter en su centro, dentro del cual se vierte la cantidad requerida de asfalto, debiendo estar ambos materiales en ese instante a temperaturas comprendidas dentro de los límites establecidos para el proceso de mezcla, se mezclan los agregados y el asfalto lo más rápidamente posible hasta obtener una mezcla completa y homogénea en un término no mayor de 60 s si la cantidad de mezcla es la necesaria para elaborar una sola probeta o de 120 s si la bachada es múltiple. Se deben evitar pérdidas de material durante el mezclado y el manejo posterior.
- Las bachadas sencillas (para una sola probeta) se colocan en un horno ventilado, dentro de recipientes metálicos cerrados, a una temperatura de 8 a 11°C (15 a 20°F) por encima de la establecida para la compactación, durante un período comprendido entre 1 y 2 horas.
- En caso de bachadas múltiples, ellas se colocan sobre una superficie limpia y no absorbente. Se hace una mezcla manual y se cuartea para producir las porciones para confeccionar cada una de las probetas, colocando cada una en un recipiente y procediendo luego como se indica en el párrafo anterior.

1.6. Compactación de las probetas:

- Simultáneamente con la preparación de la mezcla, el conjunto de molde, collar, placa de base y la base del martillo de compactación, se limpian y calientan en un baño de agua hirviendo o en el horno o una placa calefactora, a una temperatura comprendida entre 90 y 150°C (200 y 300°F). Se arma el conjunto de moldeo de las probetas y, antes de verter la mezcla, se coloca en el fondo del molde un papel de filtro circular de tamaño ajustado al área interna del molde. A continuación, se coloca toda la porción de mezcla en el molde y se la golpea vigorosamente con una espátula o palustre caliente, 15 veces alrededor del perímetro y 10 sobre el interior. Se coloca otro papel de filtro sobre la mezcla. La temperatura de la mezcla inmediatamente antes de la compactación deberá hallarse dentro de los límites de temperatura de compactación establecidos en el numeral 1.4.
- Se coloca el conjunto en el sujetador sobre el pedestal de compactación y se aplica el número de golpes especificado, empleando para ello el martillo de compactación. En seguida, se retiran la placa de base y el collar y se colocan en los extremos opuestos del molde; se vuelve a montar éste en el pedestal y se aplica el mismo número de golpes a la cara invertida de la muestra. Después de la compactación, se retiran el collar y la placa de base, y se deja enfriar la muestra al aire hasta que su temperatura sea tal, que no se produzca ningún daño en ella al extraerla del molde. Se pueden utilizar ventiladores de mesa cuando se desee un enfriamiento más rápido, o se puede sumergir el molde en agua fría dentro de una bolsa plástica. Se saca cuidadosamente la probeta del molde con ayuda del extractor, se identifica con una crayola y se coloca sobre una superficie plana, lisa, donde se deja en reposo durante una noche.
- Cumplido el período de reposo, se determina la gravedad específica bulk de cada probeta mediante alguno de los procedimientos descritos en las normas INV E-733, INV E-734 o INV E-802. Los valores de las gravedades específicas de probetas elaboradas con los mismos ingredientes y en las mismas condiciones se



deberán encontrar en un rango de ± 0.020 en relación con su valor promedio. Posteriormente, se mide el espesor de cada espécimen según el procedimiento de la norma INV E-744.

2. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO

- 2.1. El ensayo de estabilidad y flujo se deberá realizar dentro de las 24 horas siguientes a la elaboración de las probetas. Se colocan las probetas en un baño de agua durante 30 a 40 minutos o en el horno durante un término de 120 a 130 minutos, manteniendo el horno a $60 \pm 1^\circ\text{C}$ ($140 \pm 2^\circ\text{F}$).
- 2.2. Se limpian perfectamente las barras guías y las superficies interiores de las mordazas de ensayo antes de montar las probetas. Se lubrican las barras guías de manera que la mordaza superior se deslice libremente sobre ellas. La temperatura de las mordazas se debe mantener entre 20 y 40°C (70 a 100°F). Si se usa un baño de agua para ello, el agua se deberá remover totalmente del interior de las mordazas en el momento de extraélas del baño para realizar el ensayo.
- 2.3. Se retira una probeta del baño de agua u horno y se coloca centrada en la mordaza inferior; se monta la mordaza superior con el medidor de deformación y el conjunto se sitúa centrado en la presa. Se coloca el medido de flujo en posición (cuando se usa), se ajusta a cero, y se mantiene su vástago firmemente contra la mordaza superior mientras se aplica la carga de ensayo.
- 2.4. A continuación, se aplica la carga sobre la probeta con la prensa a una rata de deformación constante de 50 ± 5 mm/min ($2.00 \pm 0.15''/\text{min}$) hasta que ocurra la falla, es decir cuando se advierte que se alcanza la máxima carga y luego comienza decrecer. El procedimiento completo desde la remoción de la probeta del baño de agua u horno hasta su falla, no deberá tardar más de 30 segundos.
- 2.5. El método registrador de carga-deformación combinado con una celda de carga y un transductor lineal diferencial variable (TLDV) u otro dispositivo de registro automático de la deformación, cuando se emplee este método se detiene el ensayo en el instante en que la celda de carga indica que la velocidad progresiva de carga, la cual se ha dirigido con una rata de deformación constante, ha comenzado a decrecer. En este caso, el flujo Marshall es la deformación total de la probeta desde el punto donde la tangente proyectada de la parte lineal de la curva corta el eje "x" (deformación) hasta el punto donde la curva se comienza a volver horizontal. La determinación del flujo suele corresponder al pico de estabilidad; sin embargo, como una alternativa cuando la condición de falla no se puede establecer con precisión, el flujo se puede elegir como el punto sobre la curva que está 1.5 mm (6×10 pg.) a la derecha de la tangente mencionada. El valor del flujo se acostumbra expresar en milímetros o en 1/100 pulgada (un flujo de 0.12" se reporta como 12). La estabilidad Marshall será la carga correspondiente al flujo. Este procedimiento puede requerir 2 personas para adelantar el ensayo y anotar los resultados, dependiendo del tipo de equipo y de la manera como estén dispuestos los diales indicadores.

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

INV E 748-13 (paginas 1-20)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 5

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DEL ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

6

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes :

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad
Solución saturada de carbonato de amonio			
Cloruro de metileno, de grado técnico.			
Bromuro de n-propilo			
Tricloroetileno, de grado técnico tipo 1.			

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Aparato de extracción (Centrifuga), consiste en una tasa y un aparato en el cual se pueda rotar la taza a una velocidad variable y controlada hasta de 3600 rpm.	Unidad	1



Anillos filtrantes, de fieltro o de papel, para colocar sobre el borde de la taza.	Unidad	1
Horno que pueda mantener la temperatura a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$)	Unidad	1
Recipiente plano, para calentar los especímenes.	Unidad	1
Balanza, de capacidad suficiente y con presión mínima de 0.1% de la masa de la muestra.	Unidad	1
Placa de calentamiento, eléctrica de 700 w como mínimo.	Unidad	1
Cilindros graduados de boca angosta de 1000 a 2000 ml de capacidad.	Unidad	1
Capsula de porcelana de mínimo 125ml de capacidad.	Unidad	1
Desecador	Unidad	1
Balanza analítica	Unidad	1
	Unidad	1
	Unidad	1
	Unidad	1
	Unidad	1
	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS



General:

Determinación cuantitativa del asfalto en mezclas asfálticas en caliente y en muestras tomadas de pavimentos

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- ASTM D 2172-11
- ASTM D 2172M-11

METODOLOGÍA

1. Lo primero que se debe hacer es la preparación de la muestra, por lo tanto:

1.1. Se obtienen muestras de acuerdo con la norma INV E-731.

1.2. Preparación de especímenes de ensayo:

- 1.2.1.** Si la mezcla no es suficientemente blanda para separarla con una espátula o palustre, se la coloca en una bandeja grande y plana y se calienta en un horno a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$) hasta que se pueda manejar o disgregar. El material se parte o cuartea hasta que se obtenga la masa de material requerida para el ensayo.
- 1.2.2.** La cantidad de la muestra para el ensayo se determinará según el tamaño máximo nominal agregado en la mezcla.
- 1.2.3.** A menos que la muestra se encuentre libre de agua, se necesita una muestra adicional para la determinación de humedad en las mezclas. Esta muestra se toma de la mezcla remanente, inmediatamente después de obtener el espécimen para el ensayo de extracción.

2. Humedad:

- 2.1.** La humedad de la mezcla se debe determinar de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-755.
- 2.2.** La masa de agua (W2) en la porción del ensayo de extracción, se calcula multiplicando el porcentaje de la masa de agua (numeral 2.1), por la masa de la porción del ensayo de extracción.

3. Procedimiento de ensayo:

- 3.1.** Se determina la humedad del material de acuerdo al numeral 2.
- 3.2.** Se coloca en la taza una porción de ensayo de 650 a 2500 g.
- 3.3.** Se cubre la porción de ensayo con tricloroetileno, cloruro de metileno o bromuro n-propilo y se deja el tiempo suficiente para que el disolvente desintegre la porción de ensayo (no más de 1 hora). Se coloca la taza con la porción de ensayo y el solvente en el aparato de extracción. Se seca un anillo filtrante a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$), se determina su masa y se ajusta alrededor del borde de la taza. Se sujeta la tapa a la taza con las abrazaderas y se ubica un recipiente apropiado bajo el desagüe, para recoger el extracto.
- 3.4.** Se inicia la centrifugación girando lentamente y aumentando de manera gradual la velocidad hasta un máximo de 3600 rpm o hasta que deje de fluir el solvente por el desagüe. Se detiene la máquina, se agregan 200 ml del



solvente empleado y se repite el procedimiento. Se deben emplear suficientes adiciones de 200 ml solvente (no menos de tres), hasta que el extracto no sea más oscuro que un color ligero de paja. Se recogen el extracto y el material mineral obtenido tras el lavado.

3.5. Se retira de la taza el anillo de filtro y se seca al aire. Si se ha usado un anillo de fieltro, se cepilla el material mineral adherido a él y se añade al agregado extraído. Se seca el anillo hasta masa constante en un horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$). Se transfiere cuidadosamente todo el agregado de la taza de la centrifuga a una bandeja metálica, se seca inicialmente en un baño de vapor y después hasta masa constante en un horno o una placa de calentamiento a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$). El secado en el baño de vapor se puede omitir si el solvente usado fue tricloroetileno o bromuro n-propilo. La masa del agregado extraído (W3) es igual a la masa del agregado en la bandeja más el aumento de masa del anillo filtrante.

3.6. El siguiente procedimiento alternativo se debe aplicar cuando se usen anillos filtrantes de poca ceniza: Se colocan el agregado y los anillos de filtro en un recipiente metálico limpio y se secan como se especifica arriba. Se dobla cuidadosamente el anillo filtrante seco y se deja sobre el agregado. Se quema el anillo de filtro mediante ignición con un fósforo o un mechero Bunsen. Se determina la masa del agregado extraído en el recipiente (W3).

3.7. Se determina la cantidad de material mineral en el extracto empleando el método de centrifugación que consiste en los siguiente:

- Para este método se emplea cualquier centrifugadora adecuada de alta velocidad (de 3000 rpm o mayor) del tipo de flujo continuo.
- Se determina la masa de una taza de centrifugadora limpia y vacía con aproximación a 0.01g y se coloca en la máquina. Se coloca un recipiente en el desagüe para recoger el efluente de la operación de centrifugado. Se transfiere todo el extracto a un recipiente debidamente equipado con un control de alimentación (válvula, abrazadera, etc.). Para garantizar la transferencia cuantitativa del extracto al recipiente alimentador, el recipiente que contiene el extracto se deberá lavar varias veces con pequeñas cantidades de un solvente limpio y agregar las lavaduras al recipiente alimentador. Se da inicio al centrifugado y se deja que alcance una velocidad constante (por ejemplo 9000 revoluciones por minuto para las del tipo SMM y más de 20 000 revoluciones por minuto para las del tipo Sharples). Se abre la línea de alimentación y se alimenta el extracto dentro de la centrifugadora a una rata de 100 a 150 ml/min. Después de que haya pasado todo el extracto a través de la centrifugadora, se lava el mecanismo de alimentación (con la centrifugadora todavía funcionando) con varias adiciones de solvente limpio, permitiendo que cada incremento corra a través de la centrifugadora hasta que el efluente sea esencialmente incoloro.
- Se permite que la centrifugadora se detenga, se remueve la taza y se limpia su parte exterior con solvente nuevo. Se deja evaporar el solvente residual en un embudo o en una campana para vapor y luego se seca el recipiente en un horno controlado a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$). Se deja enfriar el recipiente y se vuelve a determinar la masa inmediatamente. El incremento en masa es la masa de material mineral (W4) en el extracto (Numeral 4).

4. Cálculo del contenido de asfalto:

4.1. El porcentaje de asfalto en relación con la masa total de la porción de ensayo se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de asfalto(\%)} = \left[\frac{(W1 - W2) - (W3 + W4)}{(W1 - W2)} \right] \times 100$$

Dónde:

- W1: Masa porción del ensayo
- W2: Masa del agua en la porción del ensayo



- W3: Masa del agregado mineral extraído
- W4: Masa del material mineral en el extracto.

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- INV E-732-13 (paginas 1-26)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 4

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

DENSIDAD DE MATERIALES BITUMINOSOS SÓLIDOS Y SEMI-SÓLIDOS (MÉTODO DEL PICNÓMETRO)

7

Fecha de la practica	
Laboratorio ó Área de la practica	Laboratorio de Pavimentos
Espacio académico	Pavimentos
Facultad o Unidad	Ingeniería civil
Nombre del docente o instructor	

Grupo:	Número total de estudiantes :	Número de subgrupos para la práctica:
--------	-------------------------------	---------------------------------------

Hora de inicio:	Hora de salida:
-----------------	-----------------

Espacio de Carácter:	Académico		Teórico		Teórico - práctico	X	Práctico	
----------------------	-----------	--	---------	--	--------------------	---	----------	--

Metodología del espacio académico	Presencial	X	Virtual		Distancia	
-----------------------------------	------------	---	---------	--	-----------	--

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad
.			

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad
Agua, para llenar el picnómetro y el vaso. Deberá ser desionizada o destilada recién hervida y enfriada.		

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Picnómetro, recipiente de vidrio de forma cilíndrica o cónica con boca esmerilada, un tapón de vidrio de 22 a 26mm de diámetro, el cual lleva	Unidad	1



en el centro un orificio de 1 a 2mm de diámetro. La altura de la sección cóncava deberá ser de 4 a 18mm en el centro. Este debe tener una capacidad de 24 a 30 ml y una masa no superior a 40g.		
Baño de agua provisto de termostato que pueda regular la temperatura del ensayo con una precisión de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ (0.2°F)	Unidad	1
Termómetros calibrados y con líquido transparente de inmersión total con graduaciones por lo menos cada 0.1°C (0.2°F) y un error máximo de escala de 0.1°C (0.2°F).	Unidad	1
Vaso de precipitados tipo Griffin de forma baja de 600ml o más capacidad.	Unidad	1
Balanza con capacidad mínima de 150g y con exactitud de al menos 0.001g.	Unidad	1
Soporte de vaso de precipitados que mantengan el vaso en posición vertical y a la profundidad correcta del baño de agua.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Determinar la densidad y la densidad relativa (gravedad específica) de materiales bituminosos semisólidos, cementos asfálticos y alquitranes blandos, empleando un picnómetro.



Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- ASTM D 70 – 09.

METODOLOGÍA

Lo primero que se debe hacer es la preparación del equipo, por lo tanto:

- Se llena parcialmente el vaso de precipitados con agua hasta un nivel tal que cuando se sumerja el picnómetro, la parte superior de este esté a 40mm de la superficie.
- Se sumerge el vaso de precipitados en el baño a una profundidad tal que su boca quede por encima de la superficie del agua del baño y su fondo a una profundidad no menor de 100mm de la misma.
- La temperatura del baño debe ser la determinada para el ensayo $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ (0.2°F).

1. CALIBRACIÓN DEL PICNOMETRO

1.1. Se limpie y se seca perfectamente el picnómetro y su tapón, y se pesan con aproximación a 1mg.

1.2. Se saca el vaso de precipitados del baño, si se considera necesario, y se llena el picnómetro con agua destilada o desionizada colocando suavemente el tapón sin apretarlo. Se coloca el picnómetro en el vaso de precipitados y se aprieta el tapón, no debiendo quedar burbujas de aire ocluidas en el picnómetro en esta operación. El vaso con el picnómetro se vuelve a colocar en el baño de agua, si se había retirado previamente de él.

1.3. Se deja el picnómetro en el interior del vaso de precipitados por un mínimo de 30 minutos; se saca del agua e inmediatamente se seca la superficie superior del tapón con una pasada de una toalla seca. A continuación, se seca rápidamente el resto del picnómetro y se determina su masa con una aproximación de 0.1mg.

2. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

2.1. Preparación de la mezcla: se calienta con cuidado la muestra, agitándola para evitar sobrecalentamientos locales hasta que tenga la fluidez suficiente para ser vertida. No se deberá elevar a más de 55°C (131°F) por encima del punto de ablandamiento esperado, si el material es alquitrán; ni en más de 110°C (230°F) por encima del punto de ablandamiento esperado, para el asfalto no se debe calentar por más de 60 minutos y se debe evitar que no queden burbujas de aire dentro de la muestra.

2.2. Se vierte una cantidad de muestra suficiente dentro del picnómetro limpio y seco y previamente calentado, llenándolo hasta tres cuartos de su capacidad. Se deben tomar precauciones para evitar que el material se ponga en contacto con las paredes del picnómetro por encima del nivel final y para evitar la inclusión de burbujas de aire. Se deja enfriar el picnómetro con su contenido hasta la temperatura ambiente durante un periodo no menor de 40 minutos y se determina la masa con el tapón puesto, con aproximación a 1 mg.

2.3. Se remueve el vaso de precipitados del baño de agua, si se considera necesario. Se llena el picnómetro que contiene el asfalto con agua destilada fresca hervida o desionizada a la temperatura de ensayo, colocando flojo el tapón en el picnómetro. No se debe permitir que permanezcan burbujas de aire en el picnómetro. Se coloca el picnómetro en el vaso de precipitados y se ajusta el tapón. Se retorna el vaso de precipitados al baño de agua, si se había removido de él.



2.4. Se mantiene el picnómetro dentro del baño de agua durante un periodo no menos de 30 minutos. Se saca el picnómetro del baño. Se seca y se determina su masa empleando el mismo procedimiento y tiempo que en el numeral 1.3.

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

INV E 707-13 (paginas 1-7)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 4

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

PORCENTAJE DE VACIOS CON AIRE EN MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS.

8

Fecha de la practica	
Laboratorio ó Área de la practica	Laboratorio de Pavimentos
Espacio académico	Pavimentos
Facultad o Unidad	Ingeniería civil
Nombre del docente o instructor	

Grupo:	Número total de estudiantes :	Número de subgrupos para la práctica:
--------	-------------------------------	---------------------------------------

Hora de inicio:	Hora de salida:
-----------------	-----------------

Espacio de Carácter:	Académico		Teórico		Teórico - práctico	X	Práctico	
----------------------	-----------	--	---------	--	--------------------	---	----------	--

Metodología del espacio académico	Presencial	X	Virtual		Distancia	
-----------------------------------	------------	---	---------	--	-----------	--

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Balanza, con capacidad adecuada y sensibilidad suficiente para que las gravedades especificas bulk se puedan calcular con al menos cuatro cifras significativas.	Unidad	1



Picnómetros de vacío, recipiente de metal o plástico con diámetro de 180 a 260mm (7 a 10") y una altura no menor de 160mm (6").	Unidad	1
Matraz para vacío, utilizado para hacer pesadas únicamente en el aire.	Unidad	1
Bomba de vacío o aspirador de agua, que pueda evacuar el aire del recipiente de vacío a una presión residual de 4.0 kPa (30 mm Hg) o menos.	Unidad	1
Manómetro de presión residual, se usa para confirmar que se está aplicando presión al recipiente, capaz de medir presión residual de 4 kPa (30 mm Hg) o menos.	Unidad	1
Manómetro de vacío, para medir el vacío que se está aplicando en la fuente de vacío.	Unidad	1
Termómetro, de líquido en vidrio, calibrado, con error máximo de escala de 0.5°C (1°F).	Unidad	1
Baño de agua, que pueda mantener temperatura constante de 25 ± 1°C (77 ± 1.8°F)	Unidad	1
Válvula de purga, colocada junto a la línea de vacío para facilitar el ajuste del vacío.	Unidad	1
Dispositivo de agitación mecánica, capaz de aplicar una agitación suave pero consistente a la muestra.	Unidad	1
Horno, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5°C (230 ± 9°F).	Unidad	1
Un juego de calibradores, para medir especímenes y también una regla metálica.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.	
Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	



Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Determinar el porcentaje de vacíos ocupados por el aire en las mezclas asfálticas densas y abiertas compactadas.

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- ASTM D3203
- ASTM D3203M - 11

METODOLOGÍA

Lo primero que se debe hacer es la toma de muestras, por lo tanto:

- Las muestras para este ensayo serán especímenes provenientes de mezclas compactadas en el laboratorio o de núcleos tomados de capas asfálticas compactadas en obra.

1. PROCEDIMIENTO

1.1. Para mezclas asfálticas densas:

- 1.1.1. Se determina la gravedad específica bulk de la mezcla compactada, mediante el procedimiento descrito en alguna de las normas INV E- 733, INV E-734 o INV E-802
- 1.1.2. Se determina la gravedad específica máxima, según las normas INV E- 735 o INV E-803, sobre una mezcla asfáltica de idénticas características (en cuanto a los agregados y su granulometría, así como en cuanto al tipo y contenido de asfalto).

1.2. Para mezclas asfálticas abiertas:

- 1.2.1. Se determina la densidad bulk de una probeta de mezcla asfáltica compactada de forma regular, a partir de su masa seca (en g) y de su volumen (en cm³).
 - 1.2.1.1. Se determina la masa seca de la probeta (A), pesándola en el aire.
 - 1.2.1.2. Se mide la altura del espécimen con especial cuidado y precisión, de acuerdo a la norma INV E-744.
 - 1.2.1.3. Se mide el diámetro del espécimen en cuatro sitios diferentes y se calcula su promedio.
 - 1.2.1.4. Se calcula el volumen de la muestra (V) con base en los valores promedio de altura y diámetro.
 - 1.2.1.5. Se calcula la densidad bulk de la probeta dividiendo su masa seca (A) por su volumen (V).
 - 1.2.1.6. Se convierte la densidad bulk en gravedad específica bulk, dividiendo por 0.99709 g/cm³ o 997.07 kg/m³, densidad del agua a 25°C (77°F).



1.3. Se determina la gravedad específica máxima de la mezcla, de acuerdo con las normas INV E-735 o INV E-803, empleando una mezcla asfáltica de idénticas características (en cuanto a agregados y su granulometría, así como en cuanto al tipo y contenido de asfalto).

1.4. Con fines de referencia o arbitraje, se determinan tanto la gravedad específica bulk como la gravedad específica máxima sobre porciones aproximadamente iguales de la misma mezcla asfáltica compactada.

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- INV E-736-13 (paginas 1-6)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 4

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

PUNTO DE ABLANDAMIENTO DE MATERIALES BITUMINOSOS (APARATO DE ANILLO Y BOLA)

9

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes:

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad
Agua destilada recién hervida, para evitar la formación de burbujas sobre la superficie del espécimen, las cuales pueden afectar los resultados del ensayo.			
Glicerina USP [Su punto de inflamación es de 160 °C (320°F)]			
Productos antiadherentes (aceite de silicona, grasa, una mezcla de glicerina y dextrina, talco o arcilla china), si se usa glicerina se debe unas guantes desechables de caucho para manejar los elementos usados con ella.			

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad
Asfalto 60/70		



Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Anillos de latón, de bordes cuadrados.	Unidad	2
Placa de base plana hecha de material no absorbente, con espesor suficiente para prevenir la deformación y de tamaño adecuado [50 x75 mm (2X3'')] para mantener 2 o más anillos.	Unidad	1
Bolas, dos esferas de acero de 9.5 mm de diámetro (3/8''), cada una de ellas con una masa de $3.5 \pm 0.05g$.	Unidad	2
Guías para el centrado de las bolas, dos guías de latón para centrar las bolas de ensayo, una en cada anillo.	Unidad	2
Baño con un vaso de vidrio que se pueda calentar, con un diámetro interno no menor de 85mm, y una altura no inferior a 120 mm.	Unidad	1
Soporte de los anillos y montaje, un soporte de latón, diseñado para sostener los dos anillos en posición horizontal.	Unidad	1
Termómetros, para punto de ablandamiento a baja y alta temperatura.	Unidad	2
Aparatos automáticos, los aparatos normales se pueden sustituir por aparatos de funcionamiento automático que reproduzca las mismas condiciones de ensayo que aquellos.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante
Estopa	Unidad	
1 par de Guantes de Latex	Unidad	

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.	
Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X



OBJETIVOS

General

Determinar el punto de ablandamiento de productos bituminosos en el intervalo de 30 a 157 °C (86 a 315 °F), utilizando el aparato de anillo y bola sumergido en agua destilada (30 a 80 °C) o en glicerina USP (más de 80 hasta 157 °F).

Específicos

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- ASTM D 36, ASTM D 36M – 09

METODOLOGÍA

Lo primero que se debe hacer es la preparación de la muestra, por lo tanto:

- El material bituminoso se deberá muestrear de acuerdo con la norma INV E – 701.
- Se debe verificar que todo haya sido planeado (equipos, materiales, etc.) para terminar el ensayo en un lapso de 6 horas, se calienta cuidadosamente la muestra de material bituminoso, agitando frecuentemente para evitar sobrecalentamientos, hasta asegurar que este suficientemente fluida para poderla verter, al agitarse se deberá evitar la formación de burbujas. El calentamiento de la muestra no deberá tomar más de 2 horas y en ningún caso la temperatura será mayor que 110 °C (200 °F) por encima del punto de ablandamiento esperado. Si el procedimiento se debe repetir no se recalentará la misma muestra, si no que se debe usar una mezcla fresca.
- Se calientan los dos anillos de latón sin la placa de base, aproximadamente a la misma temperatura de vertido del producto asfáltico y se colocan sobre la placa de base que ha sido tratada con un producto antiadherente.
- Se vierte el producto bituminoso dentro de los anillos con un ligero exceso, para que una vez frío, quede un sobrante de material por encima de su borde, se deja enfriar a temperatura ambiente durante un mínimo de 30 minutos. Para los materiales que no son blandos a temperatura ambiente, se enfrían los especímenes al menos durante 30 minutos a una temperatura inferior en no menos de 10 °C (18°F) al punto de ablandamiento esperado.
- Cuando los especímenes se hayan enfriado, se corta el exceso de material de la parte superior, con un cuchillo o espátula caliente, para que la superficie del disco coincida con el nivel superior del anillo.

1. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

1.1. Dependiendo del punto de ablandamiento esperado, se escoge el baño líquido y el termómetro adecuado, entre los siguientes casos:

- 1.1.1. Baño con agua destilada recién hervida, para puntos de ablandamiento esperados entre 30 y 80 °C (86 y 176 °F). Se debe usar un termómetro 15 C (o 15F). La temperatura inicial del baño deberá ser de 5 ± 1 °C (41 ± 2 °F).
- 1.1.2. Baño con glicerina USP, para puntos de ablandamiento esperados por encima de 80 °C (176 °F) y hasta 157 °C (315 °F); se puede usar un termómetro 16 C (o 16 F). La temperatura inicial del baño deberá ser de 30 ± 1 °C (86 ± 2 °F).



- 1.1.3. Para ensayos con fines de referencia, todos los puntos de ablandamiento superiores a 80 °C (176 °C) se deberán determinar en un baño de glicerina, salvo que el cliente exija otra cosa.
- 1.2. Se hace el montaje de los aparatos en una campana de laboratorio, colocando los anillos con los especímenes, las guías para el centrado de las bolas y los termómetros en posición, y se llena el baño con el líquido apropiado, a la temperatura especificada hasta una altura de 105 ± 3 mm ($4 \frac{1}{8} \pm 1/8''$), con el montaje en su lugar. Usando unas pinzas, se colocan las dos bolas en el fondo del baño para que adquiera la misma temperatura de iniciación del resto de montaje.
- 1.3. Se coloca todo el conjunto del baño en agua con hielo, si es necesario, o se calienta muy suavemente, para alcanzar y mantener durante 15 minutos la temperatura de iniciación apropiada, se debe cuidar de no contaminar el líquido del baño.
- 1.4. Usando otra vez las pinzas, se colocan las bolas centradas en sus guías correspondientes, sobre cada uno de los anillos del material a ensayar.
- 1.5. Se calienta el baño en forma pausada, con una rata constante de elevación de la temperatura de 5 °C (9°F) / min. De ser necesario, se colocará una pantalla para proteger el baño de la acción de corrientes de aire. No se debe promediar la velocidad de elevación de la temperatura durante el periodo del ensayo. La máxima variación permitida para un periodo de 1 minuto, después de transcurrido los 3 primeros minutos, será de ± 0.5 °C (± 1 °F). Se debe anular y repetir el repetir cualquier ensayo en el cual la rata de elevación de la temperatura no caga dentro de esos límites.
- 1.6. Se anota para cada pareja de anillo y bola, la temperatura indicada por el termómetro en el momento en que el producto bituminoso que rodea la bola, toque el fondo de la placa de referencia, No se debe hacer ninguna corrección por la parte del vástago del termómetro que no se encuentre sumergida. Si la diferencia entre las dos temperaturas excede de 1°C (2°F), el ensayo se considera inválido y se deberá repetir.

REPORTE DE RESULTADOS

1. Descripción y procedimiento del ensayo realizado (se anexan fotos)
2. Se informará el punto de ablandamiento promedio de la muestra ensayada.
3. Se informará la clase de líquido utilizado para el baño durante el ensayo.
4. Análisis de Resultados y Conclusiones

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

INV E 712-13 (paginas 1-9)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 5

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

PUNTOS DE INFLAMACIÓN Y COMBUSTIÓN MEDIANTE LA COPA ABIERTA CLEVELAND

10

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes :

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad
Solventes para limpieza, de grado técnico apropiados para limpiar el material asfáltico que quede adherido a la copa luego del ensayo. Puede ser tolueno o acetona.			

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
----------------------	--------	----------



Aparato de copa abierta de Cleveland(operación manual), consta de una copa de ensayo, placa de calentamiento, aplicador de llama, calentador y soportes.	Unidad	1
Termómetro de mercurio que tenga un rango de temperatura de 6 °C a 400 °C (20° a 760°), también se pueden emplear medidores eléctricos de temperaturas tales como termocuplas o termómetros de resistencia.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.	
Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Determinar los puntos de inflamación y combustión de productos de petróleo, empleando una copa abierta de Cleveland de manejo manual.

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- ASTM D 92 – 11.



METODOLOGÍA

Lo primero que se debe hacer es la preparación del aparato y de la muestra, por lo tanto:

Preparación del aparato consiste en lo siguiente:

- Se apoya el aparato de copa abierta de Cleveland sobre una mesa firme, a nivel, en un cuarto o compartimiento libre de corrientes de aire. Se protege de la luz fuerte la parte superior del aparato, empleando cualquier medio adecuado, para detectar con facilidad el punto de inflamación.
- Se recomienda instalar un protector contra las corrientes de aire en sitios donde existan ya que no son dignos de confianza.
- Se limpia la copa de ensayo con el solvente de limpieza para remover cualquier residuo de algún ensayo previo, si hay residuos de carbón se deberá remover con una esponjilla metálica. Se debe verificar que la copa este perfectamente limpia y seca antes de cada uso. Antes de su empleo se enfría la copa hasta, por lo menos, 56°C (100°F) por debajo del punto de inflamación supuesto.
- Mediante un soporte adecuado, se sostiene el termómetro en una posición vertical, con su extremo inferior a $6.4\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ($1/4 \pm 1/50''$) sobre el fondo de la copa y localizado en un punto equidistante entre el centro y la pared de la misma, y en un diámetro perpendicular al arco (o línea) de barrido de la llama de ensayo y del lado opuesto al brazo del aplicador de la misma.
- El aparato manual, se deberá preparar de acuerdo con las condiciones de su fabricante, en relación con su calibración, su verificación y su operación.

Preparación de la mezcla consiste en lo siguiente:

- Se debe obtener una mezcla representativa, según la norma INV E-701. Se requieren, al menos, 70 ml de muestra para cada determinación.
- Si no se toma precaución para evitar la pérdida de volátiles de la muestra, se pueden obtener puntos de inflamación erróneamente altos, no se debe abrir innecesariamente el recipiente donde esta almacenada la muestra para prevenir la perdida de volátiles o ingreso de humedad. La muestra se puede solo se podrá transferir de un recipiente a otro si su temperatura es inferior, al menos, 56°C (100 °F) bajo el punto de inflamación supuesto. Siempre que sea posible el punto de inflamación debería ser el primer ensayo a realizar sobre una muestra del asfalto.
- No se deben guardar las mezclas en recipientes agrietados o permeables a los gases, pues el material volátil se puede escapar por las grietas o las paredes.
- En el material se puede presentar alto contenido de hidrocarburos en forma de gases, como el propano y el butano, y no ser detectados en el ensayo, debido a su evaporación durante el muestro y la colocación en la copa.
- Las muestras de materiales muy viscosos se pueden calentar hasta que alcancen una fluidez razonable antes de ser ensayadas, no se deberán calentar por encima del punto de inflamación esperado menos de 56°C (100°F), si excede de este límite, se deber esperar hasta que la temperatura descienda hasta el, antes de transferir la muestra a la copa de ensayo.
- Muestran que contengan agua libre o disuelta pueden ser deshidratadas con cloruro de calcio o se puede filtrar a través de un papel filtro cualitativo o secar con algodón absorbente. Si la muestra contiene agua muy viscosa se debe calentar hasta que alcance la fluidez razonable antes de ser filtrada, esto no debe sobrepasar los 56 °C (100 °F) bajo el punto de inflamación esperado.



1. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- 1.1. Se llena la copa a cualquier temperatura que no sea mayor de 56°C (100°F) por debajo del punto de inflamación esperado de la muestra, de manera que la parte superior del menisco quede a nivel con la marca de llenado de la copa. Si se ha vertido demasiada muestra en la copa, se remueve el exceso empleando una jeringa u otro dispositivo apropiado; sin embargo, si se ha quedado material adherido a la parte exterior de la copa, esta se deberá vaciar, limpiar y volver a llenar. Se deshacen todas las burbujas de aire sobre la superficie de la muestra con un implemento puntiagudo u otro dispositivo apropiado, y se mantiene el nivel requerido de muestra para el ensayo, si persiste la espuma durante las etapas finales del ensayo, este se debe dar por terminado y se ignorará cualquier resultado.
- 1.2. No se debe añadir material sólido a la copa de ensayo. Las muestras sólidas o muy viscosas se deben calentar previamente en otro recipiente, hasta que alcance la fluidez necesaria para ser vertida en la copa.
- 1.3. Se enciende la llama de ensayo y se ajusta a un diámetro entre 3.8 y 5.4 mm (1/8 a 3/16") o al tamaño del abalorio metálico de comparación.
- 1.4. Inicialmente, se aplica calor de manera que la velocidad de incremento de temperatura de la muestra sea de 5 a 17 °C (9 a 30 °F) por minuto. Cuando la temperatura de la mezcla sea de, aproximadamente, 56°C (100°F) por debajo del punto de inflamación esperado, se disminuye la intensidad de calor, de manera que la temperatura aumente, para los últimos 28°C (50°F) antes de llegar al punto de inflamación, a razón de 5 a 6 °C (9 a 11 °F) por minuto.
- 1.5. Cuando la temperatura de la muestra este en unos 28°C (50°F) por debajo del punto de inflamación supuesto, se comienza la operación de barrido con la llama de ensayo, una vez por cada aumento de 2°C (5°F). Se pasa la llama de ensayo a través del centro de la copa, en ángulos rectos con el diámetro que pasa a través del termómetro, con un movimiento suave y continuo, bien sea en una línea recta o a lo largo del arco de una circunferencia que tenga un radio de, al menos, 150 ± 0.1mm (6 ± 0.039"). El centro de la llama de prueba se debe mover en un plano horizontal que este a no más de 2mm (5/64") por encima del plano del borde superior de la copa, pasando en un solo sentido. La siguiente pasada [a una temperatura de 2°C (5°F) mayor] se realizará en dirección opuesta. El tiempo empleado para efectuar un barrido de la llama de ensayo a través de la copa, deberá ser de 1 ± 0.1 segundos.
- 1.6. Durante los últimos 28°C (50°F) de aumento de temperatura antes del punto de inflamación esperado, se debe evitar la perturbación de los vapores en la copa de ensayo por movimientos repentinos o por corrientes de aire cerca de la copa.
- 1.7. Cuando persiste espuma encima del espécimen de ensayo durante los últimos 28°C (50°F) por debajo del punto de inflamación supuesto, se da por terminado el ensayo y se ignora cualquier resultado.
- 1.8. Se debe prestar atención a todos los detalles relacionados con la llama de ensayo, tales como tamaño de esta y la velocidades de incremento de temperatura y de paso de la llama sobre el espécimen, con el fin de garantizar la validez de los resultados del ensayo.
- 1.9. Cuando se ensaye la muestra para la cual se desconozca la temperatura esperada de punto de inflamación, se debe llevar el material en la copa de ensayo a una temperatura no mayor a 50°C (122°F), o si el material requiere calentamiento antes de colocarlo en la copa, se calentará hasta la temperatura adecuada de transferencia posteriormente, se permitirá que la temperatura disminuya a 50° (122°F). A continuación, se aplica la llama de ensayo como se describió en el numeral 1.5, comenzando al menos 5°C (9°F) por encima de la temperatura de inicio. Se continúa el calentamiento de la muestra a una rata de 5 a 6 °C (9 a 11 °F) por minuto, aplicando la llama de ensayo a intervalos de 2°C (5°F) como se describe en el numeral 1.5, hasta obtener el punto de inflamación.
- 1.10. Se registra como punto de inflamación esperado, la lectura en el aparato de medida de temperatura, en el instante en que la llama de ensayo produce un destello marcado sobre la superficie de la muestra. Se considera que la muestra se ha inflamado cuando aparece una llama larga en cualquier punto de la superficie, que se propaga instantáneamente sobre la superficie del espécimen.



- 1.11.** No se debe confundir el verdadero destello que indica el punto de inflamación, con un halo azulado que, a veces rodea la llama de ensayo, este no es el punto de inflamación y debe ser ignorado.
- 1.12.** Cuando se detecta un punto de inflamación o de combustión durante algún ensayo preliminar de llama o en la primera aplicación de la llama de ensayo, la prueba se deberá interrumpir, los resultados de descartaran y se repetirá nuevamente el ensayo con una muestra fresca a una temperatura menor de 28°C (50°F) o más de la hallada cuando el punto de inflamación fue detectado en la primera aplicación.
- 1.13.** Para determinar el punto de combustión, se continúa calentando el espécimen a la misma velocidad de 5 a 6°C (9 a 11 °F) /min y se continúa pasando la llama de ensayo a intervalos de 2°C (5°F), hasta que el espécimen se encienda y mantenga la llama por lo menos durante 5 segundos. Se registra como punto de combustión la temperatura a la cual la llama de ensayo produce esta ignición sostenida de la muestra.
- 1.14.** Determinados los puntos de inflamación y combustión, se apaga la muestra, se suspende el calentamiento y se dejan enfriar los aparatos, cuando se haya enfriado a una temperatura de manejo segura inferior a 60°C (140°F) se remueve la copa y se limpia, al igual que el resto de los accesorios de manera que lo recomiende el fabricante.

REPORTE DE RESULTADOS

1. Descripción y procedimiento del ensayo realizado (se anexan fotos)
2. Se informa el valor corregido del punto de inflamación o de combustión.
3. Análisis de Resultados y Conclusiones

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

INV E 709-13 (paginas 1-19)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 3

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD DEL ASFALTO EMPLEANDO UN VISCOSÍMETRO ROTACIONAL

11

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes :

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad
.			

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Horno capaz de mantener y controlar cualquier temperatura, desde la ambiente hasta 260°, con una precisión de $\pm 3^{\circ}\text{C}$.	Unidad	1
Termómetros para medir temperaturas desde 60 hasta 200°C, legibles cada 0.2°C.	Unidad	1
Balanza con capacidad de 2000g y lecturas de 0.1g.	Unidad	1
Vástagos cilíndricos de varios tamaños para emplear con asfaltos de diferentes viscosidades.	Unidad	1
Viscosímetro rotacional capaz de medir el par de torsión necesario para girar el vástago sumergido en asfalto a velocidad constante y a temperatura de ensayo fijada.	Unidad	1



Unidad de control de temperatura, para mantener temperaturas de las muestras con una precisión de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, temperaturas entre 60 y 165°C o más.	Unidad	1
Elementos adicionales, contenedor térmico con tapa aislante, capsulas para las muestras, soporte para las capsulas, pinzas de extracción, lienzo para limpiar, etc.	Unidad	1
Solventes o limpiadores desengrasantes, alcohol mineral, varsol o un limpiador desengrasante apto para los vástagos.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo a el tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Medir la viscosidad de un ligante asfáltico a temperatura elevada, desde 60 hasta más de 200°C , usando un viscosímetro rotacional.

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- AASTHO T 316-06

METODOLOGÍA

Lo primero que se debe hacer es la preparación de la muestra y del aparato, por lo tanto:

- Preparación del aparato: El viscosímetro rotacional se debe encontrar perfectamente nivelado en el instante del ensayo. Para ello, se ubica un nivel tipo burbuja encima del viscosímetro, el cual se ajusta mediante tornillos de nivelación dispuestos en la base del equipo.



- Preparación de la mezcla:
Se obtiene la muestra de asfalto o asfalto modificado de acuerdo a la norma INV E-701.
Se calienta el asfalto del cual se obtiene la muestra, hasta que este lo suficientemente fluido para ser vertido.
El calentamiento previo al ensayo remueve asociaciones moleculares reversibles (endurecimiento estérico) que puede ocurrir durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

1. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- 1.1. Se debe leer y comprender la información contenida en el manual del viscosímetro rotacional, antes de preceder con su manejo.
- 1.2. Se enciende el viscosímetro rotacional y la unidad de control de temperatura.
- 1.3. Se precalienta el soporte de las capsulas para las muestras junto con la capsula para la muestra y el vástago seleccionado, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- 1.4. Se ajusta la unidad de control de temperatura a la temperatura de ensayo deseada.
- 1.5. Se calienta la cantidad requerida del ligante asfáltico.
- 1.6. Cuando la unidad de control térmico indique que se ha alcanzado la temperatura indicada, se retira el soporte de las capsulas conteniendo la capsula para la muestra y se adiciona a esta la cantidad requerida de asfalto.
- 1.7. Con ayuda de las pinzas de extracción se remueve su soporte de la capsula que contiene la muestra caliente y se coloca en un contenedor térmico.
- 1.8. Se alinea el contenedor térmico con el viscosímetro. Se retira del horno el vástago seleccionado y se coloca en la parte inferior del viscosímetro, utilizando los elementos de acople que éste tiene para ello. Una vez acoplado el vástago, se baja suavemente de modo que penetre en la muestra asfáltica hasta que el asfalto cubra su parte cónica superior.
- 1.9. Se coloca la tapa aislante sobre la abertura del contenedor térmico y se lleva la muestra de asfalto a la temperatura deseada en un término aproximado de 30 minutos. Se ajusta la velocidad de rotación a 20 rpm y se ajusta el lector digital, para que indique la viscosidad en pascals-segundo (Pa-s). Esta operación se puede efectuar de forma manual o usando un software especial.
- 1.10. Se permite que la muestra de asfalto se equilibre a la temperatura deseada, por un periodo mínimo de 10 minutos. Durante este periodo de equilibrio, se pone a rotar el vástago y se va observando la viscosidad. Se espera a que la lectura en la pantalla se estabilice, antes de realizar cualquier medida. Si el par de torsión observado está fuera del rango para la combinación seleccionada del vástago y velocidad de rotación, se cambian el vástago y/o la velocidad, según las recomendaciones dadas por el fabricante para el valor anticipado (supuesto) de viscosidad. Si se hace el cambio, se deberá reemplazar la muestra de ensayo por una nueva. Cuando la lectura de la viscosidad permanece constante, se considera equilibrada la temperatura y se puede comenzar el ensayo.
- 1.11. Se lee y registra el valor de la viscosidad a intervalos de un minuto por un total de tres minutos.
- 1.12. Se retira la cápsula del contenedor térmico utilizando las pinzas de extracción y se desecha la muestra. Se deja enfriar la cápsula unos 5 minutos y luego se limpia empleando alcohol mineral u otro solvente apropiado. En seguida, se limpia con un lienzo de manera que no queden residuos de solventes. La acetona es efectiva para remover residuos de solventes.
- 1.13. Se repiten los pasos 1.1 al 1.12 para determinar la viscosidad a otras temperaturas.

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

INV E 717-13 (paginas 1-8)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 5

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

ANÁLISIS VOLUMÉTRICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS EN CALIENTE

12

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes :

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad
.			

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Balanza, con capacidad suficiente, con posibilidad de lectura de 0.1g y con exactitud de 0.1g o 0.1% de la carga de ensayo.	Unidad	1



Picnómetro, en el que se pueda introducir la muestra del agregado fino y donde se puedan apreciar volúmenes con una exactitud de $\pm 0.1 \text{ cm}^3$	Unidad	1
Canastillas metálicas, como recipientes para las muestras en las pesadas sumergidas.	Unidad	1
Tamices, un tamiz de 4.75mm (No.4) y los demás que se puedan requerir.	Unidad	1
Horno, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$).	Unidad	1
Termómetro, de líquido en vidrio, calibrado.	Unidad	1
Recipiente plano, de tamaño suficiente para contener la muestra.	Unidad	1
Baño de agua, que pueda regular la temperatura del ensayo.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Proporcionar los procedimientos para llevar a cabo el análisis volumétrico de especímenes compactados de mezcla asfáltica en caliente.

Específicos:

N/A



CONOCIMIENTOS PREVIOS

- CAPITULO 4, "Volumetric properties of Compacted Paving Mixtures", sexta edición del manual MS-2 del Instituto de Asfalto, 1995.

METODOLOGÍA

1. PROCEDIMIENTO:

- 1.1. Se determinan los porcentajes, en masa, de cemento asfáltico y agregado pétreo empleados en la elaboración de la mezcla. Si se está diseñando la mezcla, serán los porcentajes en los cuales ellos se están mezclando. Si se trata de mezclas tomadas en planta o en la vía, dichos porcentajes se determinarán de acuerdo con las normas INV E-729 o INV E-732. Los valores obtenidos se designarán como Po y Pu y su suma deberá ser igual a 100.
- 1.2. Se determinan las gravedades específicas bulk (gravedades específicas secas al horno-SH) del agregado fino (norma INV E-222) y del agregado grueso (norma INV E-223). Si se incorpora llenante mineral de manera independiente, su gravedad específica se deberá determinar según la norma INV E-128.
- 1.3. Se determina la gravedad específica del cemento asfáltico (norma INV E-707).
- 1.4. Se calcula la gravedad específica bulk del agregado combinado en la mezcla (incluyendo el llenante mineral), según lo establecido en la fórmula de trabajo, con la expresión.

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}}$$

- Donde:
- G_{sb} : Gravedad específica bulk del agregado combinado.
- P_1, P_2, P_n : Porcentajes individuales de los distintos agregados (y llenante) que intervienen en el agregado combinado.
- G_1, G_2, G_n : Gravedades específicas bulk de las diferentes fracciones del agregado.

- 1.5. Se mide la gravedad específica máxima de la mezcla (normas INV E-735 o INV E-803)
- 1.5.1. Si se está diseñando la mezcla, se determina la gravedad específica máxima de la mezcla para los diferentes contenidos de cemento asfáltico con los cuales se están elaborando los especímenes de ensayo.
- 1.6. Se determina la gravedad específica bulk de cada espécimen compactado (normas INV E-733, INV E-734 o INV E-802).
- 1.7. Se calcula la gravedad efectiva del agregado pétreo, empleando la expresión:

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

- Donde:
- G_{se} : Gravedad específica efectiva del agregado combinado
- P_{mm} : Gravedad específica máxima de la mezcla (numeral 1.5)
- G_{mm} : Porcentaje en masa de la mezcla total suelta=100
- P_b : Gravedad específica del concreto asfáltico (numeral 1.3)
- G_b : Porcentaje de cemento asfáltico en la mezcla (numeral 1.1)



1.8. Como una alternativa al procedimiento descrito en el numeral 1.5.1, la gravedad específica efectiva del agregado pétreo se puede emplear para calcular la gravedad específica máxima de la mezcla para contenidos de asfalto diferentes al usado para determinar en el paso 1.5, empleando para ello la siguiente expresión:

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

- Donde:
- G_{mm} : Gravedad específica máxima de la mezcla (sin vacíos con aire)
- P_{mm} : Porcentaje en masa de la mezcla total suelta=100
- P_s : Porcentaje del agregado en la mezcla (numeral 1.1)
- G_{se} : Gravedad específica efectiva del agregado combinado (numeral 4.7)
- P_b : Porcentaje del cemento asfáltico en la mezcla (numeral 1.1)
- G_b : Gravedad específica del cemento asfáltico (numeral 1.3)

1.9. Se calcula el asfalto absorbido, P_{ba} , como porcentaje de la masa del agregado, con la siguiente expresión:

$$P_{ba} = 100 \left[\frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{se} \times G_{sb}} \right] G_b$$

1.10. Se calcula el contenido de asfalto efectivo, P_{be} , como porcentaje de la masa de la mezcla, con la siguiente expresión:

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} P_s$$

1.10.1. El contenido de asfalto efectivo es el contenido de asfalto incorporado en la mezcla menos la cantidad de asfalto que se pierde por haber sido absorbida por las partículas del agregado pétreo. En otras palabras, es la porción del asfalto incorporado en la mezcla que permanece cubriendo las partículas del agregado y que gobierna el comportamiento de la mezcla.

1.11. Se calcula el porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado mineral (VAM) con respecto al volumen total del espécimen compactado, con la siguiente expresión:

$$VAM = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} P_s$$

- Donde:
- G_{mb} : Gravedad específica bulk de la mezcla compactada (numeral 1.6)
- G_{sb} : Gravedad específica bulk del agregado combinado (numeral 1.4)
- P_s : Porcentaje del agregado de la mezcla (numeral 1.1)

1.12. Se calcula el porcentaje de vacíos de aire con respecto al volumen total del espécimen compactado, V_a , en el espécimen compactado con la siguiente expresión:

$$V_a = \left[\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right]$$

- Donde:
- G_{mm} : Gravedad específica máxima de la mezcla (numeral 1.5 o 1.8)
- G_{mb} : Gravedad específica bulk de la mezcla compactada (numeral 1.6)



- 1.13.** Se calcula el porcentaje de vacíos llenos de ligante asfáltico (VFA), como una porción en el agregado mineral (VAM), con la siguiente expresión:

$$VFA = 100 \left[\frac{VAM - V_a}{VAM} \right]$$

- Donde:
- VAM : Vacíos en el agregado mineral en la probeta compactada (numeral 1.11)
- V_a : Vacíos con aire en la probeta compactada (numeral 4.12)

- 1.14.** Se calcula la relación de polvo o relación llenante/ligante efectivo, con la siguiente expresión:

$$\text{Relación llenante – ligante efectivo} = \frac{P_{0.075}}{P_{be}}$$

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

INV E 799-13 (paginas 1-10)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 3

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

ESPESOR DE LA PELICULA DE ASFALTO EN MEZCLAS BITUMINOSAS

13

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes :

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad
.			

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Tamices, de tamaños 4.75mm(No.4), 2.36mm(No.8), 1.18mm(No.16), 600µm(No.30), 300µm(No.50), 150µm(No.100), 75µm(No.200).	Unidad	1
	Unidad	1



Tamizadora mecánica, deberá impartir a los tamices un movimiento vertical, o lateral y vertical.	Unidad	1
Balanza, con capacidad suficiente, con posibilidad de lectura de 0.1g y con exactitud de 0.1g o 0.1% de la carga de ensayo.	Unidad	1
Horno, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).	Unidad	1
Recipiente plano, de tamaño suficiente para contener la muestra.	Unidad	1
Baño de agua, que pueda regular la temperatura del ensayo.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Estimar el espesor medio de la película de ligante en una mezcla asfáltica.

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS



- ITM No.589-12P INDIANA DOT.

METODOLOGÍA

1. PROCEDIMIENTO:

- 1.1. Se debe determinar la granulometría del agregado total incorporado (incluyendo los porcentajes que pasan por los tamices necesarios en el ensayo) y el contenido de ligante incorporado en la mezcla, los correspondientes a la fórmula de trabajo si se está en etapa de diseño o los determinados según las normas INV E-729, INV E-732 o INV E-743 (contenido de asfalto) e INV E-782 (granulometría) cuando se trate de análisis de mezclas en el campo.
- 1.2. Se debe determinar la densidad bulk de los agregados totales incorporados a la mezcla, la correspondiente a la gravedad bulk promedio calculada de acuerdo con la norma INV E-799.
- 1.3. Se debe determinar la densidad del ligante de acuerdo con la norma INV E-707.
- 1.4. Se determinan la gravedad específica efectiva del agregado pétreo (G_{se}) el porcentaje de asfalto absorbido (P_{ba}) y el contenido de ligante efectivo (P_{be}) en la mezcla asfáltica, de acuerdo con la norma INV E-799.

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

INV E 741-13 (paginas 1-6)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 4

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

PENETRACIÓN DE LOS MATERIALES BITUMINOSOS

14

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes :

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Penetrómetro constituido por un mecanismo que permite el movimiento vertical sin rozamiento apreciable de un vástago o soporte móvil que fije la aguja de penetración, la masa del vástago debe ser de 47.5 ± 0.05 g y la masa total del conjunto móvil formado por el vástago con la aguja de 50 ± 0.05 g.	Unidad	1
Aguja de penetración en acero inoxidable endurecido y templado (440 °C con dureza Rockwell HRC 54 a HRC 60), Las agujas pueden ser estándar de 50mm de longitud mientras que la aguja larga tiene 60mm de longitud, el diámetro de estas agujas debe estar entre 1.00 y 1.02 mm.	Unidad	1



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 2 de 4

Recipiente para la muestra serán en metal o en vidrio de forma cilíndrica y fondo plano.	Unidad	1
Baño de agua, se utiliza recipientes con capacidad mínima de 10 litros y que mantengan una temperatura de 25 ± 0.1 °C (77 ± 0.2 °F)	Unidad	1
Recipiente de transferencia con capacidad mínima de 350 ml y una altura suficiente para contener la cantidad de agua necesaria para cubrir el recipiente de mayor tamaño de la muestra.	Unidad	1
Dispositivo para medir el tiempo, mediante un reloj eléctrico, un cronometro o un instrumento de tiempo cualquiera graduado en 0.1 segundos o menos que cuente con una exactitud de ± 0.1 s en un intervalo de 60 segundos.	Unidad	1
Termómetro de mercurio con vástago de vidrio de inmersión total con subdivisiones y escala máxima de error de 0.1 °C.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante
Guantes	unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Determinar la consistencia de los materiales bituminosos sólidos y semisólidos en los cuales el único o el componente principal es el asfalto.

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS

- ASTM D 5 – 06



METODOLOGÍA

Lo primero que se debe hacer es la preparación de la muestra, por lo tanto:

- Si la muestra no presenta una consistencia suficientemente fluida cuando se recibe, se deberá calentar cuidadosamente para así evitar sobrecalentamientos y homogeneizar el material, hasta que alcance una fluidez ideal que permita el vertido en el recipiente para la muestra, en ningún caso la temperatura podrá exceder la prevista para el punto de ablandamiento (norma INV E -172) en más de 90 °C (195 °F) y el tiempo de calentamiento deberá ser el mínimo que garantice la fluidez del producto.
- Se vierte la muestra dentro del recipiente adecuado hasta una altura tal, que cuando se enfríe a la temperatura de ensayo el espesor de la muestra sea, al menos 120% la profundidad hasta la cual se espere penetre la aguja, si el recipiente para la muestra tiene menos de 65mm de diámetro se espera que la penetración sea mayor de 200, se deben preparar tres porciones separadas para cada variación en las condiciones de ensayo.
- Se permite que la muestra se enfríe al aire a una temperatura entre 15 y 30 °C por un periodo entre 45 minutos y 1 ½ hora para el para el tamaño medio (55 x 35 mm) y entre 1 ½ horas para el grande.

1. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- 1.1. Principalmente se comprueba que el vástago soporte de la aguja se encuentre limpio y seco, que se deslice suave y sin rozamiento sobre su guía, la aguja de penetración se limpia con tolueno u otro disolvente y se seca con un paño limpio, en caso que se especifique otra carga, se coloca el peso suplementario de 50g sobre el vástago, para obtener una masa móvil total de 100 ± 0.1 g, se usara una aguja larga si se espera una penetración mayor a 350, en los demás casos se usara la aguja estándar.
- 1.2. El ensayo de penetración se puede realizar directamente en el baño de agua, colocando el penetrómetro sobre la plataforma que debe tener el baño y sobre la base del penetrómetro el recipiente con la muestra, este debe quedar completamente sumergido, si el ensayo no se va realizar con el penetrómetro dentro del baño, entonces se coloca el recipiente de transferencia, de manera que aquel quede cubierto completamente con agua a temperatura de ensayo y en seguida, se ubica el recipiente de transferencia sobre la base del penetrómetro.
- 1.3. Se verifica que el penetrómetro se encuentre nivelado.
- 1.4. Se verifica que el lector digital o la aguja del penetrómetro se encuentre en cero, se aproxima la aguja del penetrómetro hasta que su punta toque justamente la superficie de la mezcla, sin que penetre, lo cual se facilita aproximado la aguja y su imagen reflejada mediante una lámpara auxiliar, convenientemente colocada. Se suelta el mecanismo que libera la aguja durante el tiempo especificado, finalmente se lee y se anota la distancia, expresada en decimas de milímetros que haya penetrado la aguja en la muestra, si el recipiente con la muestra se mueve durante la penetración, se anula el resultado.
- 1.5. Se deberá hacer al menos tres penetraciones en cada recipiente sobre diferentes puntos de la superficie separados como mínimo, 10 mm (3/8") entre si y de las paredes del recipiente, si se ha utilizado el recipiente de transferencia, el conjunto del recipiente y del baño, se retornarán al baño principal hasta que se vaya a efectuar la penetración siguiente. Después de cada penetración, se desmonta y saca la aguja y se limpia cuidadosamente con un trapo limpio y seco. Cuando las penetraciones obtenidas sean mayores de 200, se usarán al menos tres agujas, dejándolas en las muestras hasta que las tres determinaciones se hayan completado. Si el recipiente para la muestra tiene menos de 65mm de diámetro y se espera que la penetración sea mayor a 200 la prueba se hace en tres recipientes a razón de una penetración en cada recipiente.

REPORTE DE RESULTADOS

1. Descripción y procedimiento del ensayo realizado (se anexan fotos)
2. El resultado del ensayo será promediado de tres penetraciones cuyos valores no difieran en más de las siguientes cantidades:

Penetración (0.1 mm)	0 a 49	50 a 149	150 a 249	250 a 500
----------------------	--------	----------	-----------	-----------



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 4 de 4

Diferencia máxima entre valores extremos	2	4	12	20
3. Si excede la tolerancia se anulan los resultados obtenidos y se procederá a la realización de un nuevo ensayo.				
4. Análisis de Resultados y Conclusiones				

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

INV E 706-13 (paginas 1-9)



Código: DO-VI-F-628

Versión: 02

Emisión: 01/03/2019

Página 1 de 3

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

Práctica No.

ESPESOR DE LA PELICULA DE ASFALTO EN MEZCLAS BITUMINOSAS

15

Fecha de la practica

Laboratorio ó Área de la practica

Laboratorio de Pavimentos

Espacio académico

Pavimentos

Facultad o Unidad

Ingeniería civil

Nombre del docente o instructor

Grupo:

Número total de estudiantes :

Número de subgrupos para la práctica:

Hora de inicio:

Hora de salida:

Espacio de Carácter:

Académico

Teórico

Teórico - práctico

X

Práctico

Metodología del espacio académico

Presencial

X

Virtual

Distancia

MATERIALES - REACTIVOS - EQUIPOS

Reactivo	Concentración	Unidad	Cantidad
.			

Materiales y Consumibles	Unidad	Cantidad

Equipos y Accesorios	unidad	Cantidad
Tamices, de tamaños 4.75mm(No.4), 2.36mm(No.8), 1.18mm(No.16), 600µm(No.30), 300µm(No.50), 150µm(No.100), 75µm(No.200).	Unidad	1
	Unidad	1



Tamizadora mecánica, deberá impartir a los tamices un movimiento vertical, o lateral y vertical.	Unidad	1
Balanza, con capacidad suficiente, con posibilidad de lectura de 0.1g y con exactitud de 0.1g o 0.1% de la carga de ensayo.	Unidad	1
Horno, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).	Unidad	1
Recipiente plano, de tamaño suficiente para contener la muestra.	Unidad	1
Baño de agua, que pueda regular la temperatura del ensayo.	Unidad	1

MATERIALES A TRAER POR LOS ESTUDIANTES

Elementos	Unidad	Cantidad
Bata	Unidad	1 por estudiante

MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD NECESARIAS

Es obligatorio para el ingreso y permanencia en las actividades de laboratorio el uso de bata manga larga anti fluidos, guantes de nitrilo, mascarilla de gases, gafas de seguridad, gorro desechable, pantalón sin desgastes o rotos, camisa manga larga y zapatos cerrados o botas de seguridad. Los siguientes son elementos de protección a emplear de acuerdo al tipo de actividad que se va a desarrollar.

Elementos	señalar si el estudiante lo requiere
Guantes de carnaza	X
Tapabocas desechable	X
Protector auditivo	
Casco de seguridad	
Otros: Gafas de seguridad	X

OBJETIVOS

General:

Estimar el espesor medio de la película de ligante en una mezcla asfáltica.

Específicos:

N/A

CONOCIMIENTOS PREVIOS



- ITM No.589-12P INDIANA DOT.

METODOLOGÍA

1. PROCEDIMIENTO:

- 1.1. Se debe determinar la granulometría del agregado total incorporado (incluyendo los porcentajes que pasan por los tamices necesarios en el ensayo) y el contenido de ligante incorporado en la mezcla, los correspondientes a la fórmula de trabajo si se está en etapa de diseño o los determinados según las normas INV E-729, INV E-732 o INV E-743 (contenido de asfalto) e INV E-782 (granulometría) cuando se trate de análisis de mezclas en el campo.
- 1.2. Se debe determinar la densidad bulk de los agregados totales incorporados a la mezcla, la correspondiente a la gravedad bulk promedio calculada de acuerdo con la norma INV E-799.
- 1.3. Se debe determinar la densidad del ligante de acuerdo con la norma INV E-707.
- 1.4. Se determinan la gravedad específica efectiva del agregado pétreo (G_{se}) el porcentaje de asfalto absorbido (P_{ba}) y el contenido de ligante efectivo (P_{be}) en la mezcla asfáltica, de acuerdo con la norma INV E-799.

REPORTE DE RESULTADOS

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

INV E 741-13 (paginas 1-6)