

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

## **GUÍA DE LABORATORIO PARA ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE EMPLEANDO EL EQUIPO MARSHALL**

### Tabla de contenido

1.	RESUMEN.....	2
2.	MARCO TEÓRICO .....	2
3.	MATERIALES Y EQUIPO REQUERIDOS .....	3
4.	OBJETIVO.....	8
5.	PROCEDIMIENTO .....	8
5.1.	Elaboración de probetas .....	8
6.	ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO .....	12
7.	RESULTADOS .....	14
8.	REFERENCIAS .....	16
9.	RECOMENDACIONES .....	16

### Lista de figuras

Figura 1.	Molde para probeta Marshall.....	3
Figura 2.	Martillo de compactación de manejo manual.....	4
Figura 3.	Máquina de compresión.....	6
Figura 4.	Mordaza.....	7
Figura 5.	Adición del asfalto a los agregados y mezcla manual sobre una placa .....	10
Figura 6.	Golpes con la espátula a la mezcla dentro del molde .....	11
Figura 7.	Aplicación de carga a la probeta Marshall.....	13
Figura 8.	Determinación del flujo para dos tipos de falla de la probeta.....	14

### Lista de tablas

Tabla 1.	Tamaños recomendados para la muestra.....	9
----------	---	---

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

## 1. RESUMEN

En esta guía de laboratorio se establece el procedimiento del ensayo que consiste en la fabricación de probetas cilíndricas de mezcla asfáltica, de 102 mm (4") de diámetro y una altura nominal de 63.5 mm (2½"), las cuales se someten a curado en un baño de agua o en un horno, y luego a carga en la prensa Marshall bajo condiciones normalizadas, determinándose su estabilidad y su deformación (flujo). El ensayo Marshall se puede realizar con dos tipos de equipos: (1) el método tradicional, que emplea un marco de carga con un anillo de carga y un dial para medir la deformación (flujo) de las probetas (Método A), y (2) un registrador de carga-deformación combinada con una celda de carga y un transductor lineal diferencial variable (TLDV) u otro dispositivo de registro automático de la deformación (Método B), según la norma INVIA E-748-13. También se encuentran descritos los instrumentos que se utilizaran y el proceso que se debe realizar para ejecutar la práctica. Se recomienda verificar el estado de los elementos antes de utilizarlos, tener cuidado con los instrumentos y por último dejar los elementos limpios y en orden después de utilizarlos.

## 2. MARCO TEÓRICO

Las probetas elaboradas de acuerdo con el procedimiento descrito en esta norma se utilizan tanto para determinar la estabilidad y el flujo, como para realizar análisis de densidad y de vacíos, los cuales se aplican tanto en el diseño de las mezclas asfálticas como en la evaluación de la compactación en el campo.

Con estas probetas se pueden realizar otros ensayos físicos, como los de resistencia a la tensión indirecta (que se usa para determinar la susceptibilidad al agua de las mezclas compactadas), fatiga, creep y módulo resiliente.

Si la información obtenida mediante este ensayo se va a emplear en el diseño de la mezcla asfáltica, los resultados de estabilidad y flujo se deberán obtener a partir del promedio de los valores obtenidos con un mínimo de tres especímenes para cada contenido de ligante asfáltico.

Los valores de estabilidad y flujo de especímenes obtenidos a partir de mezclas elaboradas en la planta pueden variar significativamente en relación con los valores de

 <b>UNIVERSIDAD DISTRITAL</b> <b>FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</b>	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <b>SIGUD</b> <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

diseño de laboratorio, debido a las diferencias entre los mezclados en planta y en laboratorio, en especial en lo referente a la eficiencia del mezclado y al envejecimiento del asfalto.

La estabilidad y el flujo Marshall se pueden determinar, también, sobre núcleos extraídos de capas de pavimento, con propósitos de información o de evaluación.

### **3. MATERIALES Y EQUIPO REQUERIDOS**

Dispositivo para moldear probetas: Molde cilíndrico con un collar de extensión y una placa de base plana.

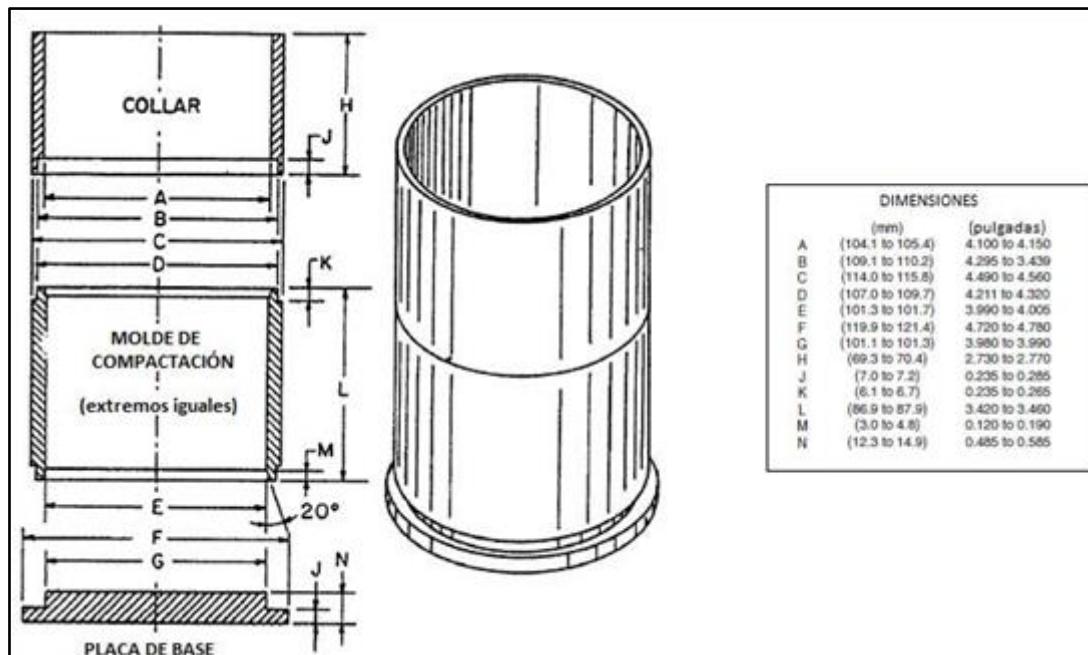


Figura 1. Molde para probeta Marshall. Fuente INVIAS E-748-13

Extractor de probetas: Elemento de acero en forma de disco, con diámetro de 100 mm (3.95") y 12.7 mm ( $\frac{1}{2}$ ") de espesor, utilizado para extraer la probeta compactada del molde con la ayuda del collar de extensión.

Martillos de compactación: Martillos de compactación con mango sostenido manualmente. De operación manual o mecánica. Consisten en dispositivos de acero con una base plana circular de compactación con una articulación de resorte y un pisón

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017

**SIGUD**  
Sistema Integrado de Gestión

deslizante de  $4.54 \pm 0.01$  kg ( $10 \pm 0.02$  lb) de masa total, montado en forma que proporcione una altura de caída de  $457.2 \pm 1.5$  mm ( $18 \pm 0.06$ ").

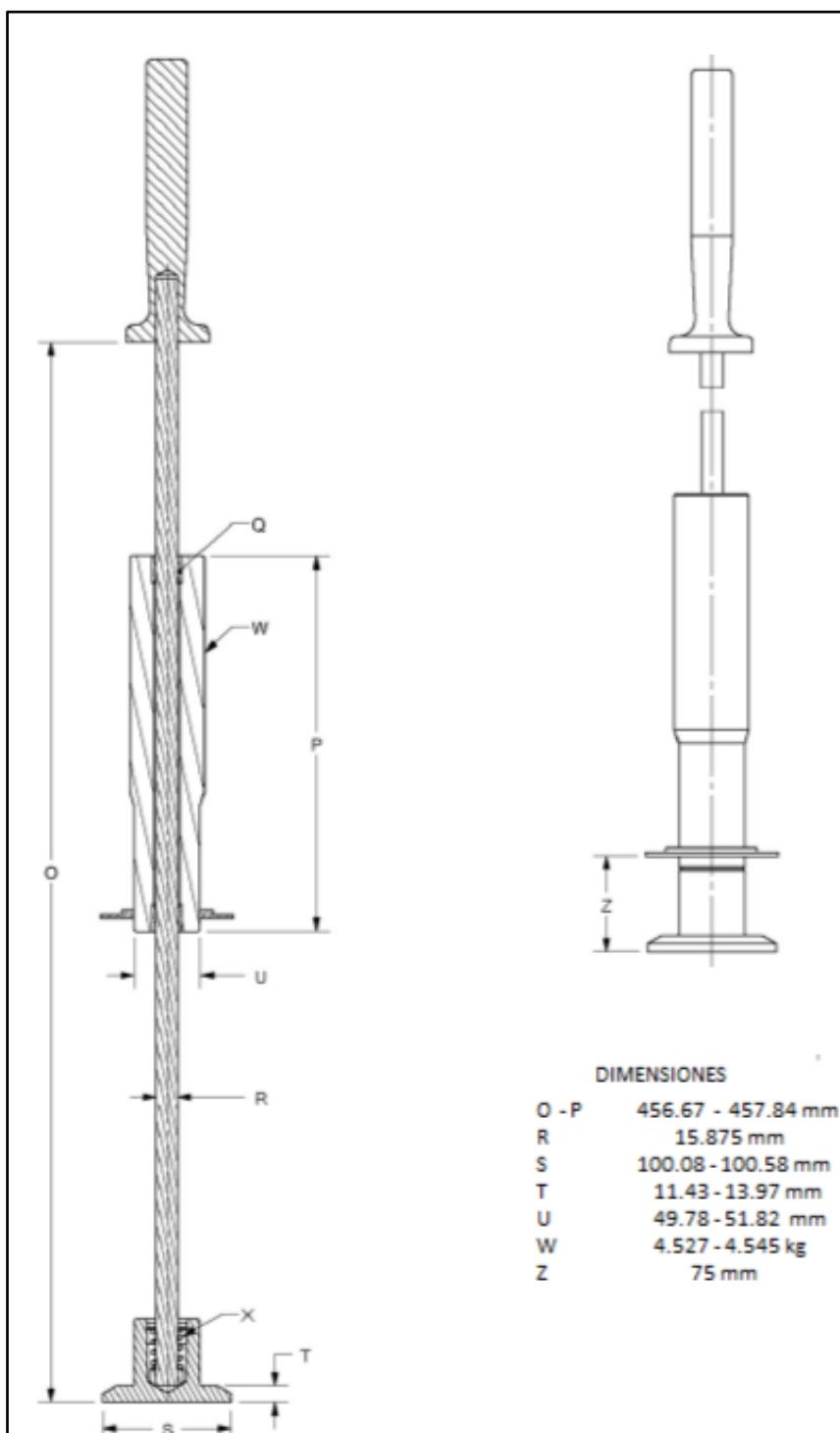


Figura 2. Martillo de compactación de manejo manual. Fuente: INVIAST E-748-13

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

**Martillos de compactación de mango fijo:** Operados mecánicamente, provistos de un contrapeso ubicado en la parte superior de la máquina que evita el efecto de rebote sobre la muestra y de una base con un dispositivo que le proporciona rotación continua.

**Sujetador para el molde:** Dispositivo con resorte de tensión, diseñado para centrar rígidamente el molde de compactación sobre el pedestal. En los equipos que tienen varios compactadores, los sujetadores no se encuentran necesariamente centrados.

**Pedestal de compactación:** Pieza prismática de madera de base cuadrada, de 203.2 mm de lado y 457.2 mm de altura (8" x 8" x 18"), provista en su cara superior con una platina cuadrada de acero de 304.8 mm de lado y 25.4 mm de espesor (12" x 12" x 1"), firmemente sujetada al pedestal. La madera será roble, pino amarillo u otra clase, con una densidad seca de 670 a 770 kg/m<sup>3</sup> (42 a 48 lb/pie<sup>3</sup>). El conjunto se debe fijar firmemente a una base de concreto mediante soportes en escuadra

**Elementos de calefacción:** Para calentar los agregados, el asfalto, los moldes, los martillos y otros elementos, se requiere un horno o una placa de calefacción provista de control termostático, capaz de mantener la temperatura en un rango de  $\pm 3^\circ \text{ C}$  ( $\pm 5^\circ \text{ F}$ ) en relación con las temperaturas requeridas para la mezcla y la compactación.

**Mezcladora:** Se recomienda que la operación de mezclado de los materiales se realice con una mezcladora mecánica capaz de producir, en el menor tiempo posible, una mezcla homogénea a la temperatura requerida

**Mordazas:** Consisten en dos segmentos cilíndricos de hierro fundido gris, acero fundido o de tubería de acero recocido. La mordaza inferior va montada sobre una base plana, provista de dos varillas perpendiculares a ella (de 12.5 mm ( $\frac{1}{2}$ ") de diámetro o más), que sirven de guía para ensamblarla con la mordaza superior, sin que queden muy apretadas o sueltas. El bisel de las mordazas debe ser el que muestra la Figura 4, para evitar resultados erróneos.

**Máquina de compresión:** Para la rotura de las probetas se empleará una prensa mecánica o hidráulica, capaz de producir una velocidad uniforme de desplazamiento vertical de  $50 \pm 5 \text{ mm/min.}$  ( $2 \pm 0.15''/\text{min.}$ ).

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

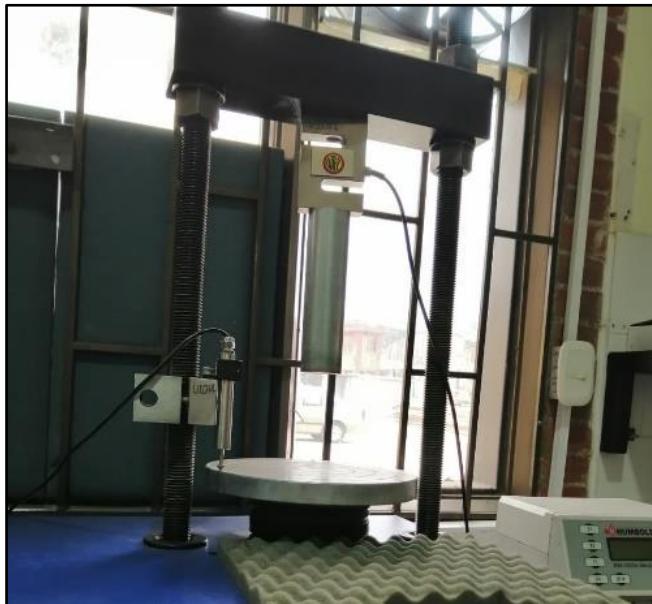


Figura 3. Máquina de compresión. Fuente: propia

Medidor de la estabilidad: La resistencia de la probeta en el ensayo se medirá con una celda de carga de 50 kN (10000 lbf) de capacidad nominal, con una sensibilidad mínima de 50 N (10 lbf). Las deformaciones del anillo se miden con un sensor de desplazamiento tipo LVDT en 0.001, ó de mayor precisión.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

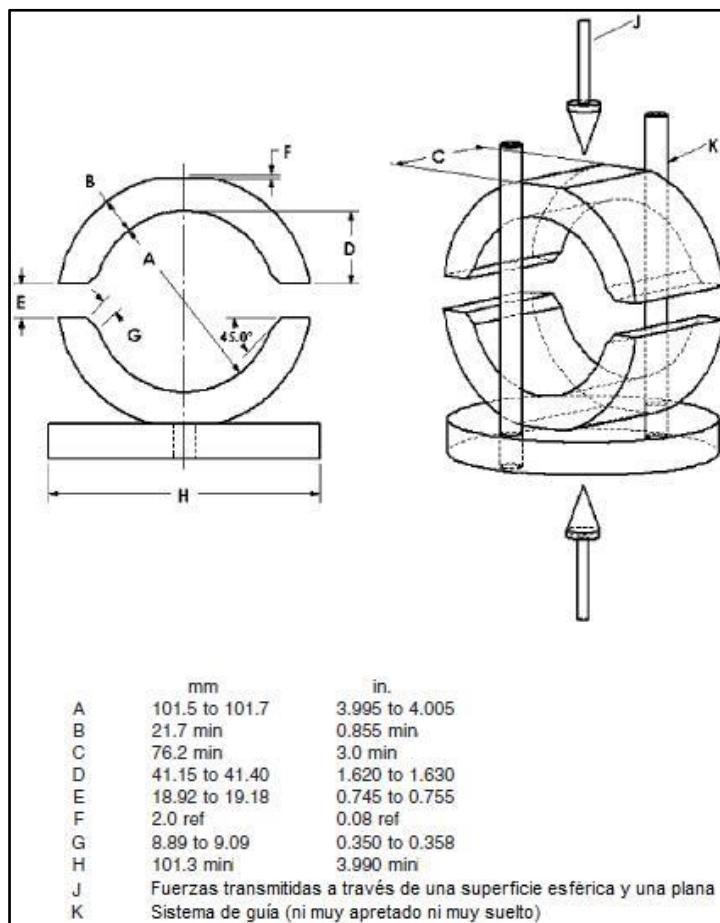


Figura 4. Mordaza. Fuente INVIAST E-748-13

**Medidor de deformación (flujo):** El medidor de deformación consiste en un deformímetro de lectura final fija, con divisiones en 0.25 mm (0.01") o de mayor precisión. En el momento del ensayo, el medidor deberá estar firmemente apoyado sobre la mordaza superior y su vástago se apoyará en una de las varillas guías acopladas a la mordaza inferior. Este medidor puede ser reemplazado por un transductor lineal diferencial variable (TLDV) conectado al sistema de registro de deformación o al computador.

Equipo misceláneo:

**Bandejas metálicas:** De fondo plano, para calentar agregados.

**Recipientes con tapa:** Para calentar el cemento asfáltico.

**Herramientas para mezclar:** Palustres de acero de punta redondeada, cucharones, espátulas.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Termómetros blindados: Con rango de 10 a 200° C (50 a 400° F) y sensibilidad de 3° C (5° F), para determinar las temperaturas del asfalto, los agregados y la mezcla. Para medir la temperatura del baño de agua, se utilizará un termómetro con escala de 20 a 70° C, con posibilidad de lectura de 0.2° C (0.4° F).

Balanza: De 2 kg de capacidad, legible a 0.1 g, para pesar los materiales y las probetas compactadas.

Tamices: Los necesarios para reproducir en el laboratorio la granulometría exigida por la especificación a los agregados empleados para la mezcla que se va a diseñar.

Guantes: De soldador para manejar equipo caliente, y de caucho para sacar las muestras del baño de agua.

Crayolas: Para identificar las probetas.

#### **4. OBJETIVO**

Este ensayo pretende describir al procedimiento para determinar la resistencia a la deformación plástica de especímenes de mezclas asfálticas para pavimentación. Los especímenes, de forma cilíndrica y de 102 mm (4") de diámetro, son sometidos a carga en dirección perpendicular a su eje cilíndrico empleando el aparato Marshall. El procedimiento se puede emplear tanto para el proyecto de mezclas en el laboratorio como para el control en obra de las mismas. El método descrito en esta norma es aplicable solamente a mezclas elaboradas con cemento asfáltico y agregados pétreos con tamaño máximo menor o igual a 25.4 mm (1").

#### **5. PROCEDIMIENTO**

##### **5.1. Elaboración de probetas**

Número 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).

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)

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

de cemento asfáltico. Se requiere, además, una cantidad extra de materiales para análisis granulométricos y para la determinación de sus gravedades específicas.

**Preparación de los agregados:** Los agregados se deberán secar hasta masa constante a una temperatura entre 105 y 110° C (220 y 230° F) y se separarán por tamizado en fracciones de diferentes tamaños. En general, se recomiendan las porciones que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 1. Tamaños recomendados para la muestra. Fuente INVIAS E-748-13

Tamiz
25.0 mm a 19.0 mm (1" a $\frac{3}{4}$ ')
19.0 mm a 9.50 mm ( $\frac{3}{4}$ " a $\frac{3}{8}$ ")
9.50 mm a 4.75 mm (3/8" a No. 4)
4.75 mm a 2.36 mm (No. 4 a No. 8)
Pasante de 2.36 mm (No. 8)

**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  $170 \pm 20$  cP ( $0.17 \pm 0.02$  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  $280 \pm 30$ cP( $0.28 \pm 0.03$ Pa.s).

**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  $63.5 \pm 2.5$  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

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

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.

En el 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.

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 (ver Figura 5).



Figura 5. Adición del asfalto a los agregados y mezcla manual sobre una placa. Fuente: INVIAS E-748-13

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	



Figura 6. Golpes con la espátula a la mezcla dentro del molde. Fuente INVIAS E-748-13

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 saca cuidadosamente la probeta del molde con ayuda del extractor, se identifica con la crayola y se coloca sobre una superficie plana, lisa, donde se deja en reposo durante una noche.

Cuando la compactación se realiza manualmente, es necesario que el operador sostenga el martillo verticalmente sobre la muestra, para evitar el rozamiento entre la masa de compactación y la guía del martillo.

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  $\pm 0.020$  en relación con su valor promedio. Posteriormente, se mide el espesor de cada espécimen según el procedimiento de la norma INV E-744.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

## 6. ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO

El ensayo de estabilidad y flujo se deberá realizar dentro de las 24 horas siguientes a la compactación 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 baño o el horno a  $60 \pm 1^\circ \text{C}$  ( $140 \pm 2^\circ \text{F}$ ).

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 deberá mantener entre  $20$  y  $40^\circ \text{C}$  ( $70$  a  $100^\circ \text{F}$ ).

Se retira una probeta del baño de agua (se debe secar cualquier exceso de agua con una toalla) 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 prensa.

A continuación, se aplica la carga sobre la probeta con la prensa a una tasa de deformación constante de  $50 \pm 5 \text{ mm/min}$  ( $2.00 \pm 0.15^\circ/\text{min}$ ) 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 demorar más de 30 segundos.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	



Figura 7. Aplicación de carga a la probeta Marshall. Fuente: INVIA E-748-13

Si se emplea el Método, el flujo será la deformación registrada por el dial de deformación en el instante de la falla. Cuando se emplee el Método B, 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 tasa 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.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017

**SIGUD**  
Sistema Integrado de Gestión

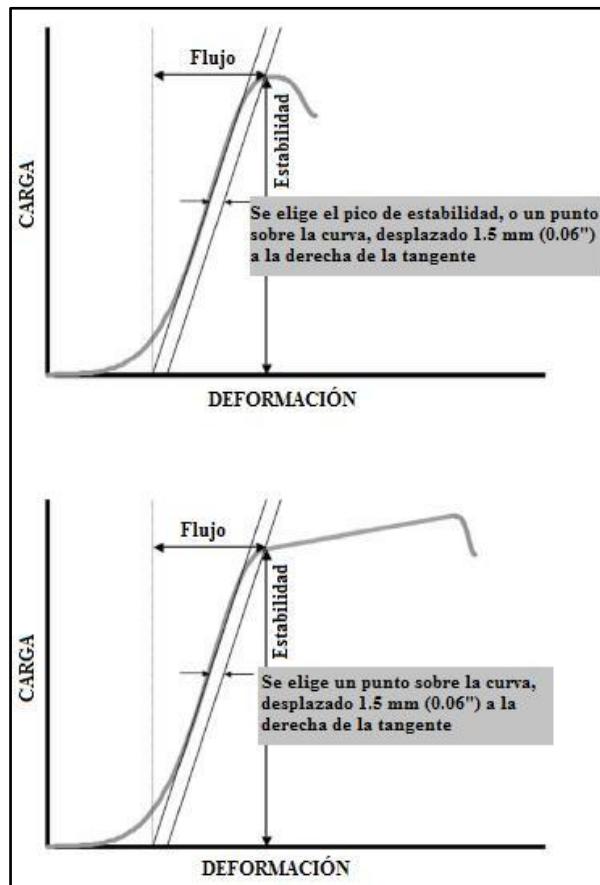


Figura 8. Determinación del flujo para dos tipos de falla de la probeta. Fuente: INVIAS E-748-13

El procedimiento se debe repetir con todas las probetas.

## 7. RESULTADOS

Si el espesor de la probeta es diferente de 63.5 mm (2 1/2"), el valor de estabilidad obtenido en el ensayo se deberá corregir, multiplicándolo por el factor que corresponda de la Tabla 748 - 1. Los resultados obtenidos a través de la aplicación de factores muy altos o bajos se deben usar con precaución. Este procedimiento también aplica con las estabilidades determinadas sobre núcleos extraídos de pavimentos.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Tabla 1 Factor de corrección de la estabilidad medida. Fuente: INVIAST E-748-13.

Volumen de la probeta, cm <sup>3</sup>	Espesor de la probeta mm	Factor de corrección
200 a 213	25.4	1.00
214 a 225	27.0	1.06
226 a 237	28.6	1.12
238 a 250	30.2	1.19
251 a 264	31.8	1.25
265 a 276	33.3	1.31
277 a 289	34.9	1.38
290 a 301	36.5	1.44
302 a 316	38.1	1.50
317 a 328	39.7	1.56
329 a 340	41.3	1.62
341 a 353	42.9	1.69
354 a 367	44.4	1.75
368 a 379	46.0	1.81
380 a 392	47.6	1.88
393 a 405	49.2	1.94
406 a 420	50.8	2.00
421 a 431	52.4	2.06
432 a 443	54.0	2.12
444 a 456	55.6	2.19
457 a 470	57.2	2.25
471 a 482	58.7	2.31
483 a 495	60.3	2.38
496 a 508	61.9	2.44
509 a 522	63.5	2.50
523 a 535	65.1	2.56
536 a 546	66.7	2.62
547 a 559	68.3	2.69
560 a 573	69.8	2.75
574 a 585	71.4	2.81
586 a 598	73.0	2.88
599 a 610	74.6	2.94
611 a 626	76.2	3.00

El informe contendrá la siguiente información:

Tipo de muestra ensayada (muestra de laboratorio o de planta, o núcleo tomado de un pavimento).

Naturaleza de la mezcla asfáltica (tipo de agregados y granulometría, tipo de ligante)

Temperaturas de mezcla, compactación y ensayo, aproximadas a 0.2° C (0.4° F).

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	<b>FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS</b>	Código: GD-PR-010-FR-008	 <small>Sistema Integrado de Gestión</small>
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Valores individuales y promedio de las gravedades específicas bulk de las probetas elaboradas con el mismo contenido de asfalto.

Altura de cada probeta en milímetros o pulgadas, redondeada a 0.25 mm (0.01").

Valores individuales y promedio de las estabilidades Marshall corregidas, de las probetas elaboradas con el mismo contenido de asfalto, redondeados a 50 N (10 lbf)

Valores individuales y promedio de los flujos Marshall en mm o 1/100 pulgadas, así como el método utilizado para medirlo (pico de la curva o a partir de la paralela a la tangente de la curva deformación-carga).

## 8. REFERENCIAS

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente empleando el equipo marshall: I.N.V. E -748-13.

## 9. RECOMENDACIONES

Verificar el estado de los elementos antes de utilizarlos, tener cuidado al momento de manipular los equipos y materiales, dejar los elementos utilizados en la práctica limpios y en completo orden.