

Resistencia a compresión simple de mezclas bituminosas

NLT-161/63

1. OBJETO

- 1.1. Este método se emplea para determinar la resistencia a compresión simple de mezclas bituminosas compactadas.

Los tipos de mezclas serán los normalmente empleados para capas de rodadura y de base, fabricadas y apisonadas en caliente.

2. APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

- 2.1. *Moldes y pistones.*—Tres moldes para fabricar probetas cilíndricas, de 101,6 mm. (4") de diámetro interno y 177,8 mm. (7") de altura, y dos pistones, superior e inferior, para realizar la compactación de la probeta por el sistema de doble émbolo, de acuerdo con la forma y dimensiones de la figura 1.
- 2.2. *Soportes.*—Dos soportes para mantener transitoriamente el molde a 25,4 mm. (1") por encima de la base de sustentación del pistón inferior.
- 2.3. *Prensa.*—Una prensa de suficiente capacidad (20 T) provista de dispositivo para controlar con precisión la deformación a una velocidad de 1,27 mm./minuto (0,05"/m.) por cada 25,4 mm. (1") de altura de las probetas, lo que representa para probetas de 101 mm. (4") una velocidad de 5,08 mm./minuto (0,2"/m.). La prensa deberá tener dos placas de apoyo de acero, la inferior fija y la superior con asiento esférico, coincidiendo el centro de la superficie esférica con el centro de la placa. La parte móvil quedará firmemente acoplada en su asiento, pero podrá girar libremente y balancearse ligeros ángulos de una forma suave y en cualquier dirección.
Para ensayos de campo, la prensa puede ser de diseño más sencillo y con menos requisitos.
- 2.4. *Dispositivo para la extracción.*—Un dispositivo para poder sacar las probetas compactadas del molde, de los cuales un tipo apropiado es el representado en la figura 2.
- 2.5. *Embudo.*—Un embudo de la forma y dimensiones del representado en la figura 3.
- 2.6. *Estufa.*—Una estufa con regulación termostática capaz de mantener temperaturas comprendidas entre la ambiente y 163° C.

- 2.7. *Placa de calefacción.*—Una placa pequeña de calefacción eléctrica para mantener la temperatura de los áridos y del material bituminoso durante el proceso de mezcla.
- 2.8. *Baño de agua.*—Un baño de agua con la capacidad suficiente para que quepan sumergidos los tres moldes y los pistones, provisto de un elemento calefactor de suficiente potencia para mantener el agua a una temperatura próxima a la de ebullición.
- 2.9. *Baño de aire.*—Un baño de aire o estufa con control automático o manual, donde poder mantener las probetas a $25 \pm 0,5^\circ \text{C}$. inmediatamente antes de realizar el ensayo de compresión.
- 2.10. *Balanza.*—Una balanza con un mínimo de capacidad de 2 kg., una sensibilidad de 0,1 gr., provista de dispositivo hidrostático.
- 2.11. *Mezcladora mecánica.*—Se recomienda el empleo de una mezcladora mecánica para realizar la mezcla de los áridos y del material bituminoso. La mezcladora será del tipo más conveniente para obtener una mezcla completa y homogénea, sin segregaciones, en menos de dos minutos.
Su diseño será de tal forma que no se producirán obstrucciones de las paletas, y será posible mantener la temperatura necesaria durante todo el proceso.
Se puede realizar la mezcla a mano, pero para las mezclas en caliente, el tiempo necesario para lograr una envuelta satisfactoria es normalmente excesivo, y los resultados del ensayo son menos uniformes.
- 2.12. *Material diverso.*—Recipientes para los áridos y material bituminoso, cogedores, espátulas flexibles, espátulas rígidas, guantes de amianto, lápiz de marcar, etc.

3. PROCEDIMIENTO

3.1. Tamaño y forma de las probetas:

- 3.1.1. Normalmente se emplearán las probetas de forma cilíndrica de 101,6 mm. de diámetro y 101,6 mm. de altura (4" \times 4"). Está comprobado que el tamaño de las probetas tiene influencia sobre la resistencia a compresión simple.
- 3.1.2. Se pueden emplear probetas de otras dimensiones siempre que:
- La altura y el diámetro sean iguales con un error de $\pm 2,5\%$.
 - Que el diámetro sea mayor que cuatro veces el diámetro nominal de las partículas mayores.
 - Que la velocidad unitaria de deformación se mantenga constante durante todo el ensayo.

3.2. Preparación de las mezclas:

- 3.2.1. La cantidad de mezcla necesaria para la fabricación de cada probeta se preparará individualmente.
- 3.2.2. Se mezclará una amasada inicial con objeto de manchar el recipiente y las paletas de la mezcladora. Después de sacar la mezcla, se limpian el recipiente y las paletas rascando con una espátula pequeña, flexible, sin emplear trapos ni disolven-

tes. Este mismo procedimiento será el que se siga empleando después de cada amasada mientras se trabaje con la misma dosificación de áridos y no cambie el tipo de material bituminoso.

- 3.2.3. Con esta amasada inicial se moldeará una probeta de prueba, a fin de determinar el peso del material necesario para obtener la altura correcta de las probetas.
- 3.2.4. Al preparar los áridos que se van a emplear se hará un análisis granulométrico de cada uno de ellos. De cada uno de los áridos se pesará la cantidad precisa por separado, tomando esta cantidad por cuarteo si se observara la posibilidad de que se produzcan segregaciones o de no ser la fracción que se pesa suficientemente representativa. Las cantidades pesadas de cada árido se mezclan en seco, y entonces se calientan en la estufa a $163 \pm 3^\circ \text{C}$.
- 3.2.5. La cantidad de material bituminoso necesaria para cada amasada se calienta por separado en un recipiente a $163 \pm 3^\circ \text{C}$., en el caso de betunes, y a $107 \pm 3^\circ \text{C}$., en el caso de alquitranes. El recipiente no estará en ningún momento en contacto directo ni con la llama ni con la placa eléctrica si no es del tipo con protección. Durante el calentamiento se agitará constantemente el material bituminoso. También podrá usarse el sistema de calentar todo el material bituminoso necesario para el trabajo de una jornada en un recipiente en el que no se produzcan sobrecalentamientos locales e ir tomando de él la cantidad necesaria para cada amasada. En este caso, todo el material que quede al final de la jornada será desechado.
- 3.2.7. Cuando se tengan los áridos y el material bituminoso a las temperaturas indicadas, se echan en el recipiente de mezcla los áridos. Se tara el conjunto y a continuación se echa y pesa la cantidad necesaria de betún, comenzando inmediatamente la mezcla, la cual no debe durar ni menos de uno y medio ni más de dos minutos.
- 3.2.8. Si se produce una pérdida excesiva de calor durante estas operaciones, se empleará una pequeña placa eléctrica, un baño de arena o una lámpara de rayos infrarrojos para calentar por la parte inferior el recipiente de la mezcladora. Si se emplea la placa eléctrica no se pondrá en contacto directo con el recipiente.

3.3. Preparación y cura de las probetas:

- 3.3.1. Las mezclas preparadas en el laboratorio se dejarán enfriar hasta la temperatura de moldeo, lo más pronto posible después de la mezcla. Las mezclas tomadas en obra se calentarán a la temperatura de moldeo por medio de un calentamiento uniforme y cuidadoso inmediatamente antes de proceder a su compactación. Hay que tener en cuenta que las mezclas recalentadas pueden dar valores de la resistencia a compresión simple mayores que los de las mezclas moldeadas inmediatamente después de mezcladas.

- 3.3.2. Las temperaturas de moldeo serán las siguientes:
Mezclas en caliente con betún, $124 \pm 3^\circ \text{C}$. Mezclas en caliente con alquitrán, $104 \pm 3^\circ \text{C}$. Se considera temperatura de moldeo la que tiene la mezcla en el momento de comenzar a aplicar la presión.
- 3.3.3. Se calientan los moldes y los pisones sumergiéndolos en el baño de agua mantenido a una temperatura ligeramente inferior a la de ebullición.
- 3.3.4. Se secan los moldes y se engrasan sus caras interiores por medio de un trapo manchado ligeramente en aceite. Se coloca entonces el molde cilíndrico sobre el pisón inferior, manteniéndolo apoyado en los soportes.
- 3.3.5. Tan pronto como la mezcla ha alcanzado la temperatura indicada, se echa aproximadamente la mitad en el molde y se distribuye por medio de 25 golpes con una espátula caliente, aplicando los 15 primeros en la periferia para evitar la formación de coqueas en contacto con las paredes del molde y los 10 restantes, al azar, sobre el centro. Se echa entonces rápidamente la otra mitad y se aplican de forma similar otros 25 golpes con la espátula. La espátula debe penetrar el mayor espesor posible. Parece que es ventajoso el empleo de una espátula de hoja con forma ligeramente curva. A la parte superior se le da una forma ligeramente redondeada o cónica, para conseguir que el pisón superior quede bien asentado.
- 3.3.6. Una vez colocado el pisón superior y con los soportes manteniendo todavía el molde, se aplica una carga inicial de $10,5 \text{ kg./cm}^2$, con objeto de acomodar la mezcla contra las paredes del molde. Esta carga unitaria supone 850 kg. de carga total para la superficie total de la probeta de 101,6 milímetros de diámetro ($81,2 \text{ cm}^2$).
- 3.3.7. Se retiran entonces los soportes que mantenían el molde y se comienza el verdadero apisonado por el sistema de doble émbolo aplicando una carga de 210 kg./cm^2 , es decir, una carga total de 17.000 kg. para las probetas de 101,6 mm. de diámetro, la que, una vez alcanzada, se mantiene constante durante dos minutos.
- 3.3.8. Después de dejar enfriar ligeramente la probeta dentro del molde, se extrae, colocando debajo el dispositivo de extracción y aplicando una ligera carga a la parte superior por medio del pisón, de manera que la probeta se deslice de una manera suave y uniforme.
- 3.3.9. Una vez fuera las probetas, se curan durante veinticuatro horas en una estufa a 60°C .
- 3.3.10. Después del período de cura se mantienen las probetas en un baño de aire o estufa a 25°C durante cinco horas como mínimo antes de ensayarla a compresión simple.
- 3.3.11. En el caso de que después del período de cura haya que dejar las probetas más de veinticuatro horas antes de ensayar-

las, se protegerán de la exposición al aire metiéndolas en un recipiente herméticamente cerrado.

3.4. Determinación de la densidad aparente de las probetas.

3.4.1. Se determina la densidad aparente de cada probeta por el siguiente procedimiento:

3.4.2. Después de curadas se dejan enfriar durante dos horas como mínimo y se determina el peso en seco de cada probeta (A).

3.4.3. A continuación se las sumerge en agua durante un minuto y se seca rápidamente la superficie con una toalla humedecida, determinando el peso de la probeta superficie seca en el aire (B).

3.4.4. Sin demora se determina el peso de la probeta sumergida en agua (C).

3.4.5. La densidad aparente de cada probeta se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Densidad aparente} = \frac{A}{B + C}$$

3.5. Rotura de las probetas:

3.5.1. Una vez las probetas (de 101,6 mm. de altura) a 25° C, se someten a compresión axial sin soporte lateral a una velocidad uniforme de 5,08 mm./minuto (1,27 mm./minuto cada 25,4 mm. de altura).

3.5.2. Se anota la lectura de la carga vertical máxima que soporta cada una de las probetas.

3.5.3. Se ensayarán como mínimo tres probetas por cada tanto por ciento de material bituminoso.

4. RESULTADOS

4.1. Cálculo.

4.1.1. Se determina la resistencia a compresión simple para cada probeta, dividiendo la carga máxima obtenida en kilogramos por la sección transversal (81,2 cm²) expresada en centímetros cuadrados.

4.1.2. Se calcula la media de cada grupo de probetas con el mismo tanto por ciento de material bituminoso.

4.2. Expresión.

4.2.1. En los resultados se expresarán los siguientes datos para cada tanto por ciento de material bituminoso:

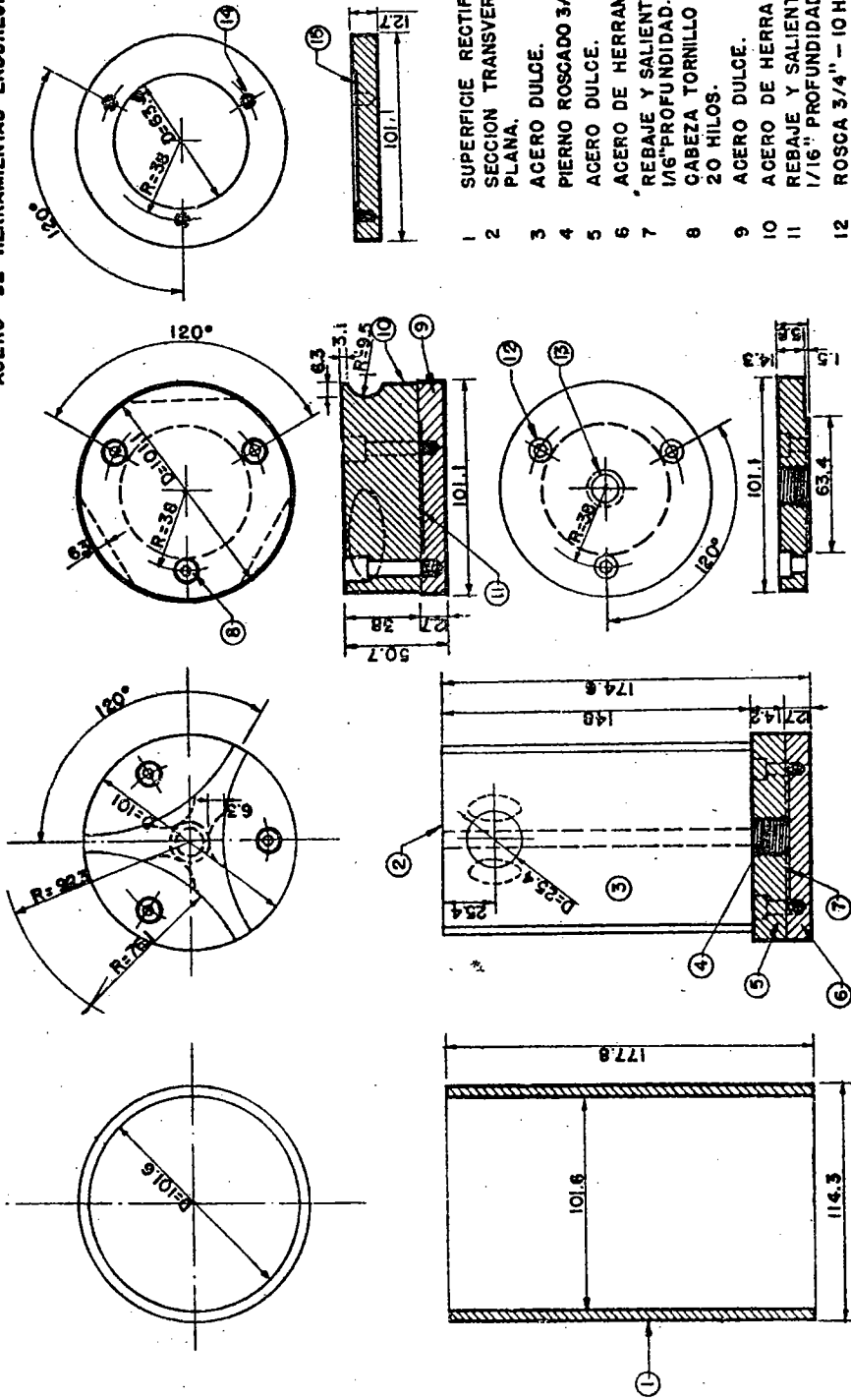
- a) Resistencia a compresión simple en kg./cm².
- b) Densidad aparente.
- c) Altura y diámetro nominales de las probetas (101,6 × 101,6 mm.).

5. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

ASTM Designación: D 1074-60
AASHO » T 167-55

COLEGIO INGENIEROS DE CAMINOS
BIBLIOTECA

MOLDE
PISTON
PISTON INFERIOR
CABEZA DEL PISTON
ACERO DE HERRAMIENTAS ENDURECIDO Y PULIDO

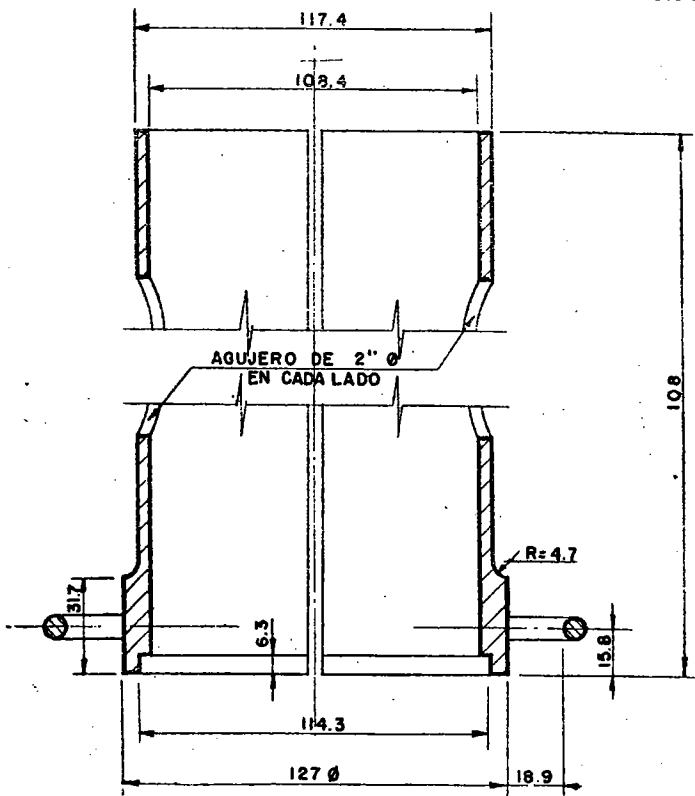
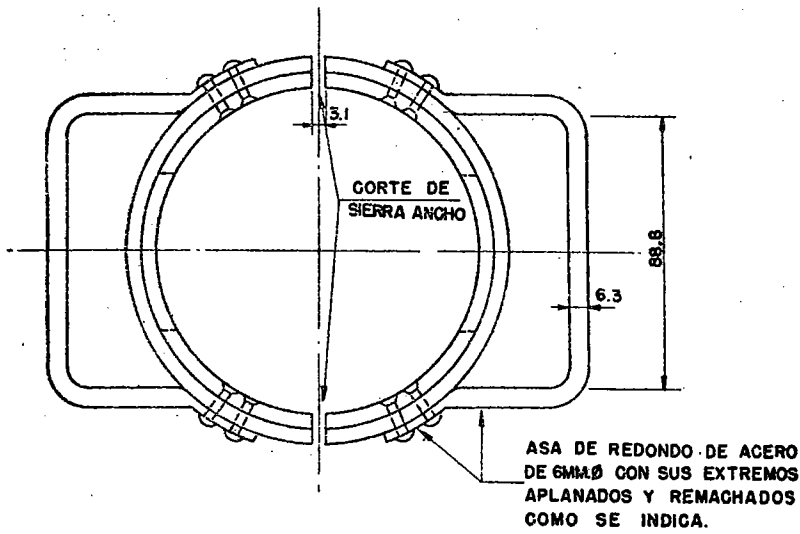


- 1 SUPERFICIE RECTIFICADA
- 2 SECCION TRANSVERSAL SUPERIOR PLANA.
- 3 ACERO DULCE.
- 4 PIERNO ROSCADO 3/4"-10 HILOS
- 5 ACERO DULCE.
- 6 ACERO DE HERRAMIENTAS.
- 7 REBAJE Y SALIENTE 2 1/2" Ø 1/16" PROFUNDIDAD.
- 8 CABEZA TORNILLO EMBUTIDA 1/4 20 HILOS.
- 9 ACERO DULCE.
- 10 ACERO DE HERRAMIENTAS.
- 11 REBAJE Y SALIENTE 2 1/2" Ø 1/16" PROFUNDIDAD.
- 12 ROSCA 3/4" - 10 HILOS.
- 13 TALADRO PARA EMBUTIR CABEZA DE TORNILLO 1/4-20 HILOS.
- 14 ROSCA 1/4" - 20 HILOS 5/16" PROFUNDIDAD.
- 15 REBAJE 1/16" PROFUNDIDAD

PLACA SUPERIOR PARA
LA CABEZA DEL PISTON

COTAS EN MILIMETROS

Figura I

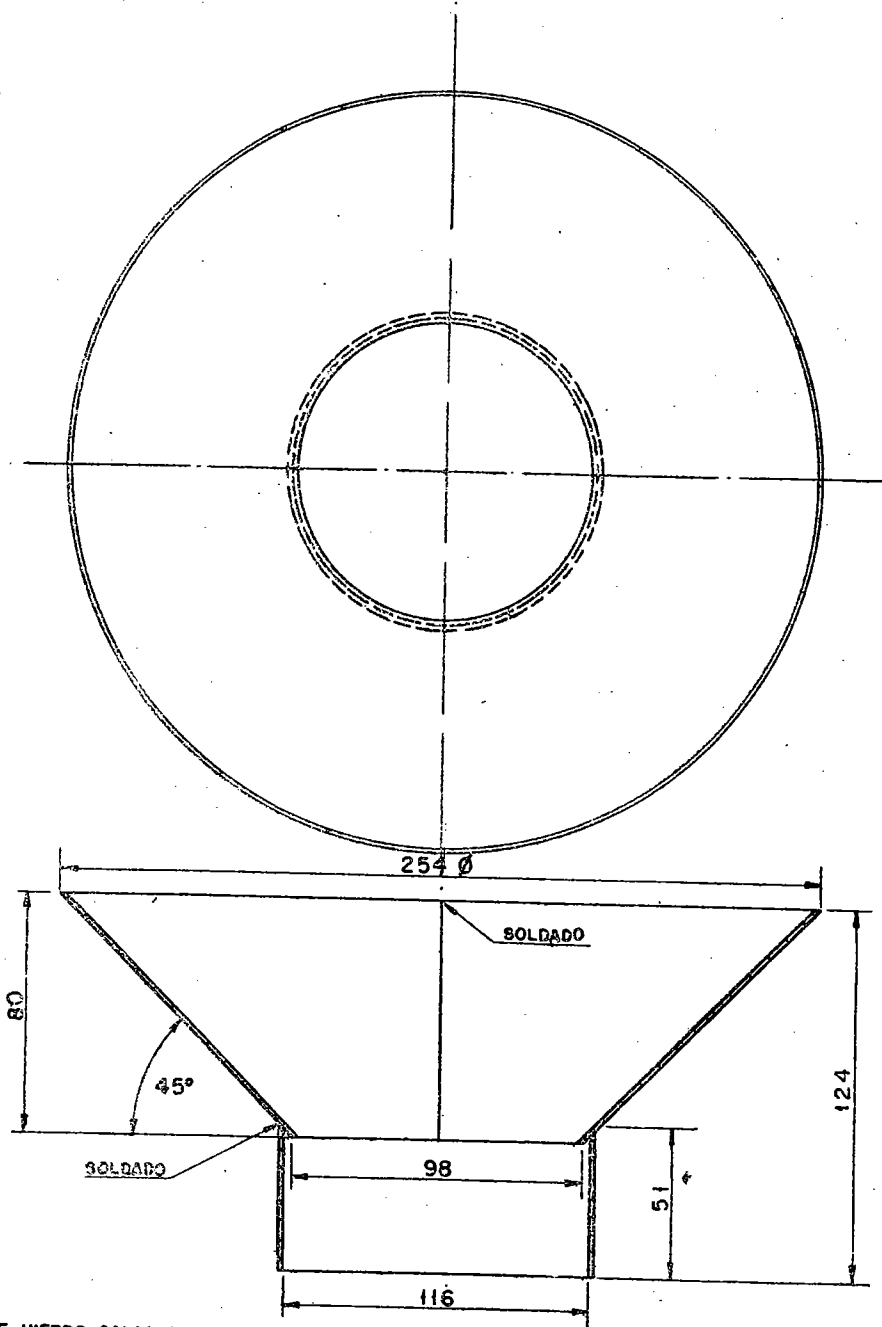


EL MATERIAL PARA EL EXTRACTOR PUEDE SER TUBERIA DE 115 MM. DE TIPO EXTRADURO —

COTAS EN MILIMETROS

EXTRACTOR
Figura 2

EMBUDO PARA LLENAR LOS MOLDES



CHAPA DE HIERRO GALGA 22^{mm}

COTAS EN MILIMETROS

Figura 3