

Resistencia a compresión simple de mezclas bituminosas

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la resistencia a compresión simple de las mezclas bituminosas compactadas en caliente, utilizadas en construcción de carreteras.

1.2 El procedimiento consiste en la fabricación de probetas cilíndricas de altura igual a su diámetro y ensayadas posteriormente según los requisitos seguidos en esta norma.

2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

2.1 **Moldes.** Para la compactación de las probetas se dispondrá de moldes y pistones cilíndricos de acero, con la forma y dimensiones detalladas en la figura 1 (Nota 1). Se podrán utilizar también moldes y pistones de otros tamaños siempre que el diámetro del molde sea, como mínimo, equivalente a cuatro veces el tamaño máximo nominal del árido grueso empleado. En ningún caso se utilizarán moldes de diámetro inferior a 50,8 mm.

Nota 1. El pistón de compactación aerado en la figura podrá tener más de tres alietas.

2.2 **Soportes.** Los soportes para mantener eventualmente los moldes por encima de la base de sustentación del pistón inferior, estarán formados por dos varillas de acero de 25 mm² de sección y unos 75 mm de largo.

2.3 **Máquina para ensayo.** La máquina para ensayar las probetas puede ser cualquier tipo de prensa que cumpla las condiciones de capacidad de carga y velocidad exigidas por esta norma. La velocidad de deformación está especificada en 0,05 mm/min, por cada milímetro de altura de la probeta; como pueden ensayarse probetas con alturas entre 50,8 mm para las más pequeñas y 203,2 mm para las mayores, para cumplir el requisito de velocidad anterior se precisa que la máquina pueda suministrar velocidades de deformación entre 2,5 mm/min y 10,2 mm/min, según los tamaños de las probetas que se ensayen. La máquina llevará dos platos de

carga planos, de acero y con sus superficies endurecidas, la superior provista de asiento esférico y la inferior plano, sirviendo ésta de base a la probeta. El tamaño de ambos platos deberá ser ligeramente superior al diámetro máximo de las probetas a ensayar y con sus superficies de apoyo rectificadas, no permitiéndose variaciones en altura, respecto al plano verdadero, superiores a 0,013 mm en platos nuevos y a 0,025 mm en platos en uso. En el plato superior con apoyo esférico, el centro de esta esfera deberá coincidir con el centro geométrico del plato, el cual estará, en todo momento, firmemente sostenido en su apoyo, pero debiendo permitir esta unión, sin embargo, que el plato pueda girar y bascular libremente en todas direcciones.

2.4 **Estufa.** Para el calentamiento previo de los áridos, material bituminoso y conjunto de compactación, se dispondrá de una estufa capaz de alcanzar la temperatura de mezcla especificada para el ligante bituminoso empleado, dentro de una variación de ± 3 °C.

2.5 **Baño de aire.** Un baño de aire con control automático o manual de la temperatura y suficiente capacidad para alojar las probetas a 25 ± 1 °C hasta el momento del ensayo.

2.6 **Balanza.** Una balanza de 2.000 g de capacidad como mínimo y 0,1 g de sensibilidad, para pesar los distintos componentes de la mezcla.

2.7 **Mezcladora mecánica.** Las mezclas deberán prepararse preferentemente en una mezcladora mecánica, pudiendo utilizarse para esta finalidad cualquier tipo, siempre que pueda mantener la temperatura especificada de mezcla y proporcionar una envuelta completa y homogénea, sin segregaciones, en un tiempo máximo de dos minutos. La forma y disposición de las paletas deberá reducir al mínimo la adherencia a éstas de parte de la mezcla, que pudiera alterar la correcta proporción de finos y ligante de la misma. Si fuera necesario, el mezclado puede efectuarse manualmente, aunque se debe tener en cuenta que en las mezclas en caliente los tiempos necesarios para conseguir una envuelta correcta pueden ser excesivos y, además, los resultados de los ensayos suelen ser menos uniformes que cuando se emplea el mezclado mecánico.

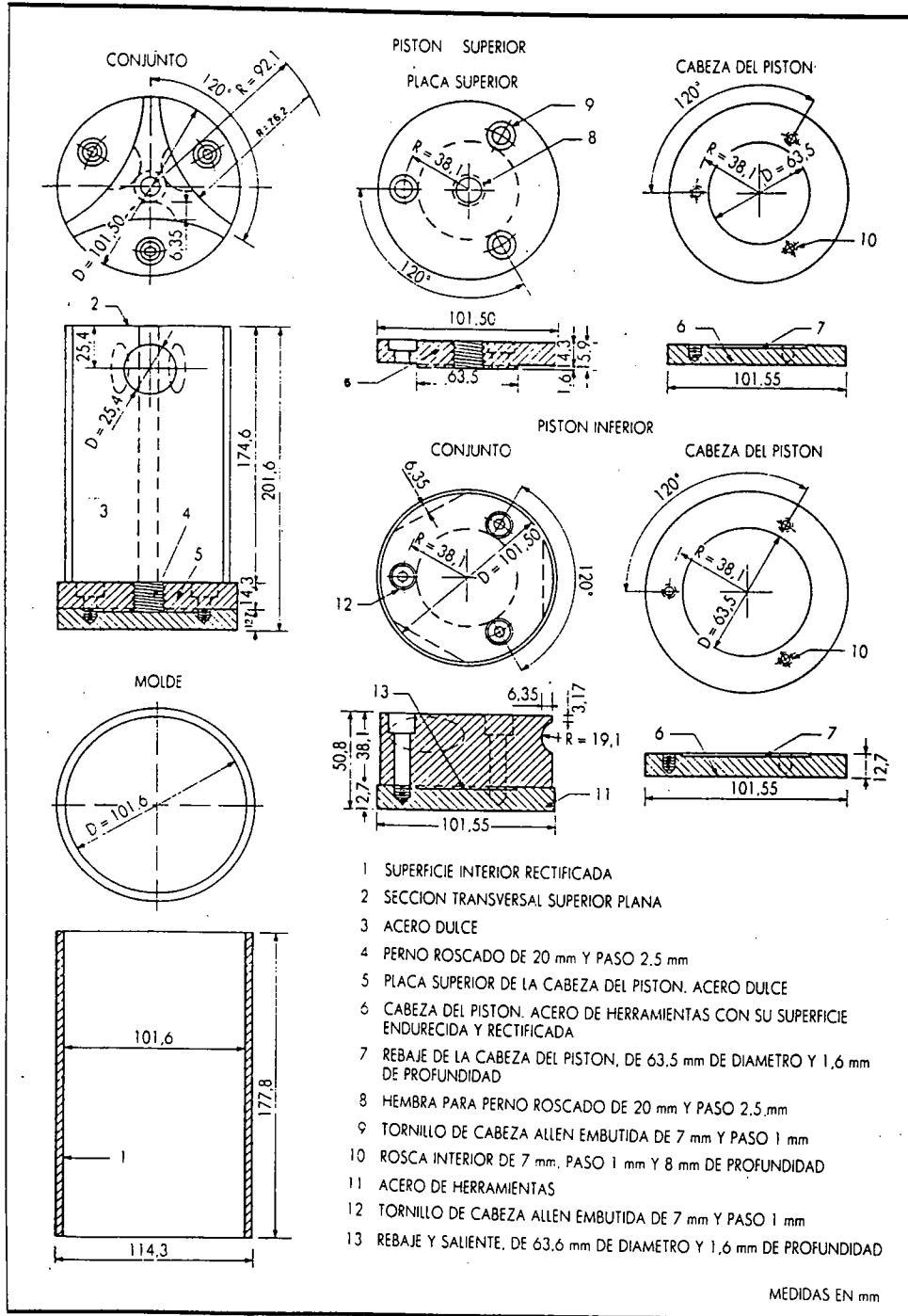


FIGURA 1. Conjunto de compactación.

3 PROCEDIMIENTO

3.1 Preparación de las probetas

3.1.1 Dimensiones de las probetas. Generalmente, las probetas para este ensayo serán cilíndricas, de 101,6 mm de diámetro y 101,6 mm de altura. La norma admite, sin embargo, que se puedan

fabricar probetas cilíndricas de otros tamaños, desde probetas con 50,8 mm de diámetro y altura para las más pequeñas, hasta probetas con 203,2 mm también de diámetro y altura para las mayores, aunque, debido a que el tamaño de la probeta influye en los resultados del ensayo de resistencia a compresión, se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La altura de la probeta será igual a su diámetro $\pm 2,5\%$.
- El diámetro de la probeta no será inferior a cuatro veces el tamaño máximo nominal del árido grueso empleado.
- En ningún caso el diámetro de la probeta será inferior a 50,8 mm.

3.1.2 Preparación de los áridos. Las distintas fracciones de árido grueso, fino y filler necesarias para la mezcla se prepararán por separado, combinándolas posteriormente para la obtención de la granulometría proyectada. Se recomienda el fraccionamiento de los áridos con los siguientes tamices UNE: 25 - 20 - 10 - 5 - 2,5 - 0,32 - 0,080.

3.1.3 Temperaturas de mezcla y compactación. Si el ligante empleado es un betún asfáltico, sus temperaturas de mezcla y compactación serán las adecuadas para que su viscosidad en el proceso de mezcla sea de 170 ± 20 cSt (85 ± 10 SSF) y en el de compactación de 280 ± 30 cSt (140 ± 15 SSF). Si se utiliza un alquitrán, las viscosidades respectivas serán de 25 ± 3 grados Engler para la mezcla y 40 ± 5 grados Engler para la compactación.

3.1.4 Preparación de las mezclas. Las probetas se prepararán todas individualmente, limitando las cantidades en cada amasada a las requeridas para una probeta. La cantidad de ligante calculada para la amasada se calienta a la temperatura necesaria, según el apartado 3.1.3, en un recipiente que, en ningún caso, estará en contacto directo con la llama o placa de calefacción sin interponer la debida protección, agitándolo continuamente mientras dure el calentamiento. También se podrá optar por calentar el material bituminoso necesario para el trabajo de una jornada en un recipiente con baño interpuesto de parafina; en este caso, todo el material sobrante de la jornada será desechado. Las cantidades pesadas de cada árido se mezclarán en seco completamente, calentándolas a continuación a la misma temperatura que el ligante. Cuando los áridos y el ligante hayan alcanzado la temperatura de mezcla, se carga el recipiente de mezclado, previamente calentado a una temperatura aproximada a la de los áridos, con la cantidad necesaria de éstos, ya premezclados, pesando a continuación sobre el mismo recipiente la cantidad calculada de material bituminoso, iniciando seguidamente el proceso de mezcla, cuya duración deberá estar comprendida entre 1,5 y 2 minutos. Debe evitarse una excesiva pérdida de calor durante el tiempo de mezclado, lo que puede paliarse colocando debajo del recipiente de mezcla una pequeña placa de calefacción, un baño caliente de arena o una lámpara de infrarrojos. La primera

mezcla fabricada se utilizará para embadurnar las paletas y paredes de la mezcladora, extrayéndola seguidamente y rascando con una espátula flexible el interior del recipiente y las paletas, no debiendo emplearse en esta operación trapos ni disolventes hasta que haya finalizado el trabajo o hubiera que cambiar de ligante. En primer lugar se fabricará una probeta de prueba, con objeto de calcular la cantidad de mezcla necesaria para conseguir la altura prescrita en el apartado 3.1.1; si se desea, se puede destinar para esta finalidad la mezcla inicial empleada en embadurnar la mezcladora.

3.1.5 Compactación de las probetas. Las mezclas recién fabricadas se dejarán enfriar en la mezcladora hasta que alcancen la temperatura de compactación necesaria. Cuando el ensayo se vaya a realizar con mezclas anteriormente fabricadas y frías, se calentarán éstas en una estufa mediante un calentamiento suave y uniforme hasta alcanzar la temperatura de compactación correspondiente (Nota 2). Los molde y los pistones de compactación se calentarán en estufa a una temperatura próxima a la de compactación; se sacan de la estufa y se engrasa ligeramente su interior mediante un trapo limpio impregnado con algunas gotas de aceite, colocando finalmente el molde sobre el pistón inferior, intercalando las dos varillas soporte. Tan pronto como la mezcla haya alcanzado su temperatura de compactación, comprendida dentro de los límites marcados para el ligante en el apartado 3.1.3, se vierte aproximadamente la mitad de la misma en el molde, distribuyéndola mediante 25 golpes aplicados con una espátula caliente, aplicando los 15 primeros en la periferia y los restantes distribuidos al azar; seguidamente se añade el resto de la mezcla y se aplican también de forma similar otros 25 golpes de espátula. En estas operaciones la espátula deberá penetrar lo más profundamente posible en la mezcla, habiéndose encontrado ventajoso el empleo de una espátula con sus bordes redondeados. Finalmente, a la parte superior de la mezcla se le dará un acabado ligeramente cónico o esférico, para facilitar el asentamiento del pistón superior. A continuación se coloca el pistón superior, y manteniendo todavía las varillas soporte intercaladas, se aplica sobre la mezcla una presión inicial o de asentamiento de 1 MPa (10 kgf/cm^2), con objeto de asentar inicialmente la mezcla; se retiran entonces las dos varillas soporte, para compactar por el sistema de doble émbolo, y se comienza la compactación definitiva de la mezcla mediante la aplicación de una carga creciente, regulando la velocidad lo más uniformemente posible, hasta alcanzar en un tiempo de 2 a 3 minutos una presión máxima de 21 MPa (210 kgf/cm^2), manteniendo esta presión sobre la mezcla durante dos minutos. Para las probetas normalizadas de

101,6 mm de diámetro, esta presión viene a representar una carga de unos 170 kN. Las probetas se dejan enfriar dentro del molde durante dos horas y se extraen a continuación mediante cualquier dispositivo que permita deslizar de una manera suave y uniforme la probeta. Una vez extraídas, se dejarán al aire durante un tiempo próximo a las dieciocho horas antes de ensayarlas.

Nota 2. Cuando se opere con mezclas recalentadas, debe tenerse en cuenta, en la realización del ensayo, que este tipo de probetas suelen dar valores de la resistencia más altos que cuando se trata de mezclas recién preparadas.

3.1.6 Densidad relativa de las probetas. La determinación de la densidad relativa de las probetas fabricadas, se puede realizar una vez transcurrido el período de dieciocho horas descrito en el apartado 3.1.5. La norma NLT-168 detalla el procedimiento a seguir, empleando el método saturado superficie seca.

3.2 Ejecución del ensayo

3.2.1 Antes de ensayarlas, las probetas se introducirán en un baño de aire regulado a 25 ± 1 °C durante un tiempo mínimo de cuatro horas

3.2.2 A continuación, se coloca la probeta en el centro de la placa de carga de la máquina de ensayo y se somete a compresión axial sin soporte lateral, a una velocidad de deformación constante equivalente a 0,05 mm/min por milímetro de altura de la probeta. Para las probetas normalizadas de 101,6 mm de diámetro, este valor representa una velocidad de deformación de 5,08 mm/min.

4 RESULTADOS

4.1 Cálculos

4.1.1 Se determinará la resistencia a compresión simple de cada probeta, dividiendo la carga máxima obtenida en el ensayo por el área de su sección transversal (80,1 cm² para las probetas de 101,6 mm de diámetro).

4.1.2 En cada ensayo se empleará un mínimo de tres probetas, y el valor medio de las tres resisten-

cias obtenidas se tomará como resultado del ensayo a compresión simple.

4.2 Expresión de los resultados. Los resultados del ensayo deberán incluir los siguientes datos de las probetas:

- Altura y diámetro nominales, en cm.
- Densidades relativas.
- Resistencia a compresión simple, en Pa y kgf/cm².

4.3 Precisión

Se define en esta norma como un resultado de ensayo, el valor medio de un mínimo de tres medidas individuales de la resistencia a compresión simple.

4.3.1 Repetibilidad

La desviación típica de un resultado de ensayo para un solo operador es 145 kPa (1,5 kgf/cm²). Por tanto, los valores de dos resultados de ensayo no diferirán en más de 407 kPa (4,2 kgf/cm²); y la diferencia entre el valor más alto y el más bajo de las medidas individuales, utilizadas en el cálculo de la media, no será mayor de 841 kPa (8,6 kgf/cm²).

4.3.2 Reproducibilidad

La desviación típica de un resultado de ensayo para diferentes laboratorios es 372 kPa (3,8 kgf/cm²). Por tanto, los valores de dos resultados de ensayo sobre el mismo material no diferirán en más de 1.055 kPa (10,8 kgf/cm²).

5 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

ASTM D 1074-80 «Test Method for Compressive Strength of Bituminous Mixtures».

6 NORMA PARA CONSULTA

NLT-168 «Densidad y huecos de las mezclas bituminosas compactadas».