

## Compactación con martillo vibrante de materiales granulares tratados

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse en la fabricación de probetas cilíndricas de materiales granulares tratados, compactados con martillo vibrante, para que presenten una densidad seca previamente establecida.

1.2 Las especificaciones para este tipo de materiales imponen unos mínimos de densidad, entre el 97 y el 100 % de la del Proctor modificado, NLT-108, y con estas densidades unos mínimos para la resistencia a compresión simple o a la diametral de tales materiales.

### 2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

2.1 Martillo vibrante eléctrico con frecuencia de aplicación de 168 a 209 rad/s (1.600 a 2.000 r.p.m.), una masa aproximada de 10 kg y potencia eléctrica entre 700 y 900 W.

2.2 Pisón de acero para acoplar al martillo, de dimensiones, como se indica en la figura 1, cuya masa no exceda de 3,5 kg.

2.3 Cronómetro o temporizador,  $\pm 1$  s.

2.4 Balanzas de 20 kg y 1.000 g de carga, con lectura igual o menor de 1 g y 0,1 g, respectivamente.

2.5 Moldes cilíndricos de acero de  $152,4 \pm 0,7$  mm de diámetro interior y  $177,8 \pm 0,4$  mm de altura (como los utilizados en el ensayo CBR en laboratorio, sin el disco espaciador, norma NLT-111).

2.6 Bancada o base sólida de hormigón para apoyar los moldes durante el proceso de compactación de las probetas.

2.7 Tamices UNE 40 mm y 5 mm.

2.8 Amasadora mecánica adecuada en capacidad y potencia para los materiales a utilizar.

2.9 Extractor de probetas, en el caso de que los moldes no se abran longitudinalmente.

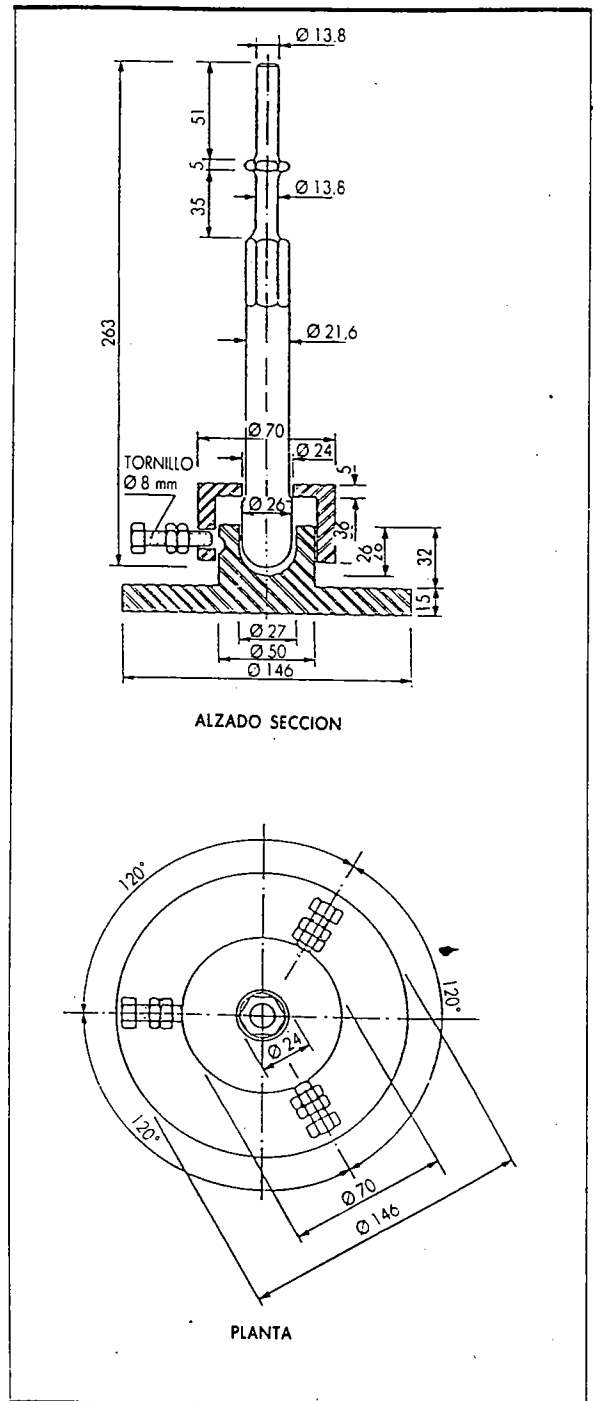


FIGURA 1. Pisón de acero para acoplar al martillo vibrante.

2.10 Tubular de polietileno de 280 mm de ancho y al menos 0,1 mm de espesor y soldador eléctrico para el mismo.

2.11 Bandejas, espátula, pletina para enrasar y cogedor.

2.12 Protector acústico personal.

### 3 PROCEDIMIENTO

3.1 Se realiza la mezcla de los materiales a ensayar en la amasadora mecánica.

3.2 Sobre la bancada de hormigón o la base sólida se sitúan y preparan los moldes precisos con los collarines de enrase adosados a los mismos.

3.3 Se llena el molde con el material granular tratado en tres tongadas, cada una de éstas con un espesor compacto de aproximadamente un tercio de la altura del molde. Se compacta cada una de las tongadas con el martillo vibrante durante un tiempo  $T_c \pm 1s$ , determinado como se indica en el apartado 3.6. Durante la compactación, el operario debe presionar sobre el martillo de forma que ejerza una fuerza total sobre la probeta de 300 a 400 N (30 a 40 kgf).

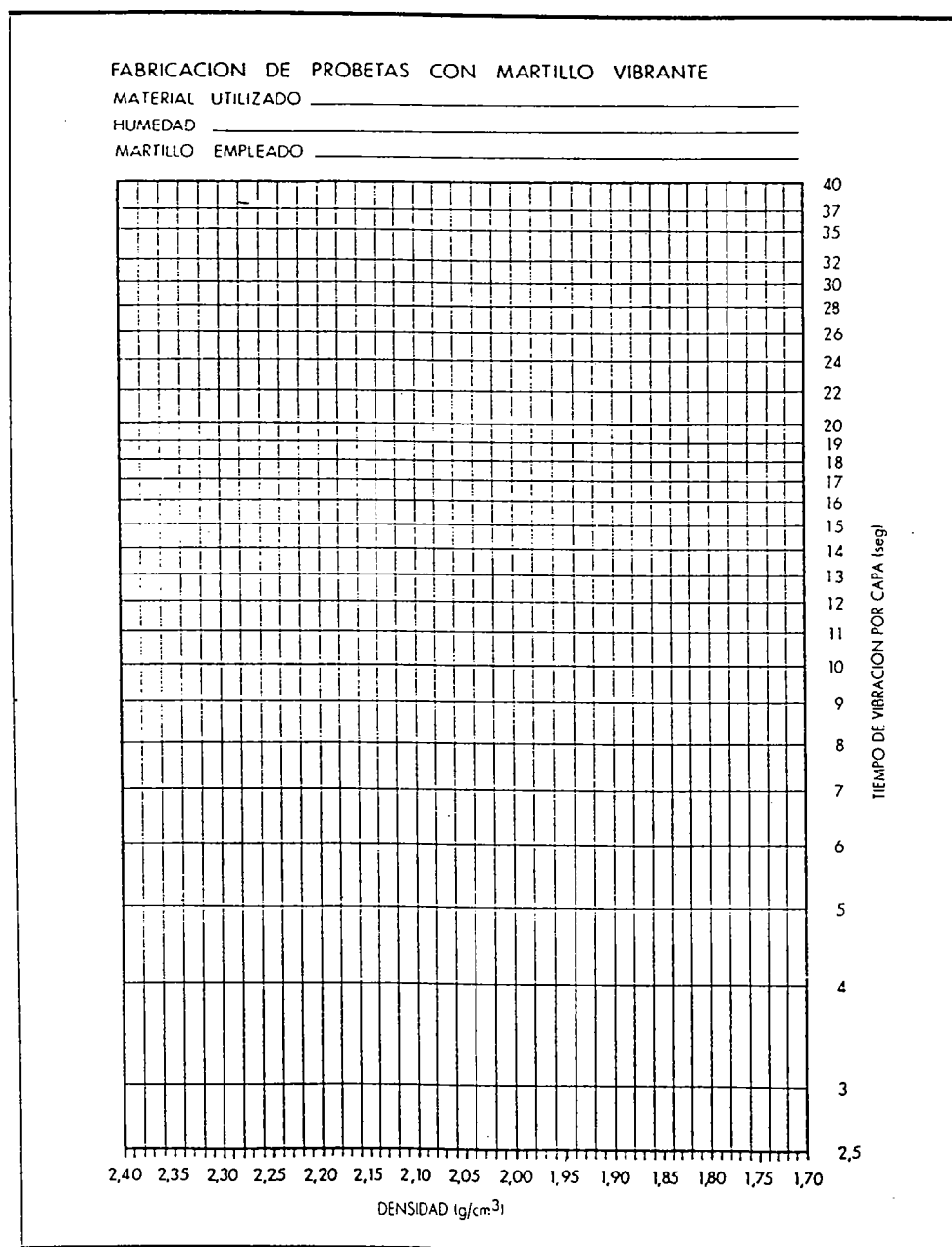


FIGURA 2. Gráfico para determinar  $T_c$ .

**3.4** La última capa se compacta de forma que el material sobresalga del borde superior del molde, una vez quitado el collarín, unos 2 cm, aproximadamente. Finalmente se enrasa el material con la ayuda de la pletina y la espátula.

**3.4.1** Si el material pasa en su totalidad por el tamiz UNE 5 mm no habrá dificultad con el enrase, pudiéndose realizar con la espátula un buen acabado de la superficie de la cara superior de la probeta. Pero si el material contiene partículas superiores a 5 mm, se enrasa el material empleando primero la pletina; se toma parte del material sobrante y se tamiza por el tamiz UNE 5 mm, empleando la fracción que pasa por dicho tamiz como pasta para conseguir un enrase fino.

**3.5** Cuando las probetas compactadas se vayan a utilizar en ensayos mecánicos, se mantendrán tapadas en sus moldes al menos durante 16 h a temperatura de  $20 \pm 2$  °C. Transcurrido este tiempo se sacan las probetas del molde y se introducen en una cámara húmeda o en una bolsa que se cierra herméticamente (tubular de polietileno soldado por sus extremos), con humedad de saturación. Hasta el momento del ensayo las probetas, conservadas de esta forma, se mantienen a temperatura ambiente de  $20 \pm 2$  °C.

**3.6** El tiempo  $T_c$ , referido en el apartado 3.3, se determina como se describe a continuación.

**3.6.1** Se fabrican tres probetas siguiendo el procedimiento descrito anteriormente con tiempos

de compactación  $T_i$ , de 5, 10 y 20 s, respectivamente.

**3.6.2** Se determina en cada probeta la humedad y la masa húmeda y a partir de estos datos se calcula la masa seca y la densidad seca.

**3.6.3** Se representa en un gráfico, figura 2, densidad seca-tiempo, los tres puntos correspondientes a 5, 10 y 20 s y se dibuja la línea que los une nuevamente.

**3.6.4** Con la densidad especificada y la curva  $d_s - T$  se determina el tiempo buscado  $T_c$ , necesario de compactación (Nota 1).

**Nota 1.** El tiempo  $T_c$  determinado sólo es aplicable al material y humedad de ensayo considerados y al martillo vibrador utilizado, debiendo repetirse la determinación del mismo, según el apartado 3.6, si se modifican alguno/s de estos tres parámetros (el principio mecánico del funcionamiento de los martillos vibrantes no garantiza que dos martillos de la misma potencia y características transfieran la misma energía o una probeta dada).

#### 4 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

Esta norma de ensayo ha sido redactada conforme a los ensayos desarrollados en el Centro de Estudios de Carreteras (CEDEX).

#### 5 NORMAS PARA CONSULTA

NLT-108 «Aplonado Proctor modificado».  
NLT-111 «Índice de CBR en laboratorio».