

# NLT-383/20

## Evaluación de la resistencia, tenacidad y energía de rotura de las mezclas bituminosas mediante el ensayo FENIX

En esta sección se describen métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente

Javier Loma, javierloma@padecasa.com

Padecasa

### 1. Objeto y principio del ensayo

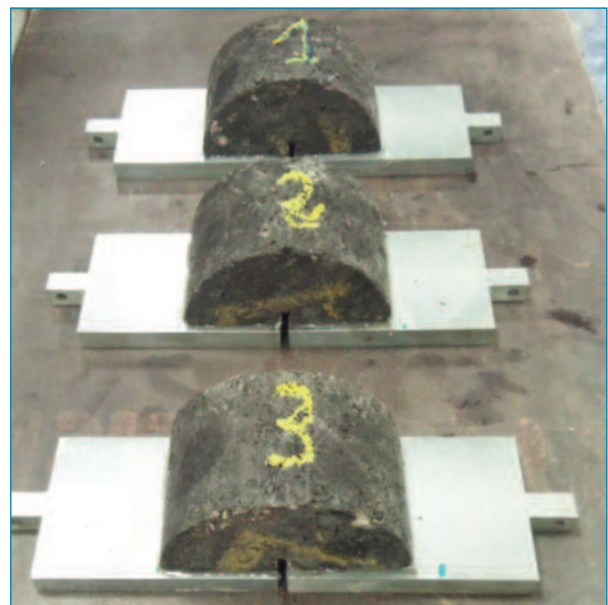
Determinación de la resistencia, tenacidad y energía de rotura de las mezclas bituminosas. El ensayo se efectúa mediante la aplicación de un esfuerzo a tracción directa sobre probetas semicilíndricas con fisura inducida, con una velocidad constante a una temperatura dada, siendo las recomendadas  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $+5^{\circ}\text{C}$  y  $+20^{\circ}\text{C}$ . El esfuerzo se aplica en el plano de corte y perpendicular a la ranura creada.

### 2. Método operativo

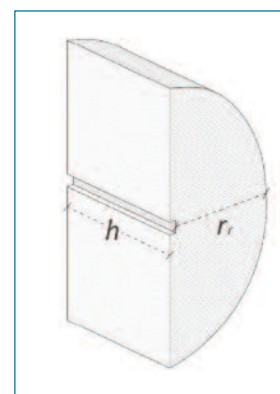
Se fabrican probetas cilíndricas mediante los procedimientos habituales (impacto o giratoria) o también se puede realizar el ensayo a partir de testigos extraídos de placas o de la propia obra. En cualquier caso, el espesor de las probetas debe estar comprendido entre 30 y 70 mm. Se recomienda fabricar al menos 2 probetas (3 o 4 semicilíndricas) para cada temperatura que se vaya a realizar el ensayo. Se determina la densidad de cada probeta.

Preparación de las probetas para el ensayo: se procede a realizar un corte paralelo a la generatriz del cilindro, es decir, se cortan las probetas diametralmente por la mitad obteniéndose probetas semicilíndricas como se observa en la siguiente figura.

Se realiza una ranura de  $5 \pm 1$  mm de profundidad y ancho de  $4 \pm 1$  mm en la mitad de la cara cortada de la probeta semicilíndrica, debiendo verificar las dimensiones obtenidas. Se determina su altura ( $h$ ) y el radio reducido ( $r$ ) y se fijan a las bases con el adhesivo sobre el plano rectangular, con especial



cuidado en mantener su posición.



Las probetas de ensayo se acondicionan en el interior de la cámara termostática durante un tiempo mínimo de 4 horas a la temperatura de ensayo. Se fijan las probetas a los soportes de la prensa con la ayuda de los pasadores comprobando el correcto alineamiento de las horquillas de sujeción, manteniéndolas durante un tiempo adecuado para asegurar

# NLT-383/20 Evaluación de la resistencia, tenacidad y energía de rotura de las mezclas bituminosas mediante el ensayo FENIX

la temperatura correcta en su interior (15-20 minutos).

Al inicio del ensayo se aplica un esfuerzo a tracción con velocidad constante de 1 mm/min, hasta alcanzar un valor de desplazamiento superior a 4 milímetros. Se repite el ensayo con el resto de probetas.

### 3. Equipamiento

Para la preparación de las probetas, se requiere una cortadora convencional para aserrar las probetas por su generatriz, así como efectuar la ranura inducida, y también los útiles y soportes para la sujeción de las probetas que son adheridas con un adhesivo especial tipo resina epoxi.

Para la realización del ensayo FENIX se requiere de una prensa electromecánica con capacidad de ensayar a tracción indirecta a velocidad constante de 1 mm/min y de aplicar y medir fuerzas entre 1 y 15000 N. La prensa debe estar dotada de un sensor de deformación independiente de 0,001 mm de resolución para la medida directa de la separación entre las placas de montaje de la probeta. Deberá a su vez estar dotada de una cámara termostática con capacidad de mantener temperaturas entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $+60^{\circ}\text{C}$  con variaciones máximas de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .



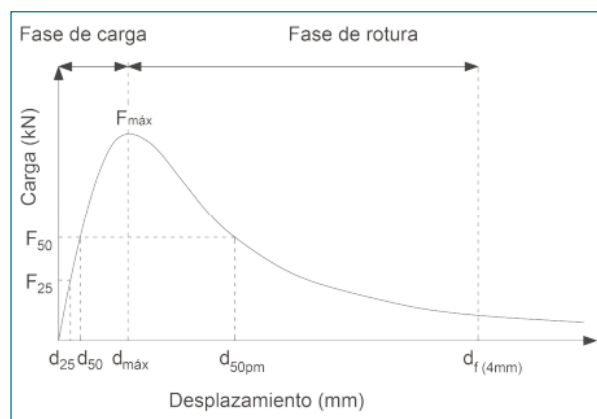
### 4. Resultados

Los parámetros resultantes del ensayo se calculan a partir de la curva de rotura de cada una de las probetas.

Algunos de estos son:

**DT: Desplazamiento de tenacidad.** Valor de desplazamiento, en milímetros (mm), desde que se alcanza la carga máxima hasta que la carga se reduce a la mitad de su valor máximo durante la fase de rotura

**RT: Resistencia a tracción,** en megapascales (MPa). Valor máximo de la tensión efectiva obtenido en el ensayo.



**IRT: Indicador de rigidez a tracción,** en  $\text{MPa}/\text{mm}$ . Pendiente de la curva carga-desplazamiento entre el 25% y el 50% de la carga máxima  $F_{máx}$  en la fase de carga, dividida por la superficie transversal de carga. Valora la rigidez de la mezcla a tracción.

**T: Tenacidad,** en  $\text{J}/\text{m}^2$ . Área bajo la curva de carga-desplazamiento desde que se alcanza la carga máxima de rotura hasta la finalización del ensayo, dividida por la superficie transversal de carga (S).

### 5. Puntos Críticos

El ensayo ha sido desarrollado en la UPC (Universidad Politécnica de Cataluña) donde se lleva trabajando por más de 10 años, aunque es un ensayo poco utilizado todavía en el resto de laboratorios del sector.

En la actualidad se está trabajando en la definición de criterios de especificación para su uso generalizado en las obras.

El ensayo requiere de equipos de ensayo especiales con un preciso control de la deformación y de la temperatura del

ensayo.

### 5. Comentarios

El ensayo permite diseñar, caracterizar y clasificar las mezclas bituminosas en cuanto a su resistencia, rigidez a tracción, ductilidad y tenacidad, tanto en la fase de diseño como posteriormente durante el control de calidad de obra.

Se están realizando trabajos a nivel nacional para correlacionar los parámetros obtenidos en el ensayo con muestras en fase de diseño, ejecución y testigos de obra.

En la norma se indican los valores de repetibilidad y reproducibilidad del ensayo para cada uno de los parámetros del ensayo obtenido con una mezcla tipo AC16D.

### 6. Bibliografía

- NLT.-383/20. Evaluación de la resistencia, tenacidad y energía de rotura de las mezclas bituminosas mediante el ensayo Fenix.

*Este ensayo permite valorar las propiedades de rigidez, ductilidad y tenacidad entre distintos tipos de mezclas bituminosas y ligantes, así como diseñar o seleccionar la mezcla más adecuada para la casuística objetivo de la mezcla. Y posteriormente en el control de calidad te permite comprobar las propiedades de la mezcla extendida y compararlas con las de origen.*