

## Ensayo de lixiviación en materiales para carreteras (Método del tanque)

### 1 OBJETO, FUNDAMENTO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta norma de ensayo describe el procedimiento que debe seguirse para obtener un lixiviado acuoso a partir de una muestra de material árido.

1.2 El árido en estudio se coloca en un recipiente de malla, situado en el interior de un tanque, y se somete a lixiviación con agua, de acuerdo con la técnica y aparatos que se refieren. La relación líquido/sólido es 10:1 y la duración del proceso de lixiviado es de 24 horas en las que el agua se mantiene en agitación.

1.3 El método está fundamentado en el supuesto de que se alcanza un cierto equilibrio entre las fases sólida y líquida durante el periodo de ensayo. El residuo sólido se separa por filtración. Las propiedades del eluido se miden o determinan posteriormente con los procedimientos o métodos de ensayo normalizados de análisis de agua, adaptados al análisis de eluidos.

1.4 El método de ensayo tiene su aplicación más idónea en la caracterización de los componentes solubles de los áridos que vayan a ser utilizados en construcción de carreteras de cualquier tipo, naturales, artificiales o reciclados, que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medio ambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades.

### 2 DEFINICIONES

2.1 **Ensayo de lixiviación** (elución). Ensayo mediante el cual se obtiene un eluido (lixiviado) de un material puesto en contacto con un eluyente (lixivante).

2.2 **Eluyente** (agente lixivante). Líquido utilizado en el proceso de lixiviación (elución) en laboratorio.

2.3 **Eluido**. Solución obtenida después del proceso de lixiviación, en laboratorio, de un material sólido en contacto con el eluyente (lixivante).

2.4 **L/S**. Abreviatura de la razón líquido/sólido que se expresa en  $\text{dm}^3/\text{kg}$ .

2.5 **Árido natural**. Árido procedente de yacimientos minerales y que únicamente ha sido sometido a procesos mecánicos.

2.6 **Árido artificial**. Árido resultante de un proceso industrial que supone una modificación físico-química o de otro tipo.

2.7 **Árido reciclado**. Árido resultante del tratamiento de material inorgánico previamente empleado en la construcción.

2.8 **Humedad residual** (HR, expresada en  $\text{cm}^3$ ). Cantidad de agua presente en una muestra de material que se puede evaporar por secado a  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  hasta masa constante.

### 3 APARATO Y MATERIAL NECESARIOS

3.1 **Base** para el tanque de ensayo

3.2 **Agitador magnético** con ajuste electrónico de la velocidad rotacional (opcionalmente, barra agitadora de inmersión, eléctrica).

3.3 **Barra magnética** para el agitador, de forma oval, de unos 50 mm de longitud y forrada de teflón.

3.4 **Centrífuga** de 3.000 a 4.000 g.

3.5 **Dispositivo para medida de la conductividad eléctrica**.

3.6 **pHmetro**

3.7 **Termómetro** de  $(0-50)^\circ\text{C}$ ; graduación  $1^\circ\text{C}$ .

3.8 **Tamices**, uno UNE 16 mm y otro UNE 31,5 mm, que cumplan los requisitos especificados en la norma UNE 7.050

3.9 **Balanza**. Carga hasta 5 kg y 0,1 g de precisión.

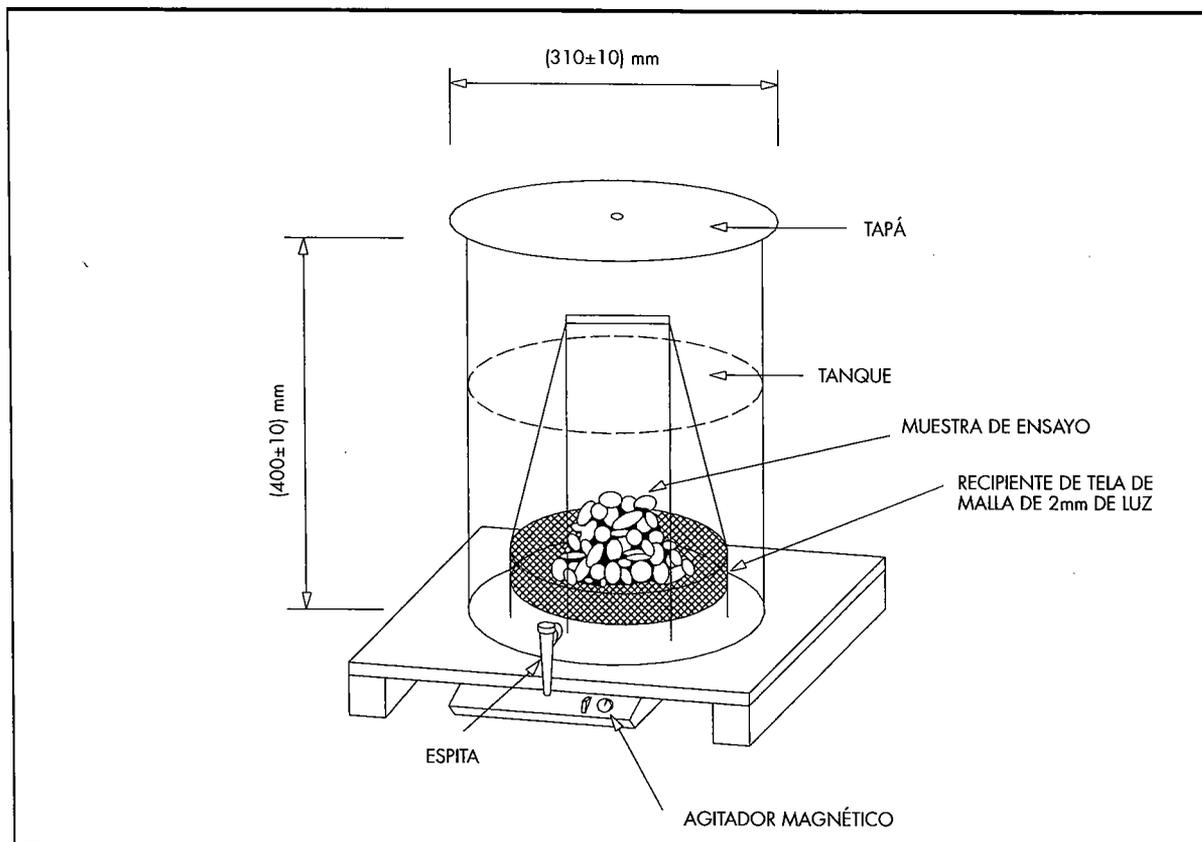


FIGURA 1. Ejemplo de disposición del ensayo.

**3.10 Membranas filtrantes**, de  $0,45 \mu\text{m}$ , prelavadas con ácido nítrico  $0,1 \text{ M}$  y agua.

**3.11 Aparato de filtrado**, de vacío ( $2.500 \text{ Pa}$  a  $4.000 \text{ Pa}$ ) o de alta presión ( $<0,5 \text{ MPa}$ ).

**3.12 Agua desmineralizada**, ( $5 < \text{pH} < 7,5$ ).

**3.13 Ácido nítrico** ( $\text{NO}_3\text{H}$ )  $5 \text{ M}$  pro-análisis.

**3.14 Ácido nítrico** ( $\text{NO}_3\text{H}$ )  $0,1 \text{ M}$ .

**3.15 Tanque de lixiviado**. Puede ser paralelepípedo ( $400 \pm 10$ ) mm alto, ( $300 \pm 10$ ) mm largo y ( $250 \pm 10$ ) mm ancho o cilíndrico ( $400 \pm 10$ ) mm alto y ( $310 \pm 10$ ) mm diámetro. El tanque estará construido de una sola pieza y para el lixiviado de sustancias orgánicas será de cristal y para las inorgánicas será de cristal o de polipropileno. Dispondrá de la tapadera correspondiente (figura 1), que no cierre herméticamente.

**3.16 Recipientes**. El material constitutivo de estos recipientes será, para lixiviados orgánicos: acero inoxidable, teflón o cristal; para lixiviados

inorgánicos: polipropileno, teflón o cristal. (figura 1). Fabricados con tela de malla de  $2 \text{ mm}$  de luz, y dimensiones ( $50 \pm 10$ ) mm de altura y un diámetro tal que permita una separación, entre su borde y la pared del tanque, de ( $20 \pm 2$ ) mm.

#### 4 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

**4.1** El muestreo y la preparación de la muestra se realizan de acuerdo con lo estipulado en la norma NLT-148. Las muestras se guardan en recipientes herméticos o bolsas de plástico selladas. El tiempo de almacenamiento transcurrido entre la toma de muestra y la realización del ensayo será el más breve posible. Se tomarán las medidas necesarias para evitar alteraciones en la muestras. Cuando haya que reservar muestras en periodos de tiempo largos, es necesario que se sequen al aire previamente.

**4.2** El material se utiliza con la composición granulométrica con que se recibe. Los fragmentos mayores de  $31,5 \text{ mm}$  se machacan y se separa, de este machacado, la fracción  $16/31,5 \text{ mm}$  que se añade a la  $0/31,5 \text{ mm}$  para el ensayo, en la proporción

cuantitativa en la que la fracción de tamaño superior a 31,5 mm estaba presente en la muestra original. Para estas operaciones se utilizan los tamices referidos en 3.8.

**4.3** Si la muestra estuviera húmeda, se seca al aire a temperatura ambiente antes de proceder al cuarteo y tamizado. El contenido de humedad de la muestra que se utilizará en el ensayo, se determina en una muestra paralela, de acuerdo con el método referido en la NLT-359.

**4.4** Para el ensayo son necesarios unos 2 kg de la muestra; se determina la masa con precisión de 0,1 g. Si se trata de áridos con densidades que estén fuera del rango 2,60 a 2,75 la muestra de ensayo será de 1 dm<sup>3</sup>.

**Nota.-** Se pondrán los medios necesarios para evitar la contaminación de las muestras durante su manejo y preparación.

## 5 PROCEDIMIENTO

**5.1** El ensayo de lixiviación se efectúa a una temperatura de las muestras de entre 20°C y 25°C.

**5.2** Se coloca el tanque de lixiviado sobre la base, de tal suerte que el agitador magnético se pueda situar centrado debajo del fondo del tanque. Después de introducir la barra magnética y una cantidad de agua desmineralizada igual a diez (10) veces la masa de la muestra seca, se coloca el recipiente fijándolo directamente por encima del tanque. Se distribuye la muestra del material para ensayo uniformemente en el recipiente y se desciende el conjunto en el interior del tanque. Esta última operación se realiza lenta y cuidadosamente para facilitar la mayor evacuación posible del aire adherido a la muestra. Con la muestra dispuesta en el recipiente, es esencial asegurarse de que el nivel del agua esté al menos 2 cm por encima de aquella. La distancia entre el recipiente y el fondo del tanque es de 5 cm aproximadamente. El recipiente quedará situado dentro del tanque de manera que se mantenga una distancia uniforme entre las paredes de ambos. Una vez todo dispuesto en orden de ensayo, se tapa el tanque y se pone en funcionamiento el agitador magnético, (o la barra agitadora de inmersión) a una velocidad de rotación de 52 rad/s (~ 500 rpm) y se mantiene durante 24 horas. Finalizado el periodo de agitación, se recoge, abriendo la espita, la cantidad necesaria de eluido para los análisis posteriores.

**5.3** La separación del eluido de la muestra se efectúa inmediatamente después del final del ensayo. Las partículas gruesas se dejan sedimentar du-

rante 10 minutos y a continuación se decanta el eluido turbio.

**5.4** Si se ha de determinar parámetros inorgánicos junto con el pH y la conductividad eléctrica, se filtra previamente el eluido a través de una membrana filtrante de 0,45 µm de tamaño de poro. Si se ha de determinar parámetros orgánicos (p. ej. índice de fenol), se centrifuga el líquido durante 10 (diez) minutos. En la centrifugación, las partículas de material en suspensión se separan del eluido con una aceleración centrífuga relativa de 3.500 g. El material con que esté fabricado el tubo de centrifugación no influirá en los resultados del análisis.

**5.5** El filtrado o el centrifugado, según el caso, se analizará inmediatamente. Si esto no fuese posible se preservará mediante adición al eluido de ácido nítrico 5 M hasta pH = 2.

## 6 ENSAYO EN BLANCO

**6.1** Se determina el efecto del agente lixivante (eluyente), del dispositivo de ensayo y de los filtros de membrana, en los resultados analíticos, pasa de esta forma hacer las correcciones pertinentes en los datos obtenidos de los eluidos. Todas las concentraciones que se especifiquen deben corregirse con los datos obtenidos en el ensayo en blanco. Estos ensayos se deben realizar al menos por duplicado, y los resultados promediados. No es necesario realizar ensayo en blanco para cada ensayo individual de una muestra concreta.

## 7 CÁLCULOS Y RESULTADOS

**7.1** Para evaluar el ensayo de lixiviación, los resultados se expresarán en masa con respecto a la muestra seca, calculada teniendo en cuenta el contenido de humedad de la muestra paralela (apartado 4.3).

**7.2** El resultado del ensayo se referirá en hojas de resultado apropiadas, de la que se muestra como ejemplo una al final de esta norma.

**7.3 Información** que se adjuntará a los resultados del ensayo.

**7.3.1** Origen de los áridos

**7.3.2** Método de preparación

**7.3.3** Tamaño de la muestra de laboratorio, en kg.

**7.3.4** Valores del pH y conductividad del eluido.

**7.3.5** Descripción de la muestra y masa seca en g.

**7.3.6** Tipo de tanque de lixiviación utilizado

**7.3.7** Temperatura del tanque durante el ensayo

**7.3.8** Observaciones y comentarios sobre el desarrollo del ensayo (p. ej. formación de gases, disolución de la muestra, desviaciones inevitables de la normativa que se refiere, etc.)

**7.4 Resultado analítico.** Se describirán o referirán los procedimientos analíticos que se hayan aplicado, incluyendo los límites de detección mínimos del método en cuestión.

**7.5 Resultado del ensayo de lixiviación.** Los datos se expresarán en mg/dm<sup>3</sup> y mg/kg en una

hoja de resultado como la que se muestra de ejemplo.

## 8 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

CEN/TC 154/SC 6. Draft pr EN 1744-3 "Preparation of eluates by leaching of aggregates" January 2000.

## 9 NORMAS PARA CONSULTA

NLT-148 "Toma de muestras de roca, escorias, grava, arena, polvo mineral y bloques de piedra empleados como materiales de construcción de carreteras".

NLT-359 "Áridos. Determinación de la humedad total por secado".

UNE 7050 "Tamices de Ensayo".

## APÉNDICE (No normativo)

Hoja de resultados para ensayo de lixiviación (ejemplo)

Eluido

pH  
Conductividad (mS/m)  
E<sub>H</sub> (mV) (optativo)

Componente	Concentración en el eluido (mg/litro)	Cantidad liberada (mg/kg de materia seca)	Método de análisis	Límite de detección (mg/litro)	Límite de determinación (mg/litro)