

UNE-EN 12697-6:2012.

Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas

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

Javier Loma, jloma@ohl.es

Asfaltos y Construcciones ELSAN

1. Objeto y principio del ensayo

Determinación de la densidad aparente de probetas compactadas en laboratorio o testigos extraídos del pavimento. La Norma describe 4 posibles metodologías a seguir, que debe ser seleccionada en función del número de huecos de la probeta o testigo:

- a. Densidad aparente, para probetas con superficie muy cerrada. Para mezclas tipo HRA de la UNE-EN 13108-4 (UNE EN 13108-20, anexo B).
- b. Densidad aparente en superficie seca saturada (ssd), para probetas con una superficie cerrada. Para mezclas tipo AC de la UNE-EN 13108-1, BBTM de la UNE-EN 13108-2 y SMA de la UNE-EN 13018-5 en probetas con un contenido de huecos < 7% (UNE-EN 13108-20, anexo B).
- c. Densidad aparente de probeta con superficie impermeabilizada, para probetas con superficies abiertas o rugosas. Para mezclas tipo AC de la UNE-EN 13108-1 y BBTM de la UNE-EN 13108-2 en probetas con un contenido de huecos entre 7 y 10 % (UNE-EN 13108-20, anexo B).
- d. Densidad aparente por dimensiones, para probetas con superficie regular (ej. Probetas rectangulares o prismáticas). Para mezclas tipo AC de la UNE-EN 13108-1, BBTM de la UNE-EN 13108-2 y PA de la UNE-EN 13108-7 en probetas con un contenido de huecos >10 % (UNE-EN 13108-20, anexo B).

La densidad es obtenida a partir de su masa en aire y su volumen, en los tres primeros casos calculado por diferencia de su peso en agua y el último por medida de sus dimensiones.

2. Método operativo

La metodología a seguir, según el procedimiento empleado, es la que recogen las tablas de la página siguiente.

3. Equipamiento

Para la realización de este ensayo se precisan de equipos que suelen encontrarse en los laboratorios: Balanza con posibilidad de realizar la pesada de la probeta bajo el agua y una precisión de $\pm 0,1$ g, un termómetro, un calibre para mediciones con precisión de al menos $\pm 0,1$ mm. Además, para las probetas impermeabilizadas, se precisa una parafina sólida a temperatura ambiente y de densidad conocida.

4. Puntos críticos

La elección de la metodología a seguir en cada caso depende del contenido de huecos de la probeta, pero este dato se obtiene a partir del resultado del propio ensayo de densidad.

Para el termómetro empleado en las mediciones de las dimensiones de las probetas, aunque la norma no indica precisión, es recomendable que al menos tenga posibilidad de medir cada $0,1$ °C (en la revisión de la norma del año 2007 aparecía una precisión de 1 °C mínimo).

La temperatura del agua afecta a la densidad de la misma, influyendo en la densidad final de la mezcla, generalmente obteniendo valores más bajos.

5. Comentarios

Es un ensayo sencillo de ejecutar que permite determinar una característica esencial de la mezcla y de suma importancia, como es la densidad aparente, que sirve como referencia para el posterior cálculo del grado de compactación obtenido en la unidad terminada, que a su vez se trata de un criterio de aceptación o rechazo.

UNE-EN 12697-6:2012. Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas

Procedimiento	a-Seca	b-SSD	c-Impermeabilizada	d-Dimensiones
Determinación de las dimensiones				X
Determinación de la masa de la probeta en aire	X	X	X	X
Determinación de la densidad del agua	X	X	X	
Impermeabilización de la probeta			X	
Determinación de la masa de la probeta impermeabilizada			X	
Inmersión de la probeta en agua y determinación de su masa ssd		X		
Determinación de la masa de la probeta en agua	X	X		
Determinación de la masa de la probeta impermeabilizada en agua			X	

Cálculos	
Método	Fórmula
a-Seca	$\rho_{dry} = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \times \rho_w$ <p>m1: masa probeta seca. m2: masa probeta en agua ρ_w: densidad agua a la temp. ensayo</p>
b-SSD	$\rho_{ssd} = \frac{m_1}{m_3 - m_2} \times \rho_w$ <p>m1: masa probeta seca. m2: masa probeta en agua m3: masa probeta ssd ρ_w: densidad agua a la temp. ensayo</p>
c-Impermeabilizada	$\rho_{sm} = \frac{m_1}{(m_2 - m_1) / \rho_w + (m_3 - m_1) / \rho_{sm}}$ <p>m1: masa probeta seca. m2: masa probeta impermeabilizada m3: masa probeta impermeabilizada en agua ρ_w: densidad agua ρ_{sm}: densidad material impermeabilizante</p>
d-Geométrica (probeta cilíndrica)	$\rho_{geom} = \frac{m_1}{\frac{\pi}{4} \times h \times d^2} \times 10^3$ <p>m1: masa probeta seca. h: altura de la probeta d: diámetro de la probeta</p>

Los resultados obtenidos a partir de los testigos extraídos del pavimento permiten verificar la puesta en obra del material, comparándolo con los datos obtenidos durante el control de calidad. A partir de la densidad aparente (en probetas o testigos) se calcula el contenido de huecos en la mezcla, de áridos y rellenos de li-

gante, pero además deben conocerse otros datos como son la densidad máxima, peso específico de los materiales y el contenido de ligante. En algunos casos, y para áridos con elevada absorción, es conveniente conocer el grado de absorción de los áridos, aplicando la norma UNE-EN 1097-6. En varios trabajos de interlaboratorios realizados en Aleas, se han obtenido los siguientes valores de desviación estándar de reproducibilidad y repetibilidad:

Tipo de mezcla	Sr (kg/m³)	SR (kg/m³)
BBTM B (d geom.)	13	36
BBTM A y AC 16S (d sss)	7-9	21-24

NOTA: La norma de ensayo indica a modo informativo valores de SR comprendidos entre 8-28 kg/m³ para la densidad ssd. Esto supone que variaciones en la densidad ssd de por ejemplo 23 kg/m³ conlleva una variación en los huecos del 1%, y una variación de 35 kg/m³ en la densidad por dimensiones supone una variación de casi un 1,5% de huecos.

6. Especificaciones

En los Pliegos de Condiciones no aparecen valores de especificaciones para la densidad, ya que esta varía en función del tipo de mezcla y de la naturaleza del árido empleado, pero sí en cambio para el contenido de huecos en mezcla.

7. Bibliografía

- UNE-EN 1097-6. Determinación de la absorción de los áridos y absorción de agua.
- UNE-EN 12697-6. Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas.
- UNE-EN 12697-8. Determinación de los huecos.
- UNE-EN 12697-29. Determinación de las dimensiones de las probetas.
- UNE-EN 13108-1 a 13108-7. Normas de producto.
- UNE EN 13108-20. Ensayo de tipo inicial

Es un ensayo sencillo de realizar y de suma importancia. Los resultados obtenidos en las probetas compactadas en el laboratorio aportan información sobre la composición volumétrica de la mezcla y con ello su comportamiento. Los resultados obtenidos a partir de los testigos extraídos de obra sirven para verificar la correcta puesta en la obra.

Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

En esta sección se lista la actualización de la legislación y otras disposiciones, las normas EN que se han publicado, así como las nuevas normas que se han incluido para su revisión y que se encuentran en proyecto, para diferentes materiales relacionados con las mezclas bituminosas (áridos, ligantes bituminosos y mezclas). En esta entrega se recoge el listado de normas desde el 24 de abril hasta el 26 de octubre de 2015.

NORMATIVA PUBLICADA

Áridos (Comité Técnico AEN/CTN 146)

- **UNE EN 1097-10: (Publicada en junio de 2015, versión anterior del año 2004).** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 10: Determinación de la altura de succión de agua
- **UNE EN 1367-7: (Publicada en junio de 2015, no existe ninguna versión anterior).** Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 7: Determinación de la resistencia a ciclos de hielo y deshielo de los áridos ligeros
- **UNE EN 1367-8: (Publicada en junio de 2015, no existe ninguna versión anterior).** Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 8: Determinación de la resistencia a la desintegración de los áridos ligeros

Betunes y ligantes bituminosos (Comité Técnico AEN/CTN 51/SC-1)

- **UNE EN 12596: (Publicada en julio de 2015, versión anterior del año 2007).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad dinámica por viscosímetro capilar al vacío

NORMATIVA EN PROYECTO

Áridos (Comité Técnico AEN/CTN 146)

- **PNE-pr 13043 (última publicación año 2004).** Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas
- **PNE-prEN 16236 (norma nueva).** Evaluación de la conformidad de los áridos. Ensayo inicial de tipo y control de producción en fábrica

Mezclas bituminosas (Comité Técnico AEN/CTN 41/SC-2)

- **PNE-prEN ISO 11819-2 (norma nueva).** Acústica. Medida de la influencia de la superficie de la carretera en el ruido de rodadura. Parte 2: Método de proximidad
- **PNE-prEN 12697-23 (última publicación año 2004).** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 23: Determinación de la resistencia a tracción indirecta de probetas bituminosas
- **PNE-prEN 12697-53 (norma nueva).** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 52: Acondicionamiento para tratar el envejecimiento oxidativo

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS

- Existen nuevas normas publicadas para el estudio del comportamiento de los áridos frente a sus propiedades térmicas.
- Destacar que se está llevando a cabo la revisión de la norma de áridos de la cual, con respecto a la revisión actual, se extraerá toda la sistemática del proceso de Marcado CE de control de producción en planta, que ya se ha realizado para otro tipo de materiales como es el caso de las emulsiones bituminosas.
- Importante tener en cuenta el interés por conocer mejor las características superficiales de las mezclas bituminosas, para poder extraer más información en aspectos como el confort, a partir del ruido de rodadura, y su durabilidad, mediante el análisis sobre el envejecimiento de las mezclas bituminosas.

Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

Legislación y otras disposiciones (actualizada a 19 de octubre de 2015)

PROYECTOS DE I+D+I PARA JÓVENES INVESTIGADORES SIN VINCULACIÓN O CON VINCULACIÓN TEMPORAL 2015

Promover la ejecución proyectos de investigación orientados a la búsqueda de soluciones a los problemas presentados en los retos de la sociedad identificados en la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación y en el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación y fomentar la retención, atracción del talento y movilidad, facilitando el inicio en la dirección de proyectos de investigación a investigadores jóvenes, con trayectorias científica relevantes sin vinculación o con vinculación temporal de corta duración con alguna entidad susceptible de ser beneficiaria de la ayuda.

Financiar la ejecución de proyectos de investigación dirigidos por investigadores jóvenes con trayectorias científicas prometedoras y sin vinculación o con vinculación temporal, que consistan en trabajos experimentales o teóricos emprendidos con el objetivo primordial de adquirir nuevos conocimientos con orientación específica hacia los ocho grandes retos de la sociedad española, de manera que estos nuevos conocimientos deben suponer un avance en el ámbito en el que se encuadren y dar respuesta a los retos identificados en la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación: "Salud, cambio demográfico y bienestar", "Seguridad, calidad alimentaria; actividad agraria productiva y sostenible; sostenibilidad de recursos naturales, investigación marina y marítima", "Energía segura, sostenible y limpia", "Transporte inteligente, sostenible e integrado", "Acción sobre el cambio climático y eficiencia en la utilización de recursos y materias primas", "Cambios e innovaciones sociales", "Economía y sociedad digital" y "Seguridad, protección y defensa.

Las ayudas estarán destinadas a financiar los gastos de contratación del investigador principal, personal, pequeño equipamiento, materiales y otros gastos relacionados con los objetivos del proyecto.

Plazo: 01/10/2015-22/10/2015

HORIZONTE 2020

Es el programa que financia proyectos de investigación e innovación de diversas áreas temáticas en el contexto europeo, contando con casi 80.000M€ para el periodo 2014-2020.

Investigadores, empresas, centros tecnológicos y entidades públicas tienen cabida en este programa.

La Unión Europea concentra gran parte de sus actividades de investigación e innovación en el Programa Marco que en esta edición se denominará Horizonte 2020 (H2020). En el período 2014-2020 y mediante la implantación de tres pilares, contribuye a abordar los principales retos sociales, promover el liderazgo industrial en Europa y reforzar la excelencia de su base científica. El presupuesto disponible ascenderá a 76.880 M€.

Horizonte 2020 integra por primera vez todas las fases desde la generación del conocimiento hasta las actividades más próximas al mercado: investigación básica, desarrollo de tecnologías, proyectos de demostración, líneas piloto de fabricación, innovación social, transferencia de tecnología, pruebas de concepto, normalización, apoyo a las compras públicas pre-comerciales, capital riesgo y sistema de garantías.

El Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (EIT) pasa a formar parte de Horizonte 2020 y a través de sus comunidades de conocimiento (KIC) integra actividades de investigación, formación y creación de empresas.

Los objetivos estratégicos del programa Horizonte 2020 son los siguientes:

- a) Crear una ciencia de excelencia, que permita reforzar la posición de la UE en el panorama científico mundial.
- b) Desarrollar tecnologías y sus aplicaciones para mejorar la competitividad europea. Cuenta con importantes inversiones en tecnologías clave para la industria, como Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), las nanotecnologías, fabricación avanzada, la biotecnología y el espacio.
- c) Investigar en las grandes cuestiones que afectan a los ciudadanos europeos