

Divergencias en la determinación de huecos en mezcla. Densidad máxima volumétrica vs. densidad máxima teórica

Pablo Álvarez Troncoso, palvarez@becsa.es

Aida Marzá Beltran, amarza@becsa.es

Carlos Quintana Gálvez, cquintana@becsa.es

Manuel Montolio Sanfelio, mmontolio@becsa.es

BECSA

Desde la entrada en vigor del marcado CE de mezclas bituminosas y la consecuente adaptación del Pliego de Prescripciones PG-3, el control de los parámetros volumétricos fundamentales de la mezcla, y más concretamente su contenido en huecos, ha adquirido aún más protagonismo como ensayo de referencia para comprobar la correcta correspondencia entre diseño y fabricación en planta de mezclas, manteniendo de igual forma un exhaustivo control sobre las variables de composición y dejando de lado los ensayos mecánicos rutinarios tipo Marshall.

Con la armonización de las normas de ensayo a nivel europeo se introdujo una variación significativa en el procedimiento de determinación del contenido de huecos en mezcla, sustituyendo el valor de referencia de densidad máxima teórica por el de densidad máxima volumétrica.

De forma paralela, las prescripciones técnicas de huecos en mezcla, sobre todo en el caso de las capas de rodadura, han sufrido poca o ninguna variación con la evolución del pliego PG-3, lo que apunta a que, necesariamente, los datos obtenidos por uno u otro método debieran ser convergentes.

El presente artículo expone los resultados obtenidos a raíz de la investigación realizada por el laboratorio de asfaltos de BECSA sobre dicha convergencia y sus variables. Como resultado de la citada investigación se han puesto de manifiesto diferencias significativas entre ambos métodos que podrían sugerir una revisión de los valores límites actuales del pliego PG-3. Del mismo modo, tras el análisis llevado a cabo, parece necesario consensuar un procedimiento dentro del marco normativo de la UNE EN 12697-5:2010 para minimizar horquillas de reproducibilidad.

Palabras Clave: mezclas bituminosas, contenido en huecos, densidad máxima teórica, densidad máxima volumétrica.

Since the entry into force of the CE marking of bituminous mixtures and the consequent adaptation of PG-3, the control of the fundamental volumetric parameters of asphalt mixes, and more specifically its air voids content, has acquired even more prominence as a test of reference to verify the correct correspondence between laboratory design and manufacturing in the asphalt plant, maintaining in the same way an exhaustive control over composition and leaving aside the routine mechanical Marshall type tests.

With the harmonization of the standard tests at European level, a significant variation was introduced in the procedure for determining air voids parameter, replacing the reference value of theoretical maximum density with that of maximum volumetric density.

In parallel, the technical requirements, especially in the case of top layers in relation to mix voids content, have not suffered significant variation, which suggests that, necessarily, the data obtained by both methods should be convergent.

This article presents the conclusions derived from the research carried out by BECSA's asphalt laboratory regarding to this convergence and its variables. As a result of aforementioned investigation, significant

Divergencias en la determinación de huecos en mezcla. Densidad máxima volumétrica vs. densidad máxima teórica

differences have been revealed between both methods that could suggest a revision of current limit values of PG-3. Similarly, after these results, it seems necessary to agree on a common procedure within the regulatory framework of UNE EN 12697-5:2010 to minimize reproducibility values.

Keywords: bituminous mixtures, voids content, theoretical maximum density, volumetric maximum density.

1. Introducción

El objetivo principal en la fase de diseño de una mezcla asfáltica es optimizar sus características funcionales a la vez que se dota al futuro pavimento de la mayor durabilidad posible. Los parámetros volumétricos internos juegan un papel sustancial y por ello existen prescripciones en el marco normativo vigente que limitan en la mayoría de los casos unos valores máximos y mínimos para cada tipo de mezcla. De igual modo cada característica físico-mecánica medible está asociada a un valor de densidad y éste a su vez, a unos valores determinados de contenido de huecos en aire (V_m), huecos del árido mineral (VMA) y huecos rellenos con ligante (VFB) dentro de la mezcla bituminosa.

La adopción de las normas europeas armonizadas de ensayo (serie 12697) con la entrada en vigor del marcado CE, introdujo una novedad esencial en la determinación de los parámetros antes mencionados con respecto al método de cálculo utilizado tradicionalmente en nuestro país; la densidad máxima volumétrica sustituía a la densidad máxima teórica. Numerosos fabricantes de mezcla asfáltica estiman que la influencia de este cambio de procedimiento, no está suficientemente ponderada en la actualidad, de tal modo que se obtienen resultados significativamente diferentes al utilizar ambos métodos cuando en realidad, tratan de determinar la misma realidad física. Asimismo los pliegos de prescripciones han permanecido con poca o ninguna variación sobre todo en lo referente al porcentaje de huecos en las capas de rodadura, por lo que es de vital importancia conocer el trasfondo de estas diferencias, acotarlas en la medida de lo posible y ponderarlas convenientemente.

2. Evolución en el cálculo de contenido en huecos. Densidad Máxima de Volumen y densidad máxima teórica (matemática)

A raíz del cambio de marco normativo de 2008 se introdu-

cionaron variaciones significativas en el procedimiento para fijar la densidad máxima de referencia que puede alcanzar la mezcla asfáltica. Hasta el mencionado cambio, esta densidad máxima se calculaba de forma matemática según NLT-168 (apdo.5.3)[1]; tras éste, se establece un procedimiento de ensayo volumétrico específico (procedimiento A) dentro de la UNE EN 12697-5 [2]. Esta última norma contempla la posibilidad de realizar igualmente el cálculo de forma teórica (procedimiento C), aunque el anexo B de la norma UNE EN 13108-20 [3], al que se refiere el pliego PG-3 [4], fija el uso del valor experimental.

2.1 Densidad máxima teórica. NLT-168 y UNE 12697-5 procedimiento C

Como se ha mencionado anteriormente los métodos teóricos de cálculo de densidad máxima han sido referencia durante años en nuestro país como base para la determinación del contenido de huecos de mezcla bituminosa. Tanto la norma NLT-168 como el procedimiento C de la norma 12697-5, calculan dicha densidad máxima mediante la expresión:

$$\rho_{mc} = \frac{100}{(p_a/\rho_a) + (p_b/\rho_b)}$$

donde

ρ_{mc} es la densidad máxima de la mezcla mediante cálculo en kg/m^3

p_a es el porcentaje de árido en masa existente en la mezcla

ρ_a es la densidad aparente del árido en kg/m^3

p_b es el porcentaje de ligante existente en la mezcla

ρ_b es la densidad del ligante a 25°C en kg/m^3

De una forma práctica, se determina la densidad aparente del conjunto de áridos (NLT-167 [5] ó UNE EN 1097-6 [6]), la densidad del ligante (UNE EN ISO 3838 [7]) y el contenido de

betún en la mezcla, y con estos datos se obtiene mediante cálculo el valor de la densidad máxima de referencia.

2.2 Densidad máxima volumétrica. UNE EN 12697-5 Procedimiento A

A diferencia del procedimiento anterior, la densidad máxima volumétrica se calcula a partir de un ensayo sobre la propia mezcla bituminosa. Su fundamento físico reside en calcular el volumen de la mezcla cuando se ha extraído de una muestra de ensayo todo el aire interior mediante un proceso de desgranamiento y exposición a condiciones de vacío. Para ello, la muestra se introduce en un picnómetro adecuado una masa de material acorde con el tamaño máximo del árido y en cantidad tal que no supere los 2/3 del volumen del mismo. Se cubre de agua (sin aire disuelto) y el conjunto se introduce en un contenedor de vacío para someterlo a una presión residual de 4kPa o menor durante 15 ± 1 minutos. Tras esta operación se llena el picnómetro hasta casi su aforamiento y el conjunto se aclimata durante al menos 30 minutos pero menos de 3 horas para que la temperatura sea homogénea. Se enrasa el picnómetro, se seca y se pesa el conjunto. La densidad máxima se calcula como:

$$\rho_{mv} = \frac{m_2 - m_1}{1000 * V_p - (m_3 - m_2) / \rho_w}$$

donde

ρ_{mv} es la densidad máxima por el método volumétrico en kg/m^3
 m_1 es la masa del picnómetro en g
 m_2 es la masa del picnómetro más la masa de la muestra de ensayo en g
 m_3 es la masa del picnómetro más la muestra de ensayo mas agua enrasado en g
 V_p es el volumen del picnómetro enrasado en m^3
 ρ_w es la densidad del agua a la temperatura de ensayo en kg/m^3

El procedimiento debe realizarse con agua según se indica en el anexo B de la norma UNE EN 13108-20.



Figura 1. Equipo para la determinación de la densidad máxima por el método volumétrico

3. Problemas durante el control de obra. Divergencias de resultado

3.1 Problemas en control de obra

Derivado de la experiencia de fabricación y puesta en obra de mezclas se observa que con la aplicación del cálculo de densidad máxima volumétrica para la determinación de los parámetros de huecos, se obtienen sistemáticamente valores menores para las mezclas que se fabrican habitualmente, de las cuales existen históricos de registros de control de producción a partir de datos procedentes del método matemático.

En la siguiente tabla se expresan valores reales de huecos en aire provenientes del control de producción en obra, detallando los parámetros obtenidos mediante la determinación, por ambos métodos, del contenido de huecos de la mezcla. La última columna indica la variación en valor absoluto que sufre el contenido en huecos en uno y otro caso ($D_{max.v}$ representa densidad máxima volumétrica y $D_{max.t}$ representa densidad máxima teórica). La densidad de referencia es la media de tres valores obtenidos para las probetas de control. Los datos de densidad máxima teórica se han calculado a partir de la densidad relativa del conjunto de áridos (NLT-167) y de un valor de referencia de densidad de betún de 1035 kg/m^3 .

Divergencias en la determinación de huecos en mezcla. Densidad máxima volumétrica vs. densidad máxima teórica

Tabla 1. Cuadro comparativo resultados control de obra

| Fecha extendido | Tipo de mezcla | Densid. referencia (Kg/m ³) | Dmax.v (Kg/m ³) | Dmax.t (Kg/m ³) | % Huecos Dmáx.v | % Huecos Dmax.t | Diferencial % huecos |
|-----------------|----------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| 20/06/2017 | AC 22 BIN S | 2419 | 2550 | 2570 | 5.1 | 5.9 | 0.7 |
| 20/06/2017 | AC 22 BIN S | 2422 | 2554 | 2572 | 5.2 | 5.8 | 0.7 |
| 21/06/2017 | AC 22 BIN S | 2423 | 2555 | 2574 | 5.2 | 5.9 | 0.7 |
| 21/06/2017 | AC 22 BIN S | 2420 | 2553 | 2576 | 5.2 | 6.1 | 0.8 |
| 22/06/2017 | AC 22 BIN S | 2431 | 2556 | 2570 | 4.9 | 5.4 | 0.5 |
| 22/06/2017 | AC 22 BIN S | 2425 | 2554 | 2571 | 5.1 | 5.7 | 0.6 |
| 23/06/2017 | AC 22 BIN S | 2420 | 2555 | 2571 | 5.3 | 5.9 | 0.6 |
| 23/06/2017 | AC 22 BIN S | 2423 | 2552 | 2573 | 5.1 | 5.8 | 0.8 |

Cabe mencionar que el intervalo exigido en pliego para esta mezcla es de un contenido en huecos entre 4-6%. Como se puede observar los datos obtenidos por uno u otro método arrojan diferencias significativas. Es decir, según tomemos uno u otro dato, el valor de huecos se sitúa en medio del intervalo exigido o bien se encuentra en el límite del mismo, lo que podría llevar a plantear incluso una reformulación.

Se observó que este problema se reproducía de forma general en diferentes actuaciones y que el rango de divergencia variaba en función del tipo de mezcla. Lo primero que se podría plantear, a la vista de lo expuesto, es que los datos son divergentes por una ejecución deficiente del ensayo de densidad máxima volumétrica, debido a la corta experiencia en nuestro país en lo referente al correcto desempeño de este procedimiento, que actualmente es el de referencia.

3.2 Validación externa de la divergencia de resultados

A finales de 2017, en el desarrollo de las obras en la N-232 entre Ráfales y el límite de provincia con Castellón, del Ministerio de Fomento, se diseñaron las primeras mezclas a ejecutar en los desvíos provisionales de la mencionada actuación, en coordinación permanente con el Laboratorio de la Unidad de Carreteras del Estado en Teruel. Durante el mencionado diseño, que se enmarcó en todo momento bajo la normativa vigente, se constató que la mezcla de rodadura presentaba un contenido en huecos menor al requerido (<4%) aún cuando el contenido en betún se encontraba en el mínimo exigible para esa capa (4.5% s/m). La solución parecía pasar por un cambio de esqueleto granulométrico que permitiera un mayor porcentaje de huecos. No obstante, parecía una ocasión inmejorable para

comprobar la experiencia expuesta en 3.1.

Así, se realizaron una serie de ensayos por parte de ambos laboratorios para poder determinar si las diferencias entre ambos métodos de cálculo, seguían las tendencias anteriormente citadas.

Los datos obtenidos estaban en consonancia con las diferencias encontradas con anterioridad y planteaban la cuestión sobre la causa de dicha divergencia y cuál de los dos parámetros debe ser el más cercano a la realidad de la mezcla. La normativa actual es clara a este respecto; el método vigente de ensayo debe ser el procedimiento A de la UNE EN 12697-5 de densidad máxima volumétrica. Estos datos parecen plantear una divergencia clara, mientras que en contraposición, las prescripciones han permanecido prácticamente invariables.

3.3 Estudio de las variables del ensayo de densidad máxima volumétrica. Causas de la divergencia.

Una vez comprobados y analizados los datos obtenidos, surge la necesidad de conocer el origen de las desviaciones encontradas con el objeto de acotar sus causas, y de manera más precisa, fijar aquellas variables dentro del procedimiento de forma que se unifiquen criterios a la hora de la ejecución del ensayo para asegurar su repetibilidad y reproducibilidad. Todo ello condujo al inicio de una investigación sobre los puntos críticos del ensayo y el estudio de su variabilidad.

Como puede deducirse de la breve descripción de los procedimientos realizada en el apartado 2, la determinación volumétrica contiene varias etapas y puntos críticos, concretados en la norma, que requieren especial atención. Este ensayo presenta unos valores de límite de repetibilidad entorno a 11

kg/m³ [2]. Si tradujéramos estos datos al cálculo de contenido en huecos de una mezcla, suponiendo unas densidades aparente y máxima estándar (2400 kg/m³ y 2520/2531 kg/m³, por ejemplo), podríamos obtener datos de entre un 4.8% y un 5.2% de huecos trabajando bajo condiciones de repetibilidad. En el caso de la reproducibilidad, el límite se sitúa en 22 kg/m³ [2], por lo que 2 laboratorios trabajando en condiciones normalizadas podrían obtener datos con las cifras anteriores (2400 kg/m³ y 2520/2542 kg/m³, por ejemplo) de 4.8% y 5.6 % para el contenido en huecos sin que necesariamente ninguno de ellos hubiera incurrido en mala praxis. Parece razonable, por tanto, analizar las fuentes de divergencia dentro del propio método.

- 1) La mezcla debe desgranarse hasta que no existan aglomeraciones de más de 6 mm
- 2) El uso de dispersante ayuda en la extracción del aire en el caso del agua y que la vibración facilita la evacuación del aire de los huecos accesibles.
- 3) El vacío debe aplicarse con una presión residual de 4kPa o menor durante 15±1 minutos. No obstante sugiere que algunas mezclas pueden necesitar un mayor tiempo de aplicación.
- 4) La norma indica un tiempo de entre 30 y 180 minutos.

Como primera hipótesis y derivada de la observación durante la ejecución del ensayo en estudio, era evidente que la principal diferencia entre los valores del método matemático y

Tabla 2. Cuadro de datos de obra con lo que se inició el estudio

| Fecha extendido | Tipo de mezcla | Laboratorio de ensayo | Densidad referencia (Kg/m ³) | % huecos D _{máx v} | % Huecos D _{max t} | Diferencial % huecos |
|-----------------|----------------|-----------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 02/08/2017 | AC 22 SURF S | M. Fomento | 2388 | 4.1 | 5.0 | 0.9 |
| 02/08/2017 | AC 22 SURF S | BECSA | 2402 | 3.6 | 4.8 | 1.2 |
| 05/09/2017 | AC 22 SURF S | M. Fomento | 2395 | 4.1 | 4.5 | 0.4 |
| 06/09/2017 | AC 22 SURF S | M. Fomento | 2411 | 3.4 | 3.8 | 0.4 |
| 07/09/2017 | AC 22 SURF S | M. Fomento | 2391 | 4.2 | 4.6 | 0.4 |
| 05/09/2017 | AC 22 SURF S | BECSA | 2392 | 4.3 | 5.0 | 0.7 |
| 06/09/2017 | AC 22 SURF S | BECSA | 2404 | 3.8 | 4.3 | 0.5 |
| 07/09/2017 | AC 22 SURF S | BECSA | 2397 | 4.1 | 4.7 | 0.6 |
| 02/10/2017 | AC 22 BIN S | M. Fomento | 2409 | 5.4 | 6.2 | 0.8 |
| 02/10/2017 | AC 22 BIN S | BECSA | 2405 | 5.5 | 6.1 | 0.6 |
| 21/11/2017 | AC 22 BIN S | M. Fomento | 2394 | 6.2 | 7.2 | 1.0 |
| 21/11/2017 | AC 22 BIN S | BECSA | 2393 | 6.2 | 7.1 | 0.9 |

Las etapas y puntos críticos considerados pueden resumirse así:

- 1) Desgranado de la mezcla de forma efectiva.
- 2) Uso de agente dispersante y/o vibración para ayudar a la extracción de aire
- 3) Tiempo y presión residual para conseguir la extracción máxima de aire
- 4) Tiempo final para la homogenización de la temperatura antes de la determinación de m³

Con respecto a estas etapas la norma indica en cada caso que:

el experimental debía residir en la dificultad que representa extraer el aire de la masa disgregada de mezcla bituminosa con la aplicación de las condiciones que marca el procedimiento. Los datos encontrados así parecían indicarlo, ya que una menor extracción de aire conllevaría una sobreestimación de volumen y por tanto una subestimación de densidad máxima y, como consecuencia, menor porcentaje de huecos. En la variante matemática se utiliza el dato de densidad aparente de áridos, que procede de un procedimiento similar, pero en este caso no es necesaria la aplicación de vacío (opcional) para la obtención del resultado final.

Se diseñaron una serie de experimentos destinados a conocer

Divergencias en la determinación de huecos en mezcla. Densidad máxima volumétrica vs. densidad máxima teórica

la variabilidad del parámetro dentro de las condiciones normativas. Así se determinaron densidades máximas de mezclas con variación de masa de muestra (entre el mínimo y un volumen que no supere 2/3 del picnómetro), presión de vacío residual (≤ 4 KPa) y variación de tiempos de homogeneización de temperatura antes de la determinación de m3 (entre 30 y 180min).

normativos, un aumento de ésta produce una disminución del valor de los huecos en mezcla (entre un 0.8 y un 0.6%) por subestimación de la densidad máxima.

- Una disminución de presión residual de vacío, como cabría esperar, aumenta la extracción del aire ocluido, consiguiendo



Figura 2. Preparación de distintas cantidades de mezcla para ensayo

Las tendencias encontradas pueden observarse en los siguientes gráficos:

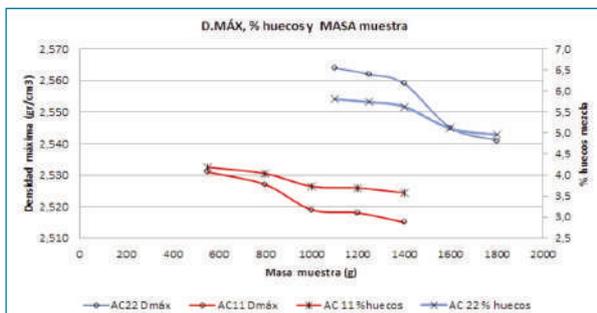


Figura 3. Variación de la D.máx y el % de huecos con la masa de la muestra de ensayo

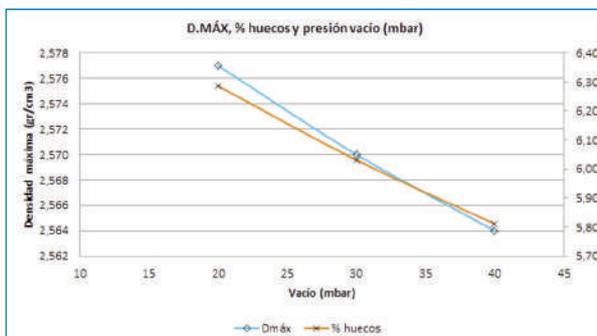


Figura 4. Variación de la D.máx y el % de huecos con la presión residual de vacío (mbar)

A la vista de los datos obtenidos se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Al variar la cantidad de muestra utilizada dentro de los límites

un aumento de densidad máxima. Esta disminución cumpliría las condiciones normativas.

- Los datos obtenidos para la evolución de los parámetros con el tiempo de acondicionamiento de temperatura, nos indican que la tendencia es asintótica hacia un valor estable, lo que podría indicar salida del aire residual o bien equilibrio de procesos de absorción, aunque esto ocurre fuera del rango de tiempos indicado en la norma.

El conjunto de datos parecen indicar que, en efecto, el comportamiento de las variables y su influencia en el resultado final del ensayo, están en consonancia con la dificultad de extracción del aire de la masa disgregada de mezcla bituminosa

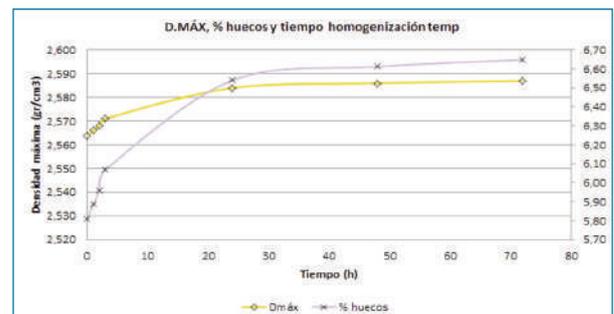


Figura 5. Variación de la D.máx y el % de huecos con el tiempo de acondicionamiento para la temperatura

hasta el extremo de obtener resultados significativamente diferentes dentro del marco de condiciones normativas.

Esta dificultad para extraer el aire ocluido puede ser observa-

da si utilizamos el equipo de vacío con ventanilla de vidrio superior cuando nos encontramos en la fase final del proceso de aplicación de vacío. En ese momento, incluso si se ha utilizado un agente dispersante en la fase acuosa, pueden distinguirse burbujas de aire sobre la superficie de la mezcla bituminosa que son reabsorbidas una vez finaliza la aplicación de presión negativa.

La tendencia convergente de los datos obtenidos por ambos métodos, que se produce cuando se alarga el período de aclimatación del picnómetro tras el ensayo (figura 5), debe ser objeto de estudio. En la norma 12697-5:2003 [8] vigente en el momento de entrada en vigor del marcado CE, el tiempo máximo no se limitaba para determinaciones en medio acuoso. Este extremo cambió en la revisión de la norma de 2010, limitándose el tiempo máximo a 180 minutos para evitar posibles procesos de absorción. La presencia o no de esos procesos de absorción y su compatibilidad con la salida total del aire ocluido se presenta como elemento clave para la convergencia de los métodos y debe ser ponderada.

4. Conclusiones

Las conclusiones derivadas del presente estudio pueden agruparse en dos vertientes fundamentales, que se encuentran, a su vez, interrelacionadas:

- En primer lugar, se ha constatado que parece existir una diferencia significativa y sistemática entre los valores de huecos en aire determinados por el método actual de referencia, que utiliza como valor clave la densidad máxima volumétrica, y el anterior, que utilizaba el valor de densidad máxima teórica. Esto tiene especial relevancia debido a que los límites para los valores admisibles de huecos en mezcla recogidos en los pliegos, han permanecido prácticamente invariables. Así por ejemplo, derivado de lo anterior, se puede subestimar la dotación de betún en la fase de diseño para poder alcanzar el contenido en huecos especificado, ya que las mezclas resultan más cerradas comparativamente. Estimamos que un estudio a nivel nacional puede proporcionar más información al respecto para abordar un posible cambio en los valores limitantes actuales.
- En una segunda vertiente, enfocada en la reproducibilidad del método vigente de determinación de densidad máxima, debemos ser conscientes de la variabilidad propia del método

(límite reproducibilidad 22 kg/m³ [2]) y de la afección que produce en la determinación de huecos. Consideramos que es necesario acordar un protocolo entre las partes intervinientes en el control de unidades de obra para fijar las variables estudiadas en el presente artículo. Estos protocolos debieran ser validados mediante ejercicios de intercomparación. Lo anterior conecta a su vez con el apartado anterior ya que debemos minimizar las desviaciones en el método actual para poder evaluar convenientemente el rango de diferencias con el método anterior.

5. Referencias bibliográficas

- [1] NLT-168/90 Densidad y huecos en mezclas bituminosas compactadas. CEDEX.
- [2] UNE-EN 12697-5:2010/AC:2012 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 5: Determinación de la densidad máxima.
- [3] UNE-EN 13108-20:2007/AC:2009 Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos de tipo.
- [4] Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3 Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre 2014.
- [5] NLT 167-96. Densidad relativa de los áridos en aceite de parafina. CEDEX.
- [6] UNE EN 1097-6:2014. Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua.
- [7] UNE EN ISO 3838:2004. Petróleo crudo y productos petrolíferos líquidos o sólidos. Determinación de la densidad o de la densidad relativa. Métodos del picnómetro de tapón capilar y del picnómetro bicapilar graduado.
- [8] UNE EN 12697-5:2003+A1:2007. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 5: Determinación de la densidad máxima.



CARRETERA A ESTRENAR CADA DÍA

En Cepsa queremos cuidar y conservar las carreteras siempre en perfecto estado. Por ello, disponemos de una amplia gama de betunes convencionales, desde la Gama ELASTER de última generación en betunes modificados con polímeros, hasta masillas sellantes.

Mantener las carreteras es fácil con los Asfaltos de Cepsa.

Más información en el **91 265 47 13** o en **cepsa.com/asfaltos**



CEPSA

Tu mundo, más eficiente.