

INFORME

EJERCICIO DE COMPARACIÓN INTERLABORATORIO DENSIDAD MÁXIMA UNE EN 12697-5:2020

Junio 2023



email: aleas@asefma.com.es

Contenido

| | |
|-------------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. LABORATORIOS PARTICIPANTES | 3 |
| 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 4 |
| 4. RESULTADOS OBTENIDOS..... | 5 |

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe recoge el análisis de los resultados provenientes del ejercicio interlaboratorio que se ha realizado en el seno de la asociación ALEAS para el ensayo de densidad máxima de mezclas bituminosas según la norma europea UNE EN 12697-5:2020. Estos ensayos interlaboratorios persiguen evaluar el desempeño de los laboratorios participantes, identificar problemas y diferencias en la ejecución del ensayo y establecer un criterio consensuado para poder comparar datos. Sumado a lo anterior, sirven como herramienta de autoevaluación para los participantes siguiendo el espíritu de la UNE EN ISO/IEC 17025 de competencia de los laboratorios de ensayo.

Para el desarrollo de este ejercicio se ha establecido en primer lugar un protocolo específico con el fin de fijar criterio dentro del itinerario dictado por la norma de referencia. Se han concretado numerosos aspectos que pueden ser consultados en el anexo del presente informe.

Con posterioridad se ha procedido al análisis de los datos obtenidos siguiendo los criterios de UNE 82009-2:1999 “Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición. Parte 2: Método básico para la determinación de la repetibilidad y la reproducibilidad de un método de medición normalizado”.

La mezcla objeto de ensayo ha sido fabricada y facilitada a los participantes por parte de Padecasa. Se trata de una mezcla tipo AC 16 SURF 50/70 D con árido de naturaleza corneana.

2. LABORATORIOS PARTICIPANTES

Han participado en el ejercicio objeto del presente informe los laboratorios de las siguientes entidades:

Tabla 1. Laboratorios (entidades) participantes en el ejercicio de intercomparación

| LABORATORIOS PARTICIPANTES (ENTIDADES) |
|--|
| Campezo Obras y Servicios |
| Dirección Gral. Carreteras de Castilla y León |
| Sorigué |
| Pavasal Empresa Constructora (Lab. Alicante) |
| Pavasal Empresa Constructora (Lab. Valencia) |
| Padecasa Obras y Servicios |
| CHM Obras e Infraestructuras |
| Laboratorio de Materiales Valladolid. Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Occidental |
| Orsa |
| Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) |
| INTROMAC Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción |
| Laboratorio General Diputación Foral de Álava |
| Becca |
| Eiffage (Lab. Vicálvaro) |
| Eiffage (Lab. Abanilla) |
| Tecnofirmes |
| Laboratorio de D.G. Carreteras Consejería de Fomento e Infraestructuras de Murcia |
| CEDEX |
| Universitat Politècnica de València (UPV) |
| Universidad Politécnica de Madrid (UPM) |

El número total de laboratorios participantes ha sido de 20. El número de réplicas por laboratorio ha sido de 5. A cada laboratorio se le ha asignado al azar un número de participante del 1 al 20 para su identificación..

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez recepcionados los resultados, se realiza un análisis estadístico previo que comprende los criterios incluidos en UNE EN 82009-2 con el fin de detectar resultados aberrantes o anómalos. Se realizan las siguientes aproximaciones:

- Técnicas de consistencia, utilizando dos estadísticos determinados: interlaboratorios (h) e intralaboratorio (k) de Mandel.
- Ensayos de detección de resultados numéricos aberrantes: ensayos de variabilidad que se aplican a los resultados donde el ensayo Mandel haya conducido a la sospecha:
 - o Ensayo de Cochran (C)
 - o Ensayo de Grubbs (G)

El valor o valores rechazados dejarán de ser analizados cuando resulten aberrantes u anómalos en cualquiera de las dos aproximaciones anteriores.

El valor asignado, una vez rechazados los anteriores, se obtiene como el promedio de los datos no descartados.

Con posterioridad se obtiene mediante método ANOVA la desviación típica de repetibilidad (sr) y la desviación típica de reproducibilidad (sR) del ejercicio y se compara con la descrita en la norma de ensayo.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

En la siguiente tabla se resumen los valores medios de las 5 réplicas analizadas obtenidos para cada laboratorio.

Tabla 2. Media de resultados obtenidos en el ejercicio para cada laboratorio

| LABORATORIO Nº | Densidad máxima (Mg/m ³) |
|----------------|---|
| 1 | 2,525 |
| 2 | 2,540 |
| 3 | 2,521 |
| 4 | 2,506 |
| 5 | 2,529 |
| 6 | 2,521 |
| 7 | 2,518 |
| 8 | 2,536 |
| 9 | 2,521 |
| 10 | 2,523 |
| 11 | 2,513 |
| 12 | 2,524 |
| 13 | 2,522 |
| 14 | 2,509 |
| 15 | 2,516 |
| 16 | 2,522 |
| 17 | 2,518 |
| 18 | 2,482 |
| 19 | 2,520 |
| 20 | 2,525 |

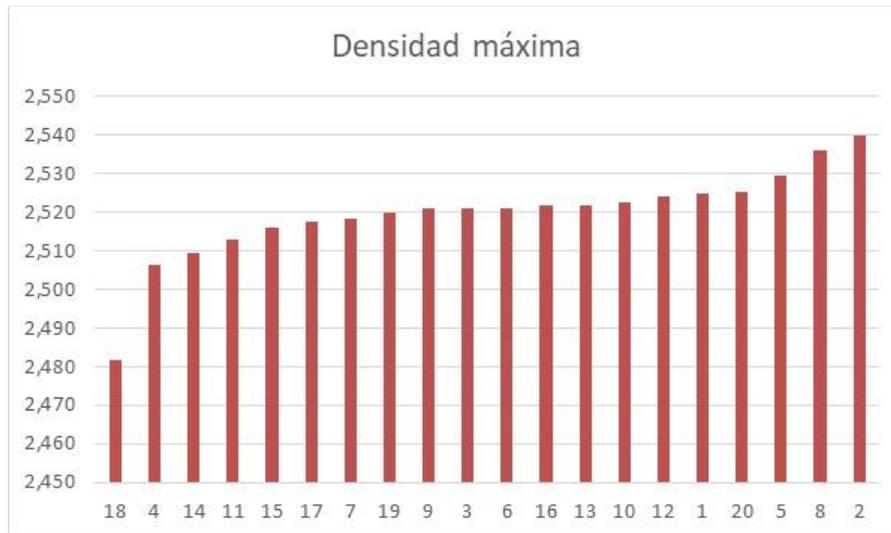


Gráfico 1. Representación gráfica de los valores medios obtenidos ordenados de menor a mayor

De los análisis estadísticos previos para la detección de valores anómalos mediante técnicas de consistencia se obtienen los siguientes gráficos:

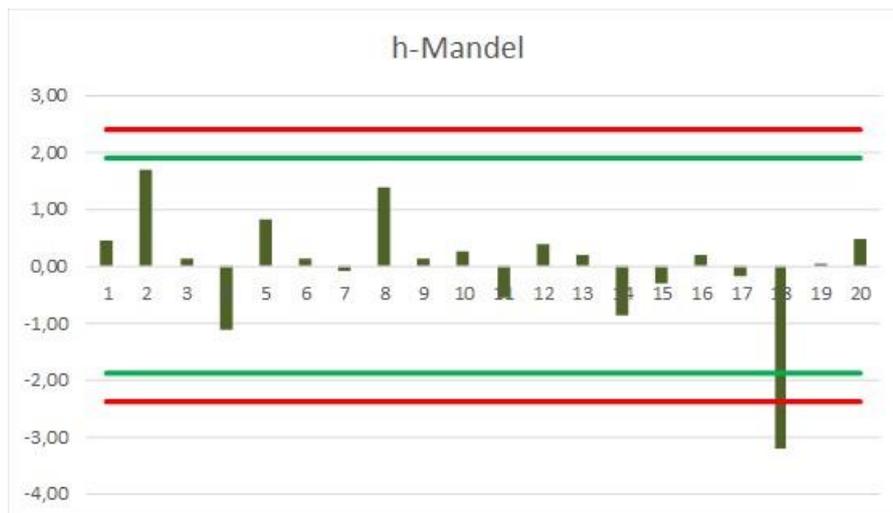


Gráfico 2. Representación gráfica análisis h-Mandel

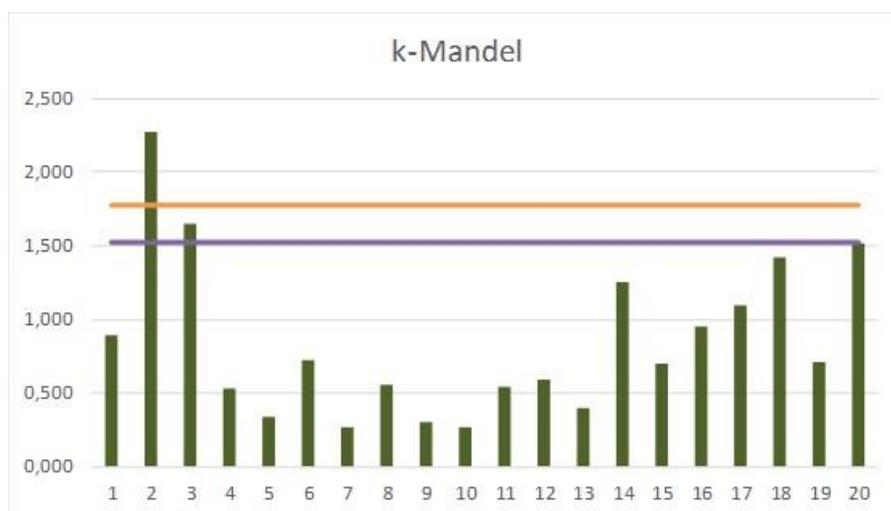


Gráfico 3. Representación gráfica análisis k-Mandel

De las gráficas anteriores se deduce la necesidad de aplicación de los test de Cochran y Grubbs para los laboratorios nº2, 3 y 18. De la aplicación de ambos test se deriva la eliminación los valores aportados por los laboratorios nº18 (por h y Grubbs) y nº2 (por k y Cochran).

Se procede, tras la eliminación de los anteriores valores, a recalcular las varianzas obteniendo el siguiente cuadro resumen:

Tabla 3. Valor medio (m), desviación típica de repetibilidad (sr), desviación típica intralaboratorio (sL) y desviación típica de reproducibilidad (sR) obtenidas en el ejercicio.

| | m | s _r | s _L | s _R |
|--|-------|----------------|----------------|----------------|
| UNE EN 12697-5:2020 | | | | |
| Densidad máxima, Mg/m³ | 2,521 | 0,005 | 0,007 | 0,008 |

Tabla 3. Valor medio (m), desviación típica de repetibilidad (sr), desviación típica intralaboratorio (sL) y desviación típica de reproducibilidad (sR) obtenidas en el ejercicio.

En los apartados 11.2 y 11.3 de la norma de referencia para el ensayo UNE EN 12697-5:2020, se detallan los datos de precisión, procedentes de experiencias suecas, cuando se utiliza agua de forma análoga a la intercomparación realizada, situándose éstos en $s_r = 0.004 \text{ Mg/m}^3$ y $s_R = 0.008 \text{ Mg/m}^3$. Cabe destacar la concordancia de los datos obtenidos en el presente ejercicio de ALEAS con los valores reflejados en la norma.