

**INFORME DEL EJERCICIO DE COMPARACIÓN INTERLABORATORIO  
(EILA 2019)**

**ENSAYOS DE MATERIALES: Betunes**

**A nivel nacional**

## INDICE

ENSAYOS DE MATERIALES: Betunes .....	1
INDICE.....	2
INTRODUCCION .....	3
1. OBJETIVOS DEL EILA19 .....	3
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	4
3. ANÁLISIS PRE-ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS APORTADOS.....	5
MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE: Tipos de ensayos.....	6
4. ANÁLISIS PRE-ESTADÍSTICO: Parámetros de ejecución.....	6
5. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES.....	11
6. GRAFICOS DE DISPERSION .....	12
7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO APLICADO .....	13
8. CALCULO DE LA repetibilidad y reproducibilidad: ANÁLISIS DE VARIANZA.....	15
9. EVALUACION DE LA CONFORMIDAD: ZSCORE. METODO ESTADISTICO SOBRE APTITUD .....	17
10. DIAGRAMA DE CAJA-BIGOTES: ANALISIS PRE- ESTADÍSTICO y ANALISIS ESTADÍSTICO.....	18
11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS: PENDIENTE DE DEFORMACIÓN, PORCENTAJE DE PROFUNDIDAD DE RODERA Y DEFORMACIÓN DE PISTA.. (incluido gráficos).....	19
12. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE MATERIALES: MBC 20	
13. AGRADECIMIENTOS .....	21

## INTRODUCCION

### 1. OBJETIVOS DEL EILA19

Los ejercicios de intercomparación entre laboratorios tienen su origen y fundamento en la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025:2005**, que en el apartado 5.9 “*Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración*” establece, que los laboratorios deben participar en comparaciones interlaboratorio o programas de ensayos de aptitud.

Según define la **Guía sobre la participación en programas de intercomparación G-ENAC-14**, “las intercomparaciones consisten en la organización, el desarrollo y la evaluación de ensayos del mismo ítem o ítems similares por varios laboratorios, de acuerdo con condiciones preestablecidas.”

Éstas incluyen diferentes objetivos:

- Evaluación del desempeño de los laboratorios para ensayos.
- Identificación de problemas en los laboratorios e inicio de actividades correctivas.
- Establecimiento de eficacia y comparabilidad de ensayos.
- Identificación de diferencias entre laboratorios.
- Caracterización de métodos.
- Educación de los laboratorios participantes, basándose en los resultados de su participación.

## 2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos por los laboratorios se analiza siguiendo las siguientes normas:

- **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”.*
- **UNE-EN ISO/IEC 17043:2010** *“Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud”*, tomando como valor de referencia del ensayo los valores medios no aberrantes obtenidos.

Además, se consideran dos documentos de ayuda elaborados por la **Entidad Nacional de Acreditación ENAC** para la realización de los ejercicios de intercomparación:

- **NT-03** *“Política de ENAC sobre Intercomparaciones”.*
- **G-ENAC-14** *“Guía sobre la participación en programas de intercomparación.”.*

Asimismo, conforme al *“Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal (EILA-19) de ensayos de MATERIALES”*, cada ensayo será evaluado con el cumplimiento de las Normas indicadas a continuación:

### **Aceros. Barras corrugadas:**

- Ensayos de tracción sobre probeta envejecida artificialmente, según se indica en la norma **UNE-EN 10080**, determinando resistencia a tracción, límite elástico, alargamiento de rotura y alargamiento total bajo carga máxima, según la norma: **UNE EN ISO 15630-1:2003. Parte 5 y Apartado 32.1 de la EHE-08**

### **Suelos-viales:**

- Ensayo para determinar la granulometría de un suelo por tamizado, según la norma **UNE 103101:1995**.
- Ensayo para determinar el contenido de materia orgánica de un suelo, según la norma **UNE 103-204:1993 y UNE 103-204:93 Erratum**
- Ensayo para determinar el contenido de sales solubles de un suelo, según la norma **NLT 114-1999 y UNE 103205: 2006**
- Ensayo de Determinación del Límite líquido, Límite plástico e Índice de plasticidad de un suelo, según la norma **UNE 103103:1994 y UNE 103-104: 1993**
- Ensayo de Clasificación de un suelo, en base a todos los ensayos realizados previamente.

### **Mezclas bituminosas en caliente (MBC):**

- Ensayos para mezclas bituminosas en caliente. Ensayo de rodadura, según la norma **UNE EN 12697:2003. Parte 22 +A1:2007**. Y se recomienda la lectura del Protocolo de ensayo elaborado por ALEAS (febrero 2018).

### **Pavimentos de tránsito peatonal (in situ) y con baldosa cerámica**

- Ensayo de determinación del valor de la resistencia al deslizamiento en pavimentos de tránsito peatonal. En HÚMEDO y EN SECO, según las normas respectivas **UNE-41901 EX y 41902 EX**.

### **Mortero:**

- Ensayo de determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero endurecido, según la norma **UNE EN 1015-18:2003**.

## **3. ANÁLISIS PRE-ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS APORTADOS**

En estos primeros pasos quedan recogidos todos los datos aportados, por los laboratorios participantes, volcados de las fichas de resultados, elaboradas para su uso según el ensayo. En este punto, el análisis preliminar, marca aquellos **valores sospechosos** que puedan explicarse como un “error técnico humano” y se filtran los **valores descartados** por la incorrecta ejecución de la norma.

Para ello, se investiga si el resultado se ha debido a un descuido de transcripción, o por no fijarse en la expresión de las unidades que se estaba pidiendo o por situar el valor en la celda equivocada. Si es así, el resultado se considera *sospechoso*, se sombrea en amarillo en el volcado de datos y se reemplaza por el valor correcto para su análisis pre-estadístico.

Seguidamente, en caso de existir, se aplicará de forma generalizada la fórmula de verificación que aplica el criterio de validación que la propia norma de ensayo establece. Si no cumple la validación, el resultado será *descartado* y se sombrea en rojo. Cuando no cumple alguno de los requisitos, pero que no invalidan el ensayo, se sombrea en naranja.

## **MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE: Tipos de ensayos.**

**Ensayos para mezclas bituminosas en caliente. Ensayo de rodadura, según la norma UNE EN 12697:2003. Parte 22 +A1:2007. Y se recomienda la lectura del Protocolo de ensayo elaborado por ALEAS (febrero 2018).**

Este ensayo tiene por objeto determinar la susceptibilidad de los materiales bituminosos a deformarse cuando están sometidos a carga.

El número de laboratorios participantes asciende a un total de 23, pero hay dos laboratorios que no entregan resultados de la placa 02, los códigos MUR-175 y MUR-184, que al presentar solo un resultado, no serán incluidos en el análisis estadístico por no poder ser contrastados.

Por otra parte, hay 6 laboratorios, el 26,09 %, que aportan el resultado del ensayo en unidades diferentes a las solicitadas (kg/m<sup>3</sup>), el error se corrige para ser analizados pero se marcan como **valores sospechosos**: AND-150, CAT-081, GAL-159, GAL-173, MAD-140, MUR-127 y NAV-177.

### **4. ANÁLISIS PRE-ESTADÍSTICO: PARÁMETROS DE EJECUCIÓN.**

Al inicio del ejercicio la Coordinación General del EILA aportó en Notas aclaratorias, la siguiente información:

*“Respecto al ensayo de MBC, la mezcla utilizada es un AC-16. Como la mezcla pasa el 100% del huso granulométrico del tamiz de 16, se recomendó fabricar las placas con un espesor de 50 mm. Sin embargo, debido al tipo de mezcla que es, el espesor de las placas que los laboratorios deben fabricar debe ser de 60 mm.*

*Esto implica que el ensayo no va a poder hacerse por duplicado, tendrá que hacerse un ensayo con dos determinaciones, y el análisis estadístico lo haremos con dichas determinaciones.*

*Desde Coordinación General del EILA se ha decidido que es demasiado peso el que habría que mandar a los laboratorios de esta muestra para hacerlo por duplicado. En ningún caso, se re-fabricaran las muestras ya utilizadas.*

*En cuanto a la preparación de las mismas, la muestra recibida ya viene preparada para ser directamente compactada y calentada. Por tanto, una vez compactada, acondicionarla durante al menos 2 días, como indica la norma, aunque desde la Coordinación recomendamos 72 horas para tener menos dispersión, y controlando que la temperatura sea estable durante este tiempo.*

*El procedimiento recogido en el Protocolo para hacer el ensayo es el B, en aire, se pedía que no en agua, por consiguiente, el método a utilizar por los laboratorios debe ser el geométrico. Para ello, se os aporta el dato de la densidad aparente (UNE EN 12697-6) geométrica = 2.488,2 kg/m<sup>3</sup>, la densidad máxima = 2.633, 0 kg/m<sup>3</sup>, la densidad aparente SSD = 2.526,3 kg/m<sup>3</sup> y Porcentaje de huecos de aire en mezcla = 4,05 %.*

*Por último, en el Protocolo queda recogido que conforme la norma UNE EN 12697-22 (apartado 11, tabla 4) se indican valores de referencia del orden de 0,2  $\mu$  m/ciclo para repetibilidad y 1,0  $\mu$  m/ciclo para reproducibilidad. Sabemos que estos valores de referencia de r y R, están siendo revisados actualmente y que se están haciendo estudios al respecto y se tendrá en cuenta en los análisis de los resultados.”*

En resumen, se establecieron como parámetros previos para la ejecución del ensayo:

- El valor de densidad a utilizar como valor de referencia: 2.488,2 kg/m<sup>3</sup>
- Temperatura de acondicionamiento: 60°C
- Tiempo de acondicionamiento: 240 min/360 min
- Temperatura de compactación: 160 °C
- Edad recomendada de las probetas: 3 días. (En este punto, no lo cumplen los códigos: AND-160 con 14 días, ARA-89 con 7 días y GAL-142 con 5/6 días y VAL-216 con 5 días).

El protocolo de ensayo que se entregó al inicio del EILA 19 y se recomendó seguir el protocolo de ensayo Aleas, PTAleas-22.V6, de Febrero de 2018. En dicho documento, se especifican 3 criterios de validación, uno más que la propia norma UNE EN 12697-22:2008+A1, y sobre los que vamos a apoyarnos para conocer el grado de cumplimiento de los laboratorios en el procedimiento de ejecución del ensayo.

### **CRITERIO 01: determinación de la muestra a utilizar para preparar una probeta**

Según se cita en el protocolo Aleas, en su apartado 6.1: “*En la práctica, cada laboratorio tiene una forma de calcular la masa en su trabajo rutinario, desde los que utilizan siempre la densidad aparente geométrica hasta los que utilizan un porcentaje de la densidad aparente-superficie saturada seca entre el 96.5 y el 98 %. Se consideran válidos todos estos procedimientos siempre que se compruebe que:*

*- la densidad-superficie saturada seca de las probetas fabricadas para el ensayo de pista sea superior al 98% de la densidad aparente-superficie saturada seca de las probetas fabricadas con el compactador de impacto. Si no se cumple este requisito, se rechazarán las probetas para el ensayo de pista.*



- También se rechazarán las probetas con densidad superior al 102 % de la densidad aparente-superficie saturada seca”.

Para poder aplicar este criterio, el valor de densidad a utilizar como valor de referencia, fue el aportado por la Coordinación General del EILA: 2.488,2 kg/m<sup>3</sup>. Por tanto, en base a lo referido arriba, los valores deben ser <2.438,43 kg/m<sup>3</sup> y a su vez, ser <2.537,96 kg/m<sup>3</sup>.

Tras analizar los valores aportados por los participantes, mencionar que los resultados de la densidad aparente aportada en la placa 01:

- En la placa 01: No cumplen el criterio de validación de los 21 laboratorios los códigos CAN-042, CAN-085, EXT-057 y MUR-127.
- En la placa 02: No cumplen el criterio de validación de los 21 laboratorios los códigos CAN-042, CAN-085, CYL-045, EXT-057, GAL-142, MAD-140, MUR-127 y VAL-216. (4 De ellos tampoco cumplen en la placa 01, lo que evidencia una posible **No Conformidad en la ejecución del ensayo**)

Indicar además que de la comprobación de sus resultados en base a los datos aportados en la densidad aparente, se comprueba una desviación >10% en el código CAN-085. Se recomienda revisar el ensayo.

## **CRITERIO 02: repetibilidad de la pendiente de deformación en pista (WTS)**

En la norma UNE EN 12697-22, en la Tabla 4 del apartado 11 y según el apartado 9. Precisión del Protocolo Aleas, se indican valores de referencia del orden de 0.5  $\mu\text{m}$ / ciclo para repetibilidad y 1.0  $\mu\text{m}$ / ciclo para reproducibilidad.

Sin embargo, *“Teniendo en cuenta los valores obtenidos en los trabajos del grupo de rodadura de ALEAS, a efectos de repetibilidad del ensayo, las diferencias entre las probetas ensayadas para una misma muestra no deberá ser superior a 0,02 mm/10<sup>3</sup> ciclos para el parámetro WTS...”*

Tras analizar los valores aportados por los participantes que han aportado resultados tanto en la placa 01 como en la placa 02, sólo el código CAN-202 no cumple el criterio de validación.

## **CRITERIO 03: repetibilidad del porcentaje de la profundidad de la rodera (PRD)**

En la norma UNE EN 12697-22, en la Tabla 3 del apartado 11 y según el apartado 9. Precisión del Protocolo Aleas, se indican valores de referencia del orden de 0,76% para repetibilidad y 0,97% para reproducibilidad.

Sin embargo, *“Teniendo en cuenta los valores obtenidos en los trabajos del grupo de rodadura de ALEAS, a efectos de repetibilidad del ensayo, las diferencias entre las probetas ensayadas para una misma muestra no deberá ser superior al 1 % de PRD en condiciones de repetibilidad.”*

Tras analizar los valores aportados por los participantes, el 38,10 % de los participantes no cumplen el criterio de validación y son los códigos AND-150, AND-160, CAN-202, CAT-081, EXT-057, GAL-142, MAD-153 y NAV -177

CCAA	COD. LAB	DENSIDAD APARENTE (valor referencia d=2,488,2kg/m <sup>3</sup> )		< 98% d= 2.438,43	PENDIENTE DE DEFORMACION EN PISTA (WTS)			PORCENTAJE PROFUNDIDAD DE RODERA (PRD)				
		PLACA 01.01 (kg/m <sup>3</sup> )	CRITERIO 01 (Ver 2ª columna ss)	PLACA 02.01 (kg/m <sup>3</sup> )	> 102% d= 2.537,96	PLACA 01.01 (mm 10 <sup>3</sup> ciclos carga)	PLACA 02.01 (mm 10 <sup>3</sup> ciclos carga)	CRITERIO 02 Dif. 01 y 02 > 0,02	PLACA 01.01 (%)	PLACA 02.01 (%)	REPETIBILIDAD (%)	CRITERIO 03 rep< 1%
					CRITERIO 01							
AND	150	2.471,0	SI	2.468,0	SI	0,040	0,044	SI	5,750	3,710	2,83	NO
AND	160	2.513,8	SI	2.513,0	SI	0,052	0,033	SI	2,274	3,628	1,88	NO
ARA	089	2.447,8	SI	2.441,5	SI	0,048	0,050	SI	3,700	3,910	0,29	SI
CAN	042	2.370,0	NO	2.400,5	NO	0,077	0,070	SI	3,420	3,663	0,34	SI
CAN	085	2.431,0	NO	2.417,0	NO	0,064	0,068	SI	2,690	2,590	0,14	SI
CAN	202	2.463,0	SI	2.476,0	SI	0,086	0,113	NO	3,575	4,985	1,95	NO
CAT	081	2.495,0	SI	2.493,0	SI	0,042	0,034	SI	3,470	2,400	1,48	NO
CYL	045	2.510,8	SI	2.516,7	SI	0,077	0,065	SI	4,441	4,420	0,03	SI
CYL	086	2.481,7	SI	2.483,5	SI	0,075	0,058	SI	2,450	2,260	0,26	SI
EXT	057	2.555,0	NO	2.553,0	NO	0,092	0,101	SI	4,690	3,450	1,72	NO
GAL	142	2.526,4	SI	2.526,4	SI	0,080	0,070	SI	4,300	3,400	1,25	NO
GAL	159	2.445,0	SI	2.444,0	SI	0,040	0,040	SI	3,260	3,260	0,00	SI
GAL	173	2.466,0	SI	2.475,0	SI	0,056	0,058	SI	2,472	2,381	0,13	SI
MAD	117	2.449,6	SI	2.467,2	SI	0,071	0,065	SI	3,350	3,200	0,21	SI
MAD	140	2.500,0	SI	2.400,0	NO	0,045	0,054	SI	3,330	3,970	0,89	SI
MAD	153	2.488,2	SI	2.488,2	SI	0,018	0,033	SI	1,805	2,580	1,07	NO
MUR	127	2.438,0	NO	2.438,0	NO	0,058	0,054	SI	2,180	2,220	0,06	SI
MUR	175	2.498,8	SI			0,020			1,550			
MUR	184	2.495,9	SI			0,030			3,120			
MUR	201	2.450,7	SI	2.448,7	SI	0,070	0,060	SI	2,227	2,594	0,51	SI
NAV	177	2.457,3	SI	2.458,2	SI	0,078	0,084	SI	4,195	5,438	1,72	NO
PV	200	2.445,0	SI	2.502,0	SI	0,055	0,054	SI	2,800	2,500	0,42	SI
VAL	216	2.526,0	SI	2.524,0	NO	0,048	0,046	SI	3,080	3,250	0,24	SI

**Tabla 4.1.** Resultados aportados en el ensayo de rodadura

- Valores sospechosos por errores en la expresión de sus unidades
- Valores cuyo resultados se desvían >10% a partir de los datos aportados por el propio laboratorio
- Valores que no cumplen uno de los dos límites del criterio de validación 01
- Valores que no cumplen los criterios de validación según Protocolo ALEAS y/o la norma de ensayo
- Códigos que solo aportan un resultado. No pueden ser contrastados
- Códigos que cumplen los tres criterios de validación

Mencionar sobre el cálculo de la incertidumbre del ensayo, que en la ficha de resultados no se solicitaba para este ensayo.

## 5. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES

En el presente informe EILA 19 de MATERIALES, han participado un total de 17 Comunidades Autónomas y 179 laboratorios de ensayo. En la siguiente tabla se muestra el número de laboratorios declarados por Comunidad Autónoma:

**Tabla 5.1.** Laboratorios participantes, por Comunidad Autónoma.

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios Participantes
Andalucía	26
Aragón	09
Asturias	04
Cantabria	04
Castilla- La Mancha	08
Castilla- León	11
Cataluña	12
Comunidad de Madrid	24
Comunidad de Valencia	15
Extremadura	04
Galicia	07
Islas Baleares	09
Islas Canarias	14
La Rioja	04
Murcia	13
Navarra	07
País Vasco	08

**Tabla 5.2.** Nº de Laboratorios participantes por ensayo A NIVEL NACIONAL.

MATERIAL	ENSAYO	Nº de LABORATORIOS
<b>BARRAS CORRUGADAS DE ACERO</b>	Ensayo de Límite elástico y alargamiento total bajo carga máxima	<b>88</b>
	Ensayo de determinación de la granulometría de un suelo por tamizado	<b>153</b>
<b>SUELO</b>	Ensayo para determinar el contenido de materia orgánica	<b>139</b>
	Ensayo para determinar el contenido de sales solubles	<b>142</b>
	Ensayo de Límite líquido, Límite plástico e Índice de plasticidad	<b>154</b>
	Clasificación de un suelo ( <i>resultado de los ensayos anteriores</i> )	
<b>BETUNES</b>	Ensayo de rodadura	<b>16</b>
<b>MORTEROS</b>	Ensayo de determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad	<b>76</b>
<b>BALDOSA CERÁMICA</b>	Ensayo de Resistencia al deslizamiento/ resbalamiento (péndulo de fricción) en húmedo y en seco	IN SITU <b>68 (hum)-56(seco)</b>
		BALDOSAS GRAN FORMATO <b>68 (hum)-54 (seco)</b>

## 6. GRAFICOS DE DISPERSION

Los gráficos de dispersión son diagramas matemáticos en los que podemos apreciar, a golpe de vista, la dispersión y la simetría que existe para una distribución de valores.

La representación gráfica más útil para describir el comportamiento conjunto de dos variables es el diagrama de dispersión o **nube de puntos**, donde cada caso aparece representado como un punto en el plano definido por las variables de cada laboratorio para una misma muestra.

Para ello, se han considerado todos los valores incluidos los “sospechosos” por error técnico, pero se han anulado los “descartados” por una mala praxis de la norma de ensayo.

Una vez construido el diagrama se analiza la forma que tiene la nube de puntos obtenida, para así determinar las relaciones entre los dos tipos de datos. Este análisis puede efectuarse por técnicas estadísticas que permitan determinar si existe o no relación, y el grado de existencia en su caso. Para ello se utiliza como **recta de regresión la Media aritmética de las medias inter-laboratorios más/ menos la desviación típica y el doble de la desviación típica** (dos franjas de líneas rojas), que son los valores asignados y que resultan de referencia para la central de hormigón en estudio.

En la hoja aparecen dos gráficas: la de la izquierda, se grafía con las medias de los laboratorios como puntos negros y la de la derecha, con las determinaciones individuales de cada laboratorio con círculos y cuadrados en línea de color, respectivamente.

Media aritmética interlaboratorios + 2xDesviación típica

Media aritmética interlaboratorios

Media aritmética interlaboratorios – 2xDesviación estándar

## 7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO APLICADO

1. El primer paso es un estudio preliminar (pre-estadístico) de todos los datos aportados por los laboratorios participantes, volcados de las fichas de resultados, elaboradas ex profeso para cada ensayo. En este punto, el análisis preliminar marca aquellos **valores sospechosos** que puedan explicarse como un “error técnico humano” y se filtran los **valores descartados** por la incorrecta ejecución del procedimiento de ensayo de la norma. Para ello, se investiga si el resultado se ha debido a un error de transcripción, o por no fijarse en la expresión de las unidades que se estaba pidiendo o por situar el valor en la celda equivocada. Si es así, el resultado se considera *sospechoso*, se sombrea en amarillo en el volcado de datos y se reemplaza por el valor correcto para su análisis estadístico.

Seguidamente, en caso de existir, se aplicará de forma generalizada la fórmula de verificación del **criterio de validación** que la propia norma de ensayo establece. Si no cumple la validación, el resultado será descartado y se sombrea en rojo.

2. Una vez que los datos se han revisado, se realiza el Análisis estadístico, donde ya se han eliminado aquellas mediciones que no cumplen la norma (“*los descartados*”) y se han corregido los valores “*sospechosos*”. De este primer análisis conocemos:

- El número mínimo de laboratorios participantes que se aceptan en el Plan EILA debe ser  $p \geq 3$ . Bien es cierto que en la norma UNE 82009-1:1999 en su Artículo 6.3.4 se recoge que, *estas estimaciones de las desviaciones de repetibilidad y de reproducibilidad podrían diferir de forma sustancial de sus valores verdaderos si sólo toman parte del contraste un pequeño número de laboratorios ( $p=5$ ). Lo recomendable es un valor de  $p$  entre 8 y 15.*
- El número mínimo de réplicas en el interior de cada laboratorio para la misma muestra debe ser  $n \geq 2$ .

Si los datos cumplen con estos valores mínimos para “ $p$ ” y “ $n$ ”, se realiza el análisis de conformidad en base a las normas UNE 82009-2 y 82009-6 (equivalentes a las normas ISO 5725-2 e ISO 5725-6, respectivamente), referentes al Método básico de la repetibilidad y reproducibilidad de un método de medición normalizado. Esto significa que se realizan las siguientes aproximaciones:

- **Técnica gráfica de consistencia**, utilizando dos estadísticos determinados: interlaboratorios ( $h$ ) e intralaboratorios ( $k$ ) de Mandel.
- **Ensayos de detección de resultados numéricos aberrantes**: ensayos de variabilidad que se aplican solo en aquellos resultados donde el ensayo Mandel haya conducido a la sospecha:
  - **Ensayo de Cochran (C)**: verifica el mayor valor de un conjunto de desviaciones típicas, siendo ello un test unilateral de valores aberrantes y

- **Ensayo de Grubbs (G):** verifica la desviación estándar de todas las medias, eliminando de todo el rango de distribución de valores la/s media/s más alta/s y más baja/s, según si es el Simple Grubbs o el Doble Grubbs.

**El valor será rechazado y dejará de ser analizado cuando sea aberrante/ anómalo tanto en las técnicas gráficas de consistencia como en los ensayos de detección de resultados numéricos.** Para identificar si los resultados son anómalos y/o aberrantes, estos métodos comparan el valor estadístico resultante de h, k, C y G obtenido en el Análisis estadístico de los resultados aportados por los laboratorios, con los indicadores estadísticos y valores críticos recogidos en las Tablas 4, 5, 6 y 7 de las normas antes citadas para una (p) y una (n) conocidas, respectivamente.

3. Una vez descartados los valores rechazados, se determina la repetibilidad y reproducibilidad del ensayo por central para conocer las dispersiones de los resultados, **en base al promedio de las varianzas** o también conocido como METODO ANOVA (siglas de analysis of variance) recogido en la norma ISO 17025. Para ello, se parte de la desviación típica de repetibilidad  $\sigma$  (%), a partir de las determinaciones individuales del laboratorio, y se calcula el límite de repetibilidad. Y la desviación típica intralaboratorios sR (%), a partir de la diferencia entre el valor medio del laboratorio con la media de todo el grupo de distribución de la central, descartados los valores anómalos/ aberrantes.

Por tanto, la repetibilidad de los resultados significa que las mediciones sucesivas para un mismo ensayo y muestra, se efectúan en las mismas condiciones dentro de un periodo de tiempo corto: mismo laborante, mismo laboratorio (condiciones ambientales) y mismo equipo de medición utilizado. Sin embargo, la reproducibilidad de los ensayos es, teniendo en cuenta que las mediciones son para un mismo ensayo y muestra dentro de un periodo de tiempo corto, cambiando alguna de las condiciones de medición: el laborante, el laboratorio( las condiciones de uso (p.ej.procedimientos)) y/o el equipo de medición. En resumen, la primera hace referencia a la variabilidad entre medidas en el mismo laboratorio y la segunda debida al cambio de laboratorio.

Si  $r$  (%) > R (%), las posibles causas pueden ser entre otras: el instrumento necesita mantenimiento, el equipo requiere ser calibrado, el montaje o la ubicación donde se efectúan las mediciones necesita ser mejorado o existe una variabilidad excesiva entre las dos medidas hechas en un mismo laboratorio.

Si R (%) > r (%), las posibles causas pueden ser entre otras: el operador necesita más formación y/o mejor entrenamiento en cómo utilizar y cómo leer el instrumento, o no se han mantenido las condiciones de reproducibilidad (ambientales y/o de montaje del equipo).

## 8. CALCULO DE LA REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD: ANÁLISIS DE VARIANZA.

La importancia de conocer la precisión de los procesos de medida en los ensayos de los laboratorios, comienza a ser un aspecto cada vez más importante dentro del Plan EILA: junto con el cálculo de la incertidumbre en los ensayos. La precisión se expresa generalmente en términos de falta de precisión, pero lo que realmente importa es la medida en que esto ocurre. Para ello, la imprecisión se relaciona con la tolerancia establecida en la propia norma de ensayo, a partir de unos límites máximos permisibles, por debajo de los cuales, verifican que se está realizando correctamente.

En caso de no tener criterios de validación propios en la norma de ensayo, la mejora de un proceso de medida pasa por analizar los distintos factores de imprecisión. En general, establecer estos límites deben ser resultado del cociente entre la imprecisión ( $s$ ) y la tolerancia ( $\sigma$ ).

Los métodos para determinar la repetibilidad y reproducibilidad están basados en la evaluación estadística de las dispersiones de los resultados, ya sea en forma de rango o su representación como varianzas o desviaciones estándar. El método utilizado en este informe para determinar ambos conceptos es el del promedio de las varianzas o también conocido como ANOVA (siglas de analysis of variance) recogido en la norma ISO 17025.

Sabiendo que una **varianza es una suma de cuadrados dividida por un número, que se llama grados de libertad**, en una varianza muestral  $S^2$  como es en el EILA19, con una varianza de población  $\sigma^2$ , el número de grados de libertad es el número de participantes menos 1:

- para el **Análisis pre-estadístico**, es el número de laborantes no descartados menos 1 y
- para el **Análisis estadístico**, el número de laborantes menos 1, una vez filtrados los descartados, aberrantes y anómalos.

Los datos básicos para los cálculos de las varianzas que, por tanto aparecen en las hojas de Análisis en dos momentos distintos, son:

- Los resultados  $X_i$  por laboratorio (determinaciones individuales de la misma muestra ensayada "i" veces en un laboratorio).
- Los valores medios de cada laboratorio (mLab) que a su vez, aparece junto a una segunda media, la aritmética (mArit) calculada a partir de los valores individuales aportados por el laboratorio, para asegurar la correspondencia entre unos y otros para el análisis estadístico.
- La media de la central (M) obtenida como promedio del grupo de valores medios de todos los laboratorios participantes de la central.



En el EILA19, los laboratorios aportan en su mayoría al menos dos determinaciones, por lo que el nivel de ensayo es 2 y por tanto, la varianza de la diferencia es  $2\sigma^2$ , y la desviación típica de la diferencia su raíz cuadrada ( $\sqrt{2\sigma^2}$ ). A partir de aquí, los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística de las dispersiones de los resultados, en forma de varianzas o desviaciones estándar (ANOVA).

Este planteamiento equivale a la descomposición en dos componentes de imprecisión en la que se consideran dos factores: uno de ellos genera la imprecisión mínima, presente en condiciones de repetibilidad, (variabilidad intra-laboratorio) y el otro la imprecisión adicional, obtenida en condiciones de reproducibilidad (variabilidad interlaboratorio).

Para ello se parte de la desviación típica de repetibilidad  $\sigma_r$  (%) y se calcula el límite de repetibilidad multiplicando esta por 2,8. La desviación típica de repetibilidad  $\sigma_r$  (%) se obtiene a partir de las determinaciones individuales de cada laboratorio y la desviación típica intralaboratorios  $sR$  (%) se obtiene a partir de la diferencia entre los valores medios de cada laboratorio con la media de todo el grupo de distribución para una misma muestra. Para terminar, la reproducibilidad se evalúa de forma análoga, multiplicando 2,8 al sumando ( $\sigma_r$  y  $\sigma_l$ )=  $sR$ .

Por tanto, la **repetibilidad de los resultados** significa que las mediciones sucesivas para un mismo ensayo y muestra, se efectúan en las mismas condiciones dentro de un periodo de tiempo corto: mismo laborante, mismo laboratorio (condiciones ambientales) y mismo equipo de medición utilizado. Sin embargo, la **reproducibilidad de los ensayos** es, teniendo en cuenta que las mediciones son para un mismo ensayo y muestra dentro de un periodo de tiempo corto, cambiando alguna de las condiciones de medición: el laborante, el laboratorio( las condiciones de uso (p.ej.procedimientos)) y/o el equipo de medición. En resumen, la primera hace referencia a la variabilidad entre medidas en el mismo laboratorio y la segunda debida al cambio de laboratorio.

- Si la repetibilidad  $r$  (%) es mayor a la reproducibilidad  $R$  (%) las posibles causas pueden ser que: el instrumento necesita mantenimiento, el equipo requiere ser calibrado, el montaje o ubicación donde se efectúan las mediciones necesita ser mejorado o existe una variabilidad excesiva entre las dos medidas hechas en un mismo laboratorio.
- Si la reproducibilidad  $R$  (%) es mayor que la repetibilidad  $r$  (%), las causas pueden ser que: el operador necesita más formación y/o mejor entrenamiento en cómo utilizar y cómo leer el instrumento, o no se han mantenido las condiciones de reproducibilidad (ambientales y/o de montaje del equipo).

## 9. EVALUACION DE LA CONFORMIDAD: ZSCORE. METODO ESTADISTICO SOBRE APTITUD

El método de evaluación adoptado en esta parte del informe es mediante el Z-Score, parte de la Norma ISO IEC 17043:2011 que consiste en determinar **el valor asignado**, el cálculo de estadísticas de desempeño y la evaluación del desempeño, cuyos cálculos estadísticos utilizados en el presente estudio se describen a continuación:

- **Desviación típica o estándar ( $\sigma$ )** 
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_i (x_i - \bar{m})^2}$$

La precisión se expresa generalmente en términos de falta de precisión, calculándose a partir de la desviación típica de los resultados. A mayor desviación típica menor precisión (Nota 10 del Art. 3.11 de la norma UNE 82009-1:1999).

- **Coefficiente de variación (CV)**

$$CV = \frac{\sigma}{|\bar{m}|} \times 100$$

Siendo: ( $\bar{m}$ ) la media de los valores individuales y

( $x_i$ ) Las determinaciones/valores individuales de un mismo laboratorio

Cuando se desea hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se utiliza el coeficiente de variación. Es importante que todos los valores sean positivos y su media dé, por tanto, un valor positivo. A mayor valor del coeficiente de variación mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V., mayor **homogeneidad en los valores de la variable**.

- **Diferencia**  $D_i = (m_{Arit} - M)$   
**Diferencia de porcentaje**  $D_i \% = (m - M) * 100/M$

Siendo: ( $x_i$ ) el resultado del laboratorio participante;

( $m_{Arit}$ ) el resultado medio calculado a partir de las determinaciones individuales ( $x_i$ ) del laboratorio participante sin redondeos;

( $M$ ) el **valor medio asignado** para una misma muestra, resultado del conjunto de medias o valores individuales aportados por todos los laboratorios.

- **Valores de z score:** 
$$Z = \frac{m_{Arit} - M}{\sigma}$$

Conforme a UNE-EN ISO /IEC 17043:2010 Anexo B (B3 y B4)

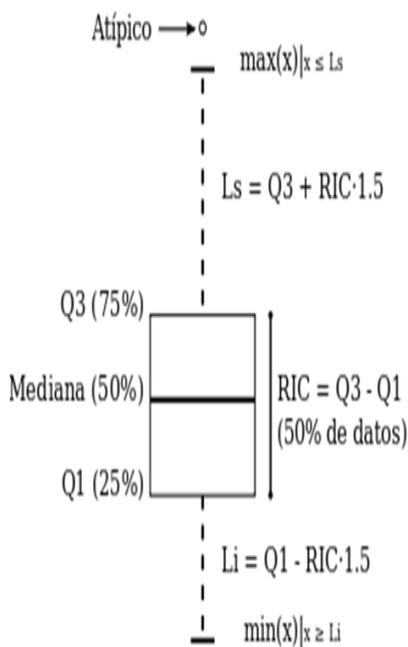
$ z  \leq 2$	Resultado satisfactorio (S)
$2 <  z  < 3$	Resultado dudoso (D)
$ z  \geq 3$	Resultado insatisfactorio (I)

## 10. DIAGRAMA DE CAJA-BIGOTES: ANALISIS PRE- ESTADÍSTICO Y ANALISIS ESTADÍSTICO

La gráfica de cajas y bigotes, representa un rectángulo (caja) definido por dos puntos  $Q_1$  y  $Q_3$ , cuya diferencia define el recorrido entre cuartiles (RIC) y, unas líneas que sobresalen de la caja que se llaman bigotes.

Estos bigotes tienen un límite de prolongación  $L$  superior y  $L$  inferior, de modo que cualquier dato que no se encuentre dentro de este rango, es un valor atípico que es marcado individualmente con un punto en la gráfica.

Los datos que se van a estudiar, se ordenan de mayor a menor y se dividen en 4 grupos. Cada cuarta parte se representa en este diagrama y se comienza con la caja de la siguiente forma:



**RIC**=  $(Q_3 - Q_1)$  el Recorrido entre cuartiles o longitud de la caja;

**Q1**= Primer cuartil. El valor extremo inferior de la caja representa el límite por debajo del cual se engloban el 25 % de los datos menores de la distribución.

**Q2**: Segundo cuartil o mediana, representa el valor medio de los datos agrupados en el centro de la distribución (25%-75%) o caja. No es la media de todos los datos a estudiar.

**Q3**= Tercer cuartil. El valor extremo superior de la caja representa el límite que sobrepasa el 75% de los datos mayores de la distribución.

La longitud límite de los bigotes ( $L_s$  y  $L_i$ ) será desde la caja hasta el valor máximo y valor mínimo de los datos, respectivamente, siempre que esta longitud no supere un rango que es 1,5 veces el RIC de la caja.

En el caso de superarlo, el valor (máximo o mínimo) será un valor atípico y se identificará individualmente. Si este valor, superase en 3 veces el RIC, sería un valor extremadamente atípico. Y se expresan como a continuación se indica:

- Los **valores atípicos**:  $\text{Lim inf} = Q_1 - (1,5 \times \text{RIC})$  y  $\text{Lim sup} = Q_3 + (1,5 \times \text{RIC})$
- Los **valores extremadamente atípicos** son aquellos valores atípicos que superan el doble del valor anterior:  $\text{Lim inf} = Q_1 - 3(\text{RIC})$  y  $\text{Lim sup} = Q_3 + 3(\text{RIC})$

## 11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS: PENDIENTE DE DEFORMACIÓN, PORCENTAJE DE PROFUNDIDAD DE RODERA Y DEFORMACIÓN DE PISTA (incluido gráficos, a continuación de los análisis)

*Análisis estadísticos que se adjuntan al informe: descartando aquellos códigos que no cumplen el criterio relacionado con la propiedad analizada.*

*Descartando todos los códigos que no cumplen alguno de los 3 criterios de validación del Protocolo ALEAS:*

Nacional (n 20)	Media	Desviación	Coef. Variación
PENDIENTE DEFORMACION (mm/10 <sup>3</sup> ciclos)	0,06	0,02	0,29

Nacional (n 8)	Media	Desviación	Coef. Variación
PENDIENTE DEFORMACION (mm/10 <sup>3</sup> ciclos)	0,06	0,01	0,18

ENSAYOS	REPETIBILIDAD r (%)	INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD R (%)
PENDIENTE DEFORMACION PISTA	10,96	28,37	30,41

ENSAYOS	REPETIBILIDAD r (%)	INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD R (%)
PENDIENTE DEFORMACION PISTA	10,20	16,69	19,56

Nacional (n 13)	Media	Desviación	Coef. Variación
PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)	3,06	0,68	0,22

Nacional (n 8)	Media	Desviación	Coef. Variación
PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)	3,08	0,76	0,25

ENSAYOS	REPETIBILIDAD r (%)	INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD R (%)
PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA	5,88	21,74	22,52

ENSAYOS	REPETIBILIDAD r (%)	INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD R (%)
PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA	4,71	24,36	24,81

Nacional (n 13)	Media	Desviación	Coef. Variación
PROFUNDIDAD RODERA (mm)	1,82	0,44	0,24

Nacional (n 8)	Media	Desviación	Coef. Variación
PROFUNDIDAD RODERA (mm)	1,77	0,47	0,27

ENSAYOS	REPETIBILIDAD r (%)	INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD R (%)
PROFUNDIDAD RODERA (mm)	6,32	23,88	24,70

ENSAYOS	REPETIBILIDAD r (%)	INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD R (%)
PROFUNDIDAD RODERA (mm)	5,46	26,49	27,05

*Se puede observar que descartando a todos los códigos que no cumplen alguno de los criterios de validación, mejora la repetibilidad, pero aumenta la reproducibilidad. Recordemos que:*

*Si  $R (%) > r (%)$ , las posibles causas pueden ser entre otras: el operador necesita más formación y/o mejor entrenamiento en cómo utilizar y cómo leer el instrumento, o no se han mantenido las condiciones de reproducibilidad (ambientales y/o de montaje del equipo).*

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

PENDIENTE DEFORMACION PISTA

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

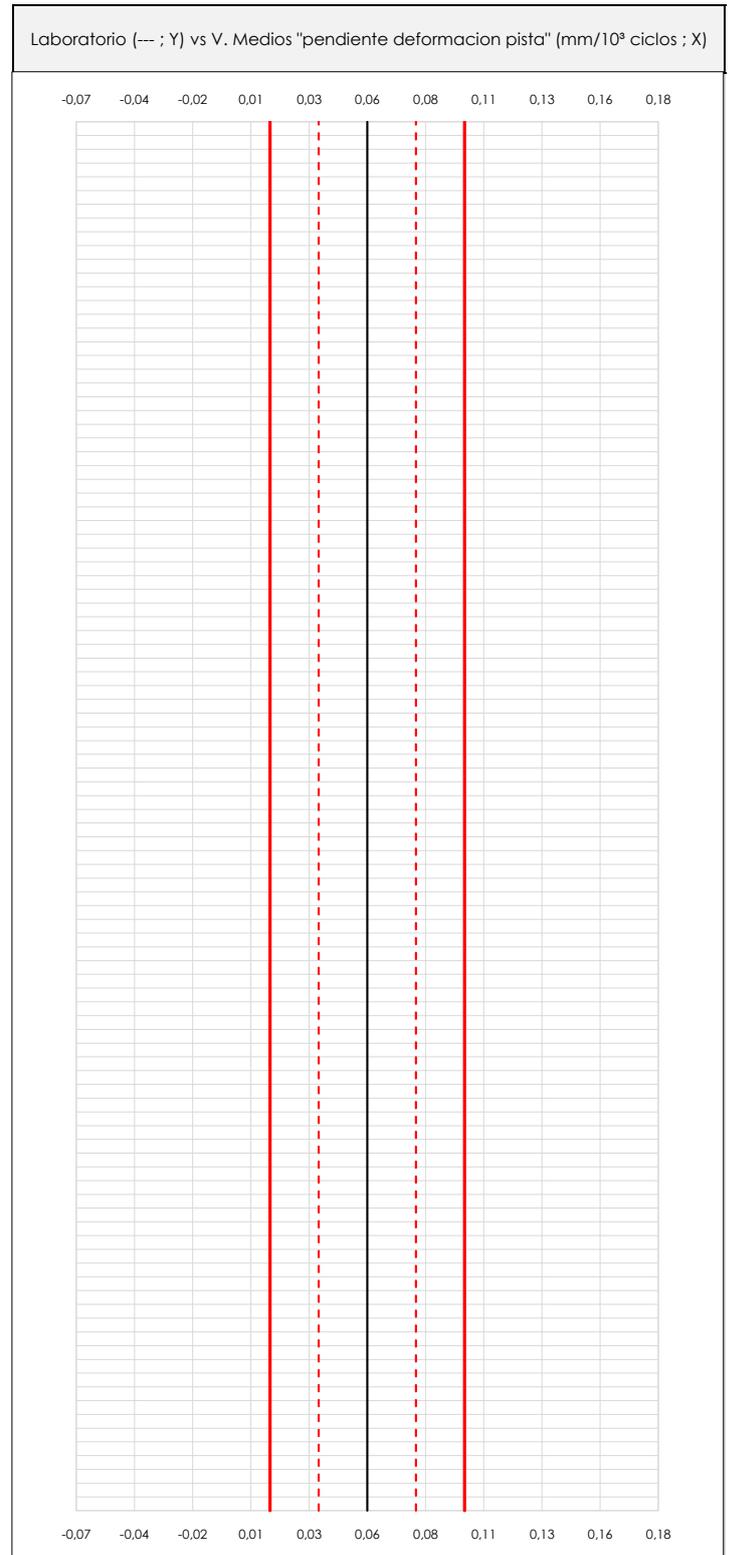
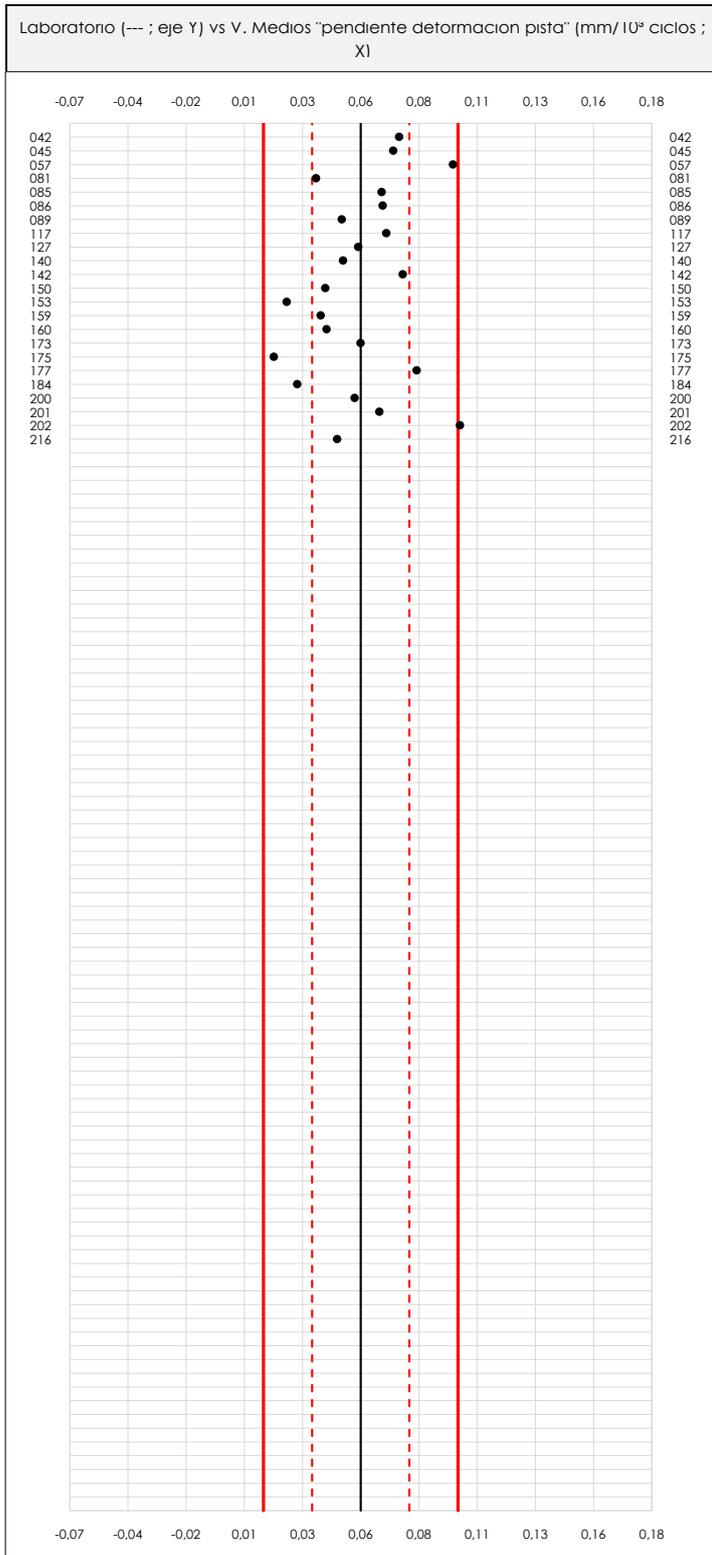
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# PENDIENTE DEFORMACION PISTA (mm/10<sup>3</sup> ciclos)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



#### ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (0,06 : línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (0,08/0,04 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (0,10/0,02 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro ".".

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

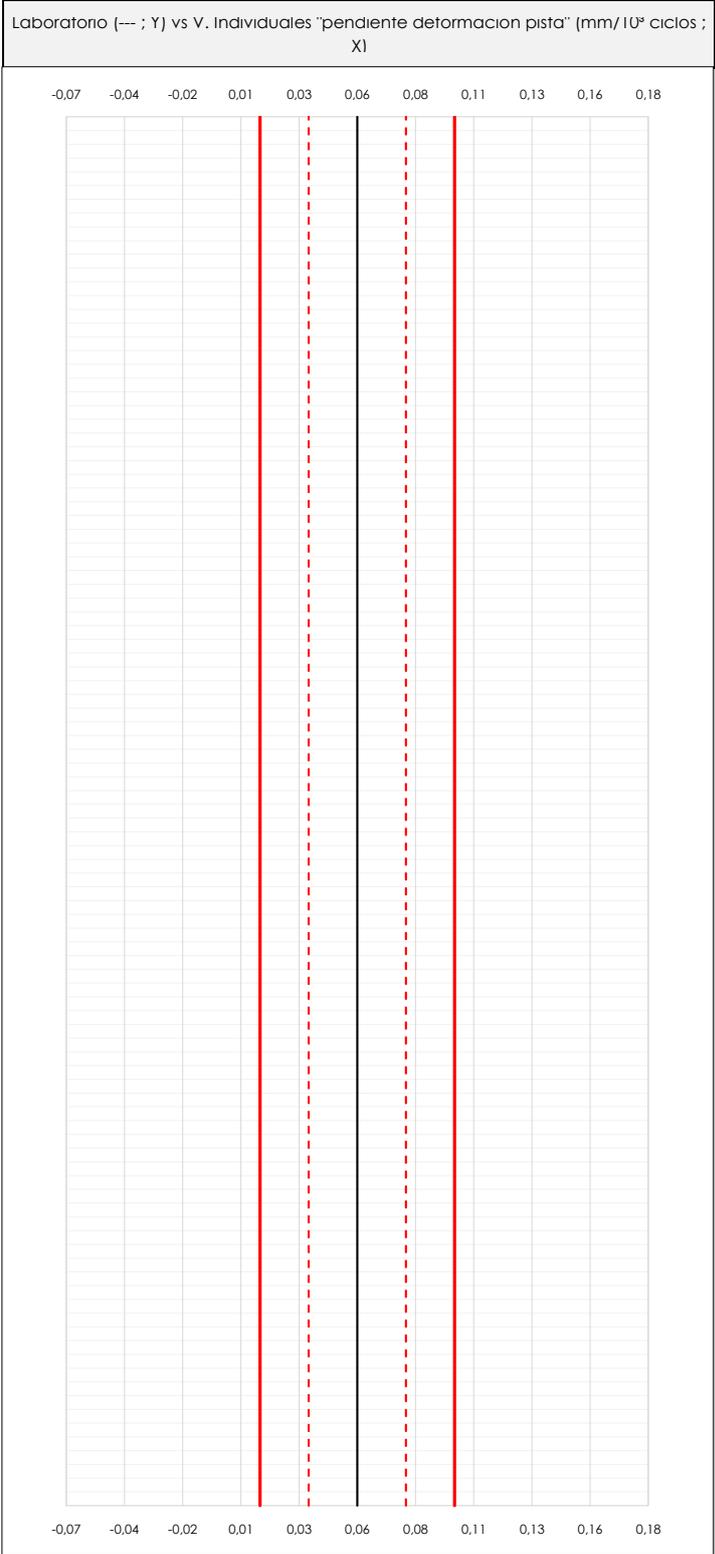
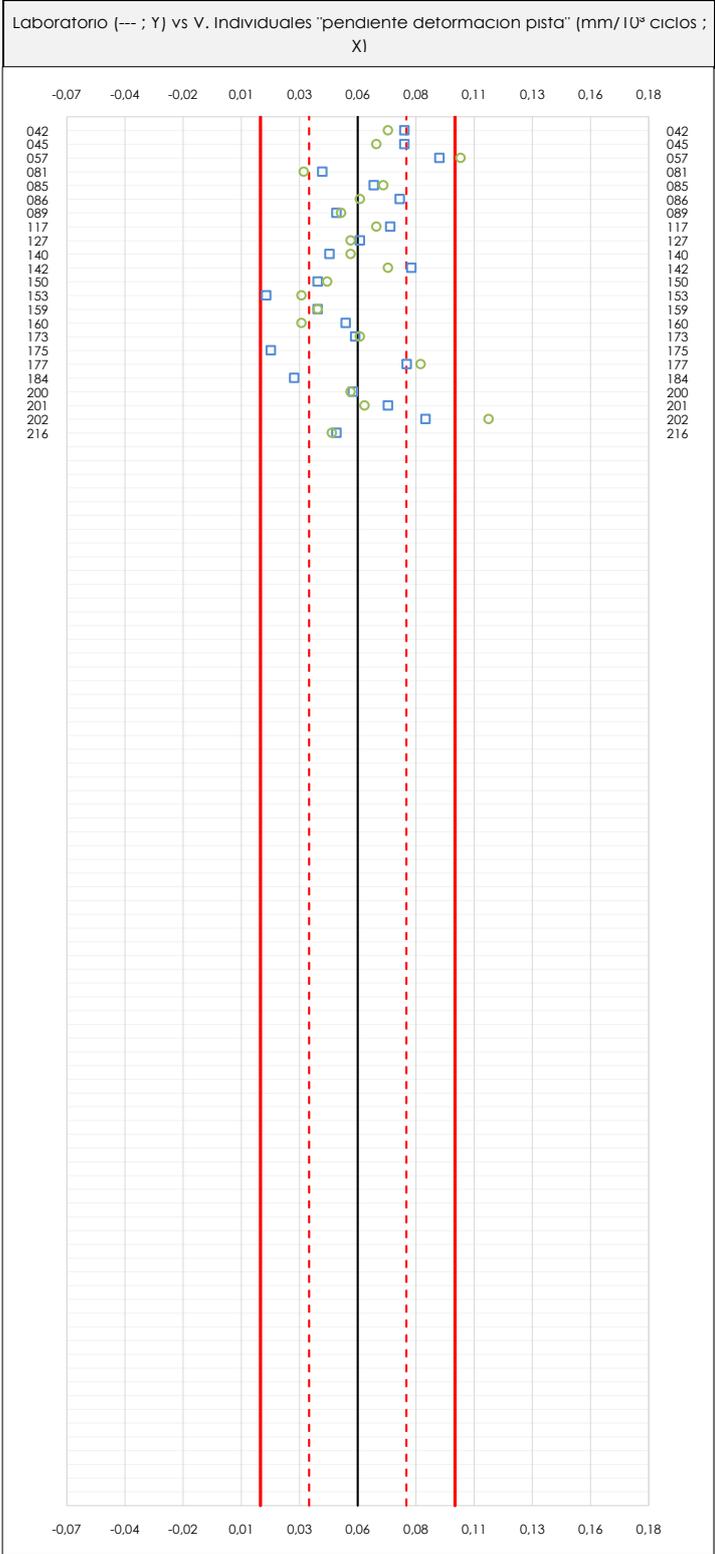
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# PENDIENTE DEFORMACION PISTA (mm/10<sup>3</sup> ciclos)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



**ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)**

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (0,06 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (0,08/0,04 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (0,10/0,02 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero (X<sub>1</sub>) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo (X<sub>2</sub>) con un círculo verde "○" y el tercero (X<sub>3</sub>) con un triángulo gris "△".



# PENDIENTE DEFORMACION PISTA (mm/10<sup>3</sup> ciclos)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i crit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	¿Pasa A?	Observaciones
CAN	042	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,005	28,75	✓	
CYL	045	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,008	24,37	✓	
EXT	057	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,006	69,04	✓	
CAT	081	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,006	-33,43	✓	
CAN	085	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,003	15,61	✓	
CYL	086	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,012	16,49	✓	
ARA	089	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,001	-14,17	✓	
MAD	117	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,004	19,12	✓	
MUR	127	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,003	-1,90	✓	
MAD	140	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,006	-13,29	✓	
GAL	142	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,007	31,38	✓	
AND	150	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,003	-26,43	✓	
MAD	153	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,011	-55,33	✓	
GAL	159	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,000	-29,93	✓	
AND	160	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,013	-25,55	✓	
GAL	173	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,001	-0,15	✓	
MUR	175	0,02		0,02	0,02	0,02		-64,97	✗	Aporta un resultado. Mínimo deben ser dos para ser contrastado
NAV	177	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,004	41,89	✓	
MUR	184	0,03		0,03	0,03	0,03		-47,45	✗	Aporta un resultado. Mínimo deben ser dos para ser contrastado
PV	200	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,001	-4,53	✓	
MUR	201	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,007	13,86	✓	
CAN	202	0,09	0,11	0,10	0,10	0,10	0,019	74,30	✗	No cumple criterio 02 (ALEAS): WTS (0,113- 0,086)>0,02 mm/103 ciclos
VAL	216	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,001	-17,67	✓	

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i j</sub> con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i crit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

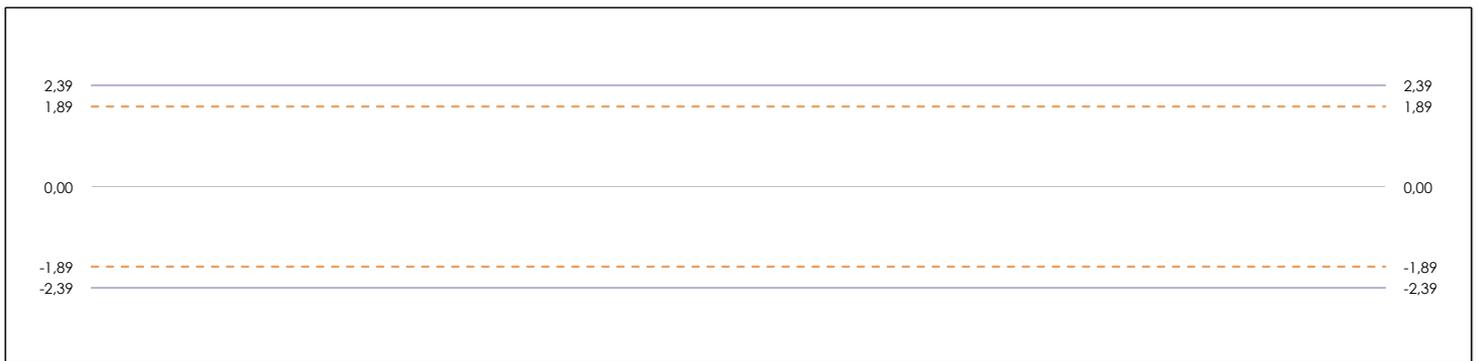
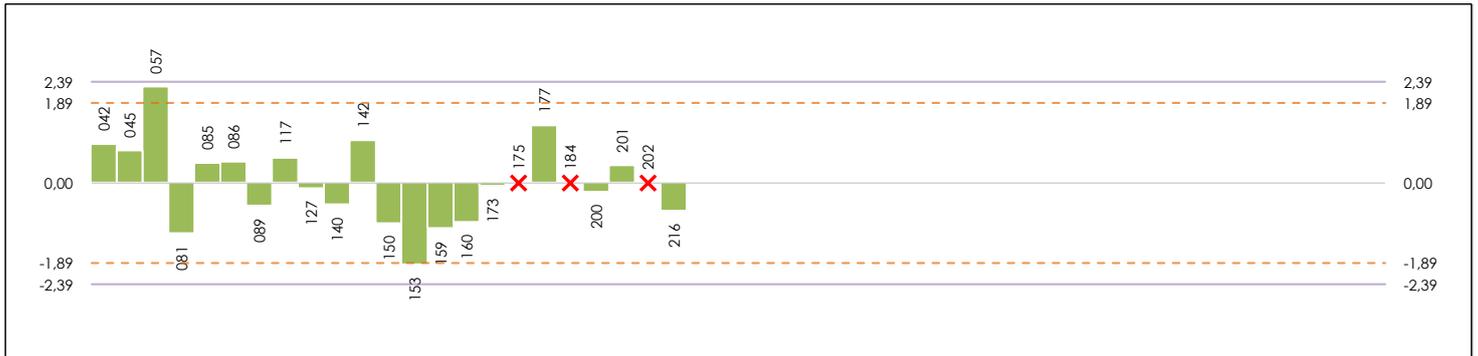
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# PENDIENTE DEFORMACION PISTA (mm/10<sup>3</sup> ciclos)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios participantes).

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

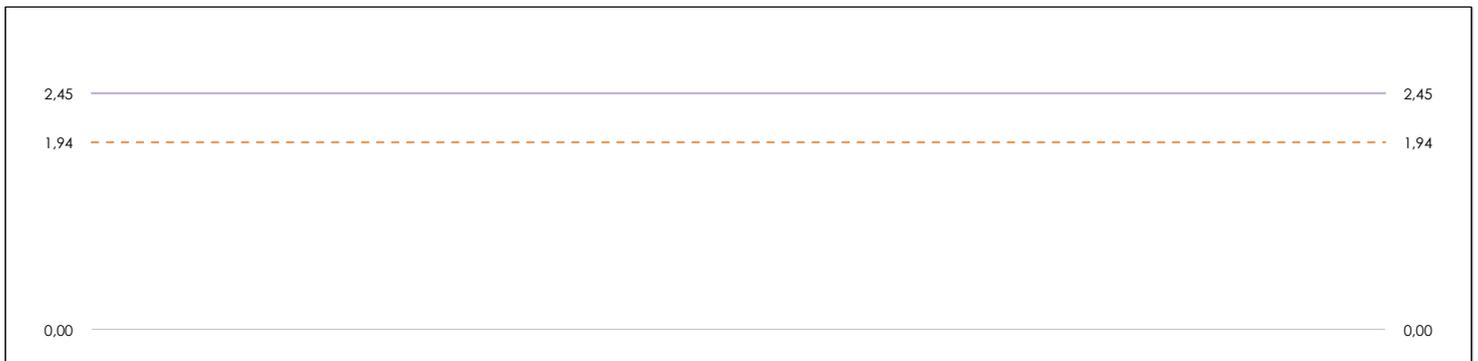
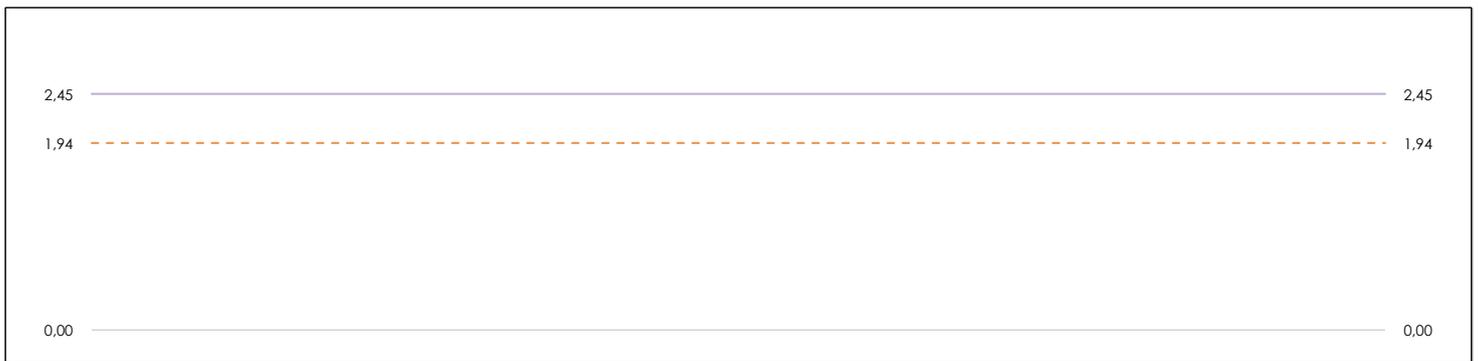
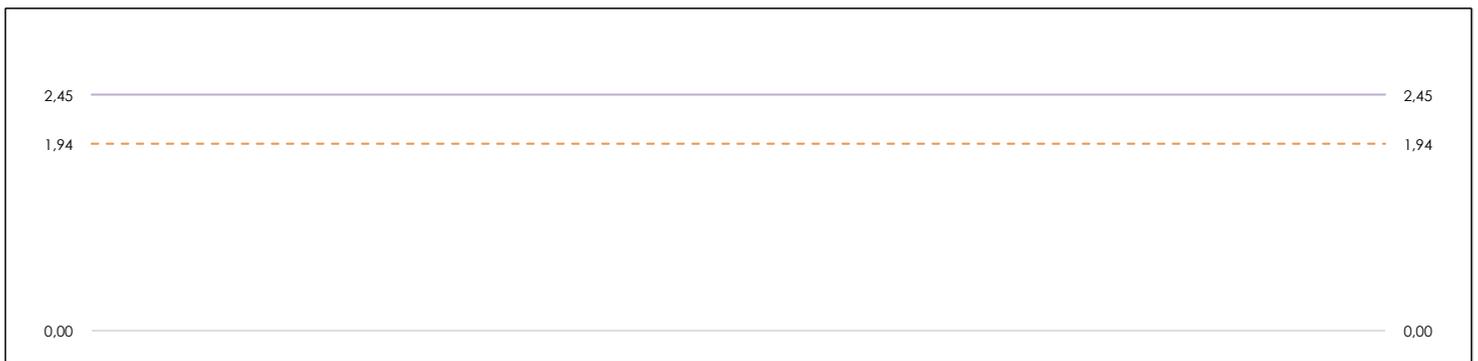
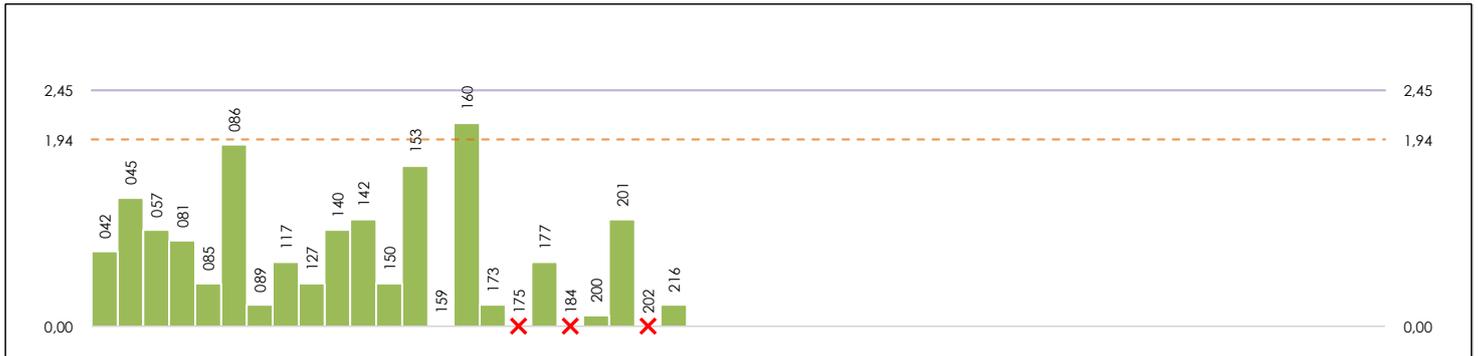


**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# PENDIENTE DEFORMACION PISTA (mm/10<sup>3</sup> ciclos)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

Análisis gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas intra-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios participantes y el número de ensayos efectuados).

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.



# PENDIENTE DEFORMACION PISTA (mm/10<sup>3</sup> ciclos)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i crit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	¿Pasa B?
CAN	042	0,077	0,070	0,074	0,074	0,005	26,34	0,90	0,78							✓
CYL	045	0,077	0,065	0,071	0,071	0,008	22,05	0,75	1,33							✓
EXT	057	0,092	0,101	0,096	0,097	0,006	65,88	2,24*	1,00	0,222		2,240		0,6049		✓
CAT	081	0,042	0,034	0,038	0,038	0,006	-34,68	-1,18	0,89					0,7070		✓
CAN	085	0,064	0,068	0,066	0,066	0,003	13,45	0,46	0,44							✓
CYL	086	0,075	0,058	0,067	0,067	0,012	14,31	0,49	1,88							✓
ARA	089	0,048	0,050	0,049	0,049	0,001	-15,77	-0,54	0,22							✓
MAD	117	0,071	0,065	0,068	0,068	0,004	16,89	0,57	0,67							✓
MUR	127	0,058	0,054	0,056	0,056	0,003	-3,74	-0,13	0,44							✓
MAD	140	0,045	0,054	0,049	0,050	0,006	-14,91	-0,51	1,00							✓
GAL	142	0,080	0,070	0,080	0,075	0,007	28,92	0,98	1,11							✓
AND	150	0,040	0,044	0,042	0,042	0,003	-27,80	-0,95	0,44							✓
MAD	153	0,018	0,033	0,026	0,026	0,011	-56,17	-1,91*	1,66	0,222	1,910		0,7070			✓
GAL	159	0,040	0,040	0,050	0,040	0,000	-31,24	-1,06	0,00							✓
AND	160	0,052	0,033	0,043	0,043	0,013	-26,94	-0,92	2,11*	0,222						✓
GAL	173	0,056	0,058	0,057	0,057	0,001	-2,02	-0,07	0,22							✓
MUR	175	0,020		0,020	0,020	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
NAV	177	0,078	0,084	0,081	0,081	0,004	39,24	1,33	0,67					0,6049		✓
MUR	184	0,030		0,030	0,030	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
PV	200	0,055	0,054	0,055	0,055	0,001	-6,32	-0,21	0,11							✓
MUR	201	0,070	0,060	0,065	0,065	0,007	11,73	0,40	1,11							✓
CAN	202	0,086	0,113	0,099	0,100	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
VAL	216	0,048	0,046	0,047	0,047	0,001	-19,21	-0,65	0,22							✓

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i j</sub> con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i crit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>Sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

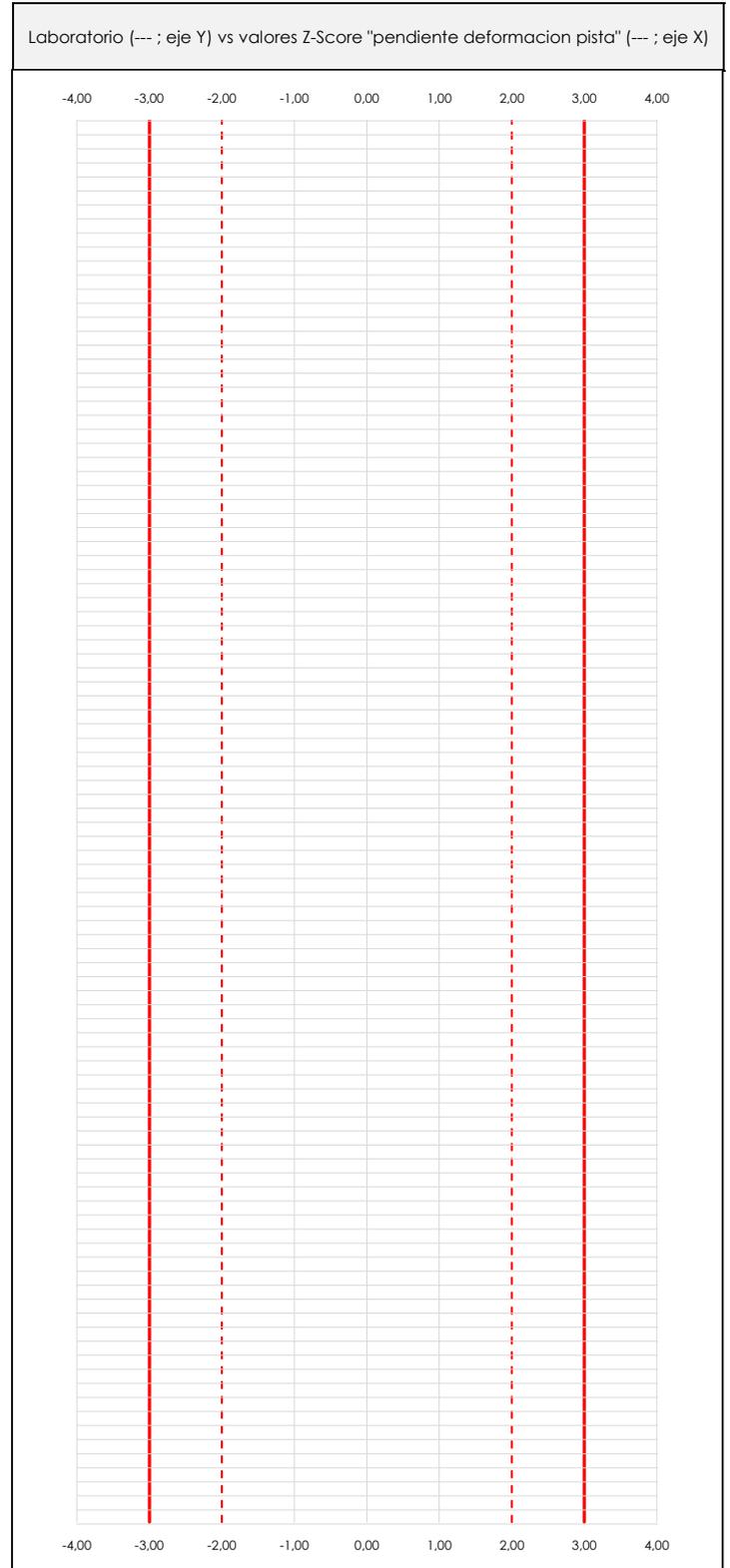
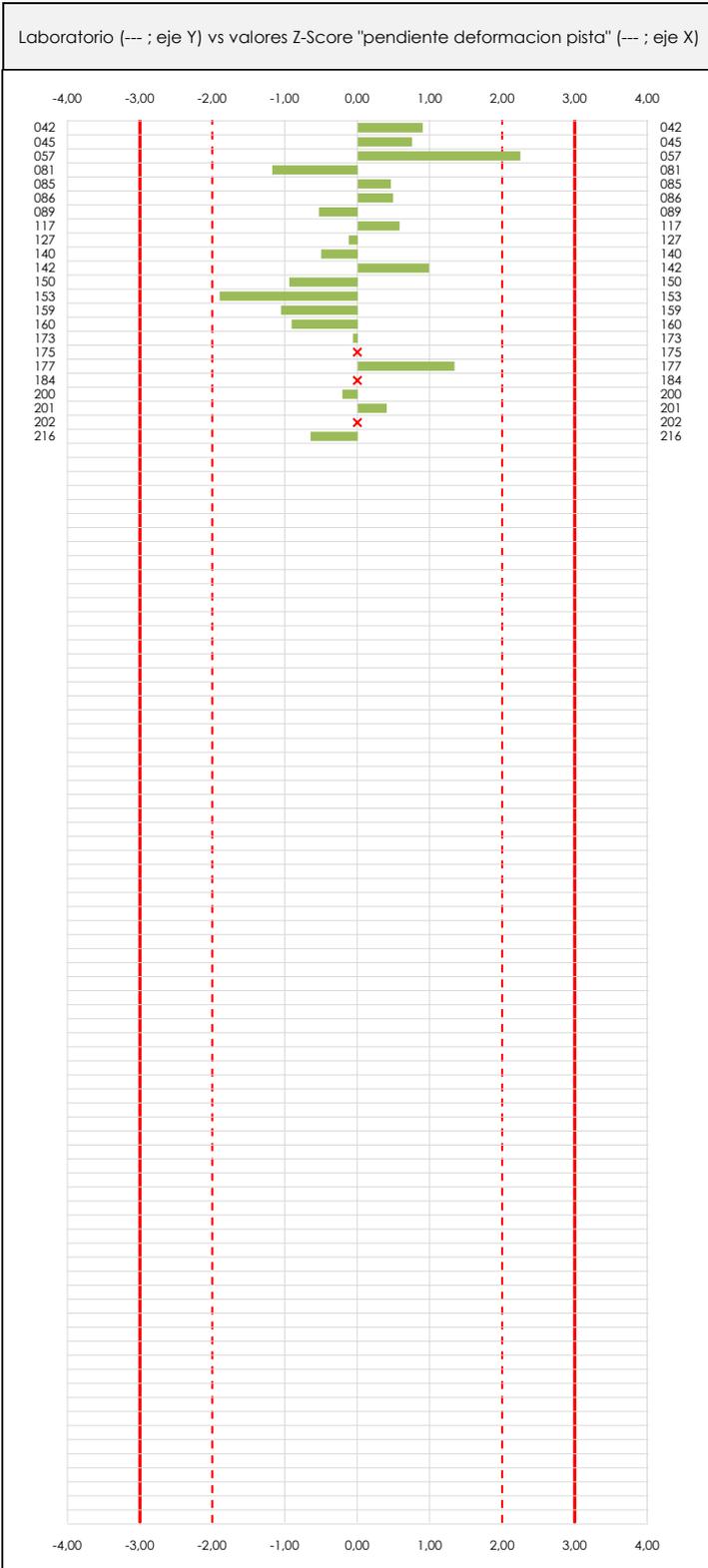
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo] [no coinciden]



# PENDIENTE DEFORMACION PISTA (mm/10<sup>3</sup> ciclos)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

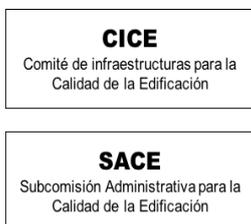
### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

Diagrama Z-Score para los resultados aportados por los laboratorios. Estos se considerarán satisfactorios (S) si el valor absoluto del Z-Score es menor o igual a 2 unidades, dudoso si está comprendido entre 2 y 3 unidades e insatisfactorio si es mayor o igual a 3 unidades.

Los resultados satisfactorios quedan reflejados entre las dos líneas rojas discontinuas, líneas de referencia en la evaluación Z-Score.



# PENDIENTE DEFORMACION PISTA (mm/10<sup>3</sup> ciclos)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	S <sub>L i</sub>	D <sub>i arit %</sub>	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CAN	042	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,005	26,34	✓	✓	✓			0,896	S
CYL	045	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,008	22,05	✓	✓	✓			0,750	S
EXT	057	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,006	65,88	✓	✓	✓			2,240	D
CAT	081	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,006	-34,68	✓	✓	✓			-1,179	S
CAN	085	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,003	13,45	✓	✓	✓			0,457	S
CYL	086	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,012	14,31	✓	✓	✓			0,487	S
ARA	089	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,001	-15,77	✓	✓	✓			-0,536	S
MAD	117	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,004	16,89	✓	✓	✓			0,574	S
MUR	127	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,003	-3,74	✓	✓	✓			-0,127	S
MAD	140	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,006	-14,91	✓	✓	✓			-0,507	S
GAL	142	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,007	28,92	✓	✓	✓			0,983	S
AND	150	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,003	-27,80	✓	✓	✓			-0,945	S
MAD	153	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,011	-56,17	✓	✓	✓			-1,910	S
GAL	159	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,000	-31,24	✓	✓	✓			-1,062	S
AND	160	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,013	-26,94	✓	✓	✓			-0,916	S
GAL	173	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,001	-2,02	✓	✓	✓			-0,069	S
MUR	175	0,02		0,02	0,02	0,02	---	---	X	X	X	SD		---	---
NAV	177	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,004	39,24	✓	✓	✓			1,334	S
MUR	184	0,03		0,03	0,03	0,03	---	---	X	X	X	SD		---	---
PV	200	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,001	-6,32	✓	✓	✓			-0,215	S
MUR	201	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,007	11,73	✓	✓	✓			0,399	S
CAN	202	0,09	0,11	0,10	0,10	0,10	---	---	X	X	X	SD		---	---
VAL	216	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,001	-19,21	✓	✓	✓			-0,653	S

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i j</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i arit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> "S<sub>L i</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

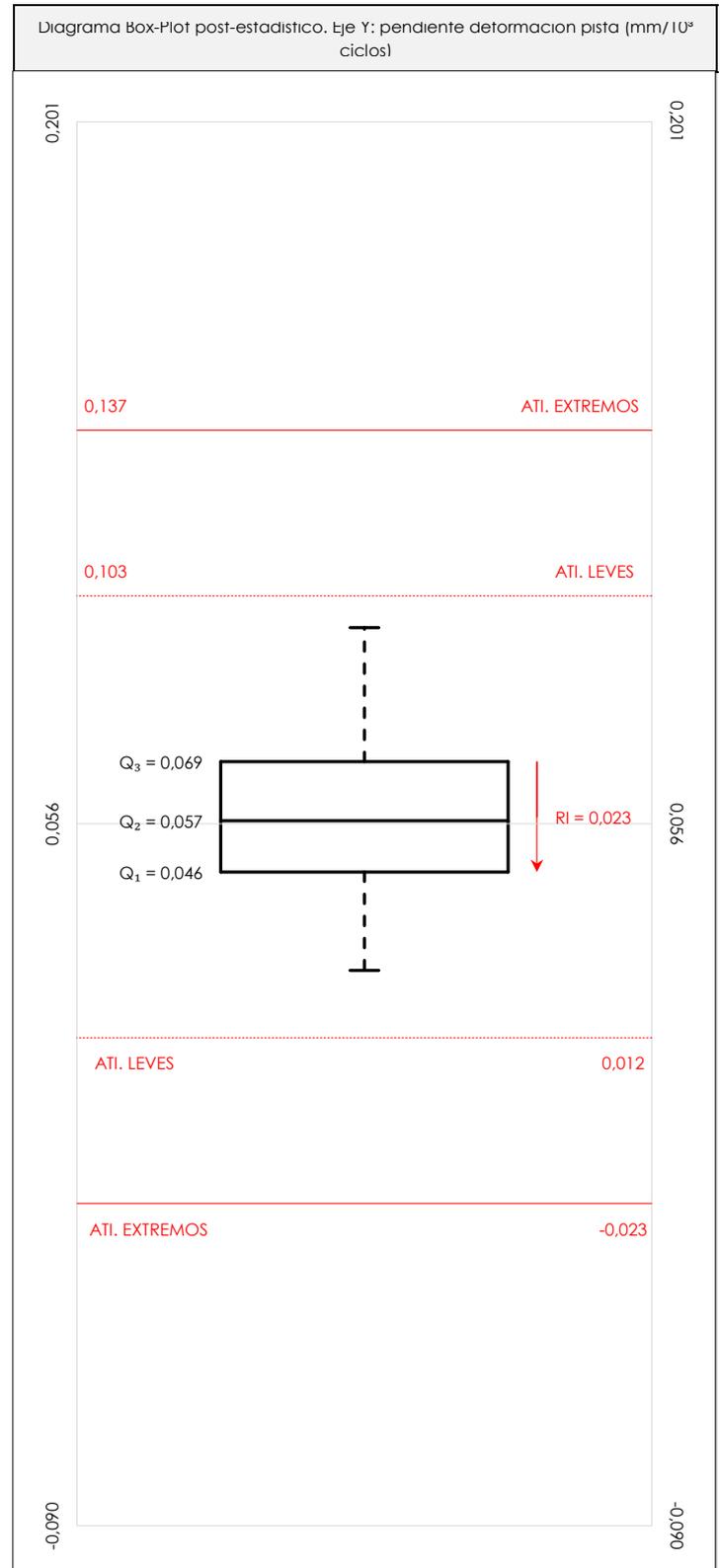
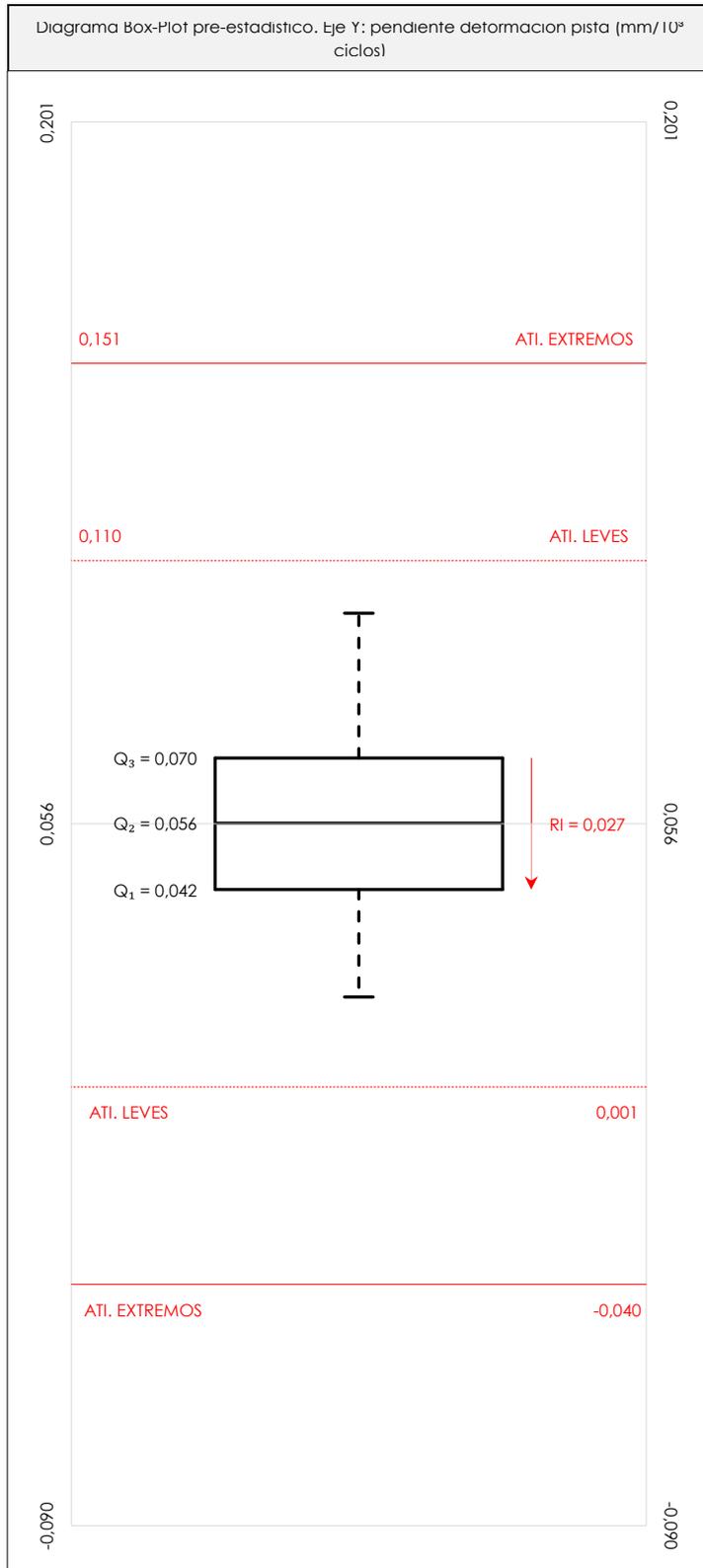
<sup>03</sup> La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si | ZS | ≤ 2] [Dudoso (D) - si 2 < | ZS | ≤ 3] [Insatisfactorio (I) - si | ZS | > 3].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**PENDIENTE DEFORMACION PISTA (mm/10<sup>3</sup> ciclos)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

## Apartado D.3. Diagramas Box-Plot o de Caja y Bigotes

**ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUÉS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)**

Diagramas de caja y bigotes (Box Plot) de las medias aritméticas de los resultados aportados por los laboratorios antes (diagrama de la izquierda). Este incluye valores aberrantes y anómalos y después (diagrama de la derecha). No incluye los valores descartados a lo largo del estudio) de análisis estadístico.

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q<sub>1</sub>; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub>; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub>; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> para el máximo y mínimo respectivamente; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**PENDIENTE DEFORMACION PISTA (mm/10<sup>3</sup> ciclos)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA19 para el ensayo "PENDIENTE DEFORMACION PISTA", ha contado con la participación de un total de 23 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 2 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 3 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

De cada uno de los análisis (pre-estadístico y estadístico), se obtienen las siguientes tablas:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
Variables	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	0,09	0,11		0,10	0,10	0,09	0,10		0,10	0,10
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	0,02	0,03		0,02	0,02	0,02	0,03		0,03	0,03
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	0,06	0,06		0,06	0,06	0,06	0,06		0,06	0,06
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02	0,02		0,02	0,02
<b>Coefficiente Variación (CV ; ---)</b>	0,36	0,35		0,36	0,36	0,31	0,30		0,29	0,29
VARIABLES	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)
<b>Valor Calculado</b>	13,120	13,120	33,688	36,153	36,153	10,963	10,963	28,371	30,415	30,415
<b>Valor Referencia</b>										

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " $G_{sim}$  y  $G_{Dob}$ " de Grubbs, todos ellos adimensionales, obtenidos de las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios y del número de ensayos efectuados por cada uno de ellos:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,39	2,45	0,437	3,001	0,3585	2,39	2,45	0,480	3,001	0,3585
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,89	1,94	0,354	2,709	0,4391	1,89	1,94	0,389	2,709	0,4391

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 19 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

Respecto a los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística recogida en la ISO 17025, sobre las dispersiones de los resultados individuales y su media, en forma de varianzas o desviaciones estándar, también conocida como ANOVA (siglas de analysis of variance).

Sabiendo que una varianza es la suma de cuadrados dividida por un número, que se llama grados de libertad, que depende del número de participantes menos 1, se puede decir que la imprecisión del ensayo se descompone en dos factores: uno de ellos genera la imprecisión mínima, presente en condiciones de repetibilidad (variabilidad intralaboratorio) y el otro la imprecisión adicional, obtenida en condiciones de reproducibilidad (variabilidad debida al cambio de laboratorio).

Las condiciones de repetibilidad de este ensayo son: mismo laborante, mismo laboratorio y mismo equipo de medición utilizado dentro de un período de tiempo corto. Por ende, las condiciones de reproducibilidad para la misma muestra y ensayo, cambian en: el laborante, el laboratorio, el equipo y las condiciones de uso y tiempo.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

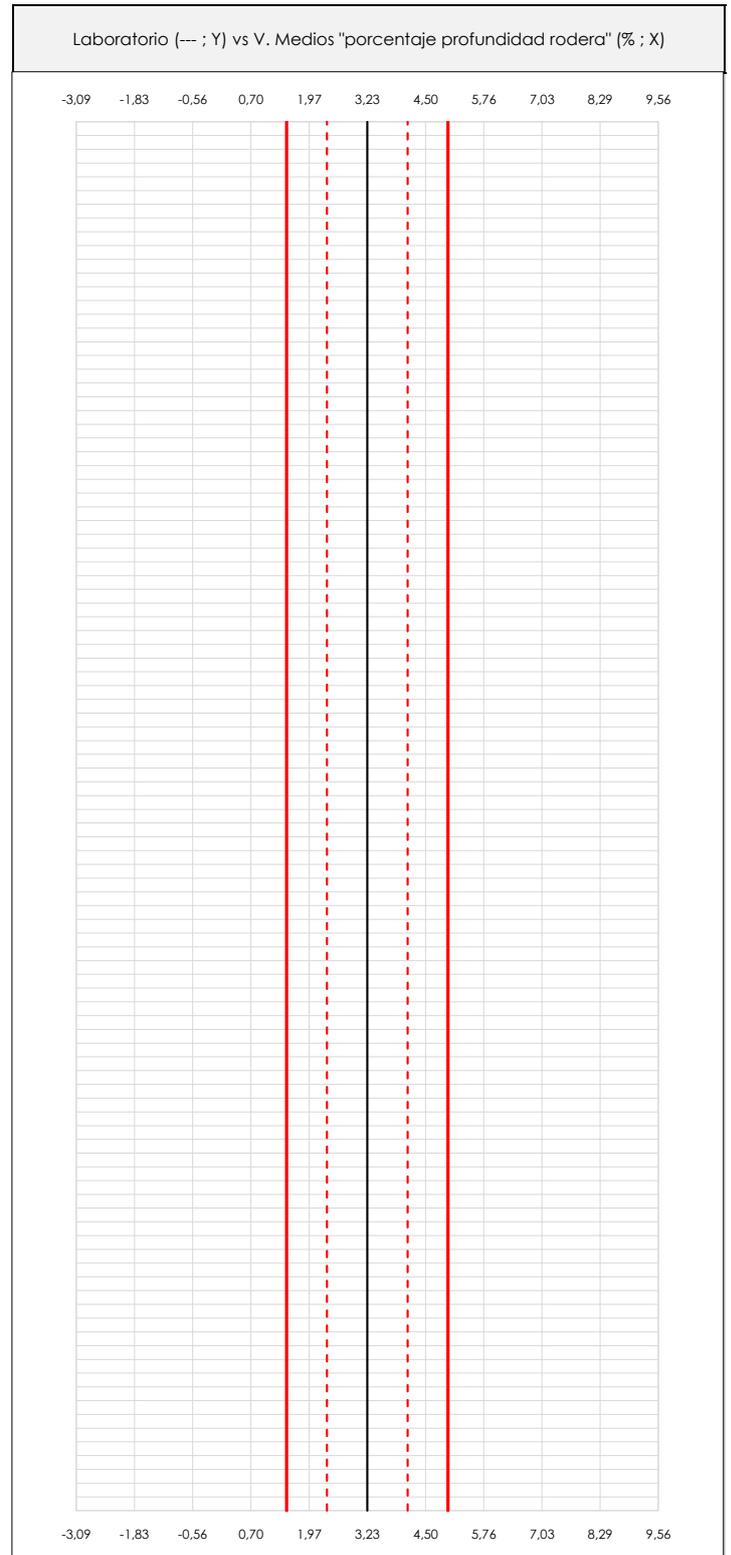
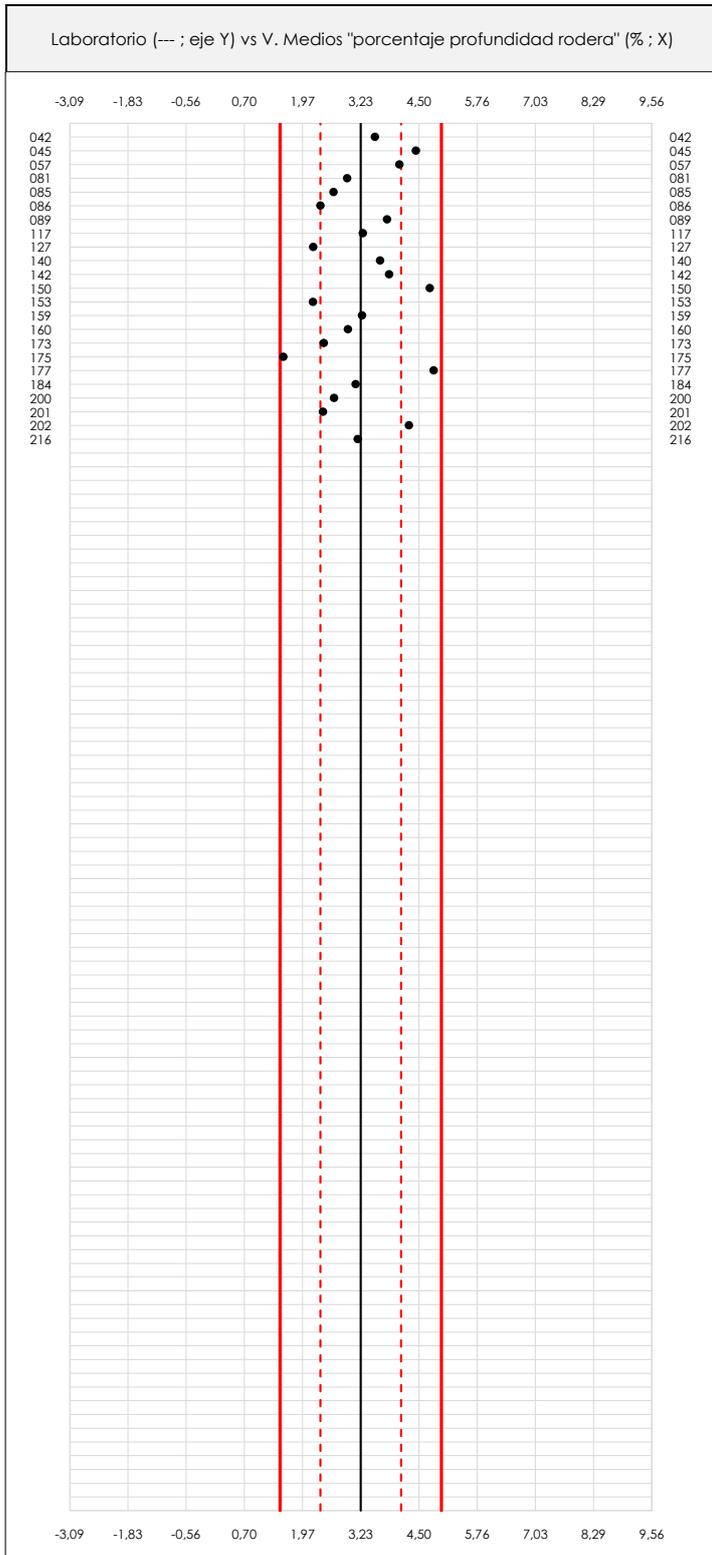
PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA



# PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (3,23 : línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (4,11/2,35 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (4,98/1,48 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro ".".

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

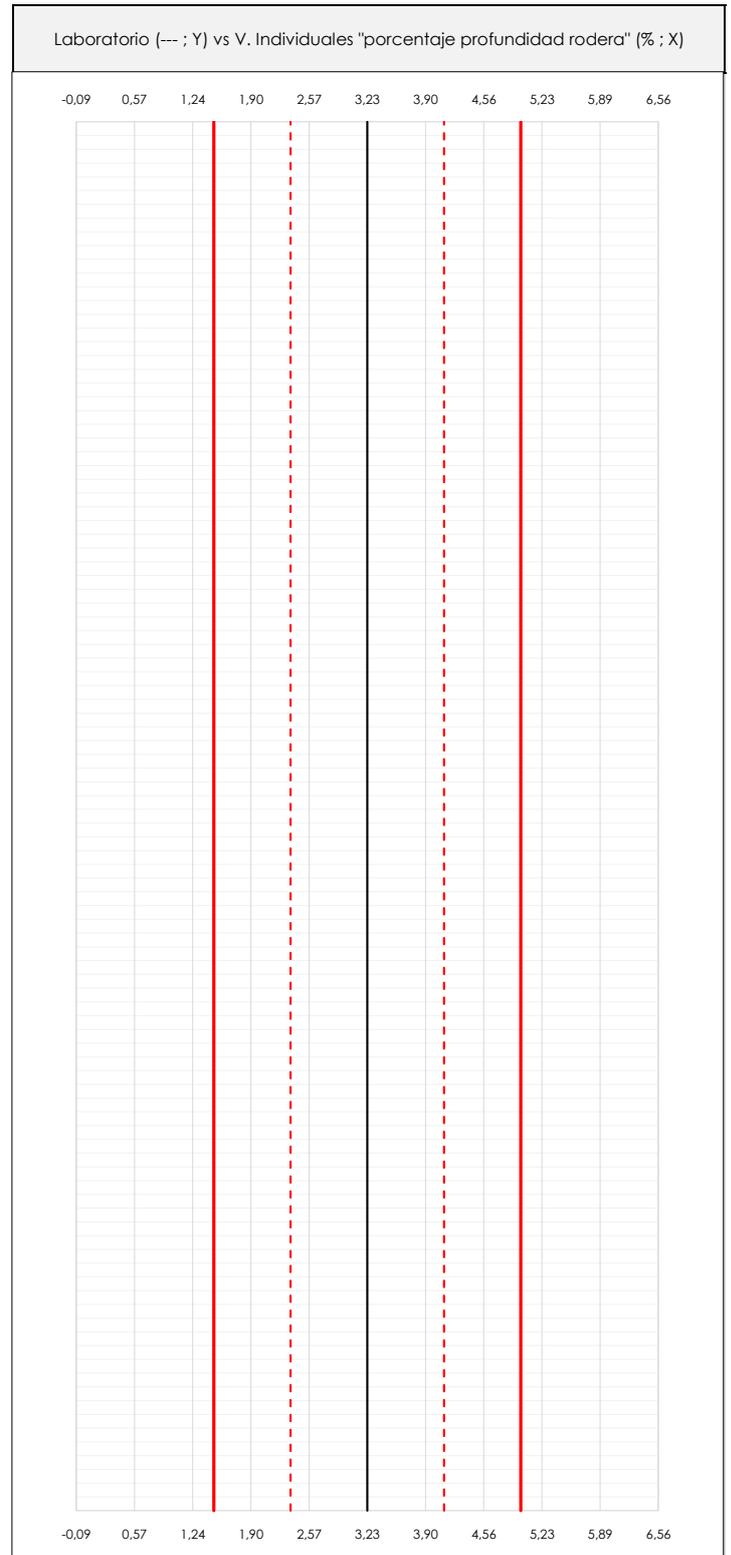
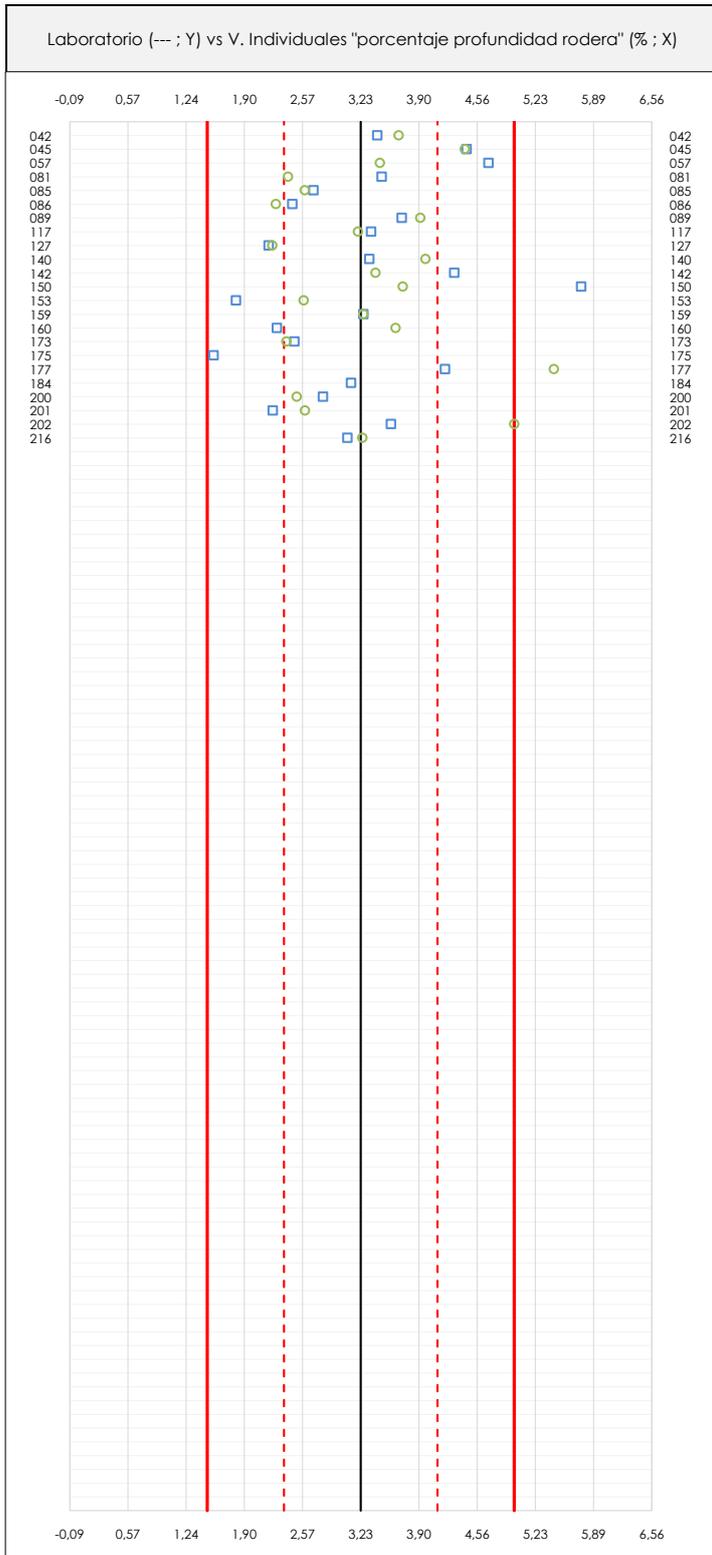
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



**ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)**

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (3,23 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (4,11/2,35 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (4,98/1,48 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde "○" y el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris "△".



# PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i crit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	¿Pasa A?	Observaciones
CAN	042	3,42	3,66	3,54	3,54	0,172	9,62	✓		
CYL	045	4,44	4,42	4,43	4,43	0,015	37,14	✓		
EXT	057	4,69	3,45	4,07	4,07	0,877	25,98	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%	
CAT	081	3,47	2,40	2,93	2,94	0,757	-9,15	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%	
CAN	085	2,69	2,59	2,64	2,64	0,071	-18,28	✓		
CYL	086	2,45	2,26	2,35	2,36	0,134	-27,10	✓		
ARA	089	3,70	3,91	3,81	3,81	0,148	17,78	✓		
MAD	117	3,35	3,20	3,27	3,28	0,106	1,37	✓		
MUR	127	2,18	2,22	2,20	2,20	0,028	-31,90	✓		
MAD	140	3,33	3,97	3,65	3,65	0,453	12,98	✓		
GAL	142	4,30	3,40	3,80	3,85	0,636	19,17	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%	
AND	150	5,75	3,71	4,73	4,73	1,442	46,41	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%	
MAD	153	1,81	2,58	2,19	2,19	0,548	-32,13	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%	
GAL	159	3,26	3,26	1,34	3,26	0,000	0,91	✓		
AND	160	2,27	3,63	2,95	2,95	0,957	-8,65	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%	
GAL	173	2,47	2,38	2,43	2,43	0,064	-24,89	✓		
MUR	175	1,55	1,55	1,55	1,55		-52,02	X	Aporta un resultado. Debe aportar dos para ser contrastado	
NAV	177	4,20	5,44	4,82	4,82	0,879	49,09	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%	
MUR	184	3,12	3,12	3,12	3,12		-3,42	X	Aporta un resultado. Debe aportar dos para ser contrastado	
PV	200	2,80	2,50	2,65	2,65	0,212	-17,97	✓		
MUR	201	2,23	2,59	2,41	2,41	0,260	-25,39	✓		
CAN	202	3,58	4,99	4,28	4,28	0,997	32,48	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%	
VAL	216	3,08	3,25	3,17	3,17	0,120	-2,03	✓		

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i j</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i crit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

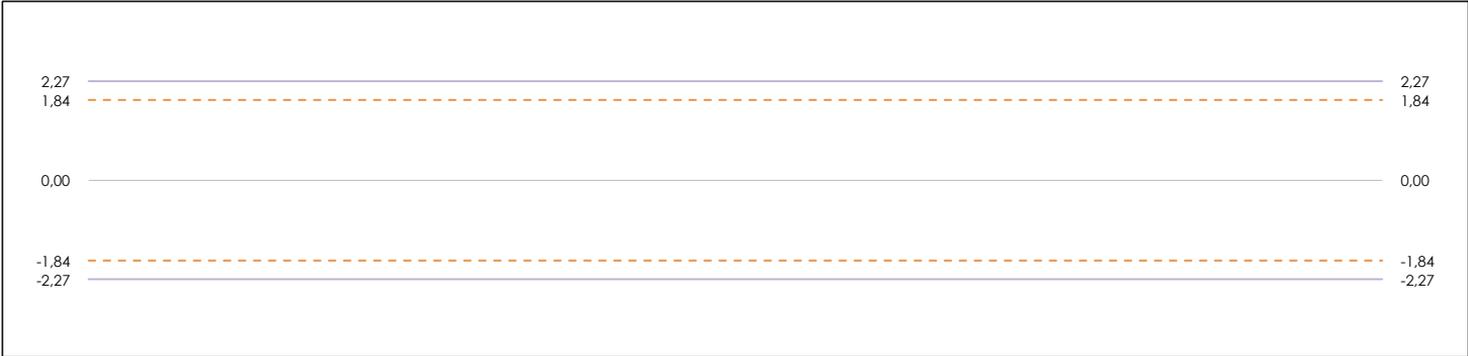
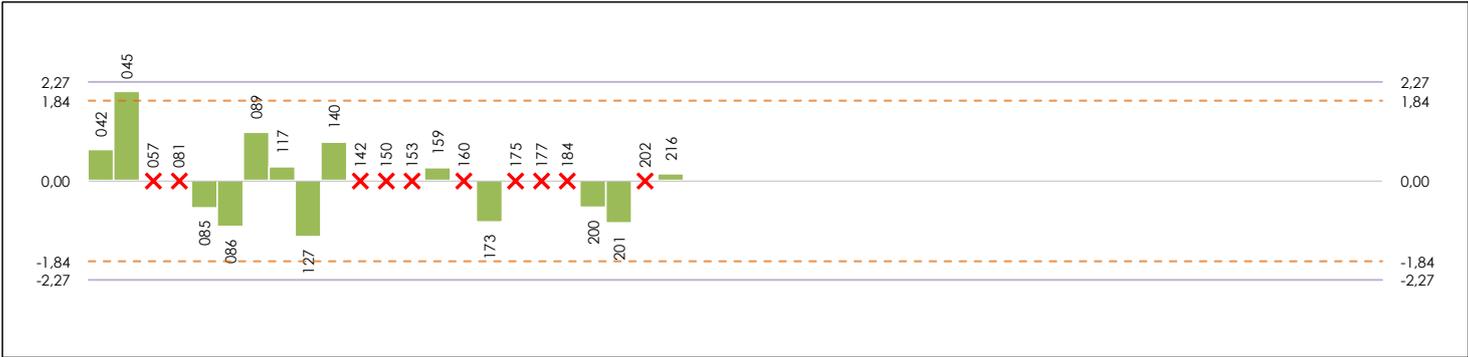
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



**ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios participantes).

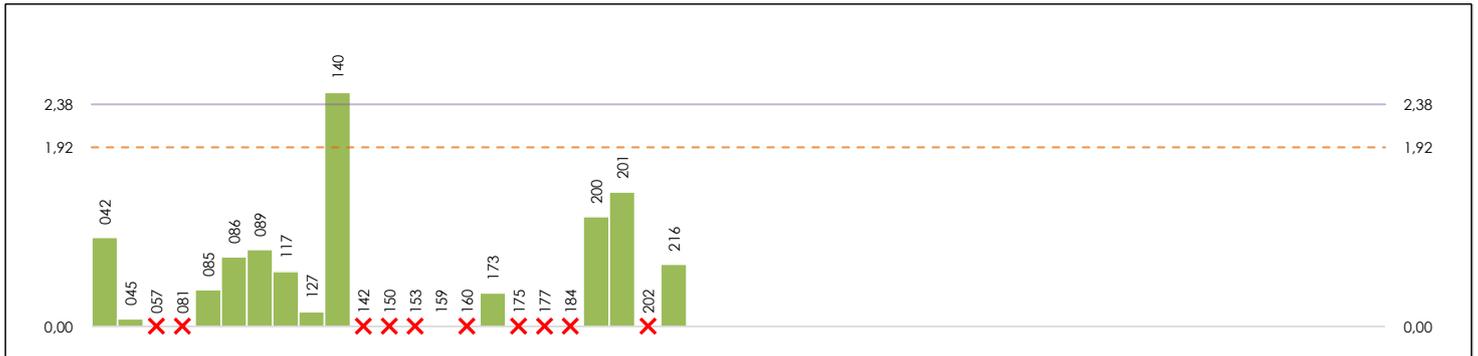
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.



# PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

Análisis gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas intra-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios participantes y el número de ensayos efectuados).

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.



# PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i crit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	¿Pasa B?
CAN	042	3,420	3,663		3,541	3,542	0,172	15,65	0,71	0,95						✓
CYL	045	4,441	4,420		4,431	4,431	0,015	44,68	2,02*	0,08	0,485		2,018		0,4870	✓
EXT	057	4,690	3,450		4,070	4,070	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
CAT	081	3,470	2,400		2,933	2,935	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
CAN	085	2,690	2,590		2,640	2,640	0,071	-13,79	-0,62	0,39						✓
CYL	086	2,450	2,260		2,354	2,355	0,134	-23,10	-1,04	0,75			0,7339			✓
ARA	089	3,700	3,910		3,805	3,805	0,148	24,26	1,10	0,82					0,4870	✓
MAD	117	3,350	3,200		3,270	3,275	0,106	6,95	0,31	0,59						✓
MUR	127	2,180	2,220		2,200	2,200	0,028	-28,16	-1,27	0,16		1,272		0,7339		✓
MAD	140	3,330	3,970		3,650	3,650	0,453	19,19	0,87	2,51**	0,485					✓
GAL	142	4,300	3,400		3,800	3,850	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
AND	150	5,750	3,710		4,730	4,730	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
MAD	153	1,805	2,580		2,193	2,193	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
GAL	159	3,260	3,260		1,340	3,260	0,000	6,46	0,29	0,00						✓
AND	160	2,274	3,628		2,951	2,951	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
GAL	173	2,472	2,381		2,426	2,427	0,064	-20,76	-0,94	0,36						✓
MUR	175	1,550			1,550	1,550	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
NAV	177	4,195	5,438		4,817	4,817	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
MUR	184	3,120			3,120	3,120	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
PV	200	2,800	2,500		2,650	2,650	0,212	-13,46	-0,61	1,18						✓
MUR	201	2,227	2,594		2,411	2,411	0,260	-21,28	-0,96	1,44						✓
CAN	202	3,575	4,985		4,280	4,280	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
VAL	216	3,080	3,250		3,165	3,165	0,120	3,36	0,15	0,67						✓

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i j</sub> con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i crit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>Sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo] [no coinciden]

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

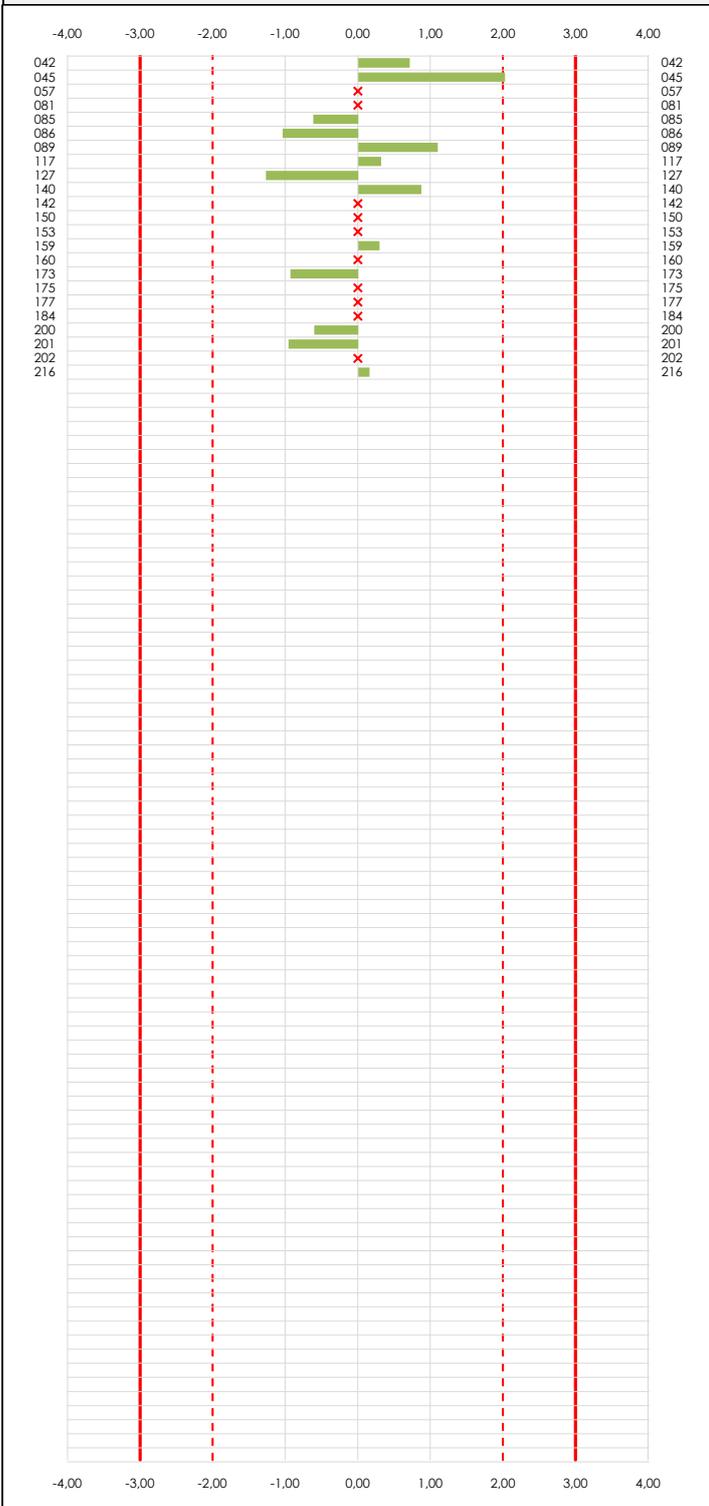


# PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)

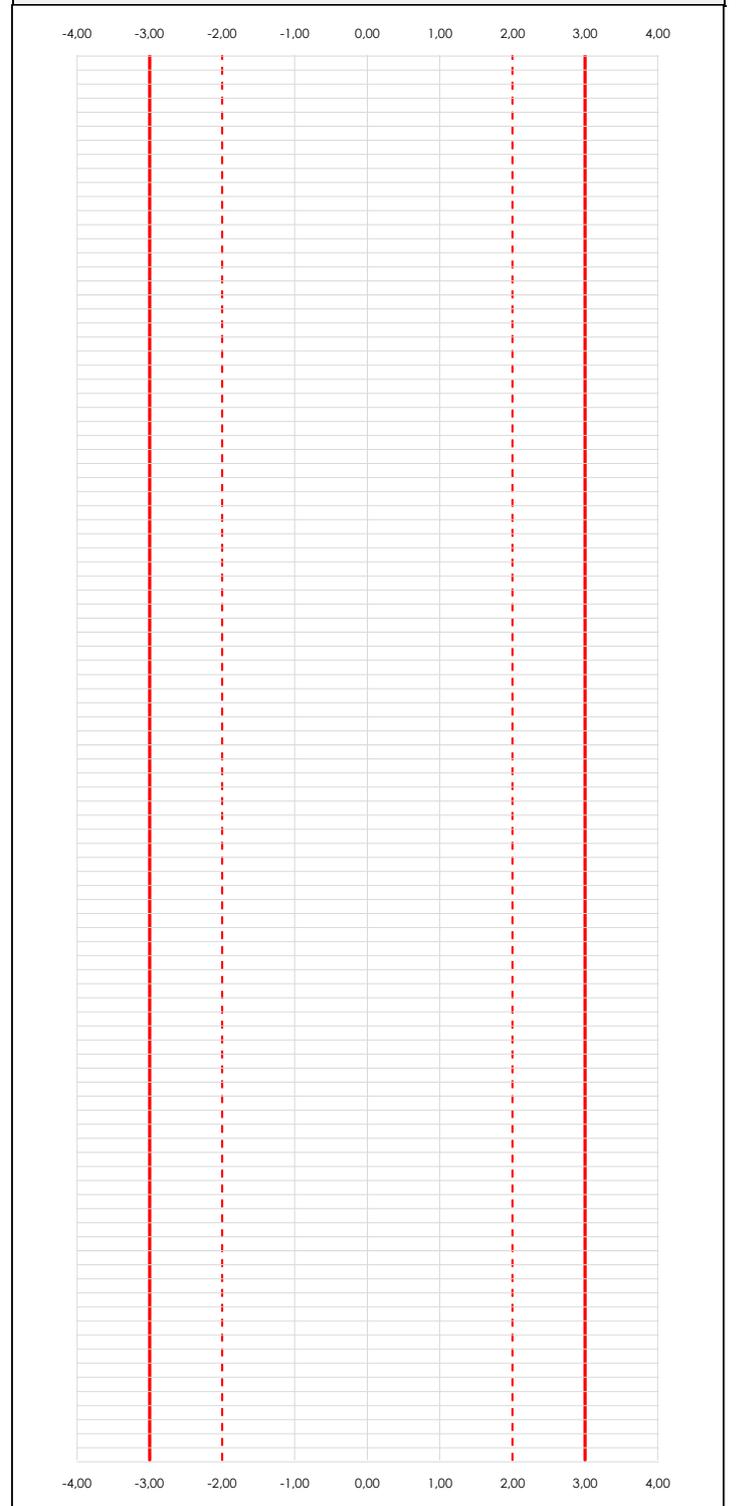
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "porcentaje profundidad rodera" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "porcentaje profundidad rodera" (---; eje X)



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

Diagrama Z-Score para los resultados aportados por los laboratorios. Estos se considerarán satisfactorios (S) si el valor absoluto del Z-Score es menor o igual a 2 unidades, dudoso si está comprendido entre 2 y 3 unidades e insatisfactorio si es mayor o igual a 3 unidades.

Los resultados satisfactorios quedan reflejados entre las dos líneas rojas discontinuas, líneas de referencia en la evaluación Z-Score.



# PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	S <sub>L i</sub>	D <sub>i arit %</sub>	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CAN	042	3,42	3,66		3,54	3,54	0,172	15,65	✓	✓	✓			0,707	S
CYL	045	4,44	4,42		4,43	4,43	0,015	44,68	✓	✓	✓			2,018	D
EXT	057	4,69	3,45		4,07	4,07	---	---	X	X	X	SD		---	---
CAT	081	3,47	2,40		2,93	2,94	---	---	X	X	X	SD		---	---
CAN	085	2,69	2,59		2,64	2,64	0,071	-13,79	✓	✓	✓			-0,623	S
CYL	086	2,45	2,26		2,35	2,36	0,134	-23,10	✓	✓	✓			-1,043	S
ARA	089	3,70	3,91		3,81	3,81	0,148	24,26	✓	✓	✓			1,096	S
MAD	117	3,35	3,20		3,27	3,28	0,106	6,95	✓	✓	✓			0,314	S
MUR	127	2,18	2,22		2,20	2,20	0,028	-28,16	✓	✓	✓			-1,272	S
MAD	140	3,33	3,97		3,65	3,65	0,453	19,19	✓	✓	✓			0,867	S
GAL	142	4,30	3,40		3,80	3,85	---	---	X	X	X	SD		---	---
AND	150	5,75	3,71		4,73	4,73	---	---	X	X	X	SD		---	---
MAD	153	1,81	2,58		2,19	2,19	---	---	X	X	X	SD		---	---
GAL	159	3,26	3,26		1,34	3,26	0,000	6,46	✓	✓	✓			0,292	S
AND	160	2,27	3,63		2,95	2,95	---	---	X	X	X	SD		---	---
GAL	173	2,47	2,38		2,43	2,43	0,064	-20,76	✓	✓	✓			-0,938	S
MUR	175	1,55			1,55	1,55	---	---	X	X	X	SD		---	---
NAV	177	4,20	5,44		4,82	4,82	---	---	X	X	X	SD		---	---
MUR	184	3,12			3,12	3,12	---	---	X	X	X	SD		---	---
PV	200	2,80	2,50		2,65	2,65	0,212	-13,46	✓	✓	✓			-0,608	S
MUR	201	2,23	2,59		2,41	2,41	0,260	-21,28	✓	✓	✓			-0,961	S
CAN	202	3,58	4,99		4,28	4,28	---	---	X	X	X	SD		---	---
VAL	216	3,08	3,25		3,17	3,17	0,120	3,36	✓	✓	✓			0,152	S

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i j</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i arit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

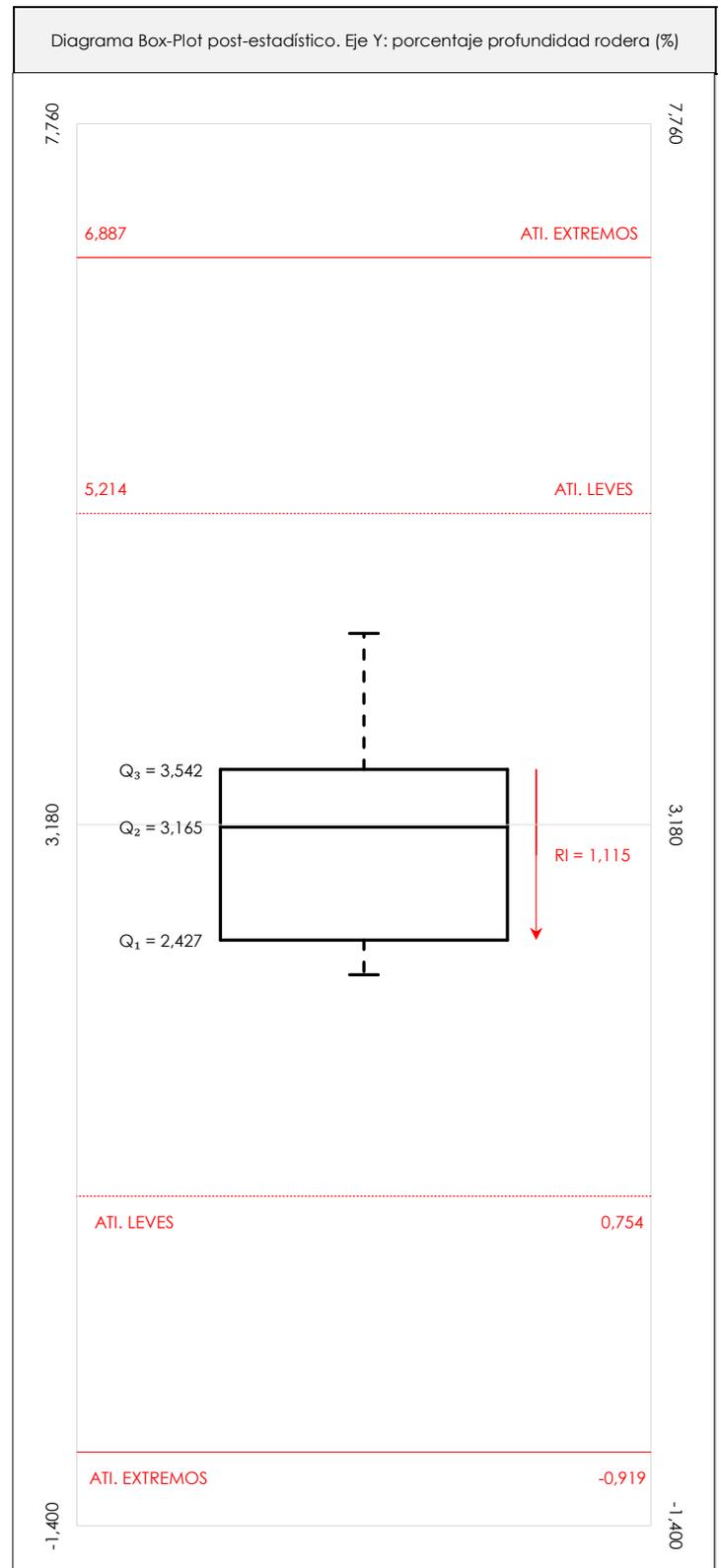
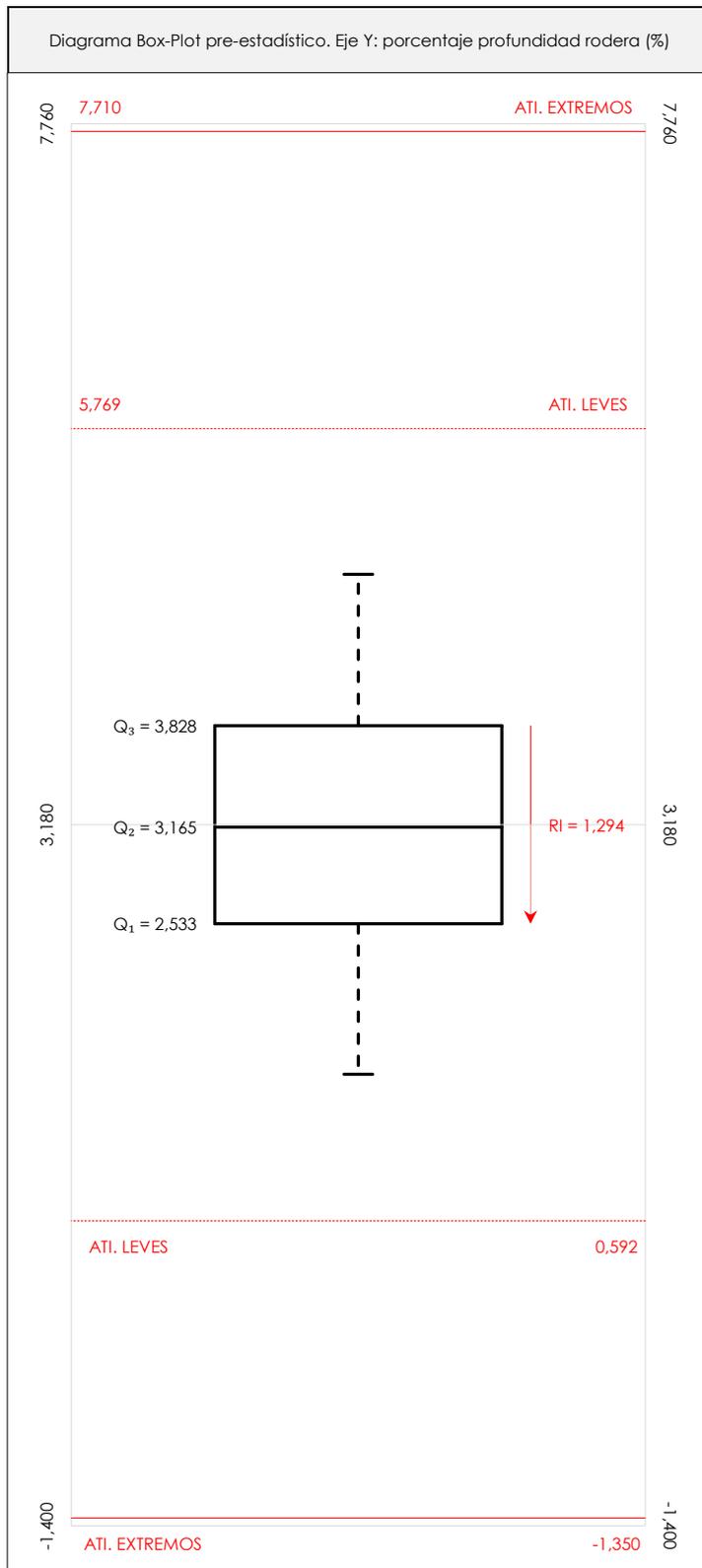
<sup>02</sup> "S<sub>L i</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si | ZS | ≤ 2] [Dudoso (D) - si 2 < | ZS | ≤ 3] [Insatisfactorio (I) - si | ZS | > 3].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

## Apartado D.3. Diagramas Box-Plot o de Caja y Bigotes

**ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUÉS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)**

Diagramas de caja y bigotes (Box Plot) de las medias aritméticas de los resultados aportados por los laboratorios antes (diagrama de la izquierda). Este incluye valores aberrantes y anómalos) y después (diagrama de la derecha). No incluye los valores descartados a lo largo del estudio) de análisis estadístico.

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q<sub>1</sub>; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub>; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub>; 75% de los datos), el rango intercuartilico (RI; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> para el máximo y mínimo respectivamente; líneas continuas de color rojo).



## PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA (%)

### Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA19 para el ensayo "PORCENTAJE PROFUNDIDAD RODERA", ha contado con la participación de un total de 23 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 2 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 10 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 10 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

De cada uno de los análisis (pre-estadístico y estadístico), se obtienen las siguientes tablas:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
Variables	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$
Valor Máximo (max ; %)	5,75	5,44		4,82	4,82	4,44	4,42		4,43	4,43
Valor Mínimo (min ; %)	1,55	2,22		1,34	1,55	2,18	2,22		1,34	2,20
Valor Promedio (M ; %)	3,22	3,32		3,14	3,23	3,03	3,09		2,91	3,06
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,00	0,89		0,96	0,88	0,65	0,73		0,82	0,68
Coefficiente Variación (CV ; ---)	0,31	0,27		0,31	0,27	0,21	0,24		0,28	0,22
VARIABLES	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)
Valor Calculado	18,167	18,167	23,065	29,360	29,360	5,888	5,888	21,743	22,526	22,526
Valor Referencia										

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " $G_{sim}$  y  $G_{Dob}$ " de Grubbs, todos ellos adimensionales, obtenidos de las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios y del número de ensayos efectuados por cada uno de ellos:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
Nivel de Significación 1%	2,27	2,38	0,437	2,699	0,2016	2,27	2,38	0,624	2,699	0,2016
Nivel de Significación 5%	1,84	1,92	0,354	2,462	0,2836	1,84	1,92	0,515	2,462	0,2836

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

Respecto a los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística recogida en la ISO 17025, sobre las dispersiones de los resultados individuales y su media, en forma de varianzas o desviaciones estándar, también conocida como ANOVA (siglas de analysis of variance).

Sabiendo que una varianza es la suma de cuadrados dividida por un número, que se llama grados de libertad, que depende del número de participantes menos 1, se puede decir que la imprecisión del ensayo se descompone en dos factores: uno de ellos genera la imprecisión mínima, presente en condiciones de repetibilidad (variabilidad intralaboratorio) y el otro la imprecisión adicional, obtenida en condiciones de reproducibilidad (variabilidad debida al cambio de laboratorio).

Las condiciones de repetibilidad de este ensayo son: mismo laborante, mismo laboratorio y mismo equipo de medición utilizado dentro de un período de tiempo corto. Por ende, las condiciones de reproducibilidad para la misma muestra y ensayo, cambian en: el laborante, el laboratorio, el equipo y las condiciones de uso y tiempo.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

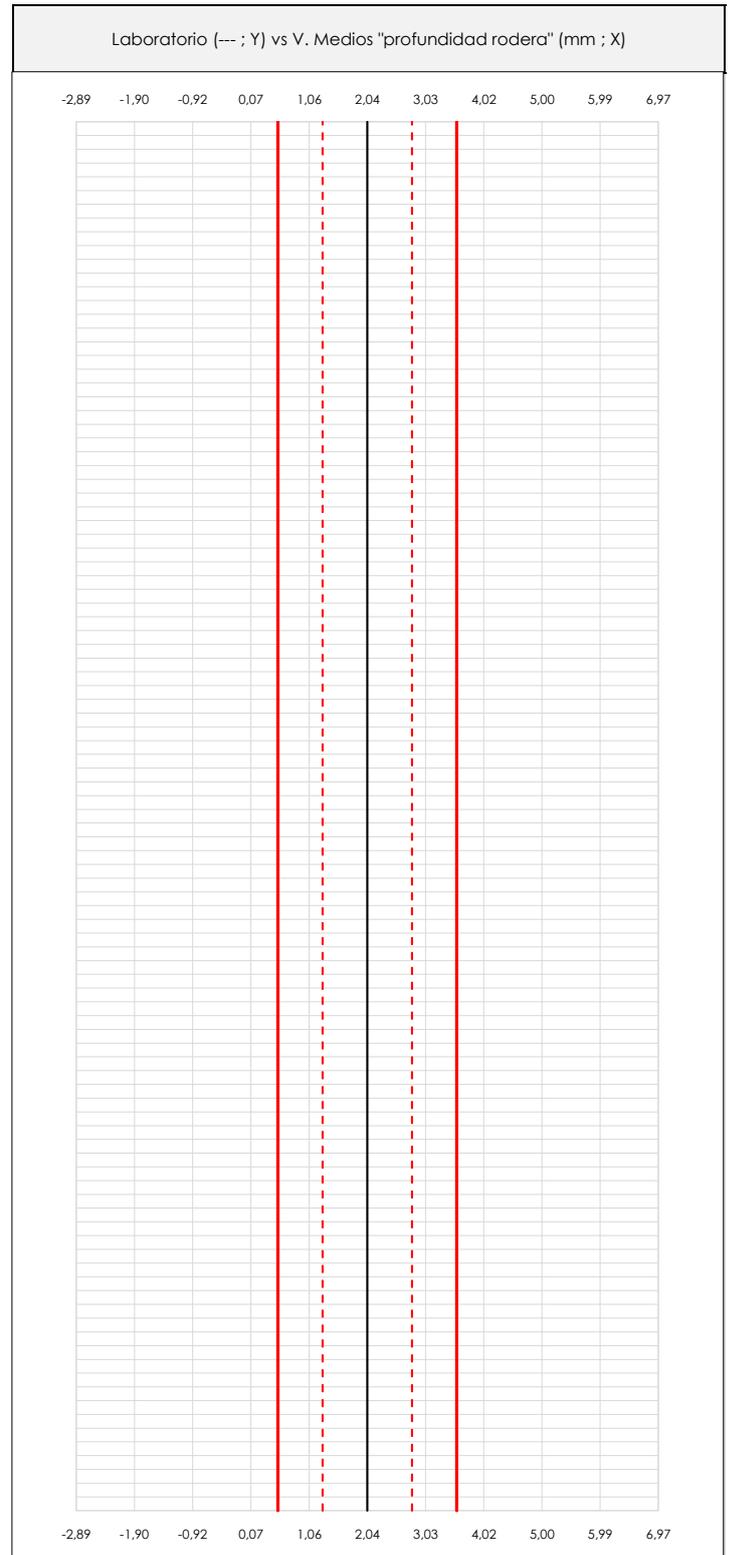
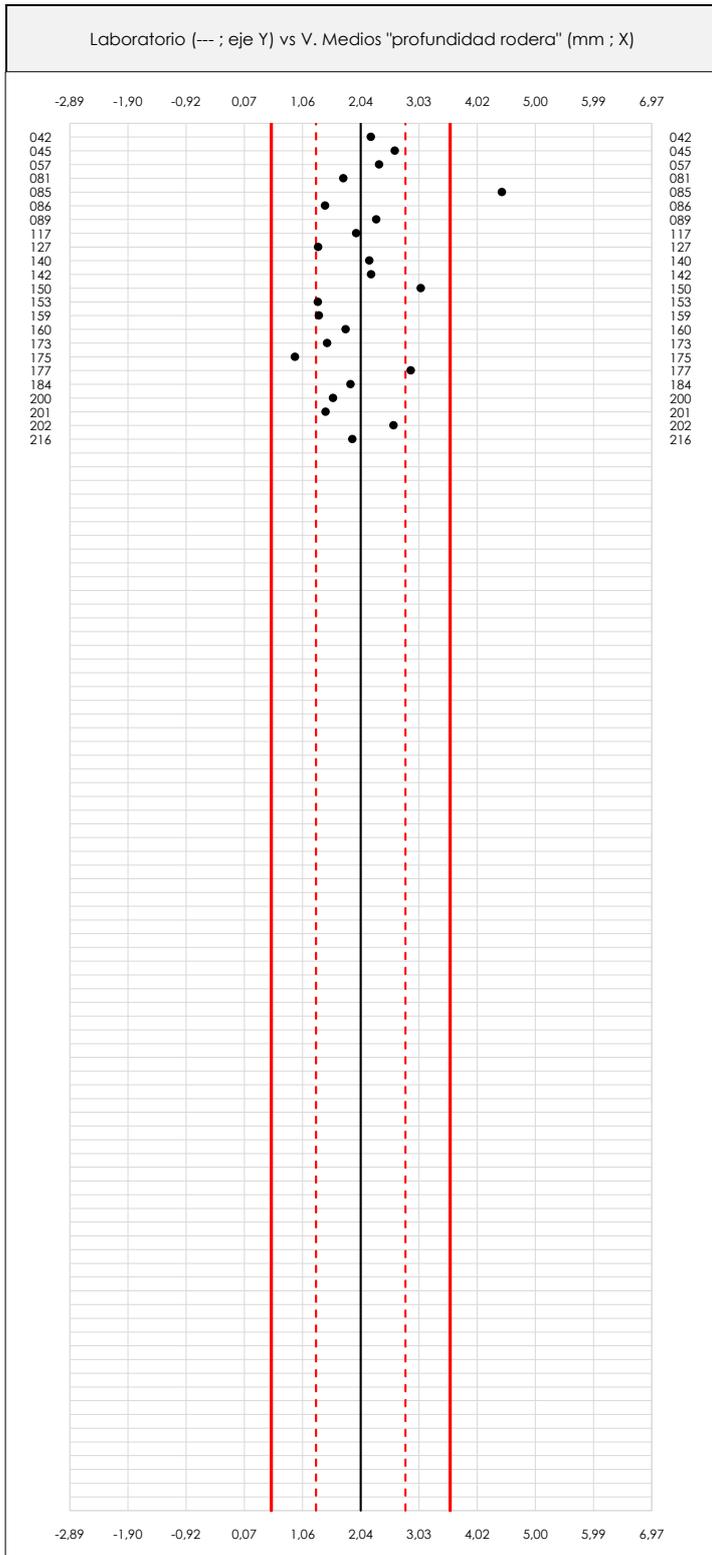
PROFUNDIDAD RODERA



# PROFUNDIDAD RODERA (mm)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (2,04 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (2,80/1,29 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (3,56/0,53 ; líneas rojas de trazo continuo).

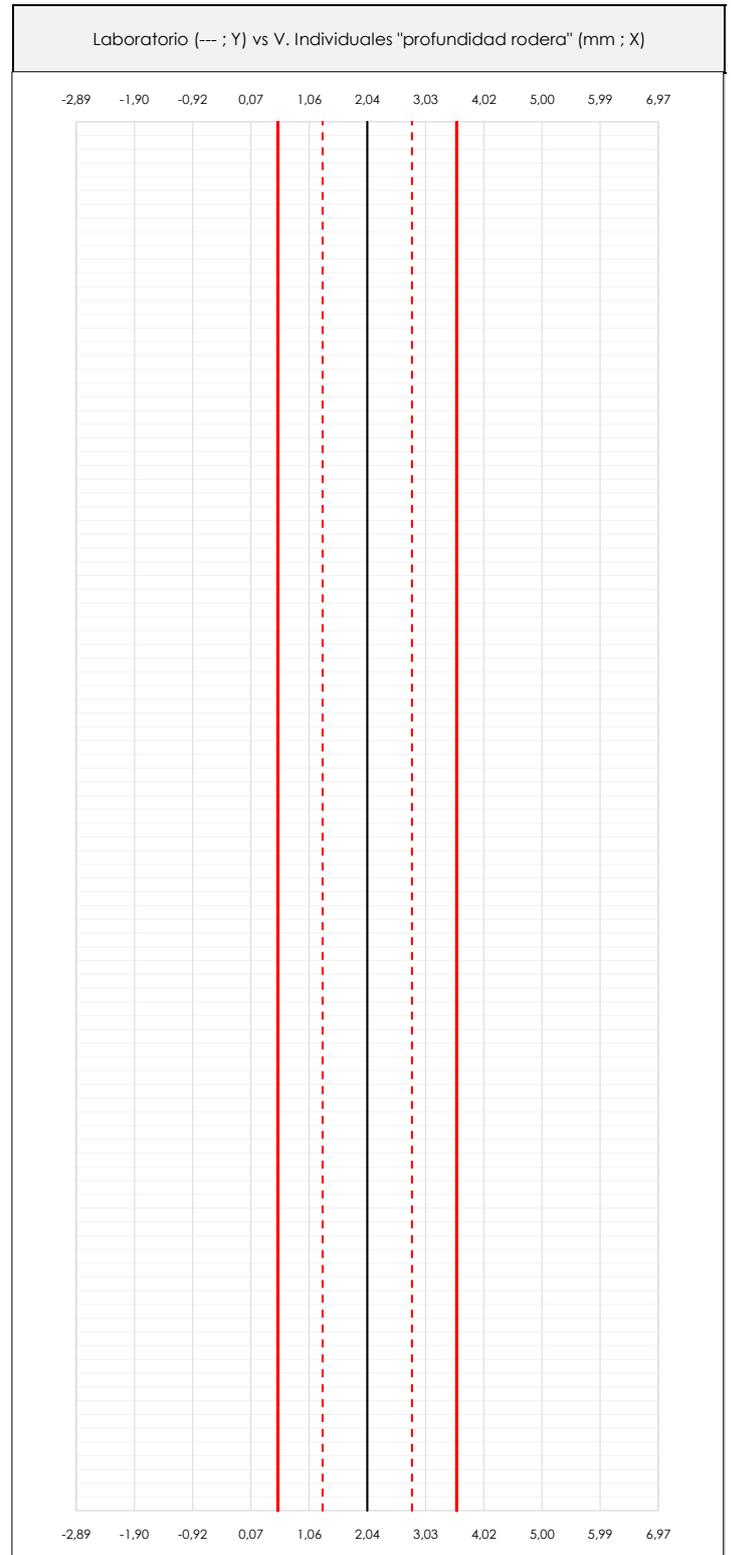
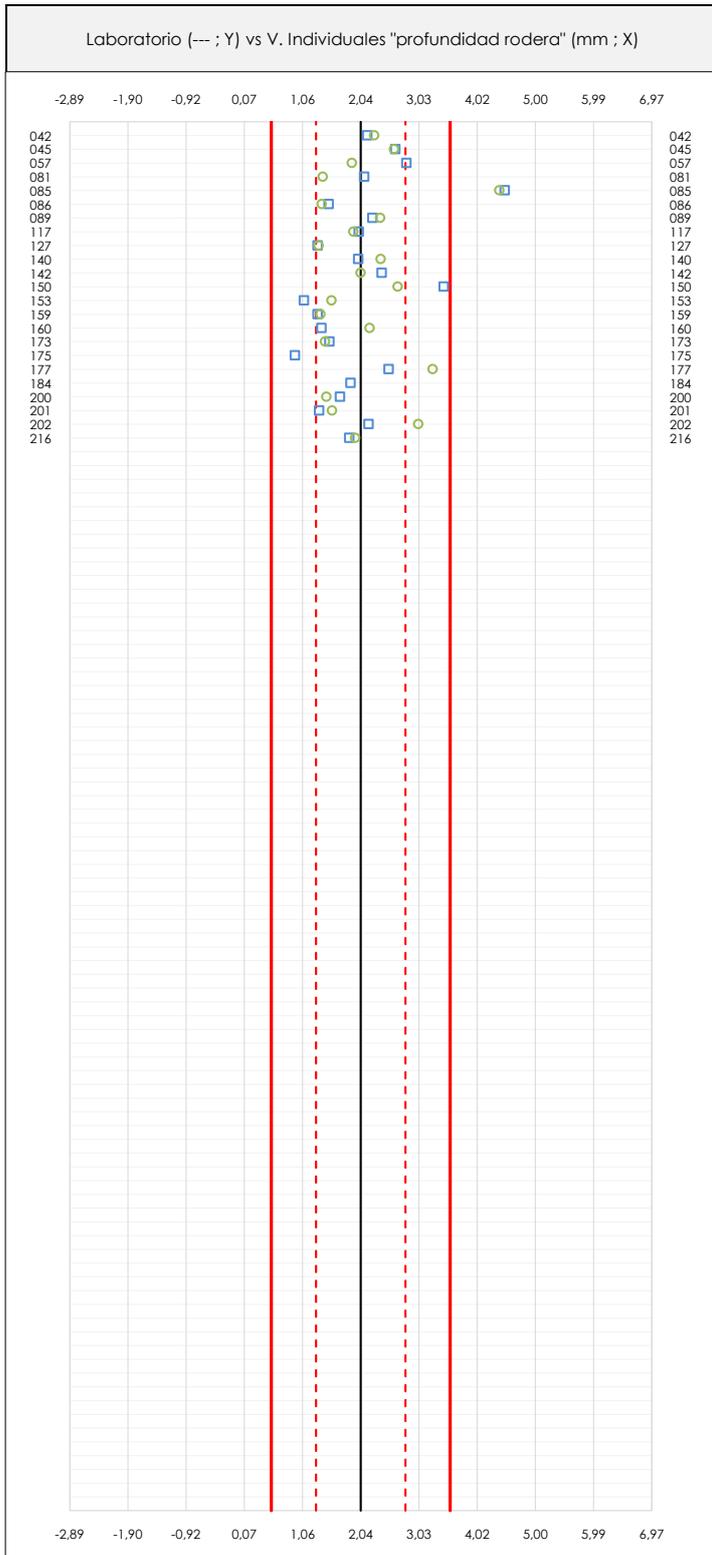
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro ".".



# PROFUNDIDAD RODERA (mm)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (2,04 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (2,80/1,29 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (3,56/0,53 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde "○" y el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris "Δ".

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**PROFUNDIDAD RODERA (mm)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	$X_{i_1}$	$X_{i_2}$	$X_{i_3}$	$\bar{X}_{i_{lab}}$	$\bar{X}_{i_{crit}}$	$S_{L_i}$	$D_{i_{crit}} \%$	¿Pasa A?	Observaciones
CAN	042	2,16	2,27		2,21	2,21	0,081	8,33	✓	
CYL	045	2,63	2,61		2,62	2,62	0,016	28,18	✓	
EXT	057	2,82	1,89		2,35	2,35	0,651	15,23	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%
CAT	081	2,10	1,40		1,75	1,75	0,495	-14,35	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%
CAN	085	4,48	4,39		4,44	4,44	0,066	117,13	✓	
CYL	086	1,50	1,38		1,44	1,44	0,085	-29,52	✓	
ARA	089	2,24	2,37		2,31	2,31	0,092	12,81	✓	
MAD	117	2,01	1,92		1,97	1,97	0,064	-3,83	✓	
MUR	127	1,31	1,33		1,32	1,32	0,014	-35,40	✓	
MAD	140	2,00	2,38		2,19	2,19	0,268	7,21	✓	
GAL	142	2,40	2,04		2,25	2,22	0,255	8,65	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%
AND	150	3,45	2,67		3,06	3,06	0,553	49,76	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%
MAD	153	1,08	1,55		1,32	1,32	0,329	-35,62	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%
GAL	159	1,31	1,36		3,33	1,34	0,035	-34,66	✓	
AND	160	1,38	2,20		1,79	1,79	0,579	-12,61	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%
GAL	173	1,51	1,44		1,47	1,47	0,052	-27,84	✓	
MUR	175	0,93			0,93	0,93		-54,48	X	Aporta un resultado. Debe aportar dos para ser contrastado
NAV	177	2,52	3,26		2,89	2,89	0,528	41,44	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%
MUR	184	1,87			1,87	1,87		-8,48	X	Aporta un resultado. Debe aportar dos para ser contrastado
PV	200	1,69	1,46		1,58	1,58	0,163	-22,92	✓	
MUR	201	1,34	1,56		1,45	1,45	0,156	-29,16	✓	
CAN	202	2,18	3,02		2,60	2,60	0,595	27,13	X	No cumple criterio 03 de repetibilidad: su PRD> 1%
VAL	216	1,85	1,95		1,90	1,90	0,071	-7,01	✓	

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{i_j}$  con  $j = 1, 2, 3$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i_{lab}}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i_{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> " $S_{L_i}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i_{crit}} \%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

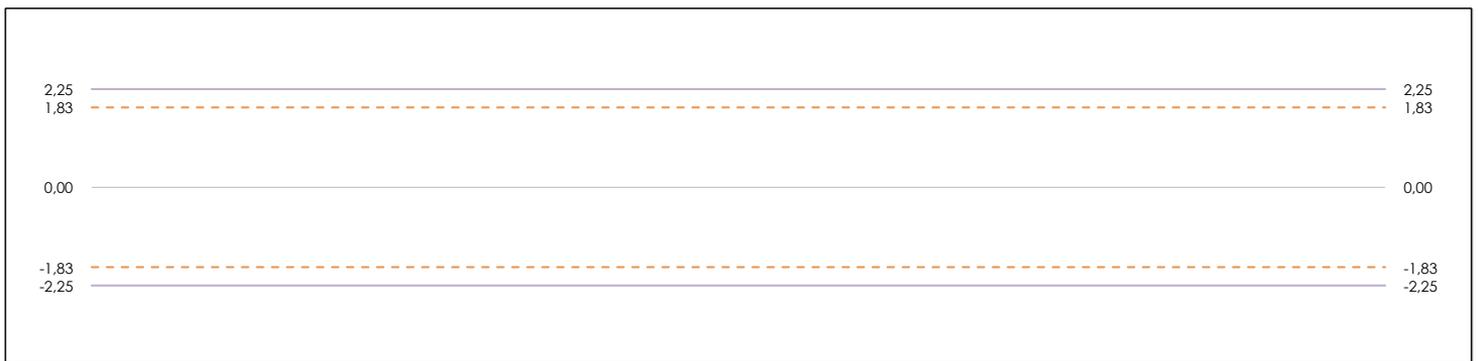
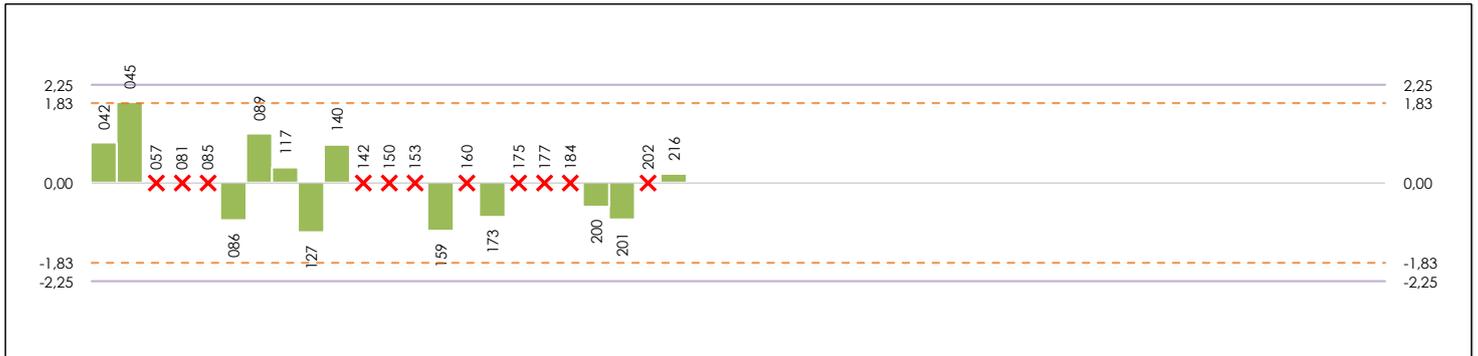
[no coinciden]



# PROFUNDIDAD RODERA (mm)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios participantes).

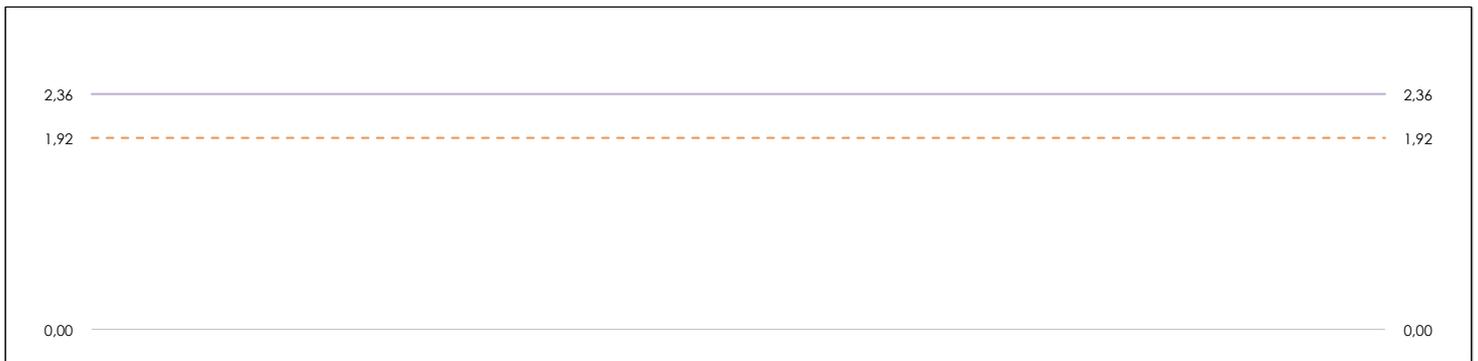
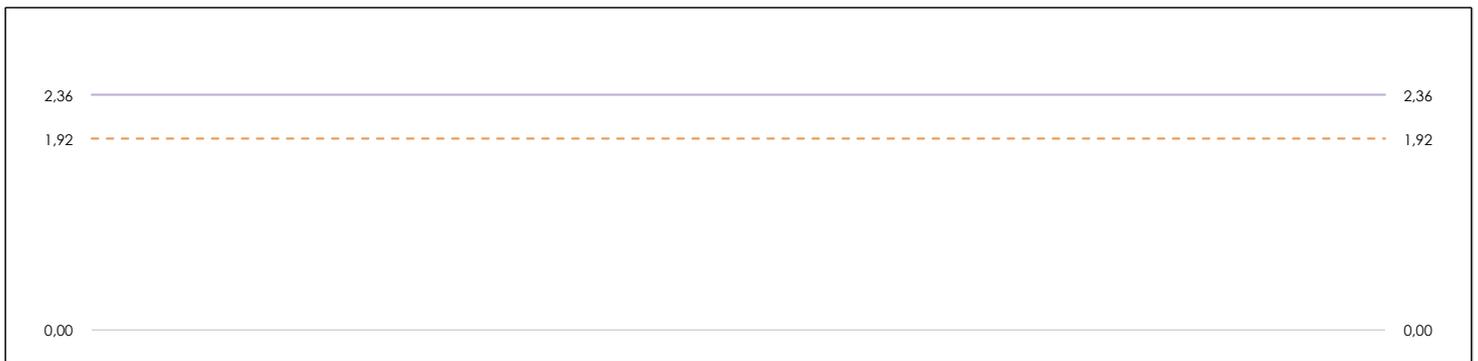
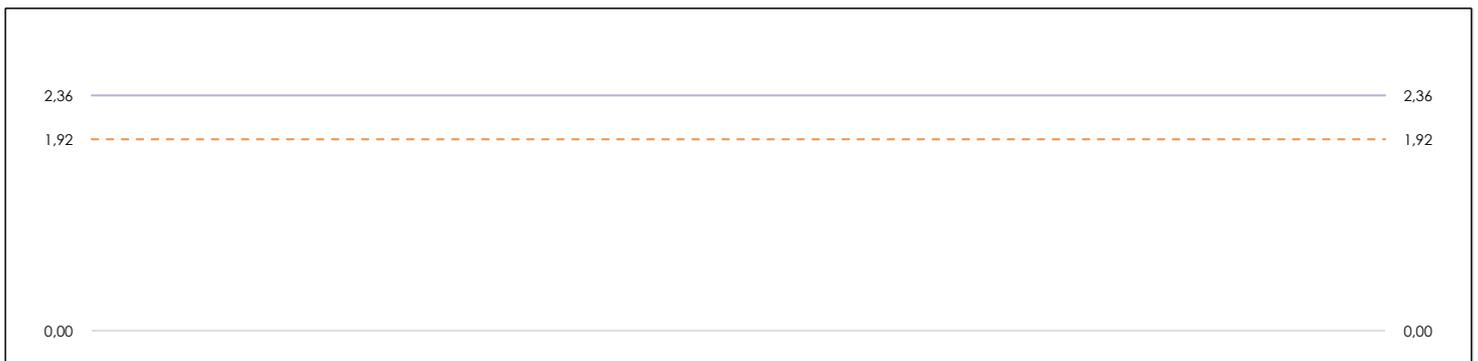
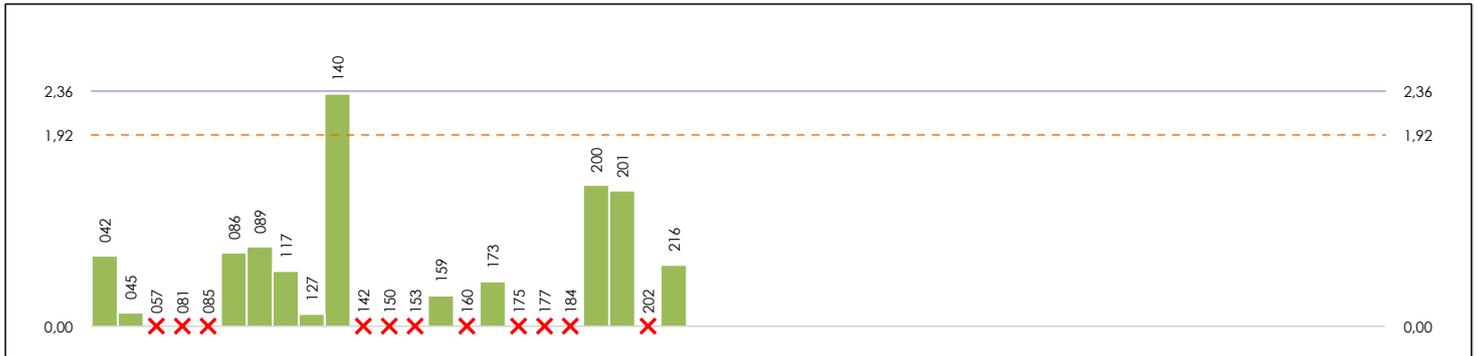
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.



# PROFUNDIDAD RODERA (mm)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

Análisis gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas intra-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios participantes y el número de ensayos efectuados).

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.



# PROFUNDIDAD RODERA (mm)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i crit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	¿Pasa B?
CAN	042	2,156	2,271	2,214	2,214	0,081	21,93	0,90	0,71							✓
CYL	045	2,630	2,608	2,619	2,619	0,016	44,26	1,82	0,14			1,822		0,5083		✓
EXT	057	2,815	1,894	2,355	2,355	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
CAT	081	2,100	1,400	1,750	1,750	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
CAN	085	4,483	4,390	4,437	4,437	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
CYL	086	1,500	1,380	1,440	1,440	0,085	-20,68	-0,85	0,74							✓
ARA	089	2,240	2,370	2,305	2,305	0,092	26,97	1,11	0,80					0,5083		✓
MAD	117	2,010	1,920	1,970	1,965	0,064	8,24	0,34	0,55							✓
MUR	127	1,310	1,330	1,320	1,320	0,014	-27,29	-1,12	0,12			1,123		0,7330		✓
MAD	140	2,001	2,380	2,191	2,191	0,268	20,66	0,85	2,33*	0,454						✓
GAL	142	2,400	2,040	2,250	2,220	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
AND	150	3,451	2,669	3,060	3,060	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
MAD	153	1,083	1,548	1,316	1,316	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
GAL	159	1,310	1,360	3,330	1,335	0,035	-26,46	-1,09	0,31					0,7330		✓
AND	160	1,376	2,195	1,786	1,786	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
GAL	173	1,511	1,438	1,474	1,475	0,052	-18,78	-0,77	0,45							✓
MUR	175	0,930		0,930	0,930	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
NAV	177	2,517	3,263	2,890	2,890	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
MUR	184	1,870		1,870	1,870	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
PV	200	1,690	1,460	1,575	1,575	0,163	-13,24	-0,54	1,42							✓
MUR	201	1,337	1,558	1,448	1,448	0,156	-20,27	-0,83	1,36							✓
CAN	202	2,177	3,018	2,598	2,598	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
VAL	216	1,850	1,950	1,900	1,900	0,071	4,66	0,19	0,62							✓

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i j</sub> con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i crit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>Sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

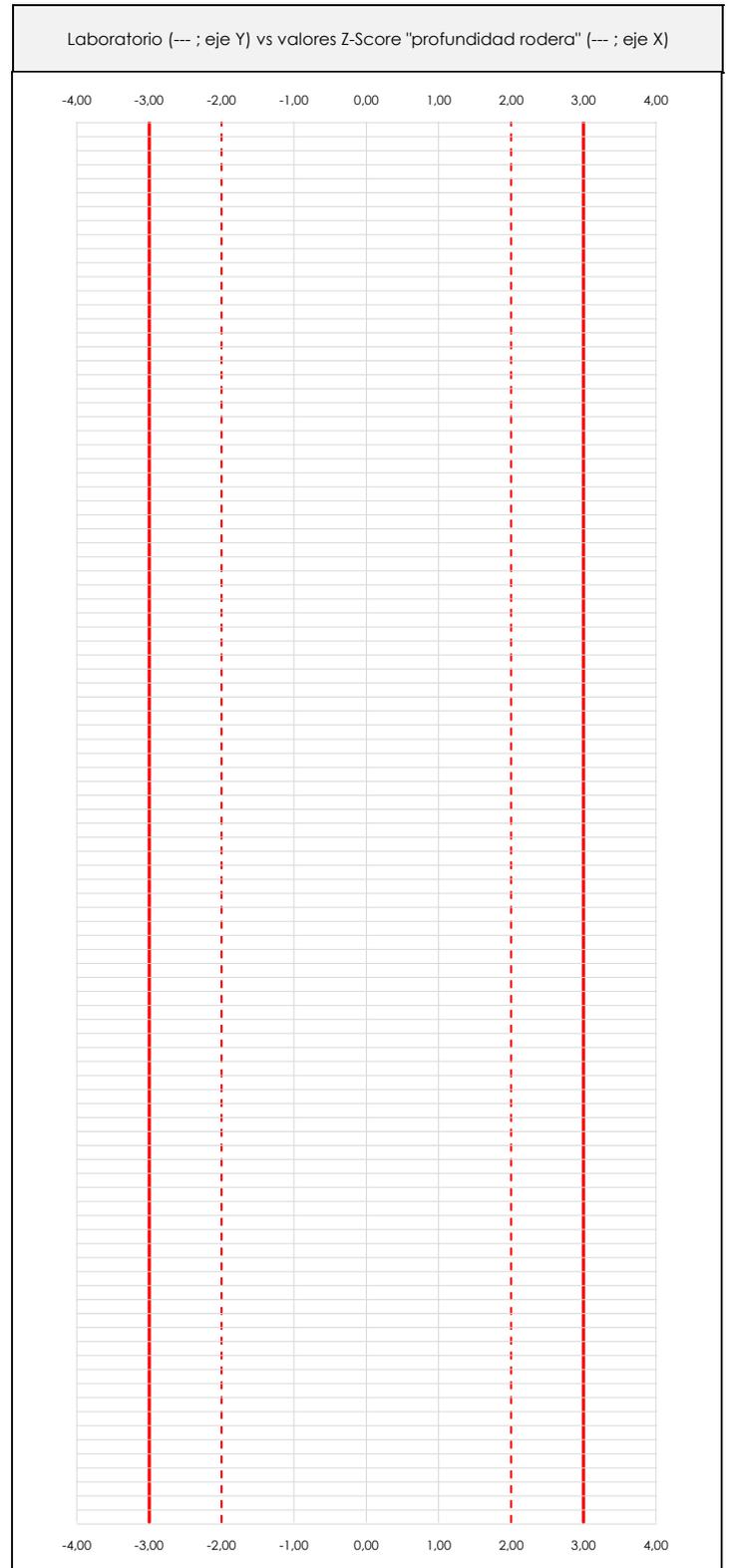
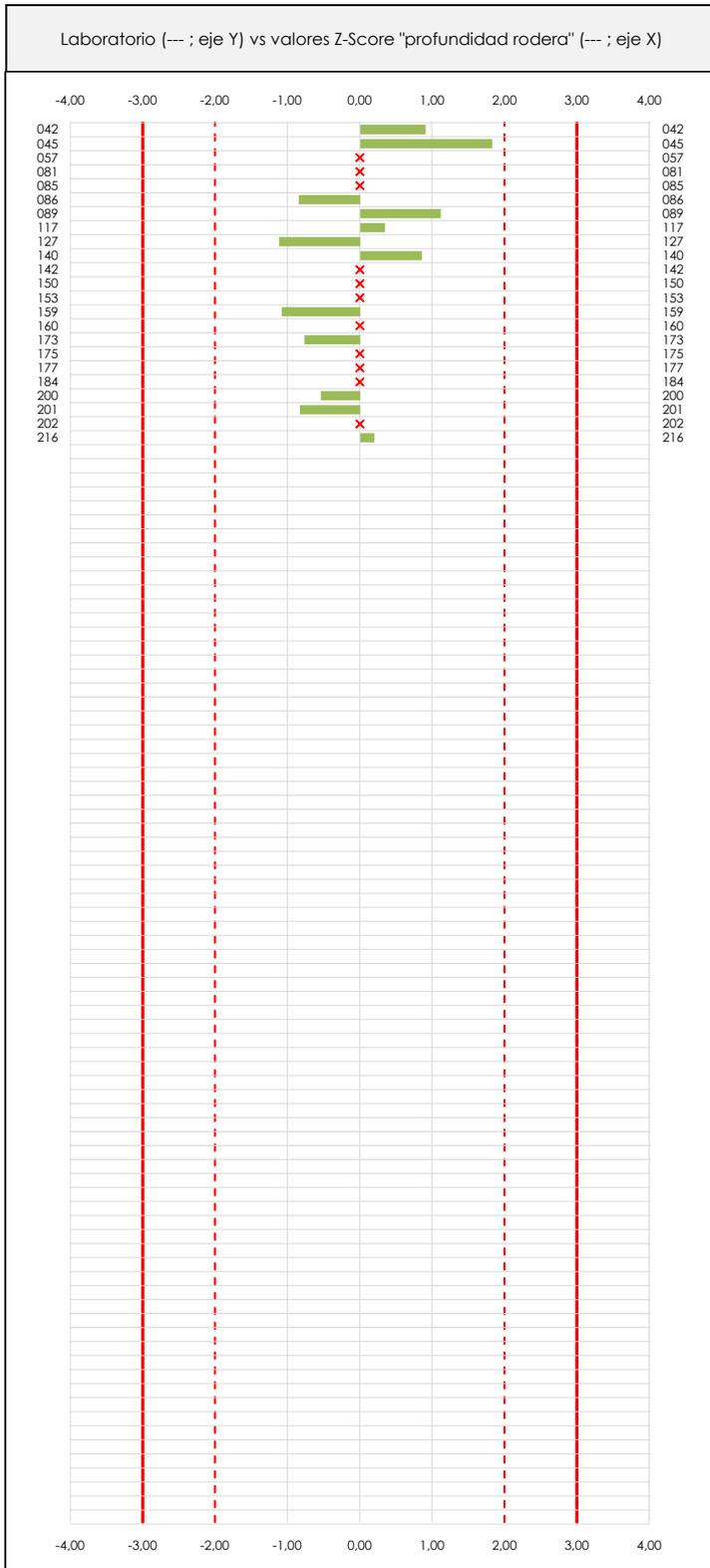
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo] [no coinciden]



# PROFUNDIDAD RODERA (mm)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

Diagrama Z-Score para los resultados aportados por los laboratorios. Estos se considerarán satisfactorios (S) si el valor absoluto del Z-Score es menor o igual a 2 unidades, dudoso si está comprendido entre 2 y 3 unidades e insatisfactorio si es mayor o igual a 3 unidades.

Los resultados satisfactorios quedan reflejados entre las dos líneas rojas discontinuas, líneas de referencia en la evaluación Z-Score.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**PROFUNDIDAD RODERA (mm)****Análisis C. Evaluación Z-Score**

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CAN	042	2,16	2,27	2,21	2,21	0,081	21,93	✓	✓	✓				0,902	S
CYL	045	2,63	2,61	2,62	2,62	0,016	44,26	✓	✓	✓				1,822	S
EXT	057	2,82	1,89	2,35	2,35	---	---	X	X	X	SD			---	---
CAT	081	2,10	1,40	1,75	1,75	---	---	X	X	X	SD			---	---
CAN	085	4,48	4,39	4,44	4,44	---	---	✓	X	X	AB	0		---	---
CYL	086	1,50	1,38	1,44	1,44	0,085	-20,68	✓	✓	✓				-0,851	S
ARA	089	2,24	2,37	2,31	2,31	0,092	26,97	✓	✓	✓				1,110	S
MAD	117	2,01	1,92	1,97	1,97	0,064	8,24	✓	✓	✓				0,339	S
MUR	127	1,31	1,33	1,32	1,32	0,014	-27,29	✓	✓	✓				-1,123	S
MAD	140	2,00	2,38	2,19	2,19	0,268	20,66	✓	✓	✓				0,850	S
GAL	142	2,40	2,04	2,25	2,22	---	---	X	X	X	SD			---	---
AND	150	3,45	2,67	3,06	3,06	---	---	X	X	X	SD			---	---
MAD	153	1,08	1,55	1,32	1,32	---	---	X	X	X	SD			---	---
GAL	159	1,31	1,36	3,33	1,34	0,035	-26,46	✓	✓	✓				-1,089	S
AND	160	1,38	2,20	1,79	1,79	---	---	X	X	X	SD			---	---
GAL	173	1,51	1,44	1,47	1,47	0,052	-18,78	✓	✓	✓				-0,773	S
MUR	175	0,93		0,93	0,93	---	---	X	X	X	SD			---	---
NAV	177	2,52	3,26	2,89	2,89	---	---	X	X	X	SD			---	---
MUR	184	1,87		1,87	1,87	---	---	X	X	X	SD			---	---
PV	200	1,69	1,46	1,58	1,58	0,163	-13,24	✓	✓	✓				-0,545	S
MUR	201	1,34	1,56	1,45	1,45	0,156	-20,27	✓	✓	✓				-0,834	S
CAN	202	2,18	3,02	2,60	2,60	---	---	X	X	X	SD			---	---
VAL	216	1,85	1,95	1,90	1,90	0,071	4,66	✓	✓	✓				0,192	S

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$ " con  $j = 1, 2, 3$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{lab}}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si  $|ZS| \leq 2$ ] [Dudoso (D) - si  $2 < |ZS| \leq 3$ ] [Insatisfactorio (I) - si  $|ZS| > 3$ ].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

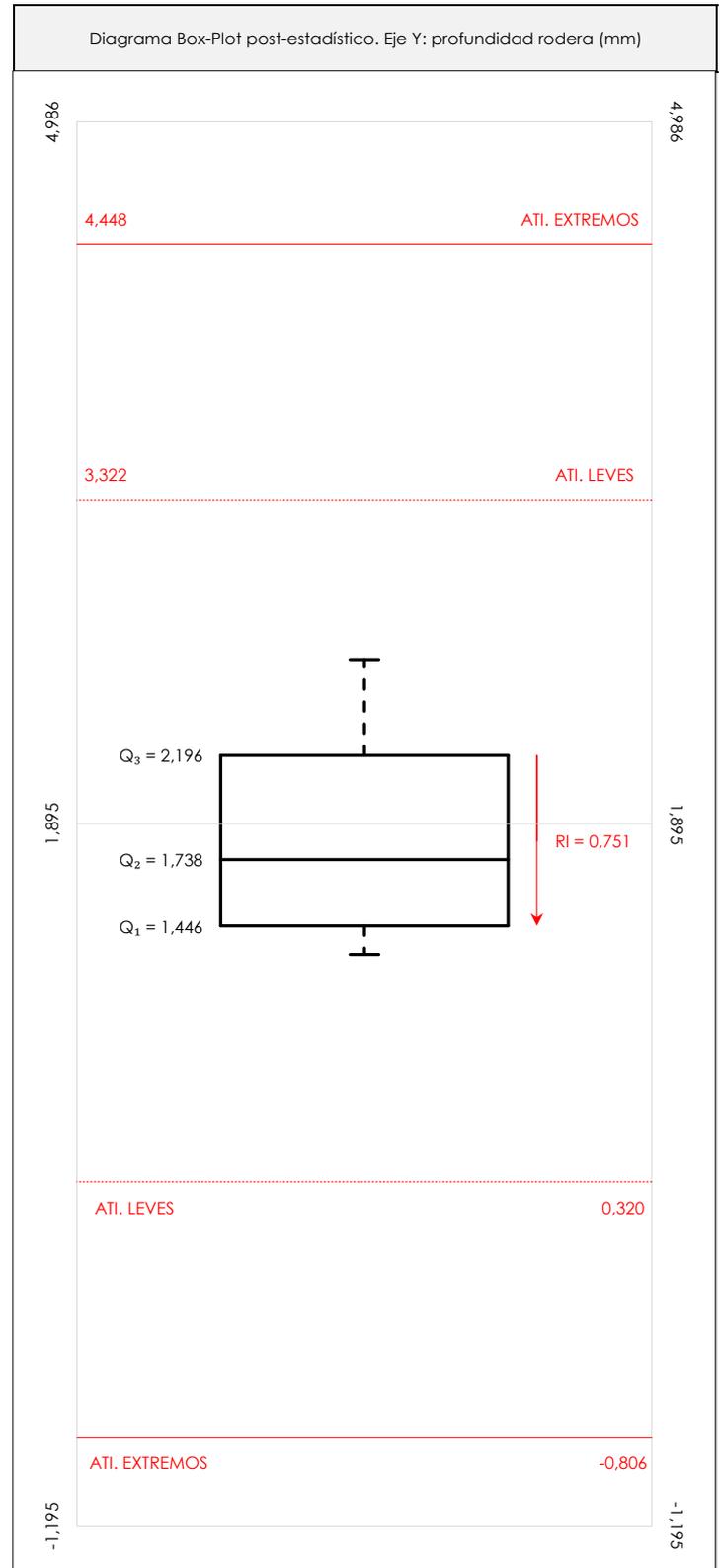
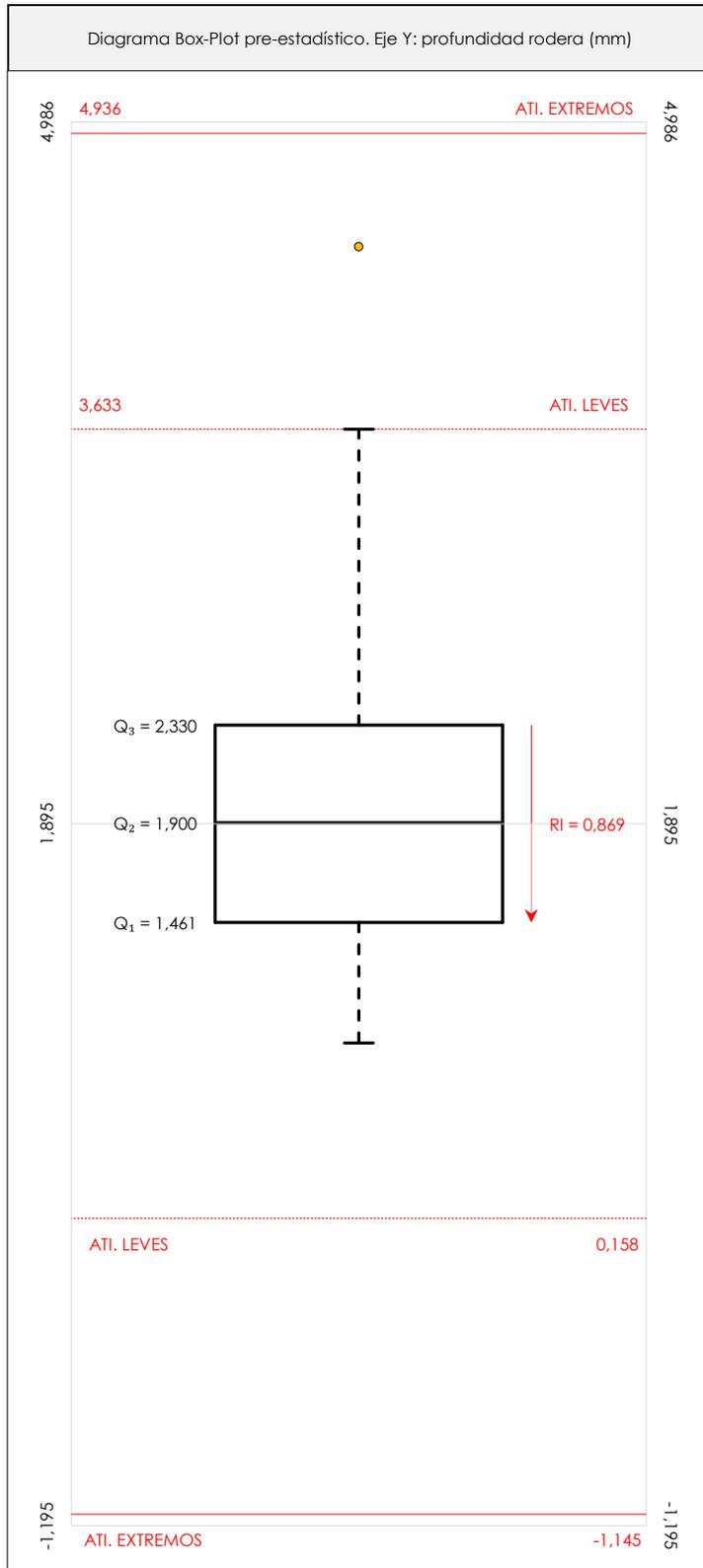
[no coinciden]

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**PROFUNDIDAD RODERA (mm)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

## Apartado D.3. Diagramas Box-Plot o de Caja y Bigotes

**ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUÉS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)**

Diagramas de caja y bigotes (Box Plot) de las medias aritméticas de los resultados aportados por los laboratorios antes (diagrama de la izquierda). Este incluye valores aberrantes y anómalos) y después (diagrama de la derecha). No incluye los valores descartados a lo largo del estudio) de análisis estadístico.

En ambos se han representado: el primer cuartil ( $Q_1$ ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana ( $Q_2$ ; 50% de los datos), el tercer cuartil ( $Q_3$ ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves ( $f_3$  y  $f_1$  para el máximo y mínimo respectivamente; líneas discontinuas de color rojo) y extremos ( $f_3^+$  y  $f_1^+$  para el máximo y mínimo respectivamente; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS**PROFUNDIDAD RODERA (mm)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA19 para el ensayo "PROFUNDIDAD RODERA", ha contado con la participación de un total de 23 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 2 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 11 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 10 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

De cada uno de los análisis (pre-estadístico y estadístico), se obtienen las siguientes tablas:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	4,48	4,39		4,44	4,44	2,63	2,61		3,33	2,62
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	0,93	1,33		0,93	0,93	1,31	1,33		1,32	1,32
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	2,03	2,12		2,13	2,04	1,80	1,84		1,98	1,82
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,80	0,77		0,79	0,76	0,42	0,47		0,59	0,44
<b>Coefficiente Variación (CV ; ---)</b>	0,40	0,36		0,37	0,37	0,24	0,26		0,30	0,24
VARIABLES	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)
<b>Valor Calculado</b>	16,119	16,119	35,050	38,579	38,579	6,328	6,328	23,884	24,708	24,708
<b>Valor Referencia</b>										

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " $G_{sim}$  y  $G_{Dob}$ " de Grubbs, todos ellos adimensionales, obtenidos de las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios y del número de ensayos efectuados por cada uno de ellos:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,25	2,36	0,437	2,636	0,1738	2,25	2,36	0,653	2,636	0,1738
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,83	1,92	0,354	2,412	0,2537	1,83	1,92	0,541	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

Respecto a los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística recogida en la ISO 17025, sobre las dispersiones de los resultados individuales y su media, en forma de varianzas o desviaciones estándar, también conocida como ANOVA (siglas de analysis of variance).

Sabiendo que una varianza es la suma de cuadrados dividida por un número, que se llama grados de libertad, que depende del número de participantes menos 1, se puede decir que la imprecisión del ensayo se descompone en dos factores: uno de ellos genera la imprecisión mínima, presente en condiciones de repetibilidad (variabilidad intralaboratorio) y el otro la imprecisión adicional, obtenida en condiciones de reproducibilidad (variabilidad debida al cambio de laboratorio).

Las condiciones de repetibilidad de este ensayo son: mismo laborante, mismo laboratorio y mismo equipo de medición utilizado dentro de un período de tiempo corto. Por ende, las condiciones de reproducibilidad para la misma muestra y ensayo, cambian en: el laborante, el laboratorio, el equipo y las condiciones de uso y tiempo.



# DEFORMACIÓN DE LAS PLACAS GRAFICOS DE ENSAYO

**CICE**  
Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

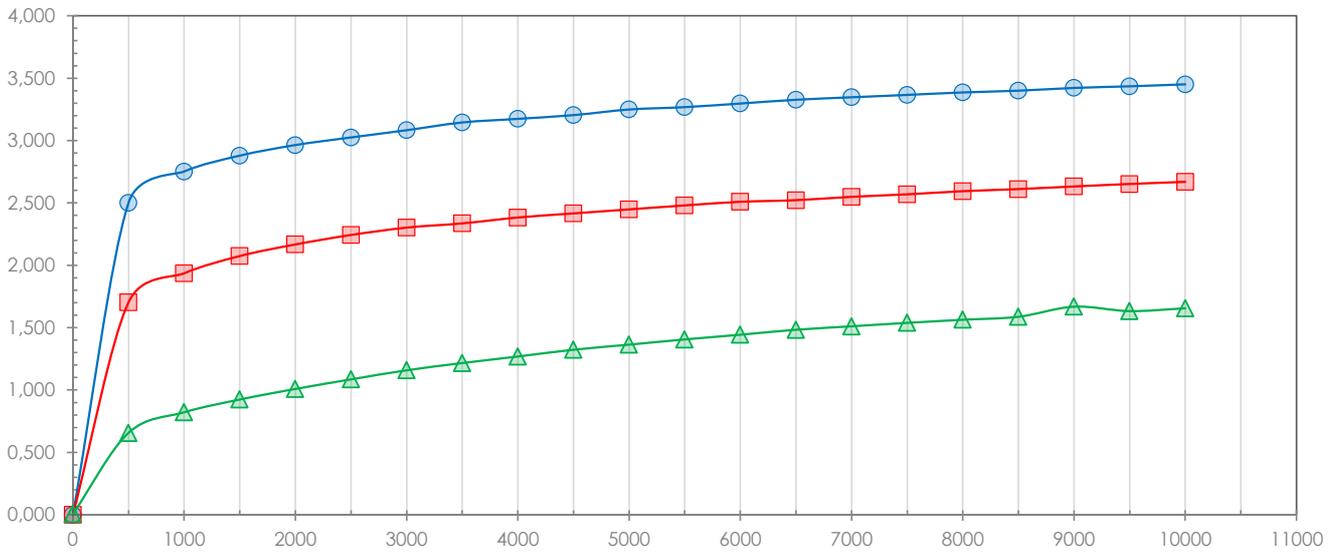
CCAA : AND

LABO : 150

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

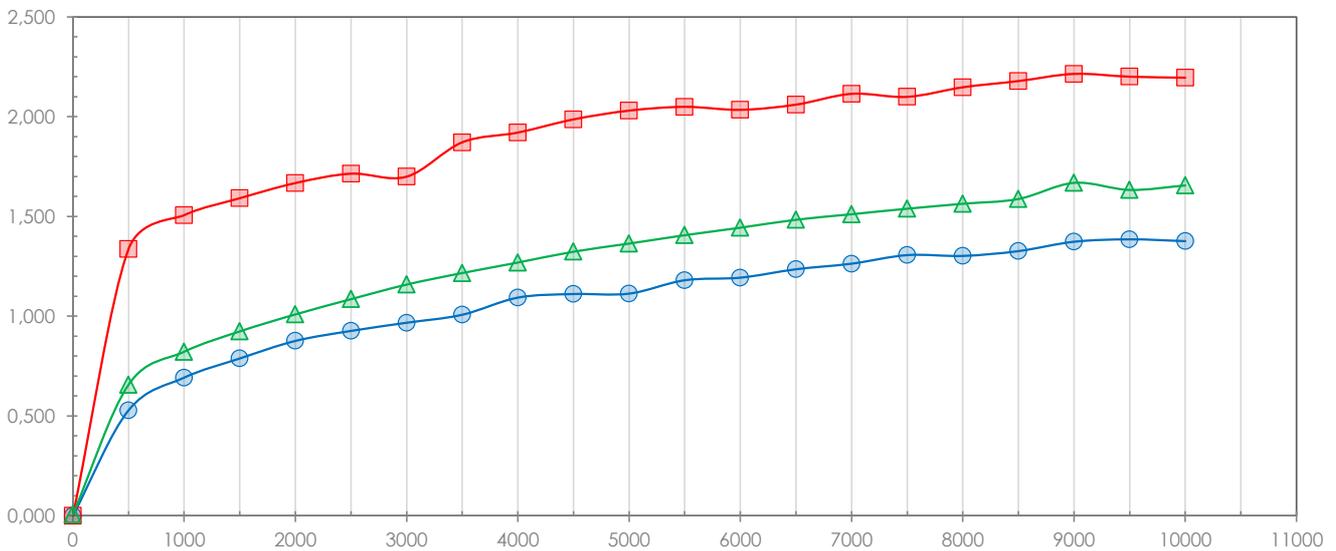
CCAA : AND

LABO : 160

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



# DEFORMACIÓN DE LAS PLACAS GRAFICOS DE ENSAYO

**CICE**  
Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

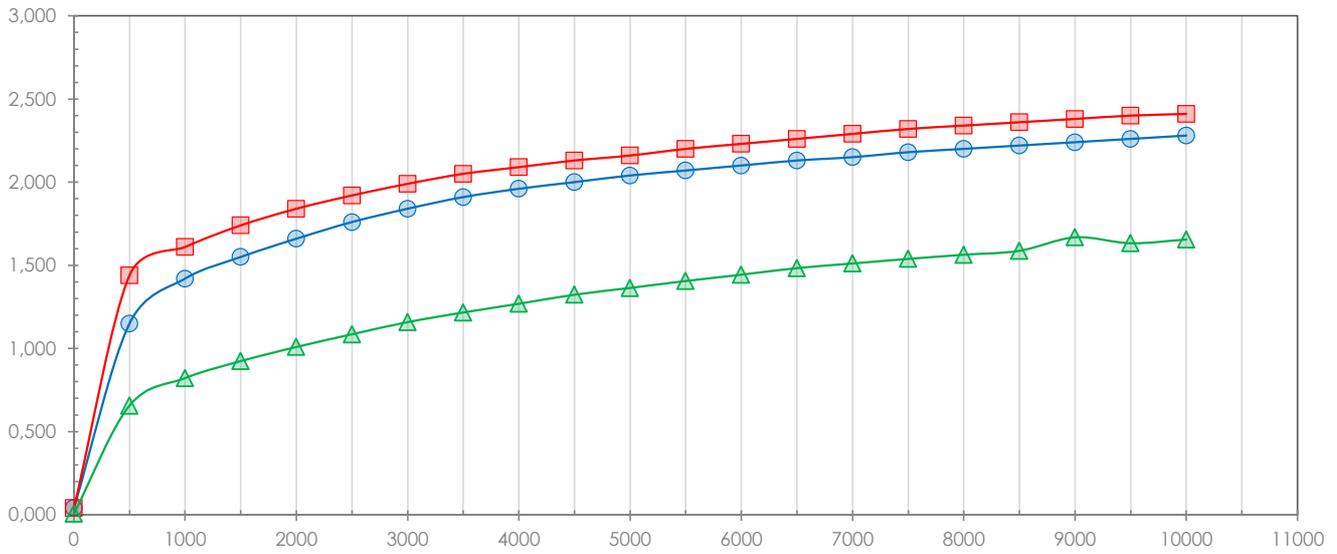
CCAA : ARA

LABO : 089

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

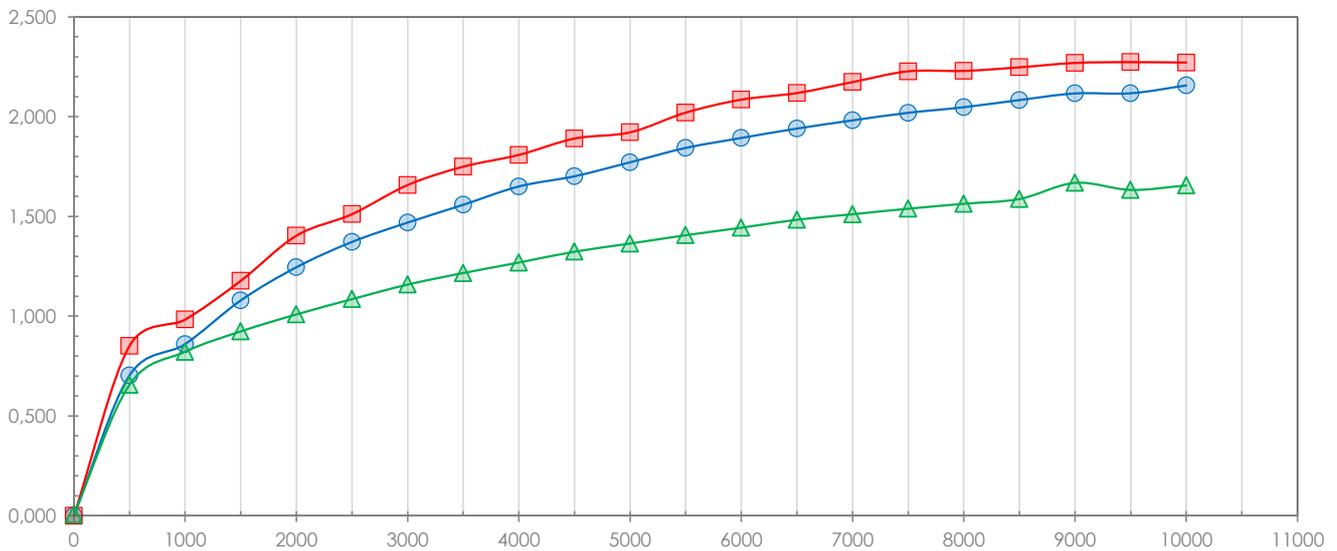
CCAA : CAN

LABO : 042

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



# DEFORMACIÓN DE LAS PLACAS GRAFICOS DE ENSAYO

**CICE**  
Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

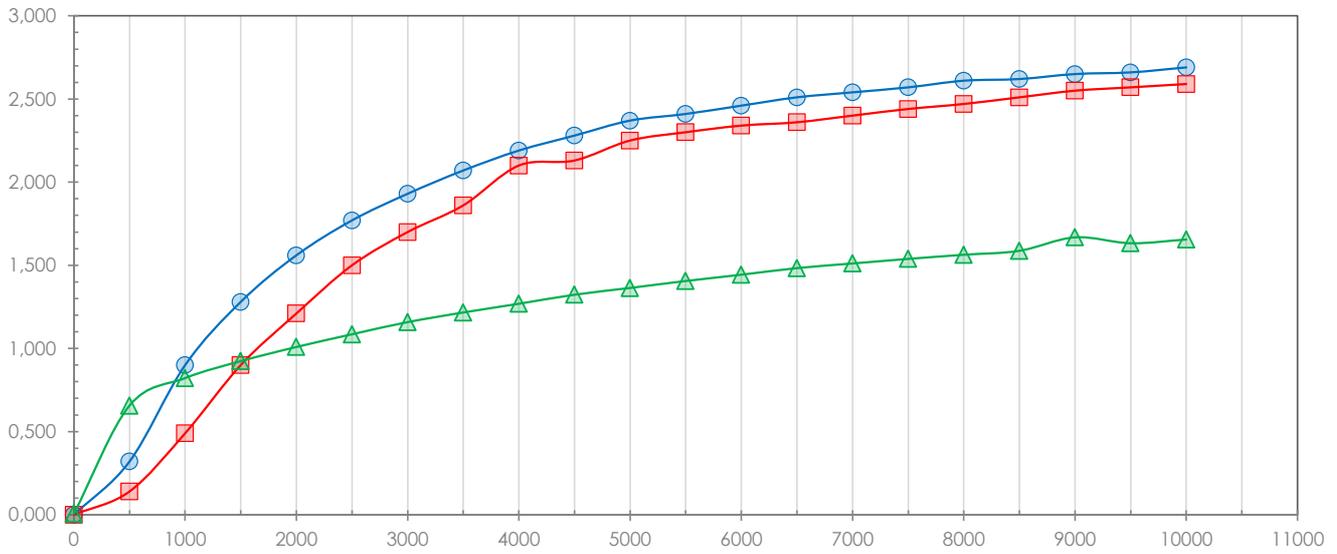
CCAA : CAN

LABO : 085

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

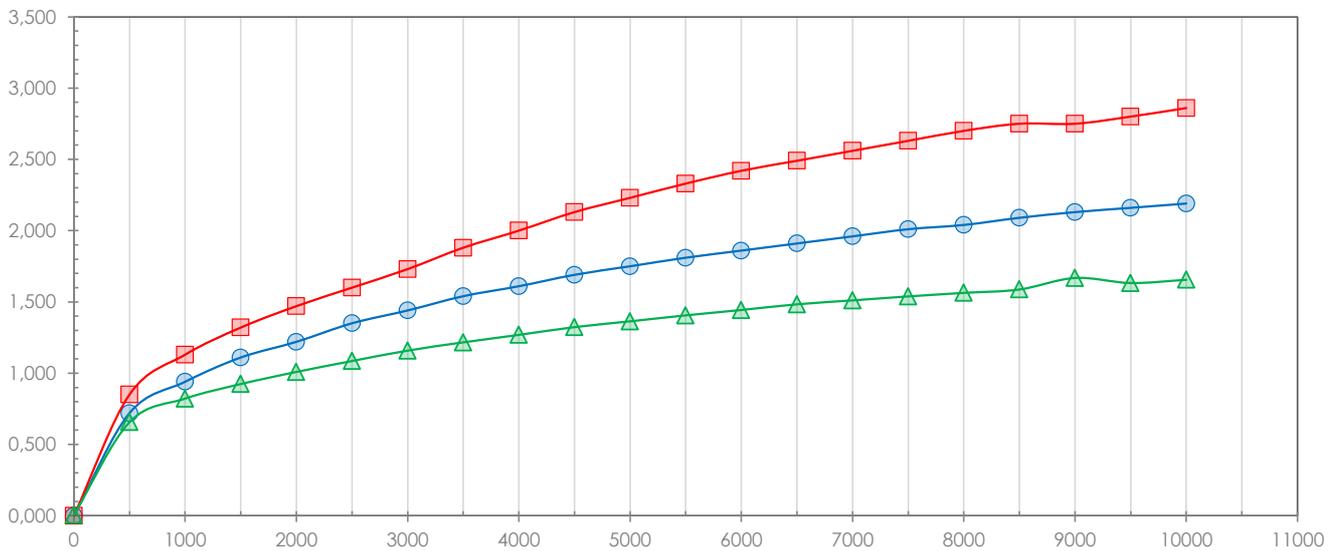
CCAA : CAN

LABO : 202

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



**REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)**

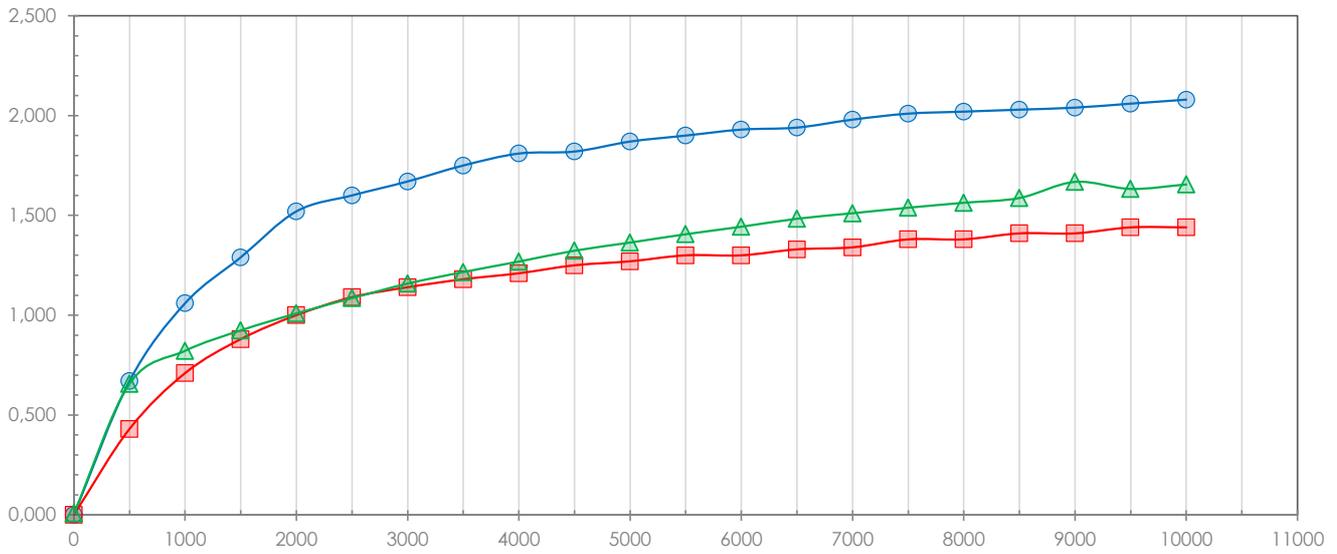
CCAA : CAT

LABO : 081

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



**REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)**

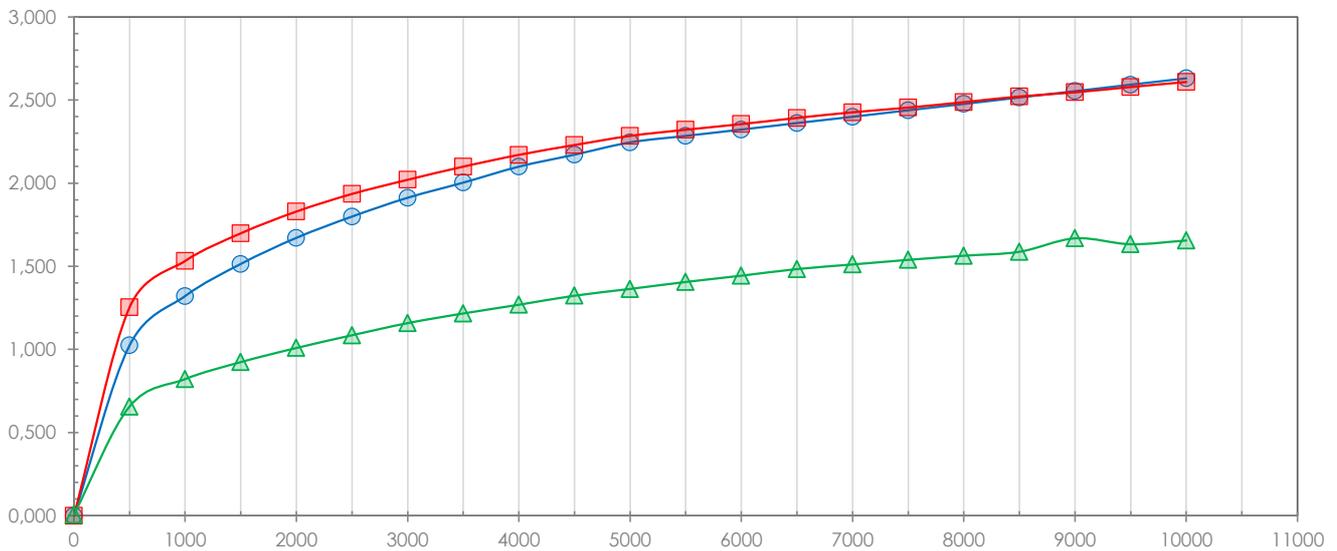
CCAA : CYL

LABO : 045

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



# DEFORMACIÓN DE LAS PLACAS GRAFICOS DE ENSAYO

**CICE**  
Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs Nº DE CICLOS (eje x ; ---)

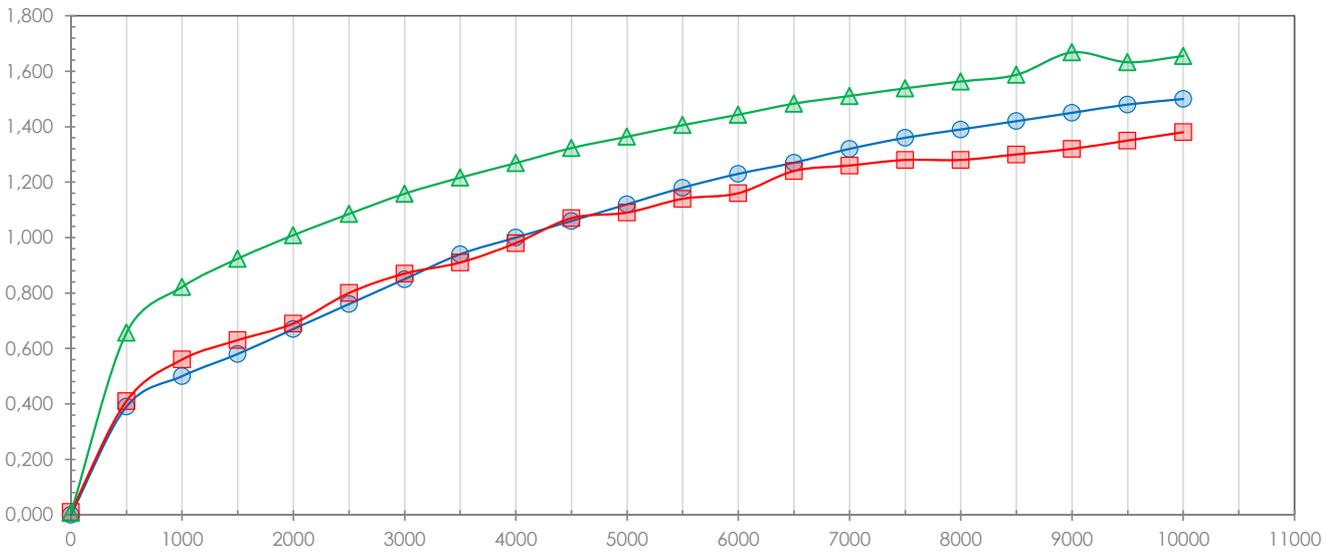
CCAA : CYL

LABO : 086

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs Nº DE CICLOS (eje x ; ---)

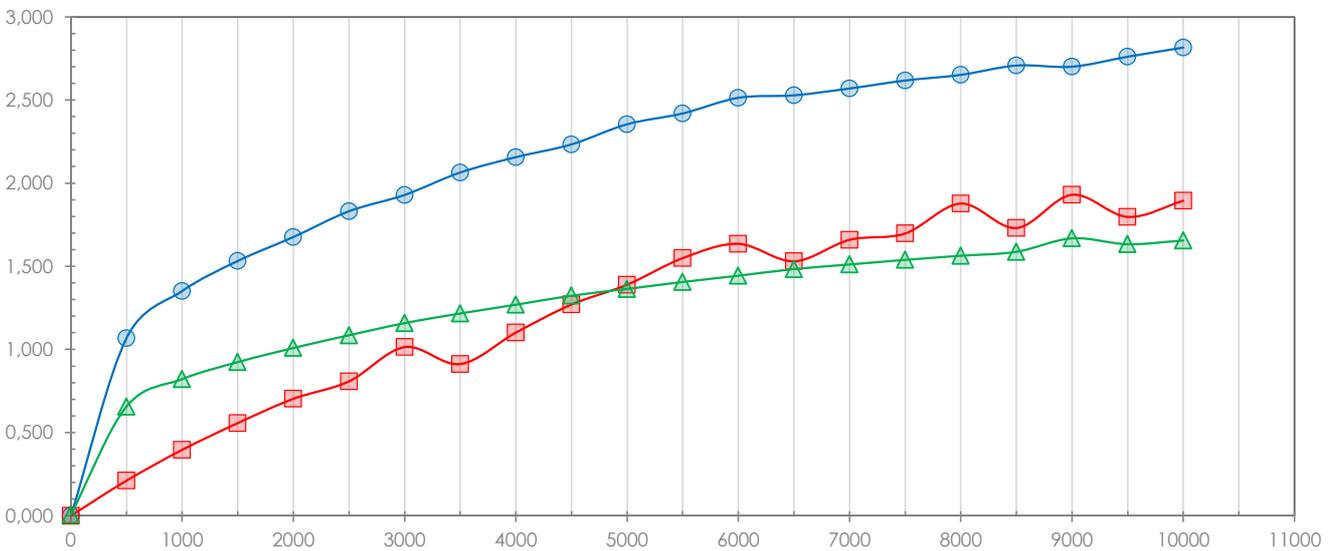
CCAA : EXT

LABO : 057

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



**REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs Nº DE CICLOS (eje x ; ---)**

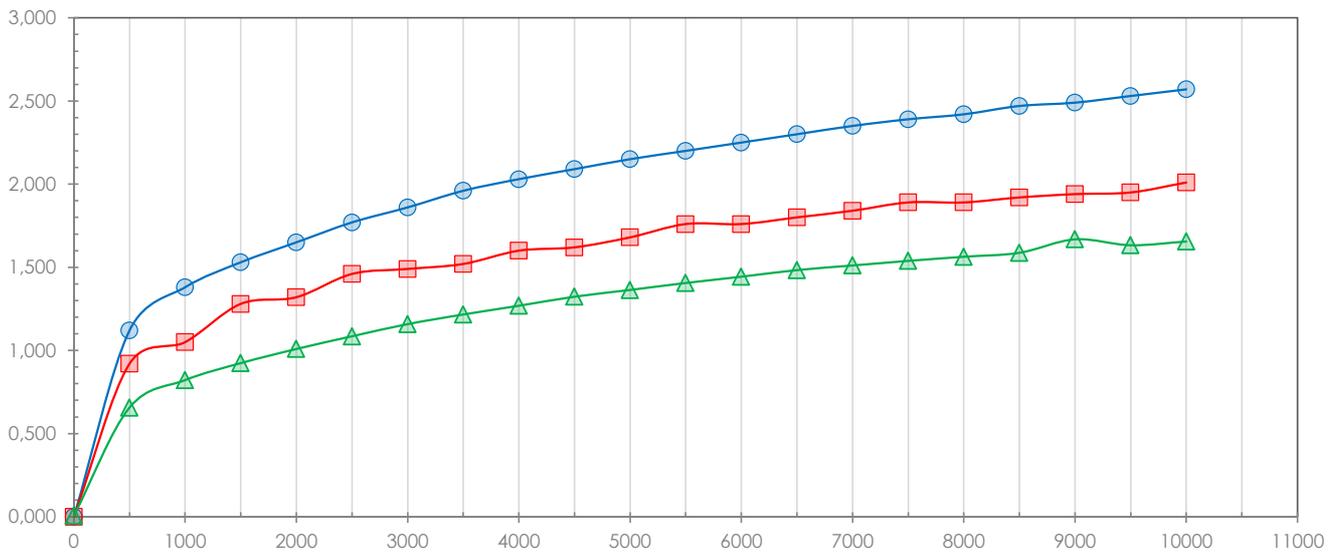
CCAA : GAL

LABO : 142

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



**REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs Nº DE CICLOS (eje x ; ---)**

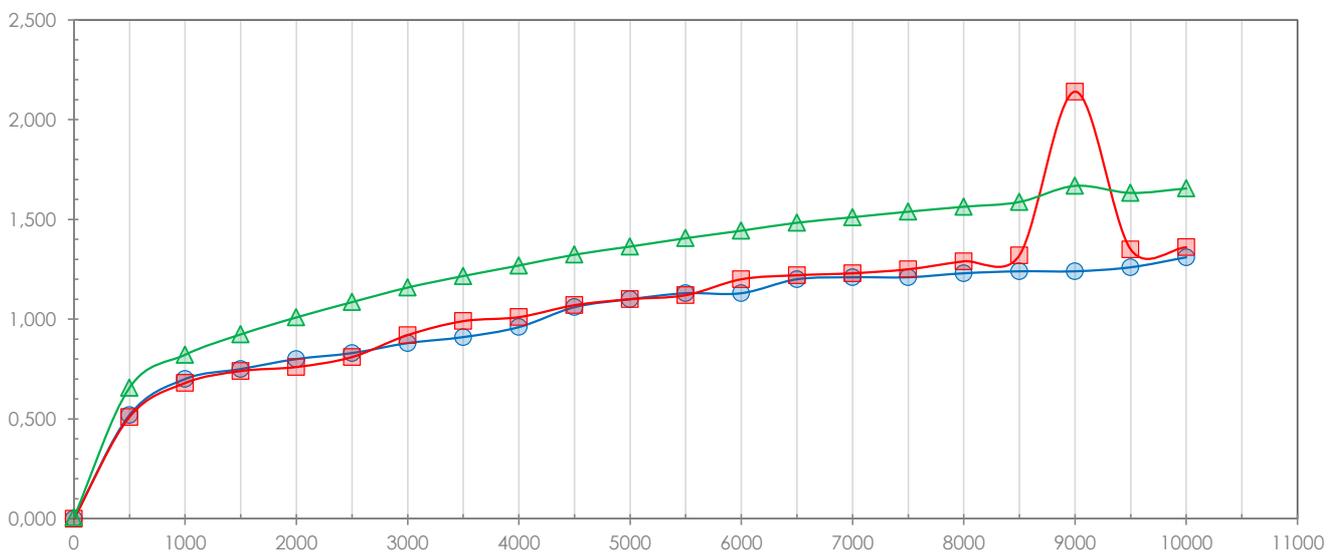
CCAA : GAL

LABO : 159

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



**REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)**

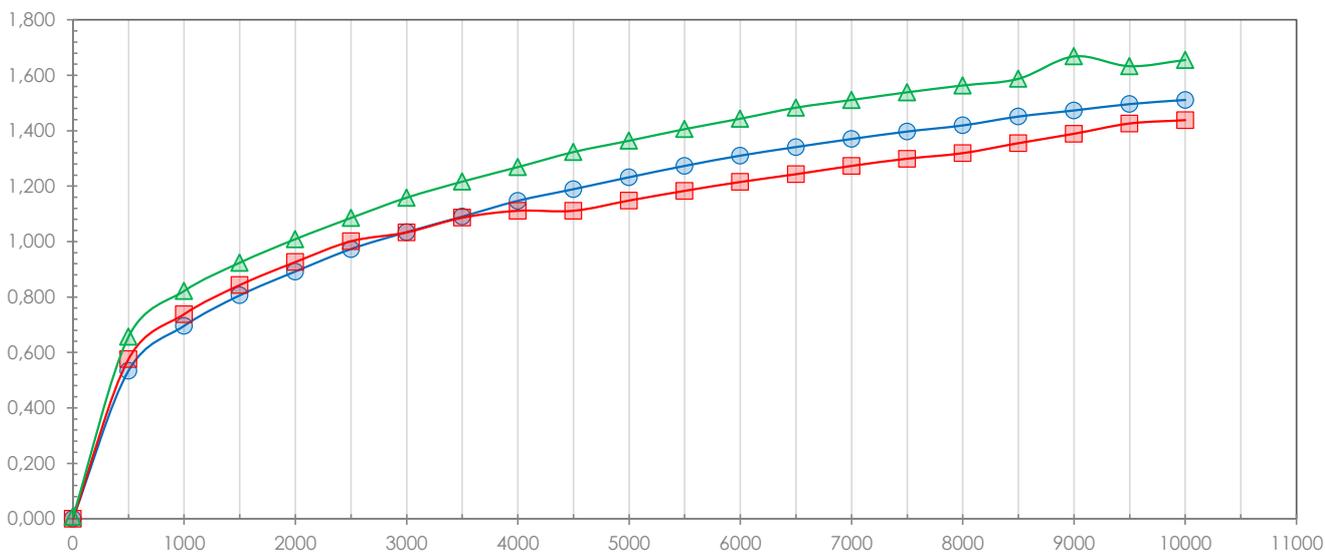
CCAA : GAL

LABO : 173

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



**REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)**

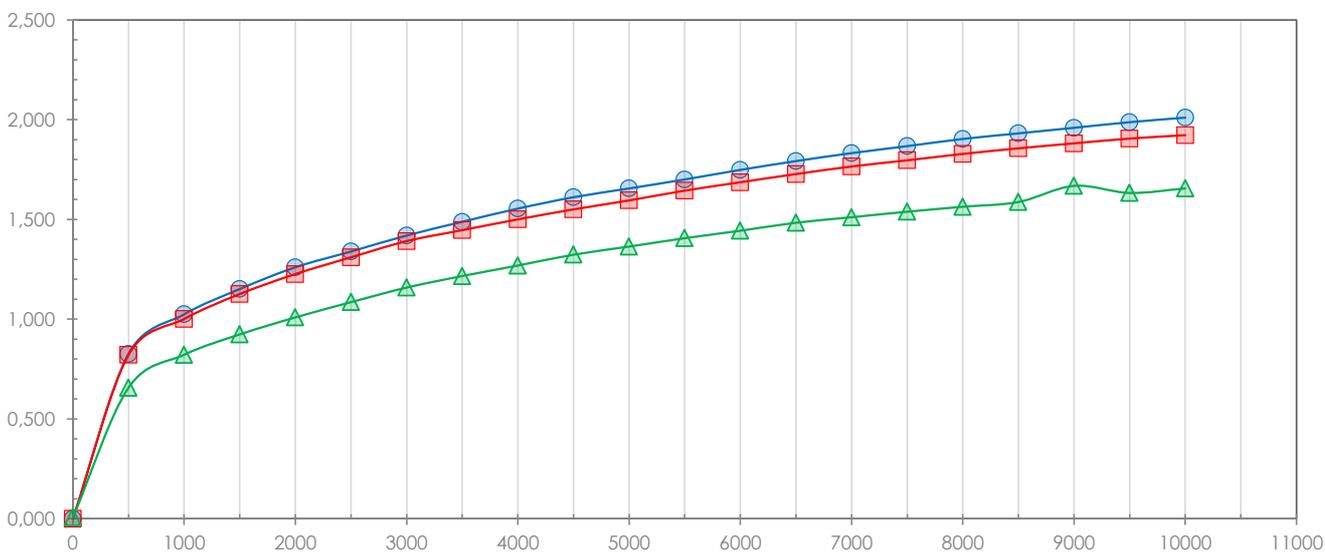
CCAA : MAD

LABO : 117

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



# DEFORMACIÓN DE LAS PLACAS GRAFICOS DE ENSAYO

**CICE**  
Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

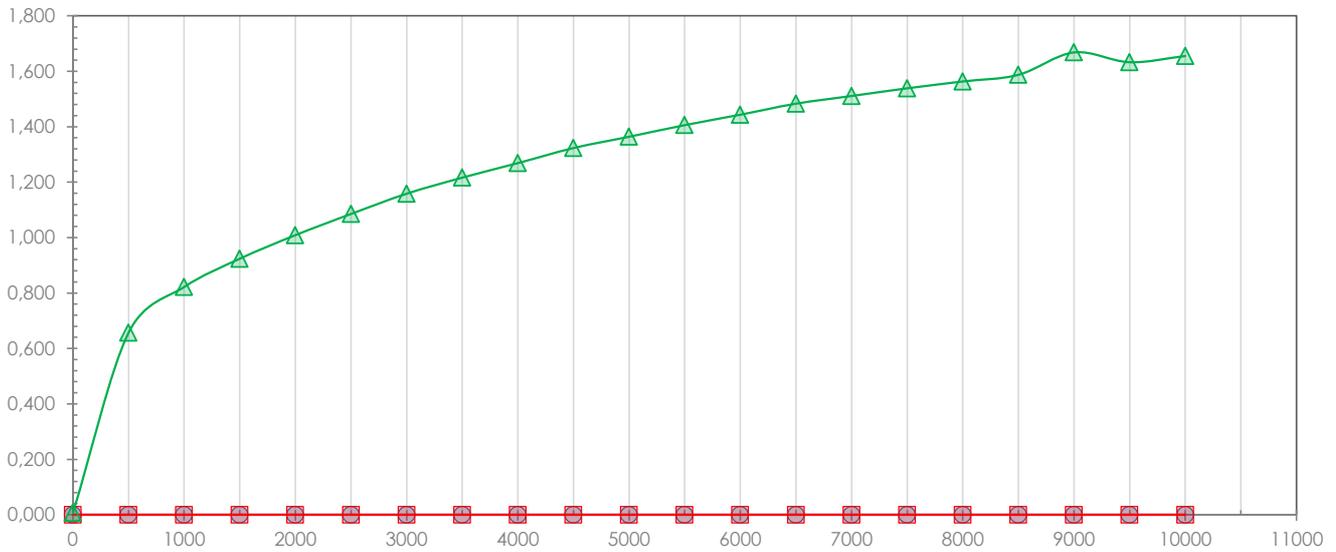
CCAA : MAD

LABO : 140

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

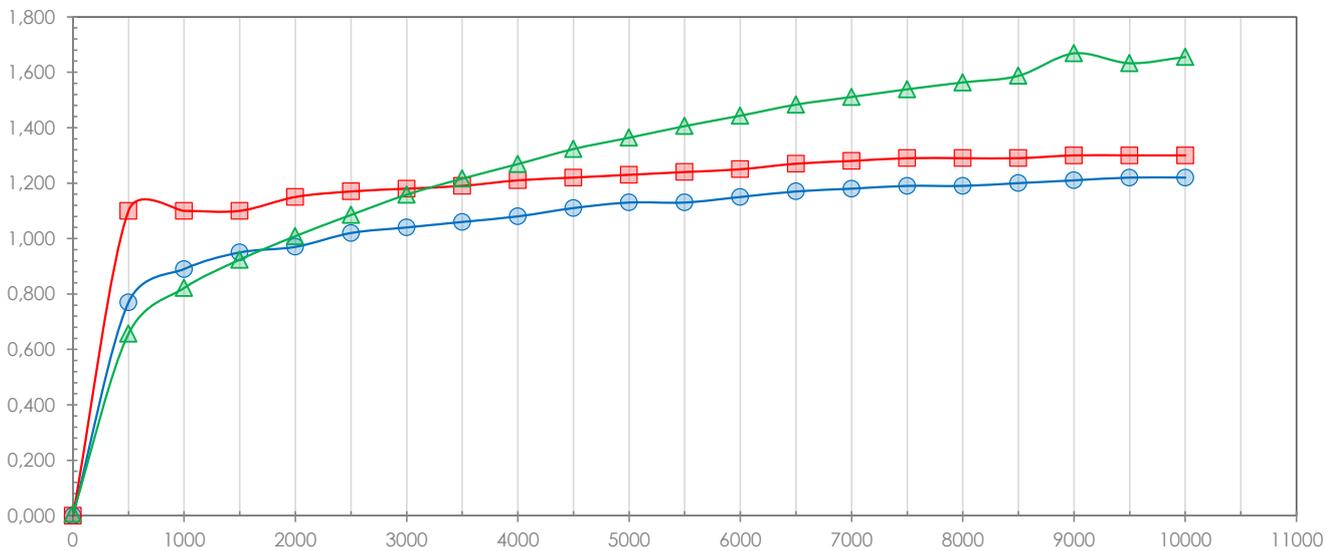
CCAA : MAD

LABO : 153

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



# DEFORMACIÓN DE LAS PLACAS GRAFICOS DE ENSAYO

**CICE**

Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITUTO  
EDUARDO  
TORO  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

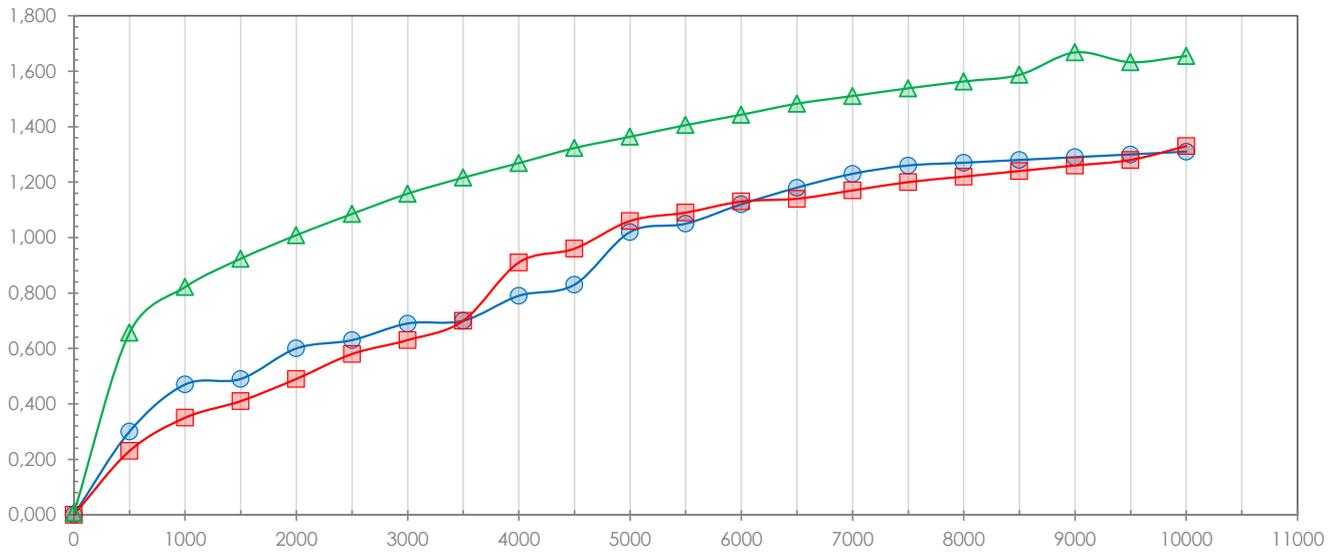
CCAA : MUR

LABO : 127

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

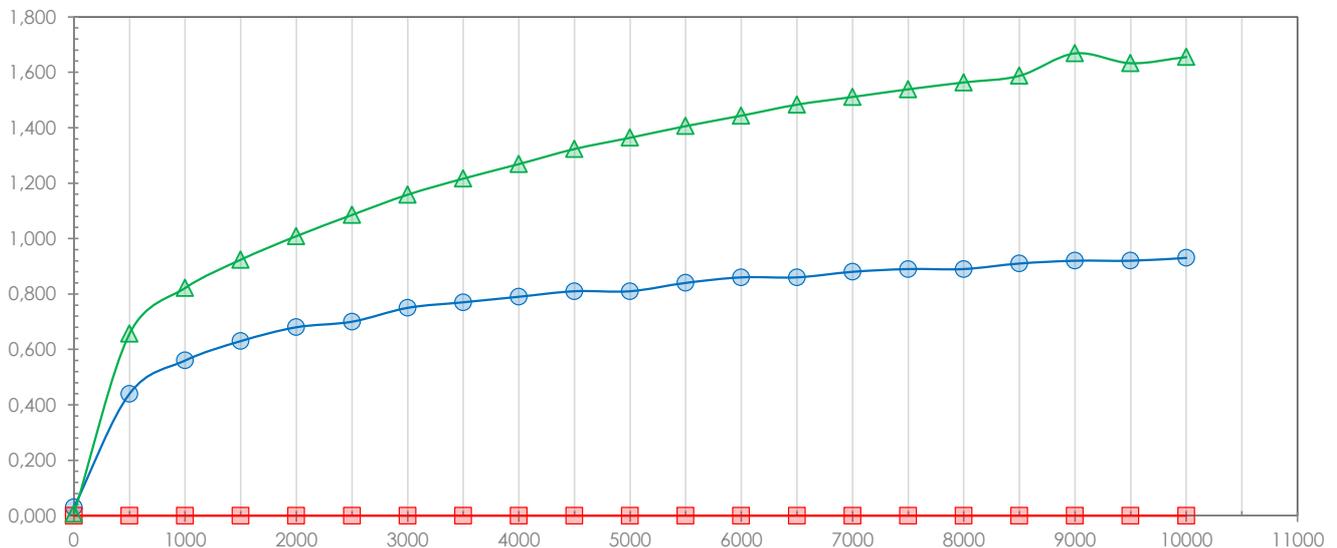
CCAA : MUR

LABO : 175

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



# DEFORMACIÓN DE LAS PLACAS GRAFICOS DE ENSAYO

**CICE**  
Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

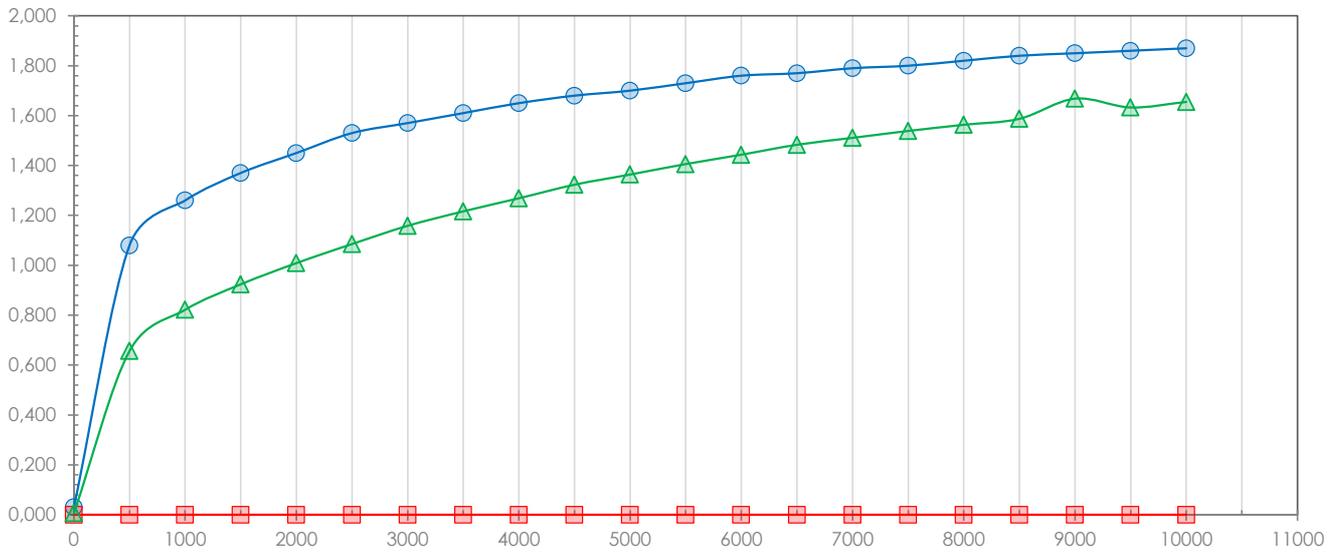
CCAA : MUR

LABO : 184

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

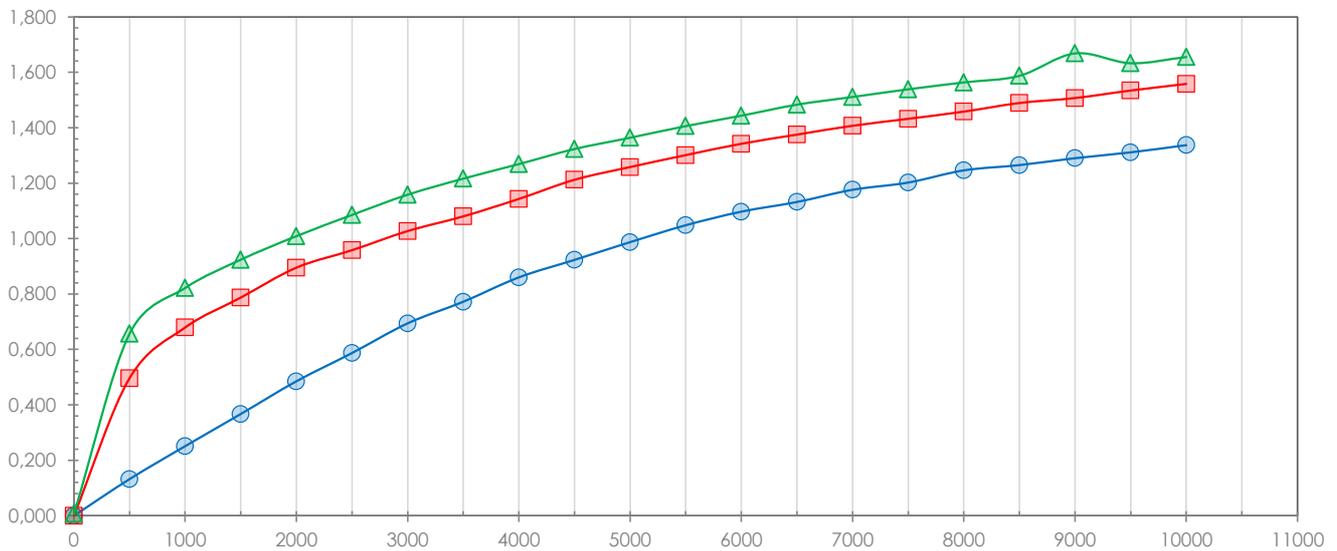
CCAA : MUR

LABO : 201

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



# DEFORMACIÓN DE LAS PLACAS GRAFICOS DE ENSAYO

**CICE**  
Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

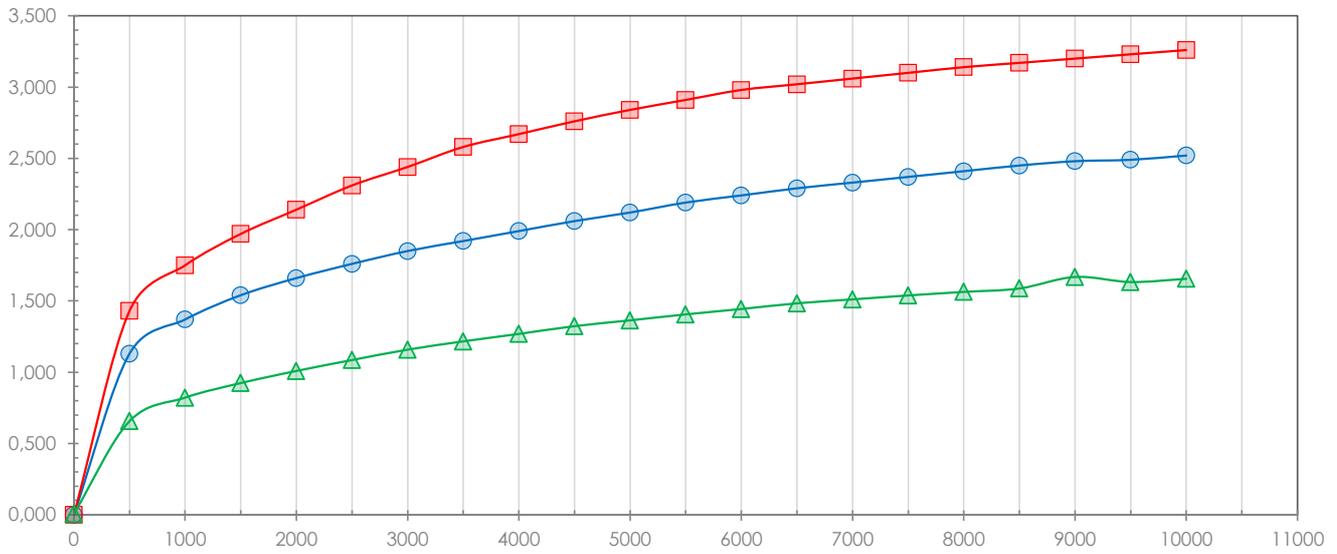
CCAA : NAV

LABO : 177

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

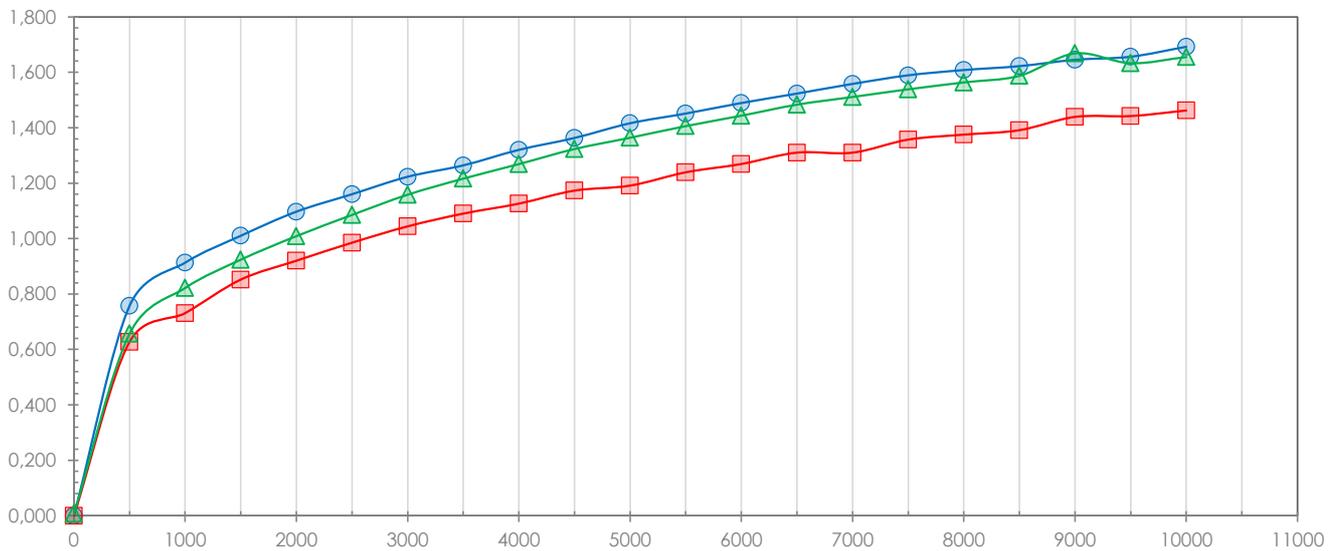
CCAA : PV

LABO : 200

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



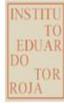
# DEFORMACIÓN DE LAS PLACAS GRAFICOS DE ENSAYO

**CICE**

Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

REPRESENTACION GRAFICA : DEFORMACION (eje y ; mm) vs N° DE CICLOS (eje x ; ---)

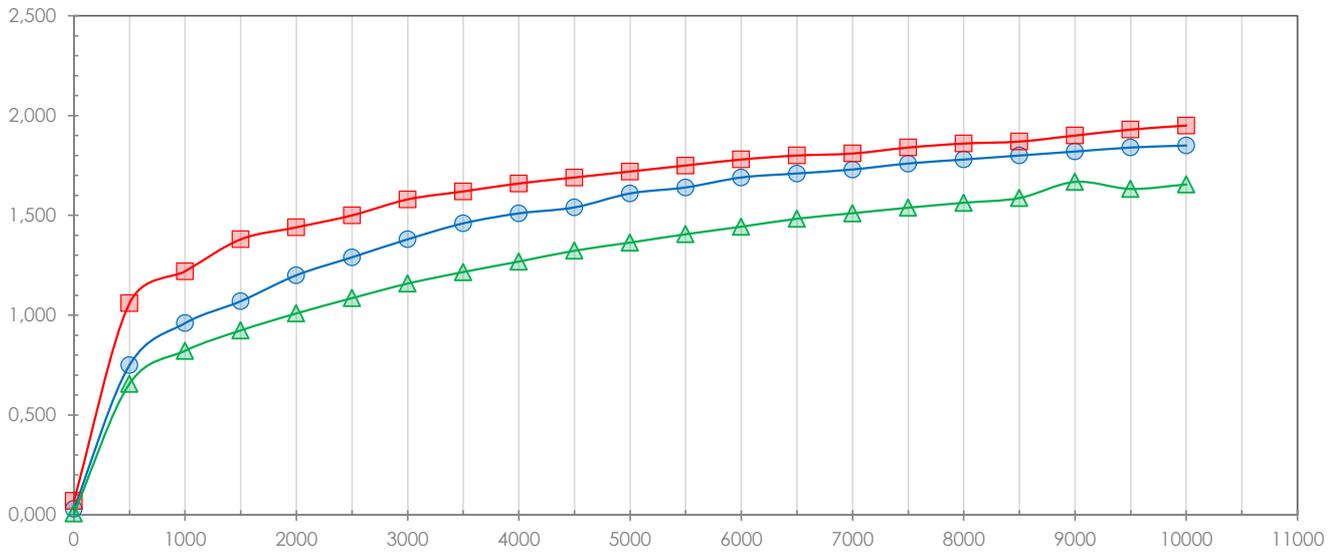
CCAA : VAL

LABO : 216

ENSAYO 01

ENSAYO 02

ENSAYO REF



## 12. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE MATERIALES: **MBC**

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación global de los resultados aportados para todos los ensayos de materiales, a nivel nacional. Estas tablas se dividen por **Comunidad Autónoma** indicando: el código del laboratorio y su evaluación, según el análisis estadístico realizado, con la sigla que corresponda.

**Tabla 12.1A.** Evaluación global a nivel NACIONAL del ENSAYO 01 (ensayo 02 incompleto en la mayoría de los participantes)

MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE					Los que no cumplen alguno de los criterios ALEAS:
CCAA	COD. LAB	Pendiente deformación	Porcentaje profundidad rodera	Deformación pista	
AND	150	S	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE 03
AND	160	S	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE 03
ARA	089	S	S	S	
CAN	042	S	S	S	NO CUMPLE 01
CAN	085	S	S	AB	NO CUMPLE 01 y desv>10%
CAN	202	NO CUMPLE CRITERIO 02	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE 02 y 03
CAT	081	S	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE 03
CYL	045	S	D	S	
CYL	086	S	S	S	
EXT	057	D	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE 01 y 03
GAL	142	S	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE 03
GAL	159	S	S	S	
GAL	173	S	S	S	
MAD	117	S	S	S	
MAD	140	S	S	S	No cumple 01 en Placa 02.01
MAD	153	S	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE 03
MUR	127	S	S	S	NO CUMPLE 01
MUR	175	DES (1 ensayo)	DES (1 ensayo)	DES (1 ensayo)	DES (1 ensayo)
MUR	184	DES (1 ensayo)	DES (1 ensayo)	DES (1 ensayo)	DES (1 ensayo)
MUR	201	S	S	S	
NAV	177	S	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE CRITERIO 03	NO CUMPLE 03
PV	200	S	S	S	
VAL	216	S	S	S	No cumple 01 en Placa 02.01

*Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); Aberrante (AB); Anómalo (AN); Descartado (DES) o menciona CRITERIO 01, 02 03: revisar informe análisis estadístico en la Tabla 4.1 (pg12) donde se justifica su descarte y en verde indica el cumplimiento de los 3 criterios de validación.*

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



### 13. AGRADECIMIENTOS

Este ejercicio interlaboratorios en el área de MATERIALES, ha cubierto los objetivos y expectativas previstas, debido fundamentalmente, a la buena predisposición, trabajo, y esfuerzo, de todas las personas y entidades participantes en el mismo, para los cuales, sirva el presente recordatorio, y el más sincero agradecimiento.

#### COORDINADORES GENERALES

Emilio Meseguer Peña

Victoria de los Ángeles Viedma Peláez

Elvira Salazar Martínez

#### COORDINADORES AUTONÓMICOS

Miguel Ángel

Santos Amaya

Junta de Andalucía



Antonio

Herencia Ruíz

Junta de Andalucía



Ana Rico Oliván

Esperanza Jarauta Pérez

Gobierno de Aragón

Gobierno de Aragón



Juan Carlos Cortina Villar

Ana Carolina Álvarez  
Cañete

Principado de Asturias

Principado de Asturias



Yolanda Garví Blázquez

Inmaculada  
Fuente

Alcolecha

Govern de les Illes Balears

Govern de les Illes Balears



**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



Javier Jubera Pérez.

Gobierno de Canarias



Enrique Alonso Moreno

Comunidad Autónoma de  
Cantabria



Joan Teixidó Vidal

Generalitat de Catalunya



Marta Iniesto Alba

Junta de Comunidades de  
Castilla – La Mancha



Felicísimo Garzón Herrera

Junta de Castilla y León



José Ángel Rena Sánchez

Junta de Extremadura



M<sup>a</sup> José Paniagua Mateos

Xunta de Galicia



Israel López García

Comunidad Autónoma de La  
Rioja



Salud García López

Comunidad Autónoma de  
Madrid



Antonio Azcona Sanz

Comunidad Autónoma de  
Madrid



Teresa Barceló Clemares

Comunidad Autónoma de la  
Región de Murcia



M<sup>a</sup> Carmen Mazkiarán  
López de Goikoetxea

Gobierno de Navarra



Juan José Palencia Guillén

Generalitat Valenciana



**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



Elvira Salazar Martínez      Gobierno Vasco



Lourdes González Garrido      Gobierno Vasco



Alberto Apaolaza Sáez de  
Viteri      Gobierno Vasco



Ane Hernández Perez de  
Guereñu      Gobierno Vasco



#### TRATAMIENTO Y GESTIÓN MUESTRAS EILA MATERIALES 2019

- Fernando Meseguer Serrano
- Ricardo Gomariz Carrillo

#### EMPRESAS COLABORADORAS Y SUMINISTRADORAS MUESTRAS EILA MATERIALES 2019

- **CTCON**, Centro Tecnológico de la Construcción. Región de Murcia.



- SERRANO AZNAR OBRAS PÚBLICAS SL.      Murcia
- WESSEX RESBALADICIDAD      Navarra
- ETOSA      Murcia
- VISANFER      Murcia

#### ELABORACIÓN PROTOCOLOS Y GESTIÓN DE LAS FICHAS. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

- Fernando Meseguer Serrano
- Victoria de los Ángeles Viedma Peláez
- IETCC, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja:



## LABORATORIOS PARTICIPANTES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN EILA 2019:

### JUNTA DE ANDALUCÍA

1. Laensa, S.R.L.	AND-L-002
2. Centro De Estudio De Materiales Y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Córdoba	AND-L-003
3. Centro De Estudio De Materiales Y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Jaén	AND-L-013
4. Centro De Estudio De Materiales Y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Málaga	AND-L-018
5. Geolen Ingenieria S.L.	AND-L-020
6. Oficina Técnica de Estudios y Control de Obras SA (Ofiteco)	AND-L-021
7. Codexsa Ingenieria y Control SL	AND-L-031
8. Sergeyco Andalucía, S.L.	AND-L-046
9. Labson, Geotecnia y Sondeos, S.L.	AND-L-054
10. Geotécnica Del Sur, S.A.	AND-L-059
11. Centro De Estudio De Materiales y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Sevilla	AND-L-074
12. Centro De Estudio De Materiales y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Granada	AND-L-076
13. Laboratorio Tcal S.L.	AND-L-108
14. Ingeniería, Análisis Y Control de Calidad S.C.A.	AND-L-120
15. Songea, Laboratorio de Construcción y Obra Civil S.L.	AND-L-124
16. Control De Calidad Cádiz S.L.L.	AND-L-125
17. Laboratorios de Tecnología Estructural S.L. - Granada	AND-L-149
18. Elabora, Agencia para la Calidad en la Construcción, S.L.	AND-L-155
19. Inecca, Ingeniería y Control S.L.	AND-L-164
20. Ingenieria Asistencia y Control (Inacon)	AND-L-179
21. Evintes Calidad S.L.L.	AND-L-186
22. Sgs Tecnos S.A.	AND-L-191
23. Sigmac	AND-L-221
24. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Córdoba	(oficial)
25. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Granada	(oficial)
26. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Sevilla	(oficial)

### GOBIERNO DE ARAGÓN

1. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Zaragoza	ARA-L-001
2. Igeo-2, S.L. -Delegación de Huesca	ARA-L-002
3. Laboratorio de Ensayos Técnicos, SA (ENSAYA) - Zaragoza	ARA-L-005
4. Control 7, SAU - Zaragoza	ARA-L-006

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

5. PRETERSA-PRENAVISA Estructuras de Hormigón, SL - Teruel	ARA-L-007
6. Inversiones Payaruelos	ARA-L-015
7. Geoteruel Laboratorio, SL - Teruel	ARA-L-020
8. Igeo-2, S.L. - Delegación de Zaragoza	ARA-L-021
9. Laboratorio para la Calidad de la Edificación del Gobierno de Aragón	(oficial)

**PRINCIPADO DE ASTURIAS**

1. Centro de Investigación Elias Masaveu	AST-L-012
2. Laboratorio Asturiano de Control Técnico, SAL (LACOTEC)	AST-L-020
3. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obras S.A. (CEMOSA)	AST-L-023
4. Laboratorio Asturiano Calidad Edificación del Principado de Asturias	(oficial)

**GOBIERNO DE LES ILLES BALEARS**

1. Federación de Empresarios de Petita y Mitjana Empresa de Menorca - PIMELAB - Centro Tecnológico	BAL-L-001
2. Laboratorio Balear de la Calidad, SLU	BAL-L-002
3. LABARTEC, SLU	BAL-L-005
4. Control BLAU-Q, SLU	BAL-L-007
5. Instituto de la Gestión Técnica de Calidad, SL (IGETEC)	BAL-L-009
6. LABARTEC IBIZA, SLU	BAL-L-010
7. Intercontrol Levante SA	BAL-L-013
8. SGS Tecnos, SA- Delegación Menorca	BAL-L-014
9. Laboratori de Carreteres del Consell de Mallorca	(oficial)

**GOBIERNO DE CANARIAS**

1. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación Santa Cruz de Tenerife	CNR-L-001
2. Controles Externos de la Calidad Canarias, SL	CNR-L-003
3. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación de Las Palmas	CNR-L-006
4. Laboratorio Canario de Calidad , SL (LCC)	CNR-L-009
5. Alliroz, S.L.	CNR-L-010
6. Terragua Ingenieros	CNR-L-026
7. Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.- Delegación de Las Palmas	CNR-L-027
8. Estudios de Suelos y Obras Canarias SL (ESOCAN)	CNR-L-030
9. Consultores y Ensayos entre Islas, SLU (Consultores Control Tres)	CNR-L-031
10. Construcciones Rodríguez Ramírez SA (Cororasa)	CNR-L-034
11. Ian Love García	CNR-L-039
12. Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.- Delegación de Tenerife	CNR-L-043

13. Servicio de Laboratorios y Calidad de la Construcción. Consejería de Obras Públicas y Transportes - Delegación Tenerife	(oficial)
14. Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Gran Canaria del Gobierno Canarias	(oficial)

#### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA

1. ICINSA, SA	CTB-L-003
2. GTK Laboratorio geotécnico	CTB-L-008
3. SONINGEO SL	CTB-L-010
4. Laboratorio de Carreteras- Gobierno de Cantabria	(oficial)

#### JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA - LA MANCHA

1. Laboratorio y consultoría Carrington S.L.	CLM-L-005
2. Sergeyco Castilla-La Mancha, SL	CLM-L-024
3. Unicontrol Ingeniería de Calidad y Arquitectura Aplicada, SL	CLM-L-029
4. Fernández- Pacheco Ingenieros SL- Delegación Albacete Asistencia	CLM-L-030
5. Servicios Externos y Aprovisionamiento SL. (SEA SL) - Delegación Albacete	CLM-L-033
6. SGS Tecnos, SA- Delegación Guadalajara	CLM-L-038
7. Ibérica de Ensayos, Asistencia Técnica y Control JJCE, SL (IBENSA)	CLM-L-040
8. Asociación NOTIO	CLM-L-041

#### JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

1. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de Valladolid	CYL-L-005
2. Investigaciones Geotécnicas y Medioambientales S. L. (INGEMA)	CYL-L-014
3. EPTISA Servicios de Ingeniería SL - Delegación de León	CYL-L-025
4. Cenilesa Ingeniería y Calidad SL	CYL-L-044
5. Cantera Los Plantíos SL	CYL-L-050
6. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA (CEMOSA)- Delegación Zamora	CYL-L-055
7. Laboratorios Técnica y Estudios SL	CYL-L-058
8. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA (CEMOSA)- Delegación Salamanca	CYL-L-062
9. Laboratorio de Calidad de Materiales S.L.L.	CYL-L-063
10. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA (CEMOSA)- Delegación Valladolid	CYL-L-066
11. Centro de Control de Calidad de la Junta de Castilla-León. S.T. Fomento de Valladolid	(oficial)

#### GENERALITAT DE CATALUNYA

1. EPTISA, Enginyeria i Serveis SAU	CAT-L-002
2. APPLUS Norcontrol, SL	CAT-L-012

3. Icec Control Qualitat D'Obres SL	CAT-L-009
4. Laboratori del Vallès de Control de Qualitat, SL	CAT-L-025
5. Centre d'estudis de la construcció i anàlisi de materials, SLU (CECAM)	CAT-L-027
6. Lostec, SA	CAT-L-028
7. Labocat Calidad, SL	CAT-L-054
8. LGAI Technological Center, SA- Bellaterra	CAT-L-068
9. Bureau de Organización Soldadura y Ensayos SL (BOSE)- Montgat	CAT-L-088
10. BAC Engineering Consultancy Group, SL (BAC)- Cubelles	CAT-L-104
11. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Barberà del Vallès	CAT-L-109
12. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Vila-Seca	CAT-L-111

#### JUNTA DE EXTREMADURA

1. Intromac	EXT-L-007
2. Elaborex, Calidad en la Construcción SL-Delegación Badajoz	EXT-L-014
3. Instituto Extremeño de Geotecnia SLU (INEGEO)	EXT-L-018
4. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL	EXT-L-029

#### XUNTA DE GALICIA

1. Control y Estudios, SL (CYE)	GAL-L-005
2. Investigación y Control Lugo SL (INVECO)	GAL-L-016
3. Appplus Norcontrol, SL	GAL-L-018
4. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de La Coruña	GAL-L-034
5. 3C Calidad y Control, SCOOP Galega	GAL-L-044
6. Asociación Investigación Metalúrgica del Noroeste (AIMEN)	GAL-L-045
7. Enmacosa Consultoría Técnica SA	GAL-L-056

#### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA

1. ENSATEC S.L.	LRJ-L-001
2. ENTECSA Rioja, SL	LRJ-L-005
3. TÜV SÜD IBERIA, SAU	LRJ-L-009
4. Laboratorio de Obras Públicas y Edificaciones -Consejería de Sostenibilidad y Transición Ecológica	(oficial)

#### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

1. Geotecnia y Medio Ambiente 2000 SL (GMD 2000)	MAD-L-002
2. Euroconsult SA	MAD-L-004
3. Cepasa Ensayos Geotécnicos SA	MAD-L-005
4. Geotecnia y Cimentos, S.A. (GEOCISA)	MAD-L-007
5. Ciesm- Intevia SAU	MAD-L-019
6. Instituto Técnico de Control S.A. (ITC)	MAD-L-027
7. Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC)	MAD-L-030

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

8. Tecnología del Suelo y Materiales SL (TSM)	MAD-L-031
9. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A (CEMOSA)	MAD-L-036
10. Geotecnia 2000 SL	MAD-L-039
11. Control de Obras Públicas y Edificación, SL	MAD-L-046
12. Geotécnia y calidad en la construcción, SLL	MAD-L-050
13. Esgeyco SL	MAD-L-053
14. Orbis Terrarum Projects, SL N.E.	MAD-L-057
15. (LABINGE) Laboratorio de Ingenieros del ejército "GENERAL MARVÁ"	MAD-L-058
16. Control de Estructuras y Geotecnia SL (CEyGE)	MAD-L-061
17. Laboratorio De Control De Calidad E Ingeniería, S.L. (LCCI)	MAD-L-064
18. Control de estructuras y suelos SA (CONES)	MAD-L-065
19. Adamas Control y Geotecnia S.L.L	MAD-L-066
20. Arpa SL	MAD-L-075
21. Laboratorio Oficial para Ensayo de Materiales de Construcción - LOEMCO	MAD-L-077
22. Labiker Ingenieria y Control de Calidad SL	MAD-L-080
23. Centro Investigación Materiales (CIMAT)	MAD-L-082
24. Servicios de Control e Inspección SA (SCI)	MAD-L-083

**COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA**

1. Laboratorios del Sureste, S.L.	MUR-L-003
2. Centro de Estudios, Investigaciones y Control de Obras, S.L. (CEICO, SL)	MUR-L-005
3. Inversiones de Murcia, S.L., laboratorios HORYSU- Delegación de Cartagena	MUR-L-006
4. Inversiones de Murcia, S.L., laboratorios HORYSU-Delegación de Espinardo	MUR-L-007
5. Forte Ingeniería Técnica SL	MUR-L-010
6. Asociación Empresarial Investigación Centro Tecnológico de la Construcción Región de Murcia (CTCON)	MUR-L-015
7. ITC laboratorio de ensayos, S.L.L.	MUR-L-018
8. Massalia Ingenieros, S.L.	MUR-L-019
9. Técnica y Calidad de Proyectos Industriales, S.L (TYC PROYECTOS )	MUR-L-021
10. INGEOLAB Calidad en Obra S.L.	MUR-L-021
11. Serrano Aznar Obras Públicas SL	MUR-L-023
12. Laboratorio Regional de Control de Calidad en la Edificación	(oficial)
13. Laboratorio de Carreteras	(oficial)

**GOBIERNO DE NAVARRA**

1. Laboratorios Entecsa, SA	NAV-L-001
2. Igeo-2 SL	NAV-L-002

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

3. Laboratorio de Ensayos Navarra SA (LABENSA)	NAV-L-003
4. Laboratorio de Edificación del Instituto Científico y Tecnológico de la E.T.S. Arquitectura e Ingeniería de Edificación de Navarra	NAV-L-004
5. GEEA Geólogos S.L- Delegación Estella	NAV-L-005
6. GEEA Geólogos S.L- Delegación Pamplona	NAV-L-008
7. Laboratorio de Control de Calidad del Gobierno de Navarra	(oficial)

**COMUNIDAD VALENCIANA**

1. Intercontrol Levante, SA- Delegación de Carlet	VAL-L-001
2. Comaypa, S.A.	VAL-L-006
3. Gandiacontrol, S.L.	VAL-L-010
4. Consulteco, S.L.	VAL-L-013
5. Entecsa Valencia SL	VAL-L-036
6. ASVER Verificaciones, SLU	VAL-L-047
7. Laboratorio de Ingeniería y Medio Ambiente S.A (IMASALAB)	VAL-L-051
8. Maestrat Global SL	VAL-L-052
9. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Ribarroja de Turia (VALENCIA)	VAL-L-053
10. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Alicante	VAL-L-054
11. LESIN Levante, SL	VAL-L-056
12. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Albaida (Valencia)	VAL-L-058
13. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Manises (Valencia)	VAL-L-059
14. Servicios de Ingeniería, Geotecnia, Mantenimiento y Control S.L. (SIGMA)	VAL-L-061
15. TPF Getinsa Euroestudios SL	VAL-L-066

**GOBIERNO DEL PAÍS VASCO**

1. EPTISA-CINSA Ingeniería y Calidad, SA - Grupo EP	PVS-L-002
2. SAIO TEGI, SA	PVS-L-004
3. GIKE, SA Control Calidad Edificación	PVS-L-005
4. LABIKER Ingeniería y Control de Calidad, SL	PVS-L-006
5. Serinko Servicios de Ingeniería y Comerciales- Euskadi, S.L.	PVS-L-007
6. Euskontrol, S.A.	PVS-L-009
7. Fundación Tecnalia Research and Innovation	PVS-L-013
8. Laboratorio General de la Diputación Foral de Álava	(oficial)