

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

## **EILA 18. INFORME DE ENSAYO MATERIALES**

### **TEJAS DE ARCILLA COCIDA PARA COLOCACIÓN DISCONTINUA**

**Determinación de las características físicas. Parte 2: Ensayo de resistencia a la helada, según la norma UNE-EN 539-2:2013 MÉTODO DE ENSAYO EUROPEO ÚNICO**

**Determinación de las características físicas. Parte 1: Ensayo de permeabilidad, según la norma UNE-EN 539-1:2007 METODO 1**

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



## CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS

### Determinación de las características físicas. Parte 2: Ensayo de resistencia a la helada, según la norma UNE-EN 539-2:2013 MÉTODO DE ENSAYO EUROPEO ÚNICO

#### Introducción

Criterios de análisis establecidos

#### Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

#### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

#### Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

#### Análisis D. Estudios post-estadísticos

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

#### Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad



## CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS (%)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "contenido agua tras imbibicion.tejas", está basado en los protocolos EILA18 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

**01. Análisis A: Estudio pre-estadístico.** Antes de comenzar con los cálculos matemáticos, los datos son minuciosamente analizados para determinar si deben ser incluidos (✓) o descartados (X) en función, de si cumplen o no, con unos criterios mínimos previamente establecidos y que pueden afectar a los resultados, tales como:

01. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
02. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
03. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
04. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
05. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
06. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
07. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
08. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

**02. Análisis B: Mandel, Cochran y Grubbs.** Los resultados aportados por los laboratorios que hayan superado el paso anterior, se verán sometidos al análisis estadístico compuesto por los métodos de Mandel, Cochran y Grubbs. Los criterios de análisis que se han seguido para considerar los resultados como aptos (✓) o no aptos (X) por éste procedimiento son:

01. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y " $G_{Simp}$  y  $G_{Dob}$ " de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X\* sobre fondo rosa) o aberrante (X\*\* sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
02. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
03. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
04. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

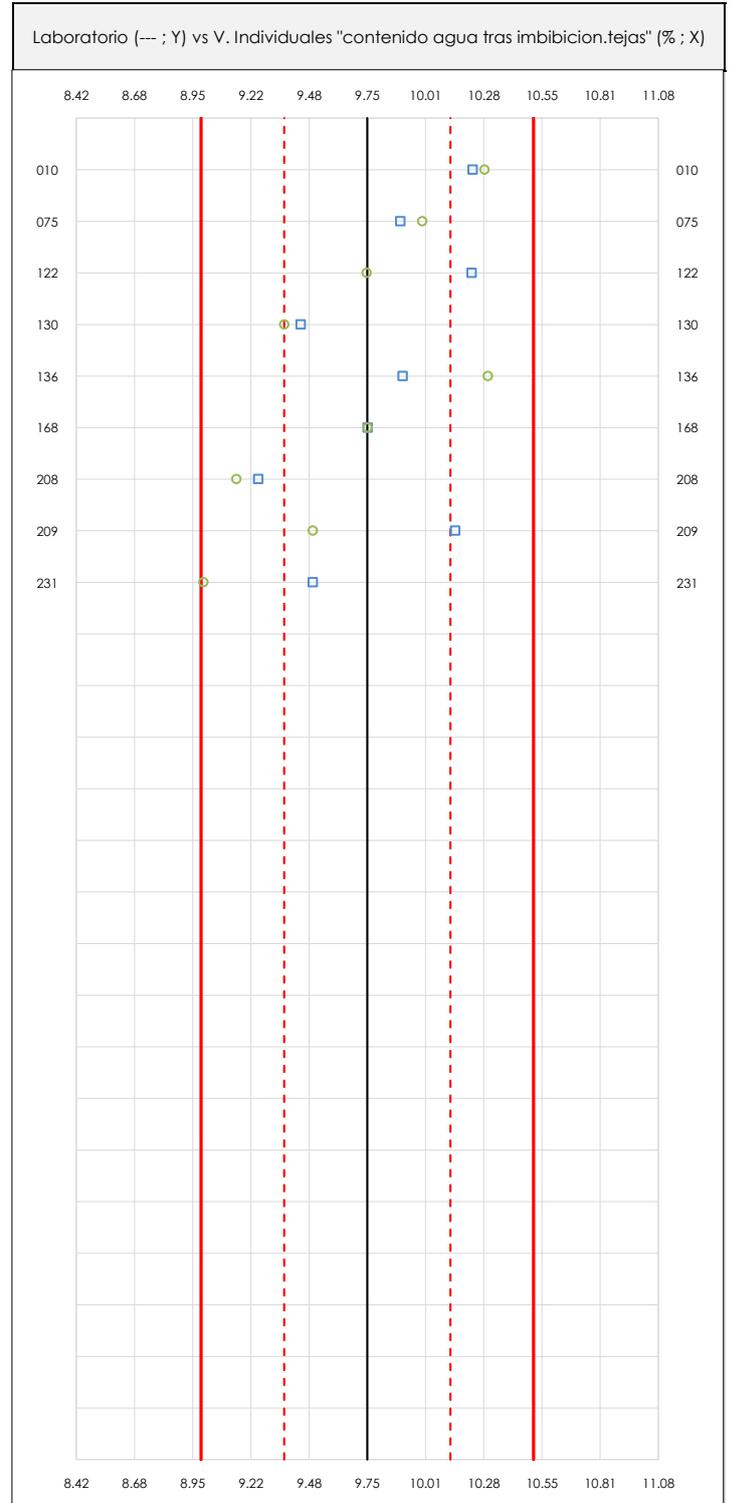
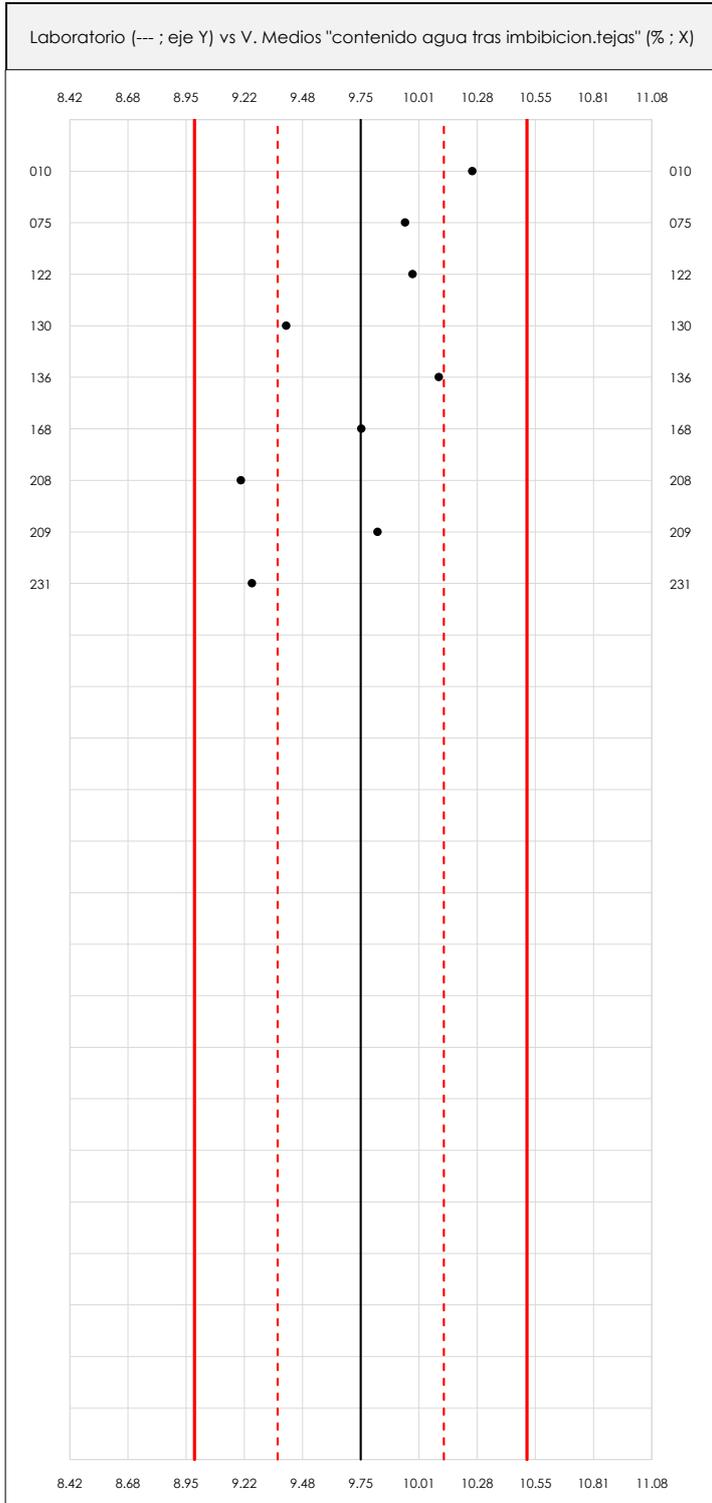
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén o no dentro de unos límites críticos establecidos.

**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.

# CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS (%)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



**ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA E INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)**

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (9.75 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (10.13/9.37 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (10.51/8.99 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

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 (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): 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 "△".

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

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



# CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS (%)

## 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>L i</sub>	D <sub>i crit</sub> %	¿Pasa A?	Observaciones
CCAA02	010	10.23	10.29		10.14	10.26	0.039	5.23	✓	
CCAA04	075	9.90	10.00		10.20	9.95	0.071	2.08	✓	
CCAA05	122	10.23	9.75		9.96	9.99	0.339	2.43	✓	
CCAA08	130	9.44	9.37		9.40	9.41	0.053	-3.50	✓	
CCAA07	136	9.91	10.30		10.07	10.11	0.276	3.67	✓	Densidad del lino < (350+-50) g/m² y la Tª del agua descong >17°C
CCAA08	168	9.75	9.75		9.80	9.75	0.000	0.02	✓	
CCAA15	208	9.25	9.15		9.20	9.20	0.071	-5.62	✓	
CCAA15	209	10.15	9.50		9.80	9.83	0.460	0.79	✓	
CCAA13	231	9.50	9.00		9.30	9.25	0.354	-5.11	✓	La media (X1:probetas 01 y 02) resulta de 9,8% en vez de 9,50

**NOTAS:**

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>02</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.

"S<sub>L i</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>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden]

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i crit}}$
M (%)	9.82	9.68		9.76	9.75
SD <sub>L</sub> (--)	0.36	0.47		0.38	0.38
CV (%)	3.65	4.81		3.85	3.90

- " $\sqrt{X_{i j}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i crit}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r (%)	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R (%)
Calculado	0.060	0.680	0.114	0.174	1.158
Referencia					

- "S<sub>r</sub><sup>2</sup>" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S<sub>L</sub><sup>2</sup>" varianza interlaboratorios.
- "S<sub>R</sub><sup>2</sup>" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

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

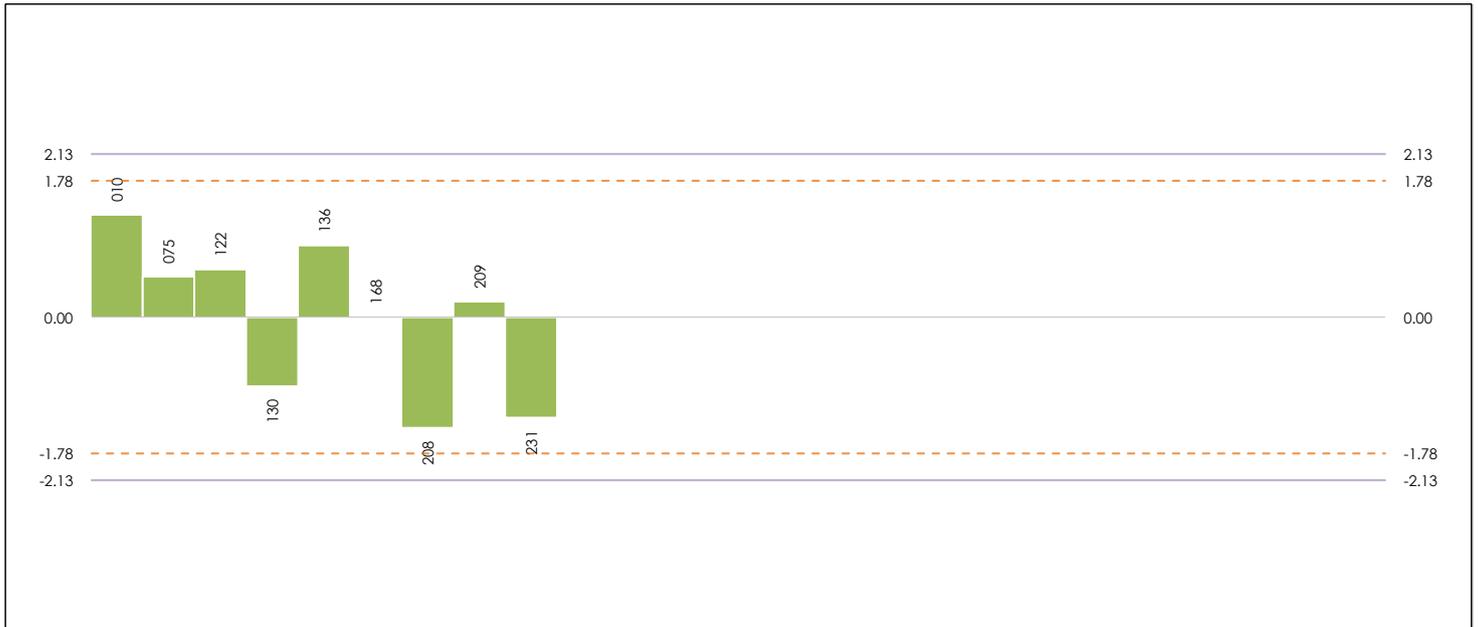
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS (%)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

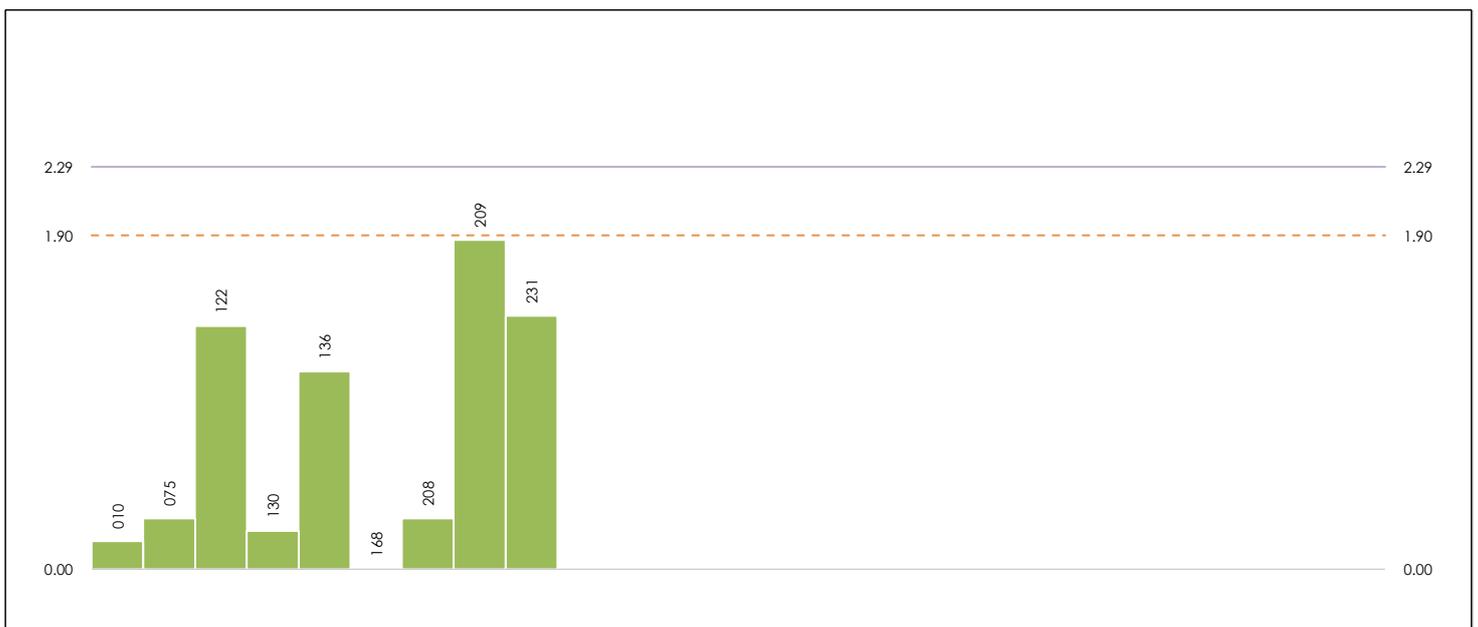
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



### 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).

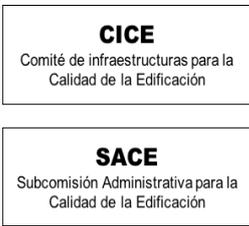
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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



### ANALISIS GRAFICO 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.



# CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS (%)

## 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?
CCAA02	010	10.230	10.285		10.135	10.258	0.039	5.23	1.34	0.16			1.342		0.5713	✓
CCAA04	075	9.900	10.000		10.200	9.950	0.071	2.08	0.53	0.29						✓
CCAA05	122	10.225	9.745		9.960	9.985	0.339	2.43	0.62	1.38						✓
CCAA08	130	9.445	9.370		9.401	9.407	0.053	-3.50	-0.90	0.22						✓
CCAA07	136	9.910	10.300		10.070	10.105	0.276	3.67	0.94	1.12				0.5713		✓
CCAA08	168	9.750	9.750		9.800	9.750	0.000	0.02	0.01	0.00						✓
CCAA15	208	9.250	9.150		9.200	9.200	0.071	-5.62	-1.44	0.29		1.442		0.3903		✓
CCAA15	209	10.150	9.500		9.800	9.825	0.460	0.79	0.20	1.87						✓
CCAA13	231	9.500	9.000		9.300	9.250	0.354	-5.11	-1.31	1.44				0.3903		✓

**NOTAS:**

- "X<sub>ij</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.
- "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.
- "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.
- El código colorimétrico empleado para las celdas es:
 

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

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i crit}}$
M (%)	9.82	9.68		9.76	9.75
SD <sub>L</sub> (---)	0.36	0.47		0.38	0.38
CV (%)	3.65	4.81		3.85	3.90

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i crit}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	h	k	C	G <sub>Sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Calculado	2.13	2.29	0.754	2.3870	0.0851
Referencia	1.78	1.90	0.638	2.2150	0.1492

- "p" número de laboratorios participantes no descartados.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G<sub>Sim</sub>" y "G<sub>Dob</sub>" valores críticos de Grubbs.

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

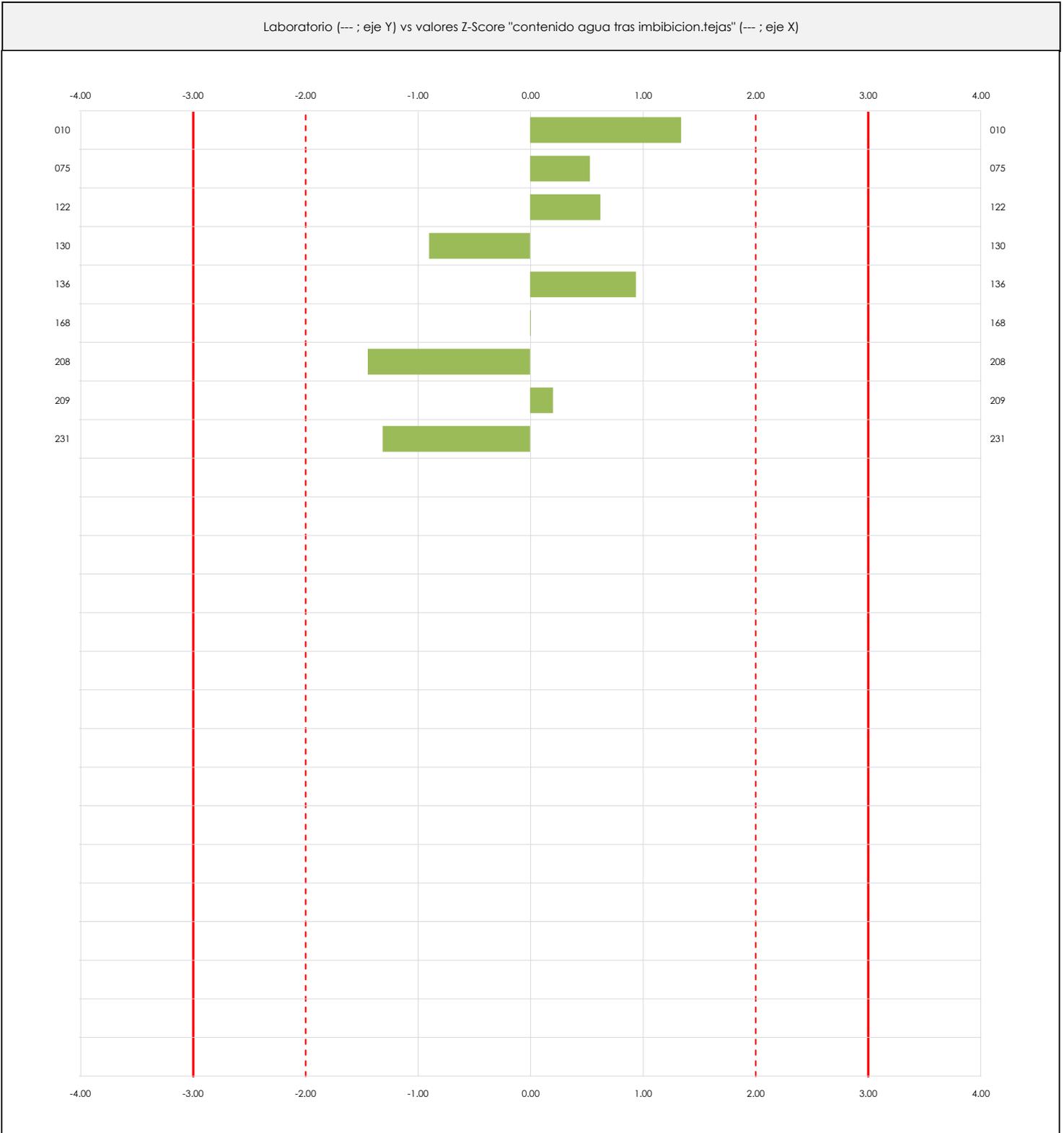
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS (%)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

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



**ANALISIS GRAFICO 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.



# CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS (%)

## 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>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arif}$	S <sub>L i</sub>	D <sub>i arif</sub> %	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CCAA02	010	10.23	10.29		10.14	10.26	0.039	5.23	✓	✓	✓			1.342	S
CCAA04	075	9.90	10.00		10.20	9.95	0.071	2.08	✓	✓	✓			0.532	S
CCAA05	122	10.23	9.75		9.96	9.99	0.339	2.43	✓	✓	✓			0.625	S
CCAA08	130	9.44	9.37		9.40	9.41	0.053	-3.50	✓	✓	✓			-0.897	S
CCAA07	136	9.91	10.30		10.07	10.11	0.276	3.67	✓	✓	✓			0.940	S
CCAA08	168	9.75	9.75		9.80	9.75	0.000	0.02	✓	✓	✓			0.006	S
CCAA15	208	9.25	9.15		9.20	9.20	0.071	-5.62	✓	✓	✓			-1.442	S
CCAA15	209	10.15	9.50		9.80	9.83	0.460	0.79	✓	✓	✓			0.203	S
CCAA13	231	9.50	9.00		9.30	9.25	0.354	-5.11	✓	✓	✓			-1.310	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 " $\bar{X}_{i arif}$ " 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 arif</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]
- <sup>05</sup> Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i arif}}$
M (%)	9.82	9.68		9.76	9.75
SD <sub>L</sub> (---)	0.36	0.47		0.38	0.38
CV (%)	3.65	4.81		3.85	3.90

- " $\sqrt{X_{i j}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i arif}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

<sup>06</sup> Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, después de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r (%)	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R (%)
Calculado	0.060	0.680	0.114	0.174	1.158
Referencia					

- "S<sub>r</sub><sup>2</sup>" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S<sub>L</sub><sup>2</sup>" varianza interlaboratorios.
- "S<sub>R</sub><sup>2</sup>" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

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



# CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS (%)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: contenido agua tras imbibicion.tejas (%)

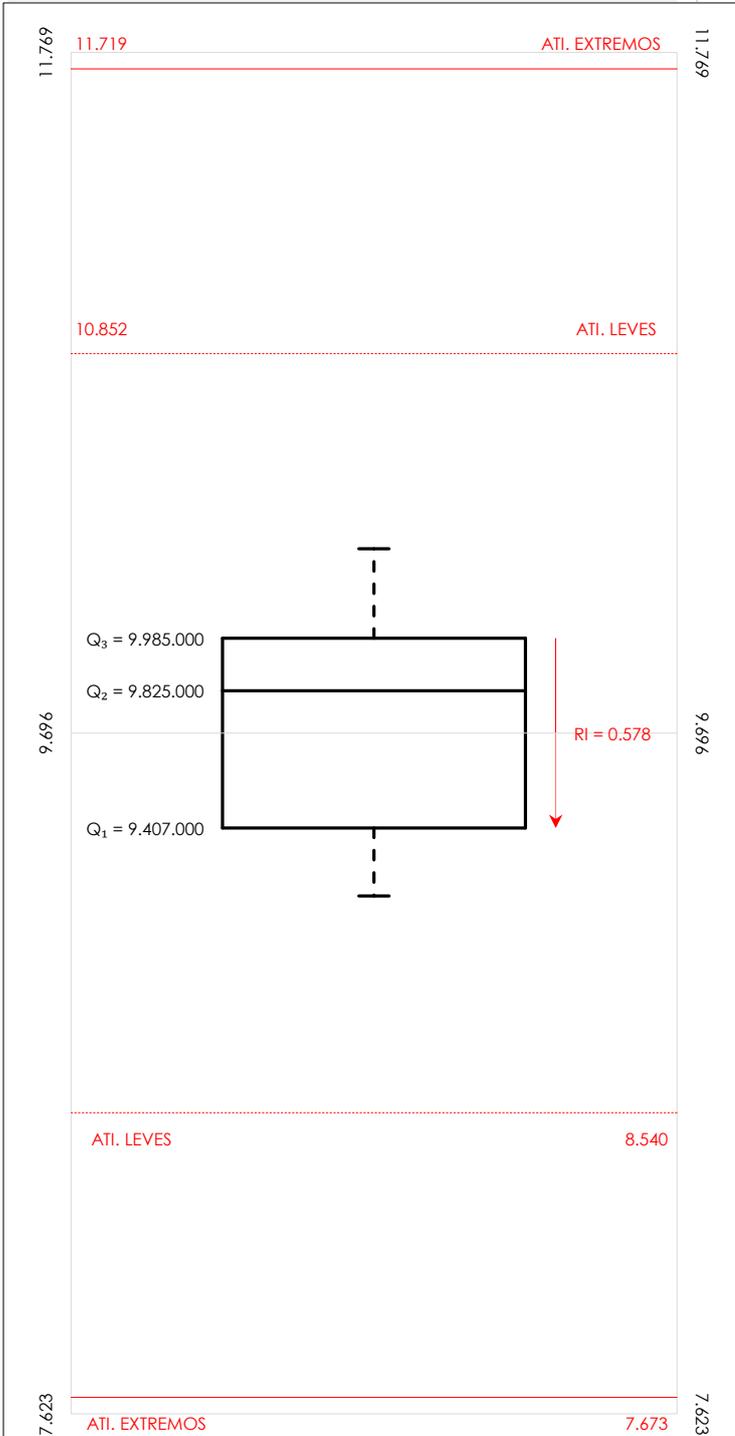
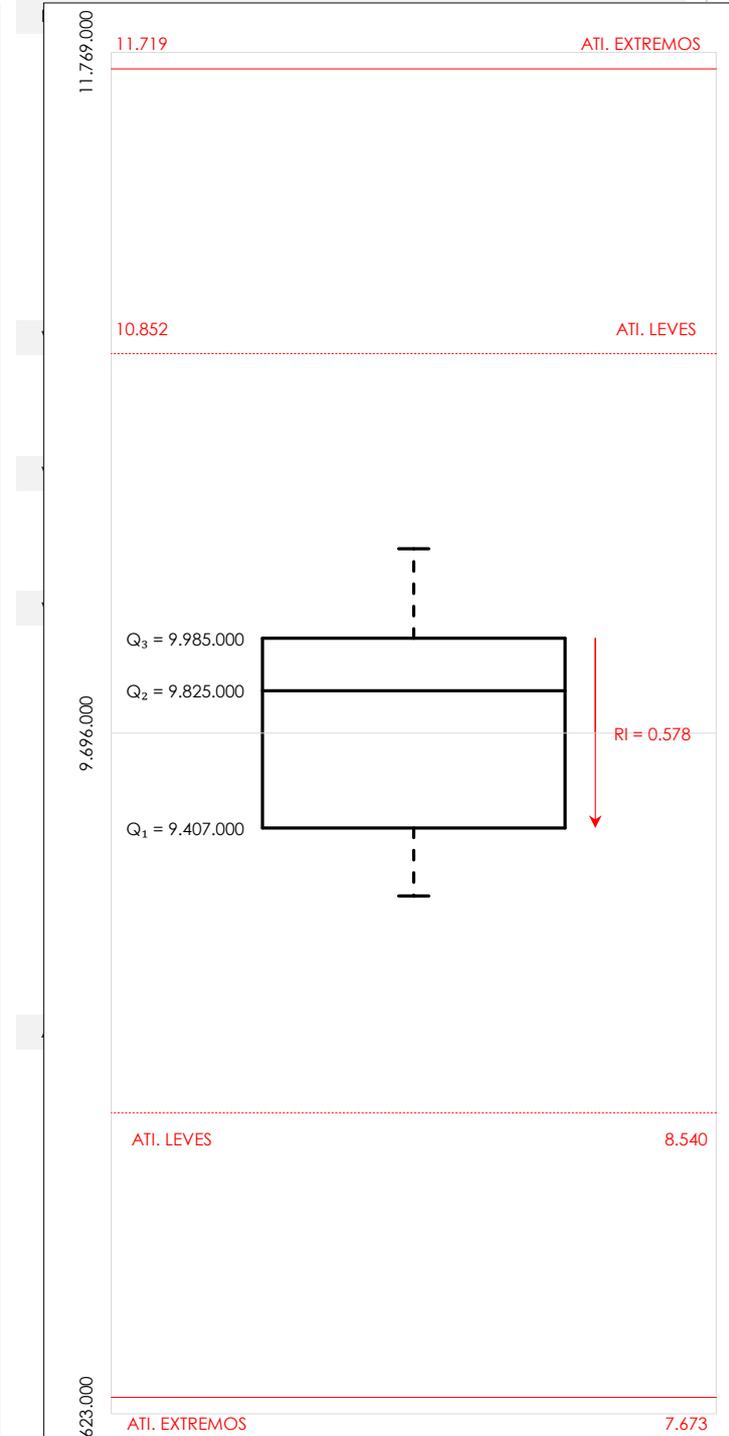


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: contenido agua tras imbibicion.tejas (%)



#### ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS (%)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA18 para el ensayo "CONTENIDO AGUA TRAS IMBIBICION.TEJAS", ha contado con la participación de un total de 9 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 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	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	10.23	10.30		10.20	10.26	10.23	10.30		10.20	10.26
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	9.25	9.00		9.20	9.20	9.25	9.00		9.20	9.20
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	9.82	9.68		9.76	9.75	9.82	9.68		9.76	9.75
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0.36	0.47		0.38	0.38	0.36	0.47		0.38	0.38
<b>Coefficiente Variación (CV ; ---)</b>	0.04	0.05		0.04	0.04	0.04	0.05		0.04	0.04
VARIABLES	$S_r^2$	r (%)	$S_L^2$	$S_R^2$	R (%)	$S_r^2$	r (%)	$S_L^2$	$S_R^2$	R (%)
<b>Valor Calculado</b>	0.060	0.680	0.114	0.174	1.158	0.060	0.680	0.114	0.174	1.158
<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>	2.13	2.29	0.754	2.387	0.0851	2.13	2.29	0.754	2.387	0.0851
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1.78	1.90	0.638	2.215	0.1492	1.78	1.90	0.638	2.215	0.1492

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 9 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.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

**PERMEABILIDAD.METODO 1 (TUBOS). TEJAS****Determinación de las características físicas. Parte 1: Ensayo de permeabilidad, según las normas UNE-EN 539-1:2007 METODO 1****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

**Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

**Análisis C. Evaluación Z-Score**

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

**Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

**Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad



## PERMEABILIDAD.MET1. TEJAS (cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup> día)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "permeabilidad.met1. tejas", está basado en los protocolos EILA18 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

**01. Análisis A: Estudio pre-estadístico.** Antes de comenzar con los cálculos matemáticos, los datos son minuciosamente analizados para determinar si deben ser incluidos (✓) o descartados (X) en función, de si cumplen o no, con unos criterios mínimos previamente establecidos y que pueden afectar a los resultados, tales como:

01. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
02. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
03. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
04. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
05. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
06. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
07. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
08. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

**02. Análisis B: Mandel, Cochran y Grubbs.** Los resultados aportados por los laboratorios que hayan superado el paso anterior, se verán sometidos al análisis estadístico compuesto por los métodos de Mandel, Cochran y Grubbs. Los criterios de análisis que se han seguido para considerar los resultados como aptos (✓) o no aptos (X) por éste procedimiento son:

01. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "G<sub>Simp</sub> y G<sub>Dob</sub>" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X\* sobre fondo rosa) o aberrante (X\*\* sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
02. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
03. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
04. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

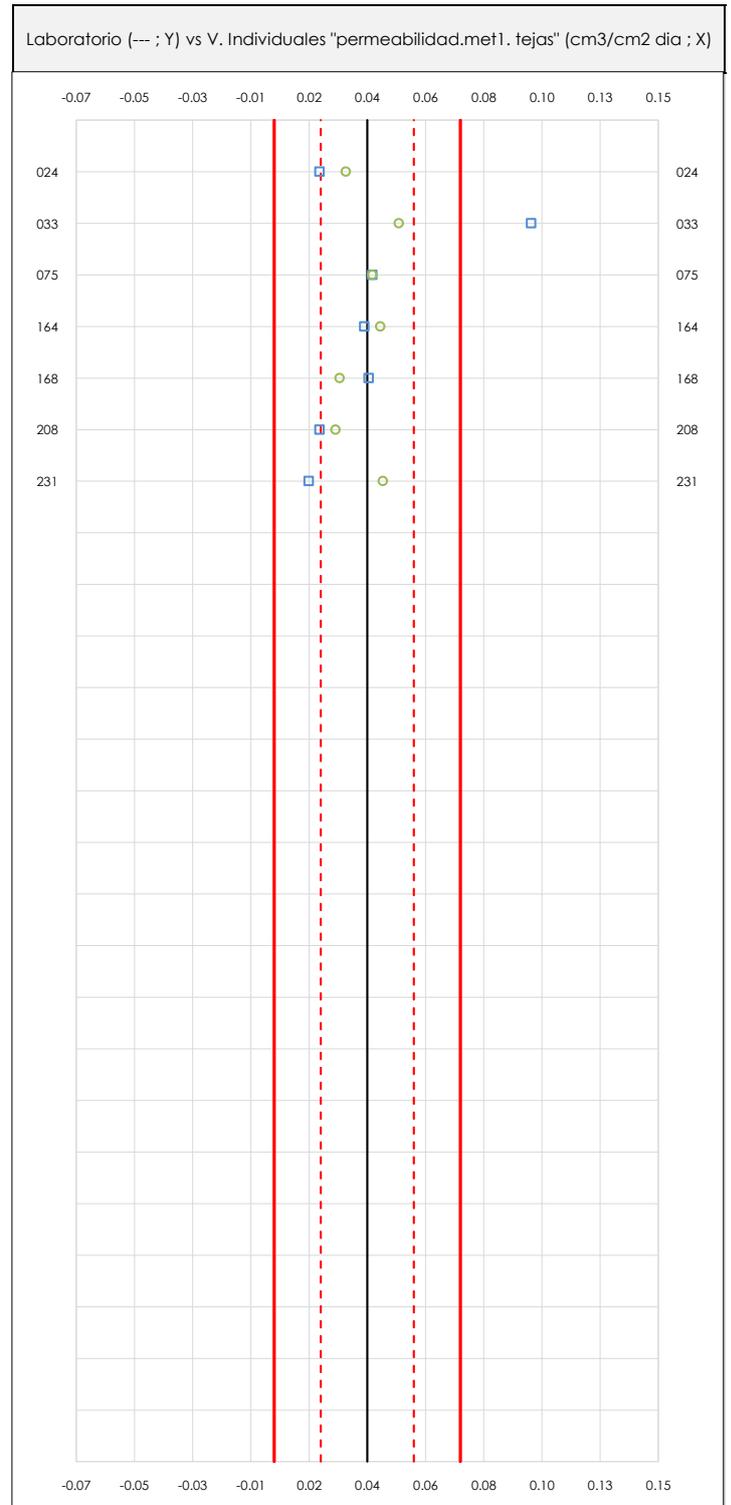
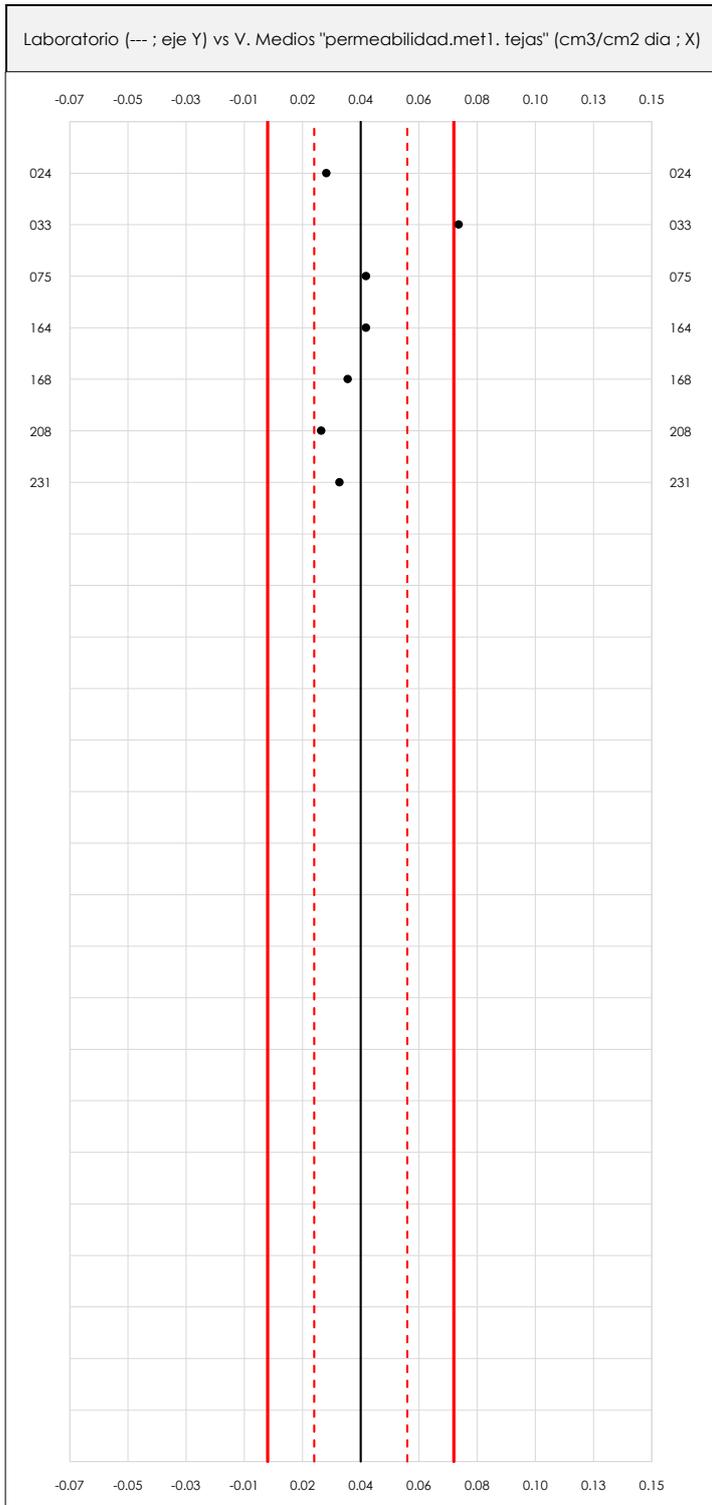
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén o no dentro de unos límites críticos establecidos.

**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.

# PERMEABILIDAD.MET1. TEJAS (cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup> día)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (0.04 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (0.06/0.02 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (0.07/0.00 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

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 (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): 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 "△".

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

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



**PERMEABILIDAD.MET1. TEJAS (cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup> día)**  
**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>	$\bar{X}_{i \text{ lab}}$	$\bar{X}_{i \text{ crit}}$	S <sub>L i</sub>	D <sub>i crit</sub> %	¿Pasa A?	Observaciones
CCAA10	024	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.007	-34.26	✓	
CCAA01	033	0.10	0.05	0.10	0.10	0.08	0.035	97.23	✓	
CCAA04	075	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.000	5.19	✓	
CCAA12	164	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.004	5.19	✓	
CCAA08	168	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.008	-12.87	✓	
CCAA15	208	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.004	-39.38	✓	
CCAA13	231	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.020	-21.11	✓	

**NOTAS:**

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>02</sup> "X<sub>i j</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ lab}}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i \text{ crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

"S<sub>L i</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>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden]

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i \text{ lab}}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i \text{ crit}}}$
M (cm <sup>3</sup> /cm)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
SD <sub>L</sub> (→)	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02
CV (%)	74.22	24.95	61.83	61.83	46.27

- " $\sqrt{X_{i j}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i \text{ lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i \text{ crit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r (%)	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R (%)
Calculado	0.000	0.044	0.000	0.000	0.058
Referencia					

- "S<sub>r</sub><sup>2</sup>" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S<sub>L</sub><sup>2</sup>" varianza interlaboratorios.
- "S<sub>R</sub><sup>2</sup>" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

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

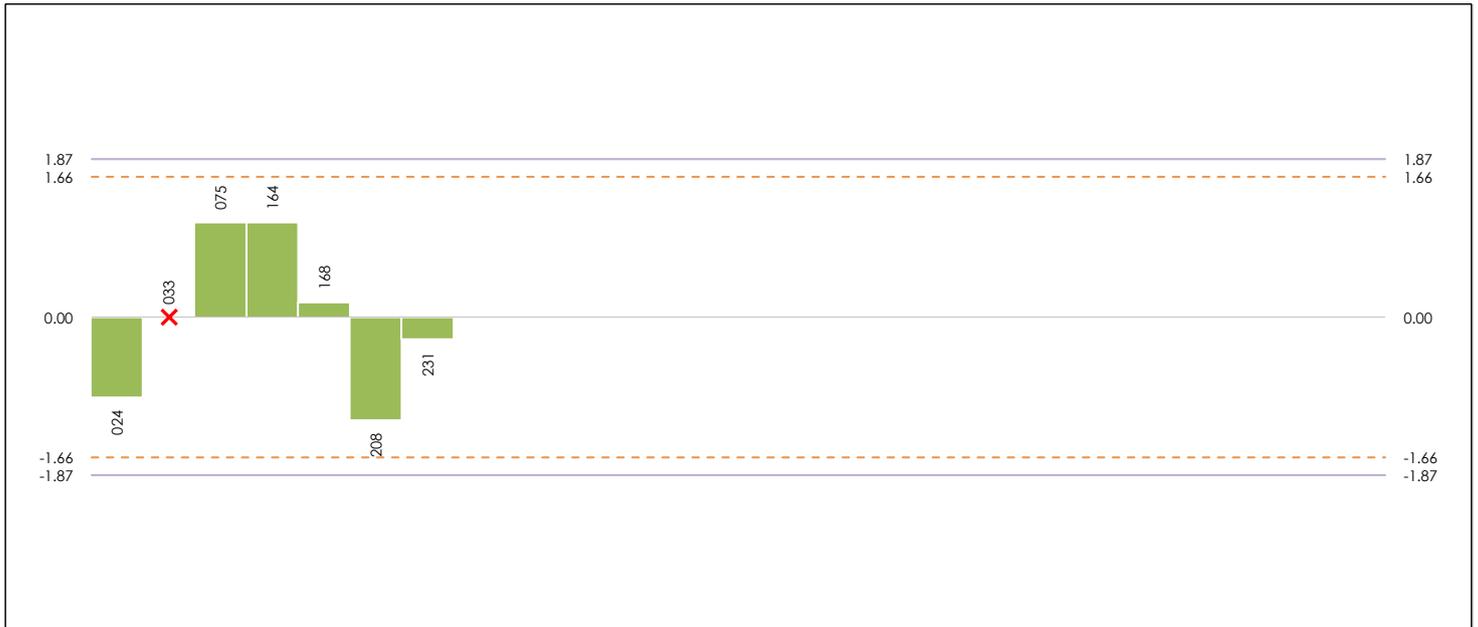
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# PERMEABILIDAD.MET1. TEJAS (cm3/cm2 dia)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

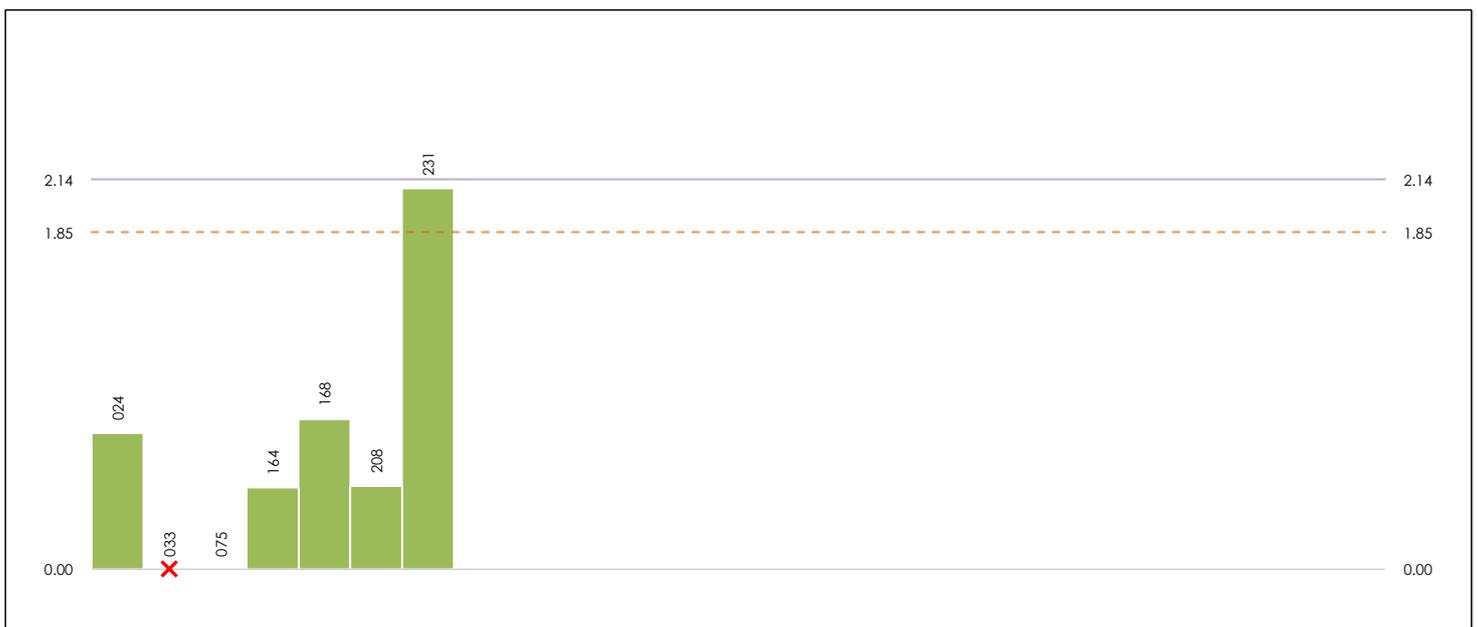
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



### 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.



### 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.

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

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



**PERMEABILIDAD.MET1. TEJAS (cm3/cm2 dia)**  
**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?
CCAA10	024	0.020	0.030		0.023	0.025	0.007	-21.54	-0.95	0.75				0.2899		✓
CCAA01	033	0.100	0.050		0.100	0.075	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
CCAA04	075	0.040	0.040		0.040	0.040	0.000	25.53	1.12	0.00			1.123	0.2429		✓
CCAA12	164	0.037	0.043		0.040	0.040	0.004	25.53	1.12	0.45			1.123	0.2429		✓
CCAA08	168	0.039	0.028		0.033	0.033	0.008	3.99	0.18	0.82						✓
CCAA15	208	0.020	0.026		0.030	0.023	0.004	-27.66	-1.22	0.45		1.217		0.2899		✓
CCAA13	231	0.016	0.044		0.030	0.030	0.020	-5.85	-0.26	2.09*	0.727					✓

**NOTAS:**

- "X<sub>ij</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.
- "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.
- "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.
- El código colorimétrico empleado para las celdas es:
 

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

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i crit}}$
M (cm3/cm)	0.03	0.04		0.03	0.03
SD <sub>L</sub> (---)	0.01	0.01		0.01	0.01
CV (%)	38.55	23.08		20.09	22.73

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i crit}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

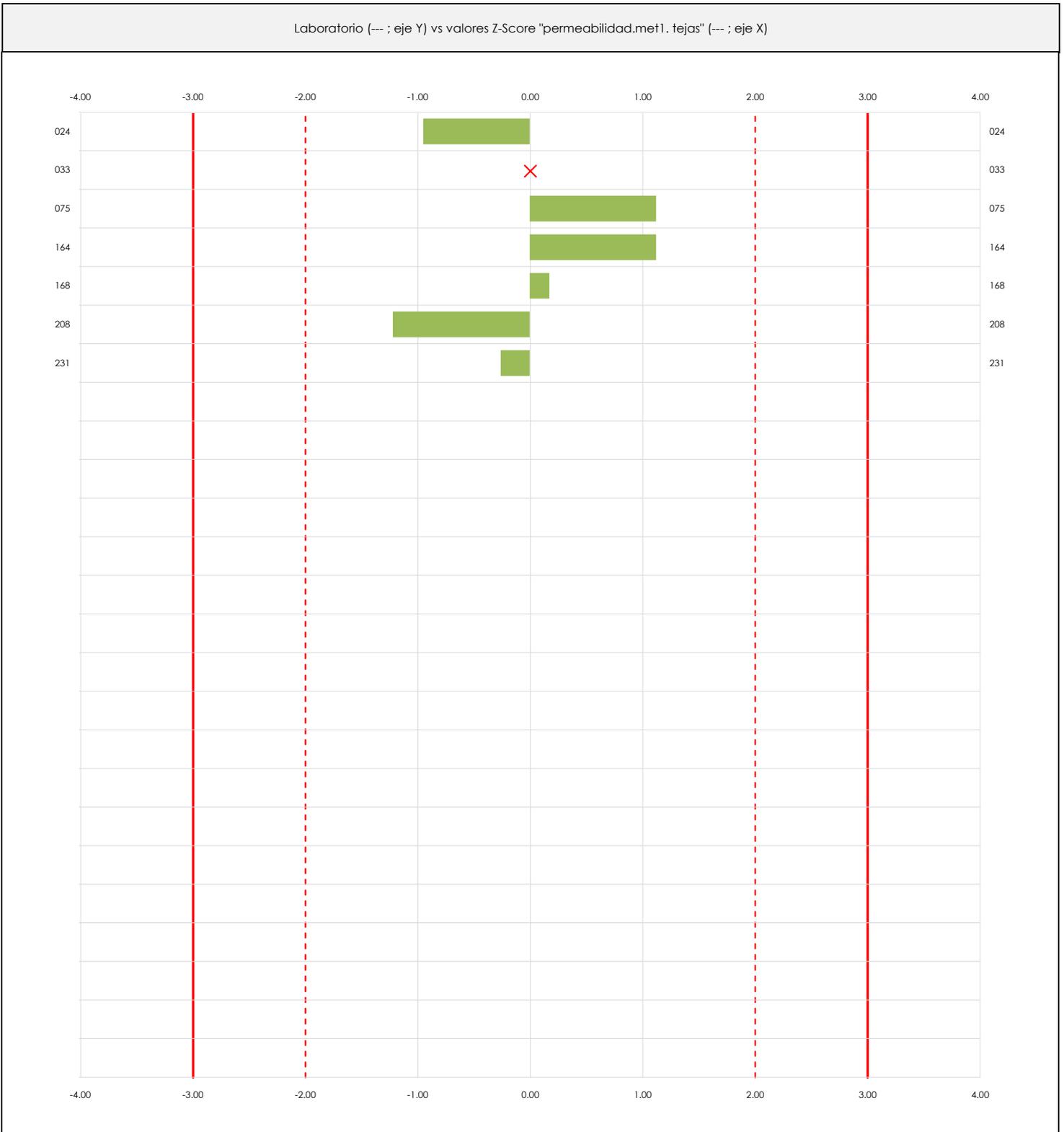
	h	k	C	G <sub>Sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Calculado	1.87	2.14	0.838	1.9730	0.0116
Referencia	1.66	1.85	0.727	1.8870	0.0349

- "p" número de laboratorios participantes no descartados.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G<sub>Sim</sub>" y "G<sub>Dob</sub>" valores críticos de Grubbs.

**PERMEABILIDAD.MET1. TEJAS (cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup> día)**

**Análisis C. Evaluación Z-Score**

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



**ANALISIS GRAFICO 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



# PERMEABILIDAD.MET1. TEJAS (cm3/cm2 dia)

## 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>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arif}$	S <sub>L i</sub>	D <sub>i arif</sub> %	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CCAA10	024	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.007	-21.54	✓	✓	✓			-0.948	S
CCAA01	033	0.10	0.05	0.10	0.10	0.08	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
CCAA04	075	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.000	25.53	✓	✓	✓			1.123	S
CCAA12	164	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.004	25.53	✓	✓	✓			1.123	S
CCAA08	168	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.008	3.99	✓	✓	✓			0.175	S
CCAA15	208	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.004	-27.66	✓	✓	✓			-1.217	S
CCAA13	231	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.020	-5.85	✓	✓	✓			-0.257	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 " $\bar{X}_{i arif}$ " 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 arif</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]
- <sup>05</sup> Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i arif}}$
M (cm3/cm)	0.03	0.04		0.03	0.03
SD <sub>L</sub> (---)	0.01	0.01		0.01	0.01
CV (%)	38.55	23.08		20.09	22.73

- " $\sqrt{X_{i j}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i arif}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

<sup>06</sup> Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, después de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r (%)	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R (%)
Calculado	0.000	0.026	0.000	0.000	0.027
Referencia					

- "S<sub>r</sub><sup>2</sup>" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S<sub>L</sub><sup>2</sup>" varianza interlaboratorios.
- "S<sub>R</sub><sup>2</sup>" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

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

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



## PERMEABILIDAD.MET1. TEJAS (cm3/cm2 dia)

### Análisis D. Estudios post-estadísticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: permeabilidad.met1. tejas (cm3/cm2 dia)

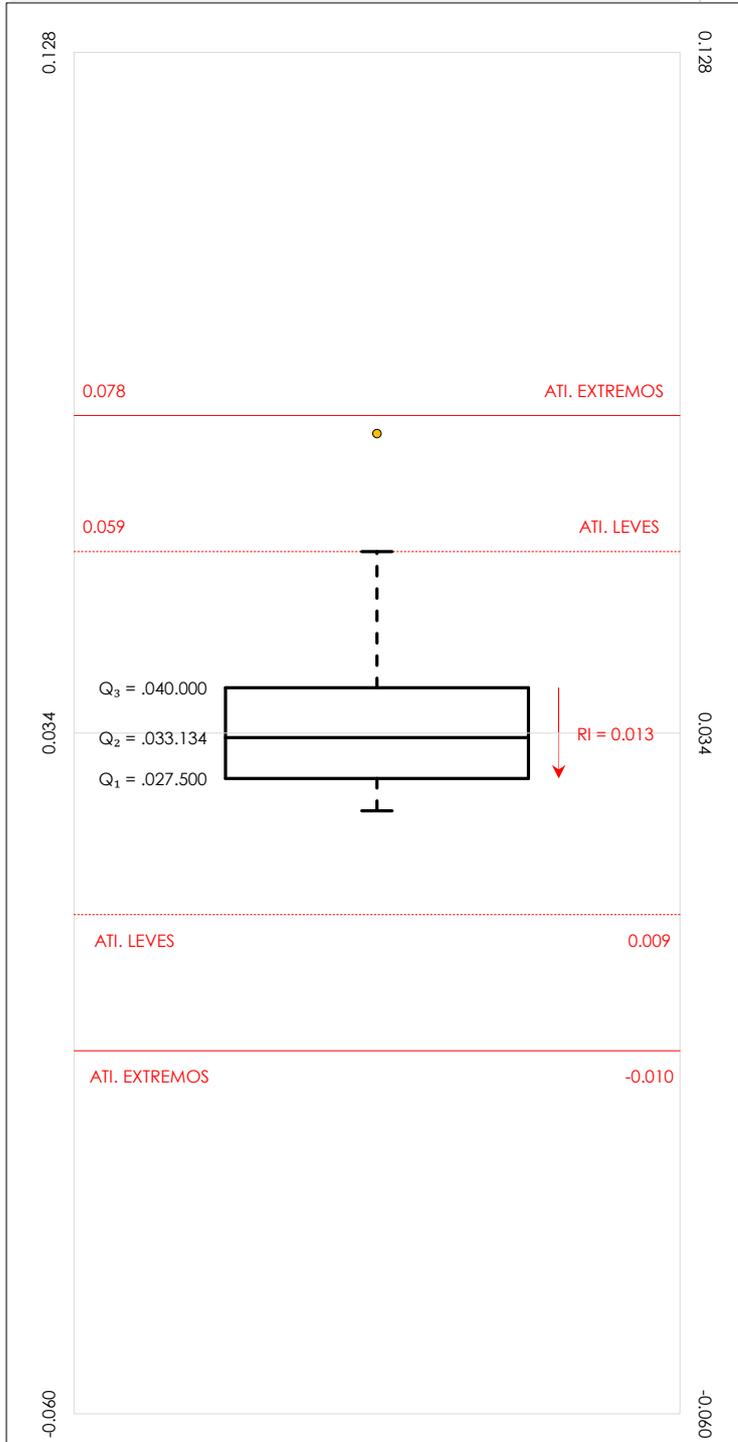
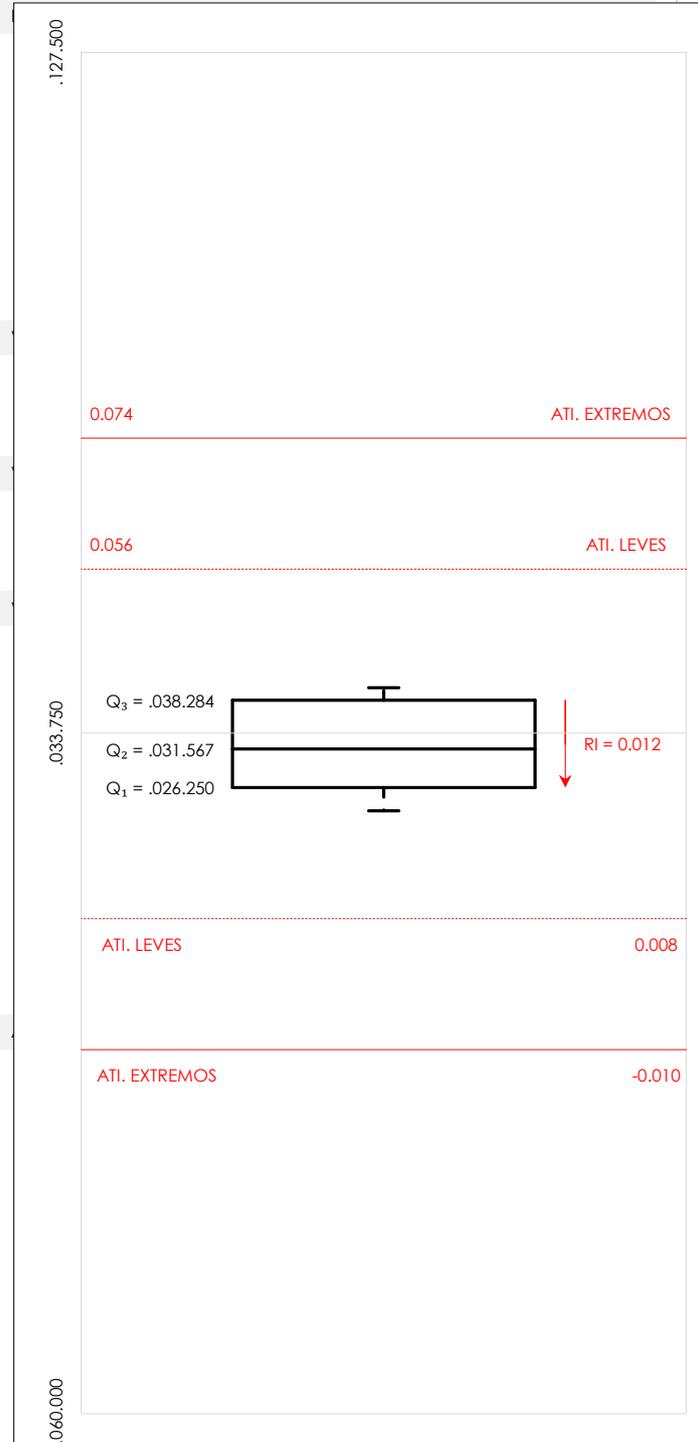


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: permeabilidad.met1. tejas (cm3/cm2 dia)



#### 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**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**PERMEABILIDAD.MET1. TEJAS (cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup> día)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA18 para el ensayo "PERMEABILIDAD.MET1. TEJAS", ha contado con la participación de un total de 7 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 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 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 <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>	0.10	0.05		0.10	0.08	0.04	0.04		0.04	0.04
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	0.02	0.03		0.02	0.02	0.02	0.03		0.02	0.02
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	0.04	0.04		0.04	0.04	0.03	0.04		0.03	0.03
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0.03	0.01		0.03	0.02	0.01	0.01		0.01	0.01
<b>Coefficiente Variación (CV ; ---)</b>	0.74	0.25		0.62	0.46	0.39	0.23		0.20	0.23
VARIABLES	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r (%)	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R (%)	S <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r (%)	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R (%)
<b>Valor Calculado</b>	0.000	0.044	0.000	0.000	0.058	0.000	0.026	0.000	0.000	0.027
<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<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" 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 <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1.87	2.14	0.838	1.973	0.0116	1.87	2.14	0.883	1.973	0.0116
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1.66	1.85	0.727	1.887	0.0349	1.66	1.85	0.781	1.887	0.0349

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 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.