

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



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

### **ÁRIDOS**

**Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua, según la norma UNE-EN 1097-6:2014**

**Áridos para hormigones. Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas (MICRODEVAL) según la norma UNE 83115:1989 EX**

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

## **COEFICIENTE DE ABSORCIÓN. ÁRIDOS**

**Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos.  
Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua, según la  
norma UNE-EN 1097-6:2014**

### **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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "coef.absorción.aridos", 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:

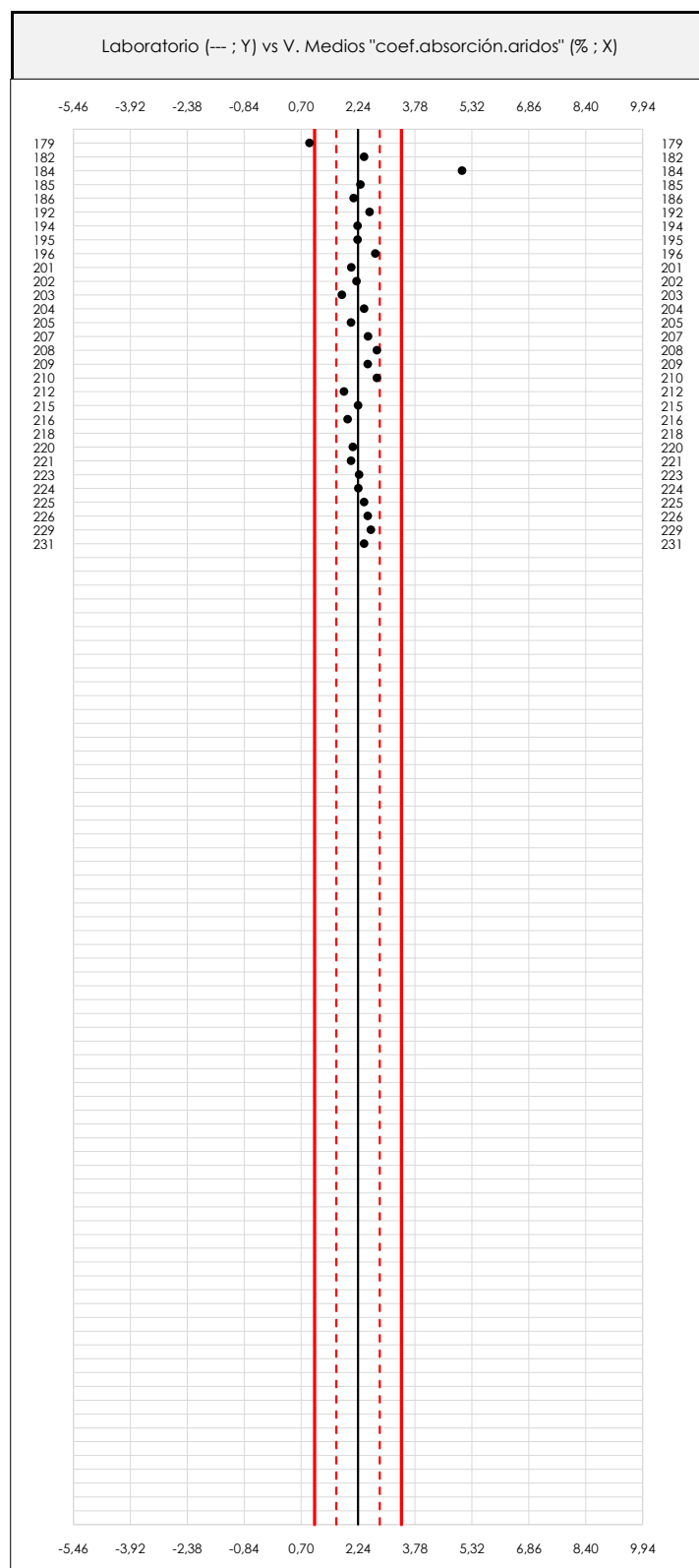
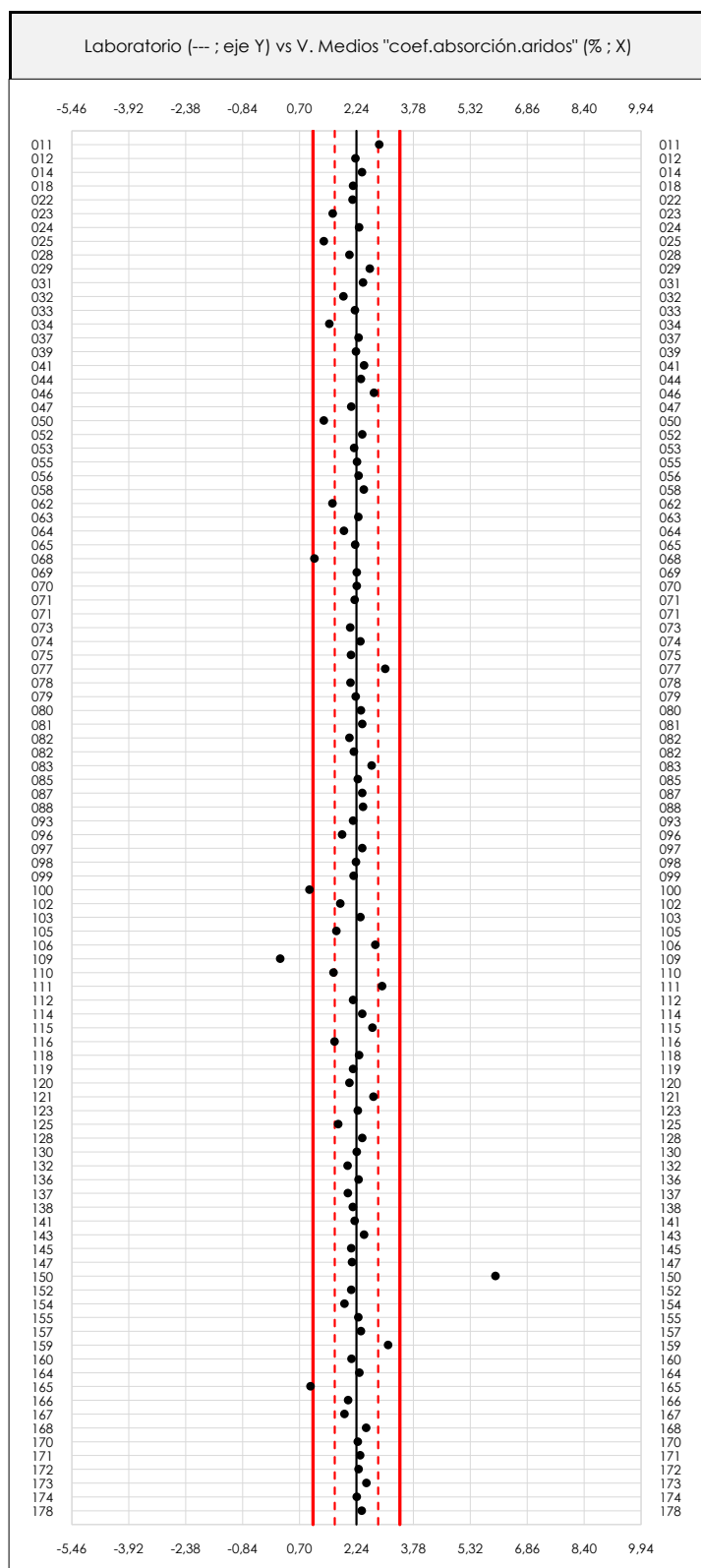
01. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
02. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
03. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los 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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****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 (2,24 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (2,82/1,65 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (3,41/1,06 ; líneas rojas de trazo continuo).

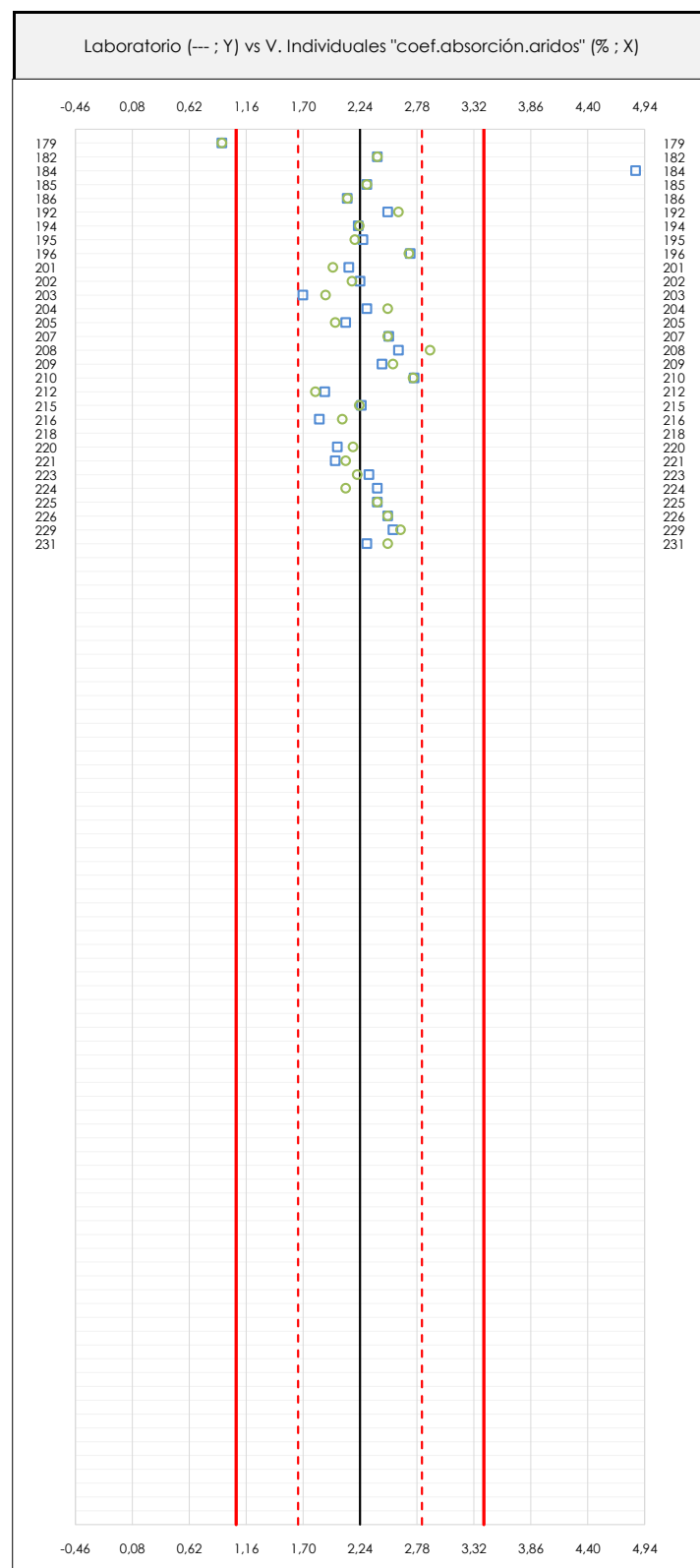
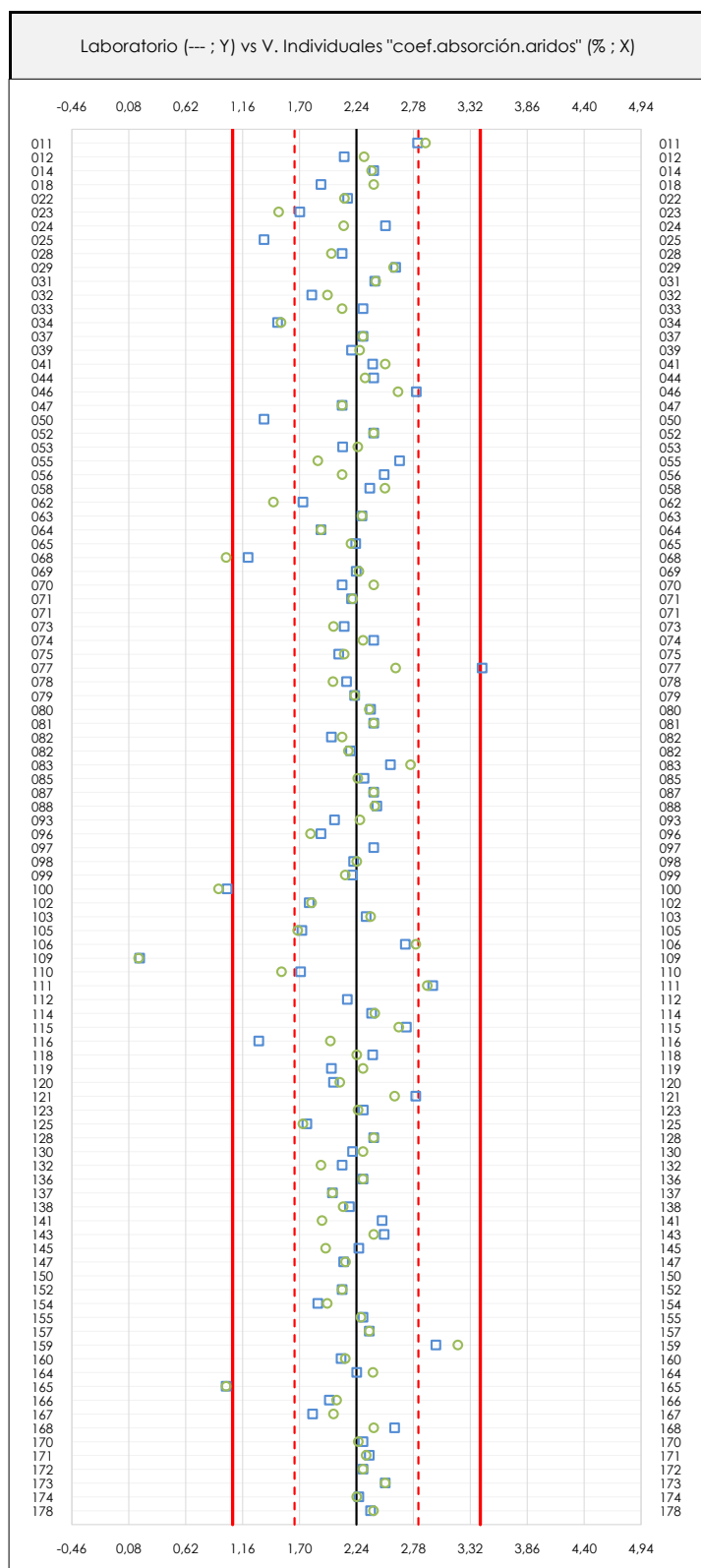
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro "•".

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)**
**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 (2,24 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (2,82/1,65 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (3,41/1,06 ; 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 ( $X_{11}$ ) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ( $X_{12}$ ) con un círculo verde "○" y el tercero ( $X_{13}$ ) con un triángulo gris "Δ".

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis A. Estudio pre-estadístico****Apartado A.3. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}}\%$	¿Pasa A?	Observaciones
CA09	011	2,82	2,89		2,86	2,86	0,052	27,73	✓	
CA10	012	2,12	2,31		2,22	2,22	0,134	-0,90	✓	
CA05	014	2,40	2,38		2,39	2,39	0,014	6,93	✓	
CA09	018	1,90	2,40		2,15	2,15	0,354	-3,81	✓	
CA03	022	2,15	2,12		2,14	2,14	0,020	-4,35	✓	
CA10	023	1,70	1,50		1,60	1,60	0,141	-28,41	✓	
CA10	024	2,51	2,12		2,31	2,31	0,281	3,51	✓	
CA09	025	1,36			1,36	1,36		-39,11	X	
CA02	028	2,10	2,00		2,10	2,05	0,071	-8,28	✓	
CA04	029	2,61	2,59		2,60	2,60	0,014	16,33	✓	
CA10	031	2,41	2,42		2,42	2,42	0,007	8,05	✓	
CA10	032	1,81	1,96		1,89	1,89	0,105	-15,55	✓	
CA17	033	2,30	2,10		2,20	2,20	0,141	-1,57	✓	Los datos no se corresponden con los resultados
CA03	034	1,49	1,52		1,51	1,51	0,021	-32,67	✓	
CA08	037	2,30	2,30		2,30	2,30	0,000	2,90	✓	
CA17	039	2,19	2,27		2,23	2,23	0,054	-0,30	✓	
CA04	041	2,39	2,51		2,45	2,45	0,085	9,61	✓	
CA03	044	2,40	2,32		2,36	2,36	0,057	5,59	✓	
CA02	046	2,81	2,63		2,72	2,72	0,124	21,63	✓	
CA02	047	2,10	2,10		2,10	2,10	0,000	-6,04	✓	
CA11	050	1,36			1,36	1,36		-39,15	X	
CA08	052	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	7,38	✓	
CA16	053	2,11	2,25		2,18	2,18	0,102	-2,60	✓	
CA02	055	2,65	1,87		2,26	2,26	0,549	1,05	✓	
CA16	056	2,50	2,10		2,30	2,30	0,283	2,90	✓	
CA16	058	2,36	2,51		2,40	2,44	0,102	8,99	✓	
CA02	062	1,73	1,45		1,59	1,59	0,198	-28,86	✓	
CA05	063	2,29	2,29		2,29	2,29	0,000	2,46	✓	
CA03	064	1,90	1,90		1,90	1,90	0,000	-14,99	✓	
CA03	065	2,23	2,19		2,21	2,21	0,032	-1,23	✓	
CA03	068	1,21	1,00		1,10	1,11	0,148	-50,56	✓	
CA05	069	2,24	2,26		2,25	2,25	0,018	0,55	✓	
CA11	070	2,10	2,40		2,30	2,25	0,212	0,67	✓	
CA01	071	2,19	2,20		2,20	2,20	0,007	-1,79	✓	
CA17	071				1,10				X	
CA05	073	2,12	2,02		2,07	2,07	0,071	-7,38	✓	
CA04	074	2,40	2,30		2,35	2,35	0,071	5,14	✓	
CA04	075	2,07	2,12		2,10	2,10	0,035	-6,27	✓	
CA16	077	3,43	2,61		3,02	3,02	0,579	35,09	✓	
CA03	078	2,14	2,01		2,08	2,08	0,090	-7,01	✓	

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis A. Estudio pre-estadístico****Apartado A.3. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}} \%$	¿Pasa A?	Observaciones
CA08	079	2,22	2,22		2,22	2,22	0,000	-0,68	✓	
CA08	080	2,37	2,36		2,37	2,37	0,007	5,81	✓	
CA02	081	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	7,38	✓	
CA01	082	2,00	2,10		2,05	2,05	0,071	-8,28	✓	
CA17	082	2,18	2,16		2,17	2,17	0,014	-2,91	✓	
CA07	083	2,56	2,75		2,66	2,66	0,134	18,79	✓	
CA08	085	2,31	2,25		2,28	2,28	0,042	2,01	✓	
CA05	087	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	7,38	✓	
CA05	088	2,43	2,41		2,42	2,42	0,014	8,27	✓	
CA05	093	2,03	2,27		2,15	2,15	0,170	-3,81	✓	
CA11	096	1,90	1,80		1,85	1,85	0,071	-17,23	✓	
CA05	097	2,40			2,40	2,40		7,38	✗	
CA05	098	2,21	2,24		2,23	2,23	0,021	-0,45	✓	
CA01	099	2,20	2,13		2,16	2,17	0,049	-3,14	✓	
CA07	100	1,01	0,93		0,97	0,97	0,057	-56,60	✓	
CA16	102	1,79	1,81		1,80	1,80	0,014	-19,47	✓	
CA02	103	2,33	2,37		2,35	2,35	0,028	5,14	✓	
CA16	105	1,72	1,68		1,70	1,70	0,028	-23,94	✓	
CA16	106	2,70	2,80		2,80	2,75	0,071	23,04	✓	
CA16	109	0,18	0,17		0,18	0,18	0,007	-92,17	✓	Los datos no se corresponden con los resultados
CA16	110	1,71	1,53		1,62	1,62	0,129	-27,66	✓	
CA16	111	2,96	2,91		2,94	2,94	0,035	31,31	✓	
CA16	112	2,15			2,15	2,15		-3,81	✗	
CA08	114	2,38	2,41		2,40	2,40	0,021	7,15	✓	
CA16	115	2,71	2,64		2,68	2,68	0,049	19,68	✓	
CA16	116	1,31	1,99		1,65	1,65	0,481	-26,18	✓	
CA16	118	2,39	2,24		2,32	2,32	0,106	3,57	✓	
CA16	119	2,00	2,30		2,20	2,15	0,212	-3,81	✓	
CA16	120	2,02	2,08		2,05	2,05	0,042	-8,28	✓	
CA16	121	2,80	2,60		2,70	2,70	0,141	20,80	✓	
CA04	123	2,30	2,25		2,28	2,28	0,036	1,90	✓	
CA16	125	1,77	1,73		1,75	1,75	0,025	-21,78	✓	
CA14	128	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	7,38	✓	
CA08	130	2,20	2,30		2,25	2,25	0,071	0,67	✓	
CA16	132	2,10	1,90		2,00	2,00	0,141	-10,52	✓	
CA07	136	2,30	2,30		2,30	2,30	0,000	2,90	✓	
CA04	137	2,01	2,01		2,01	2,01	0,000	-10,07	✓	
CA16	138	2,17	2,11		2,14	2,14	0,042	-4,25	✓	
CA16	141	2,48	1,91		2,20	2,20	0,403	-1,79	✓	
CA16	143	2,50	2,40		2,50	2,45	0,071	9,61	✓	

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}} \%$ " 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 (✗) 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**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}} \%$	¿Pasa A?	Observaciones
CA06	145	2,26	1,94			2,10	0,223	-5,93	✓	
CA12	147	2,12	2,13		2,12	2,12	0,013	-4,95	✓	
CA08	150	5,00	7,00		6,00	6,00	1,414	168,44	✓	
CA12	152	2,10	2,10		2,10	2,10	0,000	-6,04	✓	
CA11	154	1,87	1,96		1,92	1,92	0,064	-14,32	✓	
CA12	155	2,30	2,28		2,30	2,29	0,014	2,46	✓	
CA11	157	2,36	2,36		2,40	2,36	0,000	5,59	✓	
CA12	159	2,99	3,20		3,10	3,10	0,148	38,47	✓	
CA03	160	2,09	2,13		2,11	2,11	0,028	-5,60	✓	
CA12	164	2,24	2,39		2,28	2,32	0,110	3,64	✓	
CA11	165	1,00	1,00		1,00	1,00	0,000	-55,26	✓	
CA12	166	1,98	2,05		2,02	2,02	0,049	-9,85	✓	
CA12	167	1,82	2,02		1,92	1,92	0,141	-14,10	✓	
CA08	168	2,60	2,40		2,50	2,50	0,141	11,85	✓	
CA12	170	2,30	2,25		2,28	2,28	0,033	1,87	✓	
CA06	171	2,36	2,33		2,35	2,34	0,021	4,85	✓	
CA12	172	2,30	2,30		2,30	2,30	0,000	2,90	✓	
CA06	173	2,51	2,51		2,50	2,51	0,000	12,30	✓	
CA08	174	2,26	2,24		2,3	2,25	0,014	0,67	✓	
CA15	178	2,37	2,40		2,39	2,38	0,021	6,68	✓	
CA11	179	0,93	0,93		0,93	0,93	0,000	-58,57	✓	
CA06	182	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	7,38	✓	
CA15	184	4,85	5,26		5,10	5,06	0,290	126,16	✓	
CA11	185	2,30	2,30		2,30	2,30	0,000	2,90	✓	
CA11	186	2,12	2,12		2,12	2,12	0,001	-5,28	✓	
CA15	192	2,50	2,60		2,55	2,55	0,071	14,09	✓	
CA15	194	2,22	2,23		2,23	2,23	0,007	-0,45	✓	
CA06	195	2,27	2,19		2,23	2,23	0,054	-0,38	✓	
CA15	196	2,71	2,70		2,71	2,71	0,008	21,09	✓	
CA14	201	2,13	1,98		2,06	2,06	0,106	-8,06	✓	
CA15	202	2,24	2,16		2,20	2,20	0,053	-1,64	✓	
CA15	203	1,69	1,91		1,80	1,80	0,152	-19,40	✓	
CA14	204	2,30	2,50		2,40	2,40	0,141	7,38	✓	
CA15	205	2,10	2,00		2,00	2,05	0,071	-8,28	✓	
CA15	207	2,51	2,50		2,50	2,51	0,007	12,08	✓	
CA15	208	2,60	2,90		2,75	2,75	0,212	23,04	✓	
CA15	209	2,45	2,55		2,50	2,50	0,074	11,76	✓	
CA15	210	2,75	2,74		2,74	2,75	0,007	22,81	✓	
CA15	212	1,90	1,81		1,86	1,86	0,064	-16,87	✓	
CA13	215	2,25	2,23		2,24	2,24	0,014	0,22	✓	

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}} \%$ " 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]

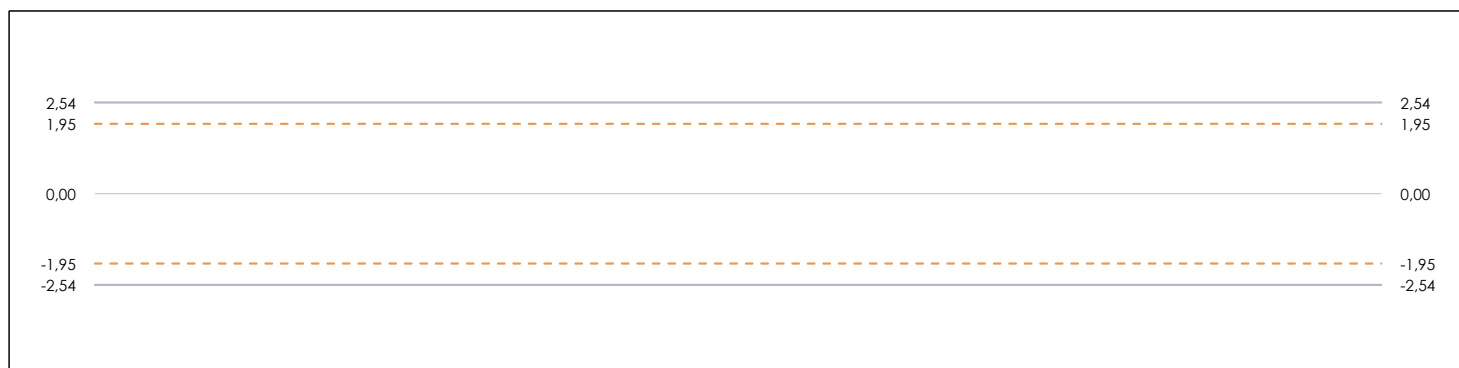
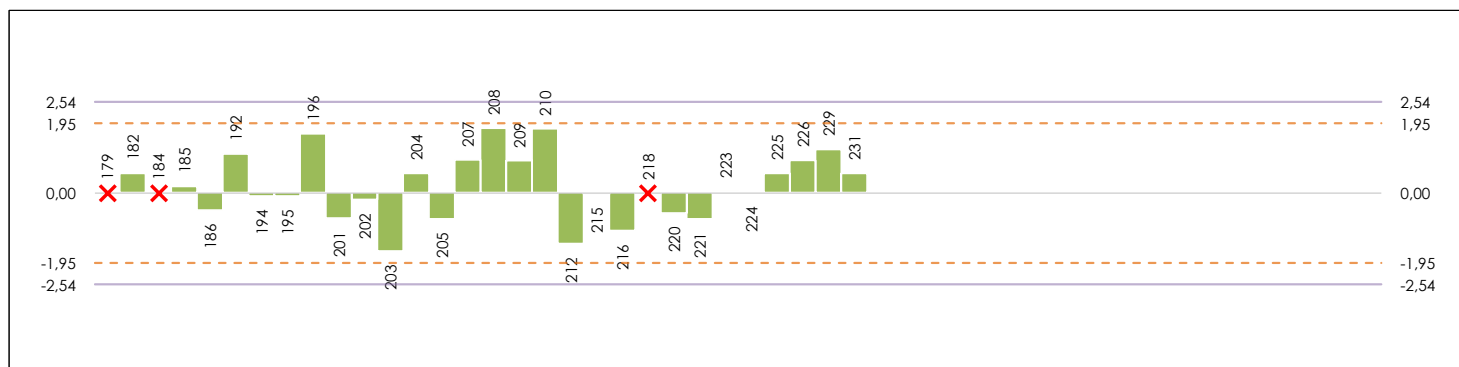
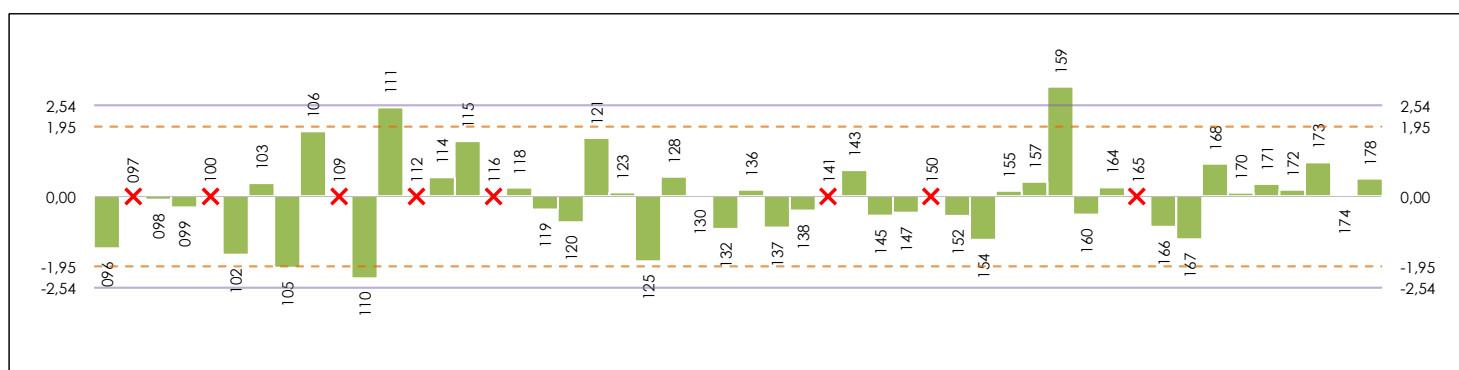
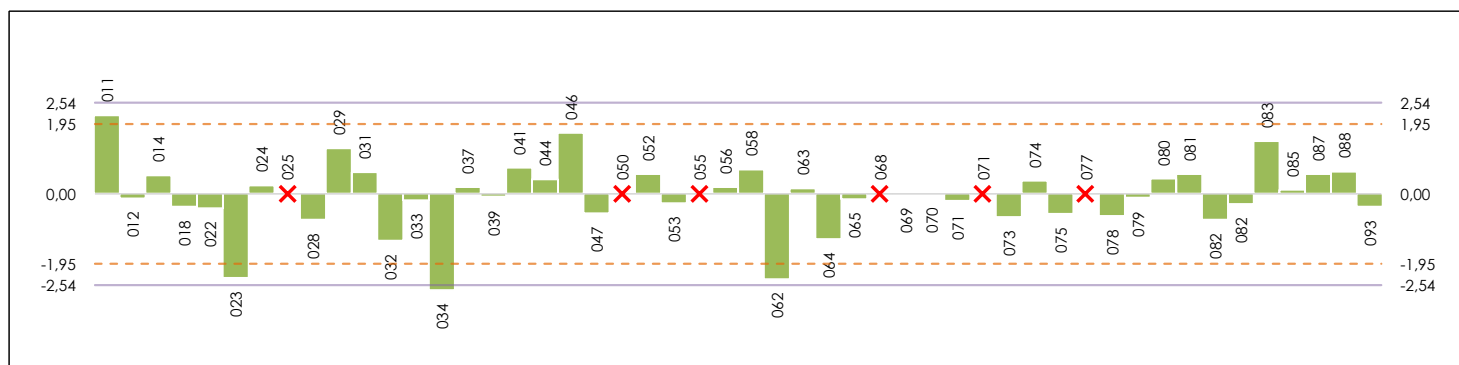
[no coinciden]





**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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

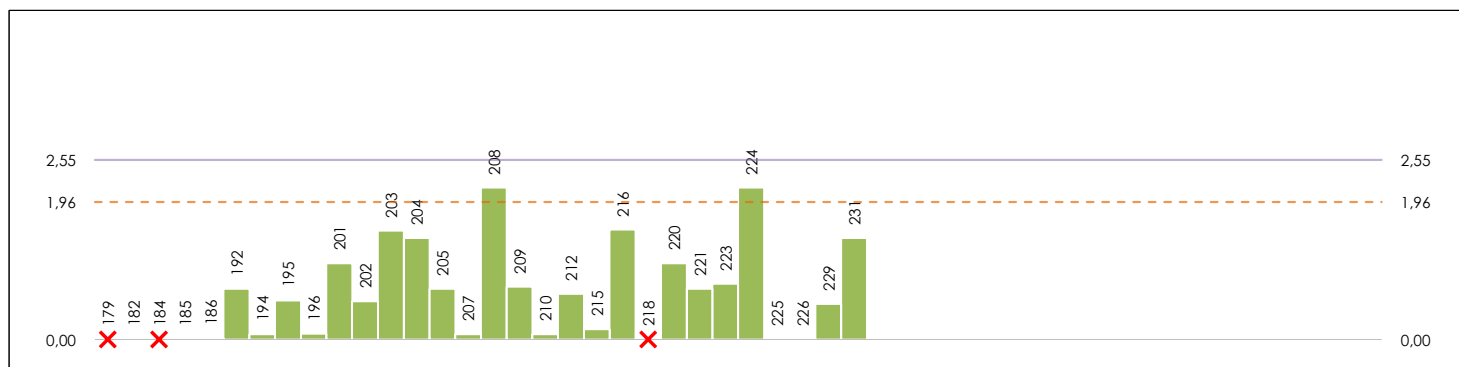
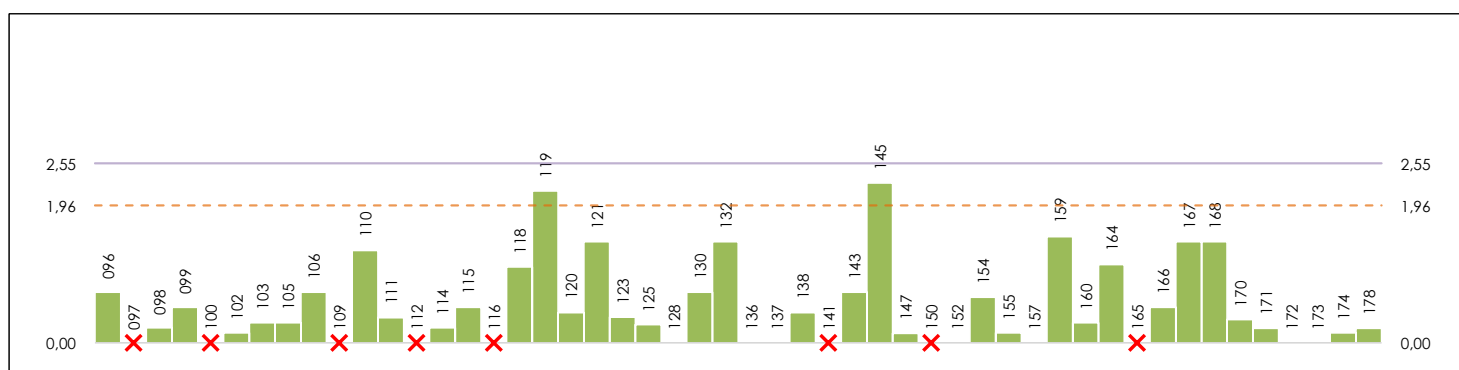
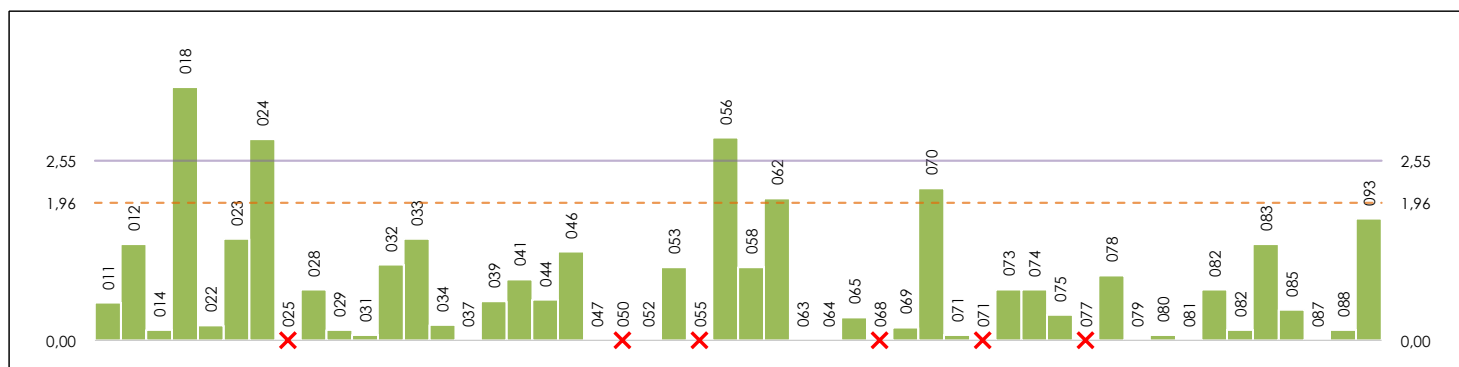
**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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 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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs****Apartado B.3. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}}\%$	$h_i$	$k_i$	$C_i$	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	¿Pasa B?
CA09	011	2,818	2,892		2,855	2,855	0,052	26,78	2,15*	0,53	0,115					✓
CA10	012	2,120	2,310		2,215	2,215	0,134	-1,64	-0,13	1,37						✓
CA05	014	2,400	2,380		2,390	2,390	0,014	6,13	0,49	0,14						✓
CA09	018	1,900	2,400		2,150	2,150	0,354	-4,53	-0,36	3,60**	0,115					✓
CA03	022	2,152	2,123		2,138	2,138	0,020	-5,06	-0,41	0,21						✓
CA10	023	1,700	1,500		1,600	1,600	0,141	-28,95	-2,33*	1,44	0,115					✓
CA10	024	2,512	2,115		2,314	2,314	0,281	2,73	0,22	2,86**	0,115					✓
CA09	025	1,361			1,361	1,361	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA02	028	2,100	2,000		2,100	2,050	0,071	-8,97	-0,72	0,72						✓
CA04	029	2,610	2,590		2,600	2,600	0,014	15,46	1,24	0,14						✓
CA10	031	2,410	2,420		2,415	2,415	0,007	7,24	0,58	0,07						✓
CA10	032	1,813	1,962		1,888	1,888	0,105	-16,18	-1,30	1,07						✓
CA17	033	2,300	2,100		2,200	2,200	0,141	-2,31	-0,19	1,44						✓
CA03	034	1,490	1,520		1,505	1,505	0,021	-33,17	-2,67**	0,22	0,115	2,665		0,8847		✓
CA08	037	2,300	2,300		2,300	2,300	0,000	2,13	0,17	0,00						✓
CA17	039	2,190	2,267		2,229	2,229	0,054	-1,04	-0,08	0,55						✓
CA04	041	2,390	2,510		2,450	2,450	0,085	8,80	0,71	0,86						✓
CA03	044	2,400	2,320		2,360	2,360	0,057	4,80	0,39	0,58						✓
CA02	046	2,806	2,631		2,720	2,719	0,124	20,72	1,66	1,26						✓
CA02	047	2,100	2,100		2,100	2,100	0,000	-6,75	-0,54	0,00						✓
CA11	050	1,360			1,360	1,360	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA08	052	2,400	2,400		2,400	2,400	0,000	6,58	0,53	0,00						✓
CA16	053	2,105	2,249		2,177	2,177	0,102	-3,33	-0,27	1,04						✓
CA02	055	2,647	1,870		2,260	2,259	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA16	056	2,500	2,100		2,300	2,300	0,283	2,13	0,17	2,88**	0,115					✓
CA16	058	2,364	2,508		2,400	2,436	0,102	8,17	0,66	1,04						✓
CA02	062	1,730	1,450		1,590	1,590	0,198	-29,39	-2,36*	2,02*	0,115			0,8847		✓
CA05	063	2,290	2,290		2,290	2,290	0,000	1,69	0,14	0,00						✓
CA03	064	1,900	1,900		1,900	1,900	0,000	-15,63	-1,26	0,00						✓
CA03	065	2,230	2,185		2,210	2,208	0,032	-1,97	-0,16	0,32						✓
CA03	068	1,210	1,000		1,100	1,105	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA05	069	2,235	2,260		2,248	2,248	0,018	-0,20	-0,02	0,18						✓
CA11	070	2,100	2,400		2,300	2,250	0,212	-0,09	-0,01	2,16*	0,115					✓
CA01	071	2,190	2,200		2,195	2,195	0,007	-2,53	-0,20	0,07						✓
CA17	071				1,100		---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA05	073	2,120	2,020		2,070	2,070	0,071	-8,07	-0,65	0,72						✓
CA04	074	2,400	2,300		2,350	2,350	0,071	4,35	0,35	0,72						✓
CA04	075	2,070	2,120		2,100	2,095	0,035	-6,97	-0,56	0,36						✓
CA16	077	3,429	2,610		3,019	3,019	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA03	078	2,142	2,015		2,078	2,078	0,090	-7,71	-0,62	0,92						✓

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>03</sup> " $h_i$  y  $k_i$ ", " $C_i$ ", " $G_{\text{Sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs****Apartado B.3. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}} \%$	$h_i$	$k_i$	$C_i$	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	¿Pasa B?
CA08	079	2,220	2,220		2,220	2,220	0,000	-1,42	-0,11	0,00						✓
CA08	080	2,370	2,360		2,365	2,365	0,007	5,02	0,40	0,07						✓
CA02	081	2,400	2,400		2,400	2,400	0,000	6,58	0,53	0,00						✓
CA01	082	2,000	2,100		2,050	2,050	0,071	-8,97	-0,72	0,72						✓
CA17	082	2,180	2,160		2,170	2,170	0,014	-3,64	-0,29	0,14						✓
CA07	083	2,560	2,750		2,660	2,655	0,134	17,90	1,44	1,37						✓
CA08	085	2,310	2,250		2,280	2,280	0,042	1,25	0,10	0,43						✓
CA05	087	2,400	2,400		2,400	2,400	0,000	6,58	0,53	0,00						✓
CA05	088	2,430	2,410		2,420	2,420	0,014	7,46	0,60	0,14						✓
CA05	093	2,030	2,270		2,150	2,150	0,170	-4,53	-0,36	1,73						✓
CA11	096	1,900	1,800		1,850	1,850	0,071	-17,85	-1,43	0,72						✓
CA05	097	2,400			2,400	2,400	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA05	098	2,210	2,240		2,225	2,225	0,021	-1,20	-0,10	0,22						✓
CA01	099	2,200	2,130		2,160	2,165	0,049	-3,86	-0,31	0,50						✓
CA07	100	1,010	0,930		0,970	0,970	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA16	102	1,790	1,810		1,800	1,800	0,014	-20,07	-1,61	0,14						✓
CA02	103	2,330	2,370		2,350	2,350	0,028	4,35	0,35	0,29						✓
CA16	105	1,720	1,680		1,700	1,700	0,028	-24,51	-1,97*	0,29	0,115					✓
CA16	106	2,700	2,800		2,800	2,750	0,071	22,12	1,78	0,72						✓
CA16	109	0,180	0,170		0,180	0,175	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA16	110	1,708	1,526		1,620	1,617	0,129	-28,20	-2,27*	1,32	0,115					✓
CA16	111	2,960	2,910		2,940	2,935	0,035	30,33	2,44*	0,36	0,115				0,8638	✓
CA16	112	2,150			2,150	2,150	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA08	114	2,380	2,410		2,395	2,395	0,021	6,35	0,51	0,22						✓
CA16	115	2,710	2,640		2,680	2,675	0,049	18,79	1,51	0,50						✓
CA16	116	1,310	1,990		1,650	1,650	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA16	118	2,390	2,240		2,315	2,315	0,106	2,80	0,23	1,08						✓
CA16	119	2,000	2,300		2,200	2,150	0,212	-4,53	-0,36	2,16*	0,115					✓
CA16	120	2,020	2,080		2,050	2,050	0,042	-8,97	-0,72	0,43						✓
CA16	121	2,800	2,600		2,700	2,700	0,141	19,90	1,60	1,44						✓
CA04	123	2,303	2,252		2,278	2,278	0,036	1,14	0,09	0,37						✓
CA16	125	1,766	1,730		1,748	1,748	0,025	-22,36	-1,80	0,26						✓
CA14	128	2,400	2,400		2,400	2,400	0,000	6,58	0,53	0,00						✓
CA08	130	2,200	2,300		2,250	2,250	0,071	-0,09	-0,01	0,72						✓
CA16	132	2,100	1,900		2,000	2,000	0,141	-11,19	-0,90	1,44						✓
CA07	136	2,300	2,300		2,300	2,300	0,000	2,13	0,17	0,00						✓
CA04	137	2,010	2,010		2,010	2,010	0,000	-10,74	-0,86	0,00						✓
CA16	138	2,170	2,110		2,140	2,140	0,042	-4,97	-0,40	0,43						✓
CA16	141	2,480	1,910		2,195	2,195	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA16	143	2,500	2,400		2,500	2,450	0,071	8,80	0,71	0,72						✓

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>03</sup> " $h_i$  y  $k_i$ ", " $C_i$ ", " $G_{\text{Sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs****Apartado B.3. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}} \%$	$h_i$	$k_i$	$C_i$	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	¿Pasa B?
CA06	145	2,260	1,945			2,102	0,223	-6,64	-0,53	2,27*	0,115					✓
CA12	147	2,115	2,134		2,125	2,125	0,013	-5,66	-0,45	0,14						✓
CA08	150	5,000	7,000		6,000	6,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA12	152	2,100	2,100		2,100	2,100	0,000	-6,75	-0,54	0,00						✓
CA11	154	1,870	1,960		1,920	1,915	0,064	-14,96	-1,20	0,65						✓
CA12	155	2,300	2,280		2,300	2,290	0,014	1,69	0,14	0,14						✓
CA11	157	2,360	2,360		2,400	2,360	0,000	4,80	0,39	0,00						✓
CA12	159	2,990	3,200		3,100	3,095	0,148	37,44	3,01**	1,51	0,115		3,008		0,8638	✓
CA03	160	2,090	2,130		2,110	2,110	0,028	-6,30	-0,51	0,29						✓
CA12	164	2,239	2,394		2,281	2,317	0,110	2,87	0,23	1,12						✓
CA11	165	1,000	1,000		1,000	1,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA12	166	1,980	2,050		2,020	2,015	0,049	-10,52	-0,85	0,50						✓
CA12	167	1,820	2,020		1,920	1,920	0,141	-14,74	-1,18	1,44						✓
CA08	168	2,600	2,400		2,500	2,500	0,141	11,02	0,89	1,44						✓
CA12	170	2,300	2,254		2,275	2,277	0,033	1,11	0,09	0,33						✓
CA06	171	2,358	2,329		2,345	2,344	0,021	4,07	0,33	0,21						✓
CA12	172	2,300	2,300		2,300	2,300	0,000	2,13	0,17	0,00						✓
CA06	173	2,510	2,510		2,500	2,510	0,000	11,46	0,92	0,00						✓
CA08	174	2,260	2,240		2,3	2,250	0,014	-0,09	-0,01	0,14						✓
CA15	178	2,370	2,399		2,385	2,385	0,021	5,89	0,47	0,21						✓
CA11	179	0,926	0,926		0,926	0,926	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA06	182	2,400	2,400		2,400	2,400	0,000	6,58	0,53	0,00						✓
CA15	184	4,850	5,260		5,100	5,055	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA11	185	2,300	2,300		2,300	2,300	0,000	2,13	0,17	0,00						✓
CA11	186	2,116	2,118		2,120	2,117	0,001	-5,99	-0,48	0,01						✓
CA15	192	2,500	2,600		2,550	2,550	0,071	13,24	1,06	0,72						✓
CA15	194	2,220	2,230		2,230	2,225	0,007	-1,20	-0,10	0,07						✓
CA06	195	2,265	2,188		2,226	2,227	0,054	-1,13	-0,09	0,55						✓
CA15	196	2,712	2,701		2,706	2,707	0,008	20,19	1,62	0,08						✓
CA14	201	2,130	1,980		2,060	2,055	0,106	-8,74	-0,70	1,08						✓
CA15	202	2,236	2,161		2,199	2,199	0,053	-2,37	-0,19	0,54						✓
CA15	203	1,694	1,909		1,800	1,802	0,152	-20,00	-1,61	1,55						✓
CA14	204	2,300	2,500		2,400	2,400	0,141	6,58	0,53	1,44						✓
CA15	205	2,100	2,000		2,000	2,050	0,071	-8,97	-0,72	0,72						✓
CA15	207	2,510	2,500		2,500	2,505	0,007	11,24	0,90	0,07						✓
CA15	208	2,600	2,900		2,750	2,750	0,212	22,12	1,78	2,16*	0,115					✓
CA15	209	2,446	2,550		2,500	2,498	0,074	10,93	0,88	0,75						✓
CA15	210	2,750	2,740		2,744	2,745	0,007	21,90	1,76	0,07						✓
CA15	212	1,903	1,813		1,858	1,858	0,064	-17,49	-1,41	0,65						✓
CA13	215	2,250	2,230		2,240	2,240	0,014	-0,53	-0,04	0,14						✓

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>03</sup> " $h_i$  y  $k_i$ ", " $C_i$ ", " $G_{\text{Sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs****Apartado B.3. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}} \%$	$h_i$	$k_i$	$C_i$	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	¿Pasa B?
CA15	216	1,850	2,067		1,957	1,959	0,153	-13,03	-1,05	1,56						✓
CA13	218						---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA13	220	2,020	2,170		2,090	2,095	0,106	-6,97	-0,56	1,08						✓
CA13	221	2,000	2,100		2,050	2,050	0,071	-8,97	-0,72	0,72						✓
CA15	223	2,320	2,210		2,300	2,265	0,078	0,58	0,05	0,79						✓
CA13	224	2,400	2,100		2,300	2,250	0,212	-0,09	-0,01	2,16*	0,115					✓
CA13	225	2,400	2,400		2,400	2,400	0,000	6,58	0,53	0,00						✓
CA13	226	2,500	2,500		2,500	2,500	0,000	11,02	0,89	0,00						✓
CA13	229	2,550	2,620		2,585	2,585	0,049	14,79	1,19	0,50						✓
CA13	231	2,300	2,500		2,400	2,400	0,141	6,58	0,53	1,44						✓

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>03</sup> " $h_i$  y  $k_i$ ", " $C_i$ ", " $G_{\text{Sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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]

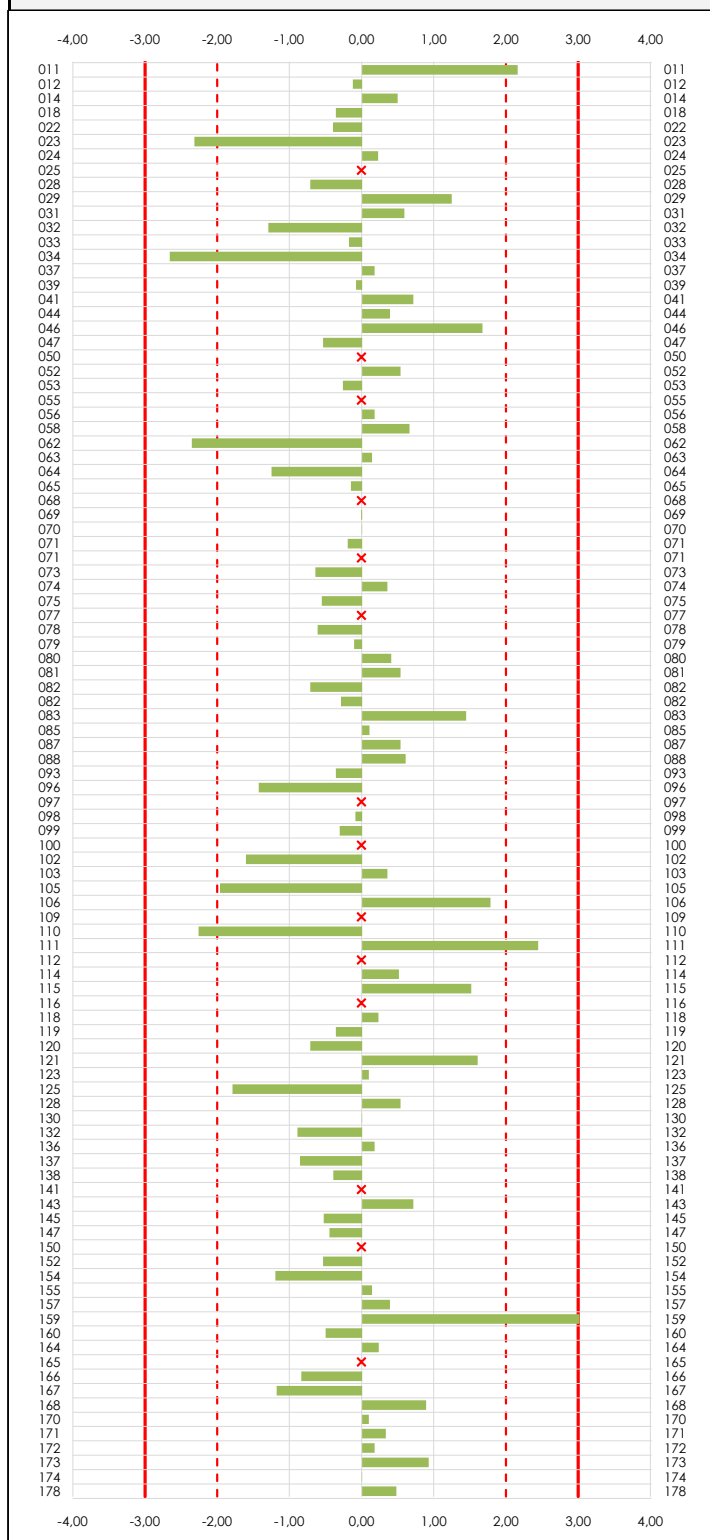
[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis C. Evaluación Z-Score****Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score**

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "coef.absorción.aridos" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "coef.absorción.aridos" (--- ; eje X)

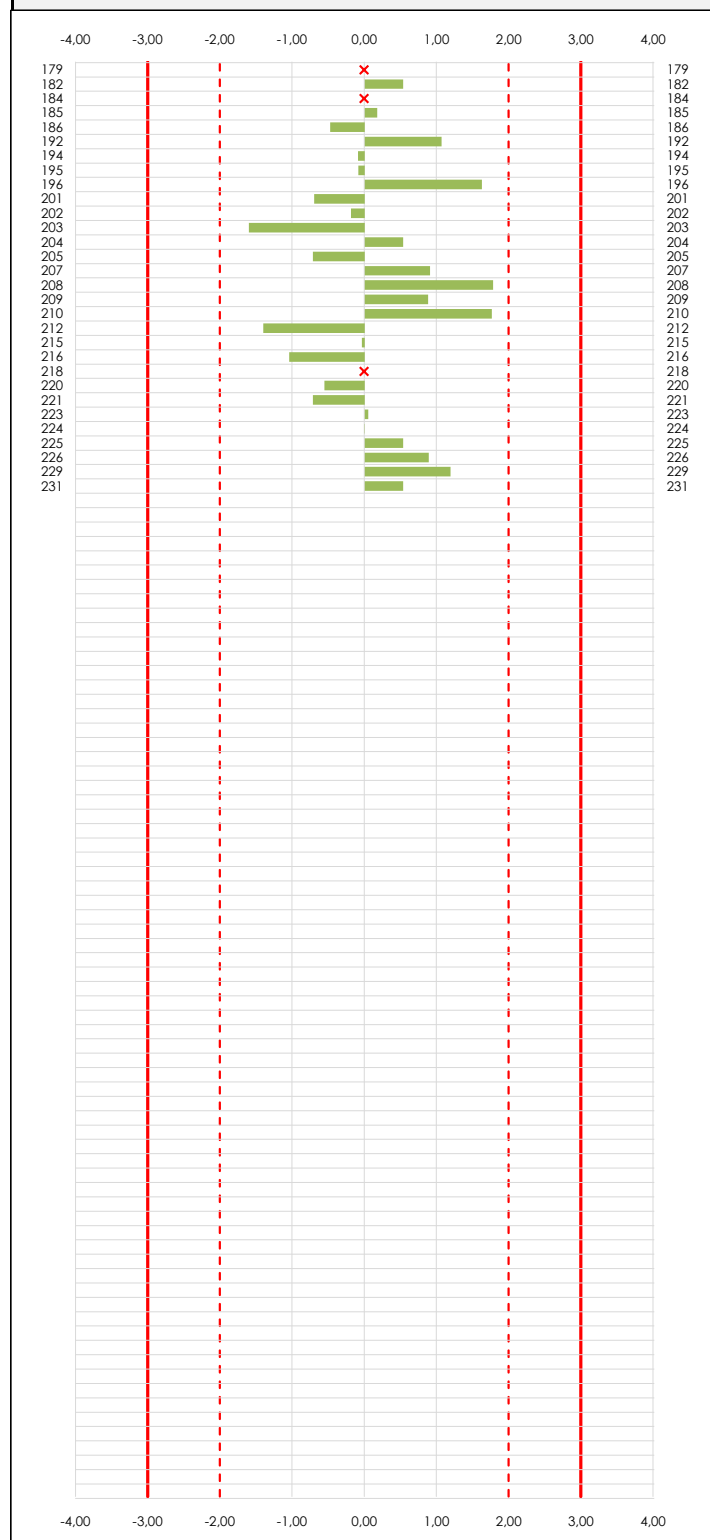
**ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE**

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.



**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis C. Evaluación Z-Score****Apartado C.2. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	$\hat{\alpha}\text{Pasa A?}$	$\hat{\alpha}\text{Pasa B?}$	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CA09	011	2,82	2,89		2,86	2,86	0,052	26,78	✓	✓	✓			2,152	D
CA10	012	2,12	2,31		2,22	2,22	0,134	-1,64	✓	✓	✓			-0,132	S
CA05	014	2,40	2,38		2,39	2,39	0,014	6,13	✓	✓	✓			0,493	S
CA09	018	1,90	2,40		2,15	2,15	0,354	-4,53	✓	✓	✓			-0,364	S
CA03	022	2,15	2,12		2,14	2,14	0,020	-5,06	✓	✓	✓			-0,407	S
CA10	023	1,70	1,50		1,60	1,60	0,141	-28,95	✓	✓	✓			-2,326	D
CA10	024	2,51	2,12		2,31	2,31	0,281	2,73	✓	✓	✓			0,220	S
CA09	025	1,36			1,36	1,36	---	---	X	X	X	SD		---	---
CA02	028	2,10	2,00		2,10	2,05	0,071	-8,97	✓	✓	✓			-0,721	S
CA04	029	2,61	2,59		2,60	2,60	0,014	15,46	✓	✓	✓			1,242	S
CA10	031	2,41	2,42		2,42	2,42	0,007	7,24	✓	✓	✓			0,582	S
CA10	032	1,81	1,96		1,89	1,89	0,105	-16,18	✓	✓	✓			-1,300	S
CA17	033	2,30	2,10		2,20	2,20	0,141	-2,31	✓	✓	✓			-0,185	S
CA03	034	1,49	1,52		1,51	1,51	0,021	-33,17	✓	✓	✓			-2,665	D
CA08	037	2,30	2,30		2,30	2,30	0,000	2,13	✓	✓	✓			0,172	S
CA17	039	2,19	2,27		2,23	2,23	0,054	-1,04	✓	✓	✓			-0,084	S
CA04	041	2,39	2,51		2,45	2,45	0,085	8,80	✓	✓	✓			0,707	S
CA03	044	2,40	2,32		2,36	2,36	0,057	4,80	✓	✓	✓			0,386	S
CA02	046	2,81	2,63		2,72	2,72	0,124	20,72	✓	✓	✓			1,665	S
CA02	047	2,10	2,10		2,10	2,10	0,000	-6,75	✓	✓	✓			-0,542	S
CA11	050	1,36			1,36	1,36	---	---	X	X	X	SD		---	---
CA08	052	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	6,58	✓	✓	✓			0,528	S
CA16	053	2,11	2,25		2,18	2,18	0,102	-3,33	✓	✓	✓			-0,267	S
CA02	055	2,65	1,87		2,26	2,26	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
CA16	056	2,50	2,10		2,30	2,30	0,283	2,13	✓	✓	✓			0,172	S
CA16	058	2,36	2,51		2,40	2,44	0,102	8,17	✓	✓	✓			0,657	S
CA02	062	1,73	1,45		1,59	1,59	0,198	-29,39	✓	✓	✓			-2,362	D
CA05	063	2,29	2,29		2,29	2,29	0,000	1,69	✓	✓	✓			0,136	S
CA03	064	1,90	1,90		1,90	1,90	0,000	-15,63	✓	✓	✓			-1,256	S
CA03	065	2,23	2,19		2,21	2,21	0,032	-1,97	✓	✓	✓			-0,159	S
CA03	068	1,21	1,00		1,10	1,11	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
CA05	069	2,24	2,26		2,25	2,25	0,018	-0,20	✓	✓	✓			-0,016	S
CA11	070	2,10	2,40		2,30	2,25	0,212	-0,09	✓	✓	✓			-0,007	S
CA01	071	2,19	2,20		2,20	2,20	0,007	-2,53	✓	✓	✓			-0,203	S
CA17	071				1,10		---	---	X	X	X	SD		---	---
CA05	073	2,12	2,02		2,07	2,07	0,071	-8,07	✓	✓	✓			-0,649	S
CA04	074	2,40	2,30		2,35	2,35	0,071	4,35	✓	✓	✓			0,350	S
CA04	075	2,07	2,12		2,10	2,10	0,035	-6,97	✓	✓	✓			-0,560	S
CA16	077	3,43	2,61		3,02	3,02	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
CA03	078	2,14	2,01		2,08	2,08	0,090	-7,71	✓	✓	✓			-0,619	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

**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)**
**Análisis C. Evaluación Z-Score**
**Apartado C.2. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}}\%$	$\hat{\alpha}\text{Pasa A?}$	$\hat{\alpha}\text{Pasa B?}$	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CA08	079	2,22	2,22		2,22	2,22	0,000	-1,42	✓	✓	✓			-0,114	S
CA08	080	2,37	2,36		2,37	2,37	0,007	5,02	✓	✓	✓			0,403	S
CA02	081	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	6,58	✓	✓	✓			0,528	S
CA01	082	2,00	2,10		2,05	2,05	0,071	-8,97	✓	✓	✓			-0,721	S
CA17	082	2,18	2,16		2,17	2,17	0,014	-3,64	✓	✓	✓			-0,292	S
CA07	083	2,56	2,75		2,66	2,66	0,134	17,90	✓	✓	✓			1,438	S
CA08	085	2,31	2,25		2,28	2,28	0,042	1,25	✓	✓	✓			0,100	S
CA05	087	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	6,58	✓	✓	✓			0,528	S
CA05	088	2,43	2,41		2,42	2,42	0,014	7,46	✓	✓	✓			0,600	S
CA05	093	2,03	2,27		2,15	2,15	0,170	-4,53	✓	✓	✓			-0,364	S
CA11	096	1,90	1,80		1,85	1,85	0,071	-17,85	✓	✓	✓			-1,434	S
CA05	097	2,40			2,40	2,40	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
CA05	098	2,21	2,24		2,23	2,23	0,021	-1,20	✓	✓	✓			-0,096	S
CA01	099	2,20	2,13		2,16	2,17	0,049	-3,86	✓	✓	✓			-0,310	S
CA07	100	1,01	0,93		0,97	0,97	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
CA16	102	1,79	1,81		1,80	1,80	0,014	-20,07	✓	✓	✓			-1,613	S
CA02	103	2,33	2,37		2,35	2,35	0,028	4,35	✓	✓	✓			0,350	S
CA16	105	1,72	1,68		1,70	1,70	0,028	-24,51	✓	✓	✓			-1,969	S
CA16	106	2,70	2,80		2,80	2,75	0,071	22,12	✓	✓	✓			1,777	S
CA16	109	0,18	0,17		0,18	0,18	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
CA16	110	1,71	1,53		1,62	1,62	0,129	-28,20	✓	✓	✓			-2,266	D
CA16	111	2,96	2,91		2,94	2,94	0,035	30,33	✓	✓	✓			2,437	D
CA16	112	2,15			2,15	2,15	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
CA08	114	2,38	2,41		2,40	2,40	0,021	6,35	✓	✓	✓			0,511	S
CA16	115	2,71	2,64		2,68	2,68	0,049	18,79	✓	✓	✓			1,510	S
CA16	116	1,31	1,99		1,65	1,65	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
CA16	118	2,39	2,24		2,32	2,32	0,106	2,80	✓	✓	✓			0,225	S
CA16	119	2,00	2,30		2,20	2,15	0,212	-4,53	✓	✓	✓			-0,364	S
CA16	120	2,02	2,08		2,05	2,05	0,042	-8,97	✓	✓	✓			-0,721	S
CA16	121	2,80	2,60		2,70	2,70	0,141	19,90	✓	✓	✓			1,599	S
CA04	123	2,30	2,25		2,28	2,28	0,036	1,14	✓	✓	✓			0,091	S
CA16	125	1,77	1,73		1,75	1,75	0,025	-22,36	✓	✓	✓			-1,797	S
CA14	128	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	6,58	✓	✓	✓			0,528	S
CA08	130	2,20	2,30		2,25	2,25	0,071	-0,09	✓	✓	✓			-0,007	S
CA16	132	2,10	1,90		2,00	2,00	0,141	-11,19	✓	✓	✓			-0,899	S
CA07	136	2,30	2,30		2,30	2,30	0,000	2,13	✓	✓	✓			0,172	S
CA04	137	2,01	2,01		2,01	2,01	0,000	-10,74	✓	✓	✓			-0,863	S
CA16	138	2,17	2,11		2,14	2,14	0,042	-4,97	✓	✓	✓			-0,399	S
CA16	141	2,48	1,91		2,20	2,20	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
CA16	143	2,50	2,40		2,50	2,45	0,071	8,80	✓	✓	✓			0,707	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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Análisis C. Evaluación Z-Score**

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	$\hat{\alpha}\text{Pasa A?}$	$\hat{\alpha}\text{Pasa B?}$	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CA06	145	2,26	1,94			2,10	0,223	-6,64	✓	✓	✓			-0,533	S
CA12	147	2,12	2,13		2,12	2,12	0,013	-5,66	✓	✓	✓			-0,455	S
CA08	150	5,00	7,00		6,00	6,00	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
CA12	152	2,10	2,10		2,10	2,10	0,000	-6,75	✓	✓	✓			-0,542	S
CA11	154	1,87	1,96		1,92	1,92	0,064	-14,96	✓	✓	✓			-1,202	S
CA12	155	2,30	2,28		2,30	2,29	0,014	1,69	✓	✓	✓			0,136	S
CA11	157	2,36	2,36		2,40	2,36	0,000	4,80	✓	✓	✓			0,386	S
CA12	159	2,99	3,20		3,10	3,10	0,148	37,44	✓	✓	✓			3,008	I
CA03	160	2,09	2,13		2,11	2,11	0,028	-6,30	✓	✓	✓			-0,506	S
CA12	164	2,24	2,39		2,28	2,32	0,110	2,87	✓	✓	✓			0,230	S
CA11	165	1,00	1,00		1,00	1,00	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
CA12	166	1,98	2,05		2,02	2,02	0,049	-10,52	✓	✓	✓			-0,845	S
CA12	167	1,82	2,02		1,92	1,92	0,141	-14,74	✓	✓	✓			-1,184	S
CA08	168	2,60	2,40		2,50	2,50	0,141	11,02	✓	✓	✓			0,885	S
CA12	170	2,30	2,25		2,28	2,28	0,033	1,11	✓	✓	✓			0,089	S
CA06	171	2,36	2,33		2,35	2,34	0,021	4,07	✓	✓	✓			0,327	S
CA12	172	2,30	2,30		2,30	2,30	0,000	2,13	✓	✓	✓			0,172	S
CA06	173	2,51	2,51		2,50	2,51	0,000	11,46	✓	✓	✓			0,921	S
CA08	174	2,26	2,24		2,3	2,25	0,014	-0,09	✓	✓	✓			-0,007	S
CA15	178	2,37	2,40		2,39	2,38	0,021	5,89	✓	✓	✓			0,473	S
CA11	179	0,93	0,93		0,93	0,93	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
CA06	182	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	6,58	✓	✓	✓			0,528	S
CA15	184	4,85	5,26		5,10	5,06	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
CA11	185	2,30	2,30		2,30	2,30	0,000	2,13	✓	✓	✓			0,172	S
CA11	186	2,12	2,12		2,12	2,12	0,001	-5,99	✓	✓	✓			-0,481	S
CA15	192	2,50	2,60		2,55	2,55	0,071	13,24	✓	✓	✓			1,064	S
CA15	194	2,22	2,23		2,23	2,23	0,007	-1,20	✓	✓	✓			-0,096	S
CA06	195	2,27	2,19		2,23	2,23	0,054	-1,13	✓	✓	✓			-0,091	S
CA15	196	2,71	2,70		2,71	2,71	0,008	20,19	✓	✓	✓			1,622	S
CA14	201	2,13	1,98		2,06	2,06	0,106	-8,74	✓	✓	✓			-0,703	S
CA15	202	2,24	2,16		2,20	2,20	0,053	-2,37	✓	✓	✓			-0,191	S
CA15	203	1,69	1,91		1,80	1,80	0,152	-20,00	✓	✓	✓			-1,607	S
CA14	204	2,30	2,50		2,40	2,40	0,141	6,58	✓	✓	✓			0,528	S
CA15	205	2,10	2,00		2,00	2,05	0,071	-8,97	✓	✓	✓			-0,721	S
CA15	207	2,51	2,50		2,50	2,51	0,007	11,24	✓	✓	✓			0,903	S
CA15	208	2,60	2,90		2,75	2,75	0,212	22,12	✓	✓	✓			1,777	S
CA15	209	2,45	2,55		2,50	2,50	0,074	10,93	✓	✓	✓			0,878	S
CA15	210	2,75	2,74		2,74	2,75	0,007	21,90	✓	✓	✓			1,759	S
CA15	212	1,90	1,81		1,86	1,86	0,064	-17,49	✓	✓	✓			-1,406	S
CA13	215	2,25	2,23		2,24	2,24	0,014	-0,53	✓	✓	✓			-0,043	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**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****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
CA15	216	1,85	2,07		1,96	1,96	0,153	-13,03	✓	✓	✓			-1,047	S
CA13	218						---	---	X	X	X	SD		---	---
CA13	220	2,02	2,17		2,09	2,10	0,106	-6,97	✓	✓	✓			-0,560	S
CA13	221	2,00	2,10		2,05	2,05	0,071	-8,97	✓	✓	✓			-0,721	S
CA15	223	2,32	2,21		2,30	2,27	0,078	0,58	✓	✓	✓			0,047	S
CA13	224	2,40	2,10		2,30	2,25	0,212	-0,09	✓	✓	✓			-0,007	S
CA13	225	2,40	2,40		2,40	2,40	0,000	6,58	✓	✓	✓			0,528	S
CA13	226	2,50	2,50		2,50	2,50	0,000	11,02	✓	✓	✓			0,885	S
CA13	229	2,55	2,62		2,59	2,59	0,049	14,79	✓	✓	✓			1,189	S
CA13	231	2,30	2,50		2,40	2,40	0,141	6,58	✓	✓	✓			0,528	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.

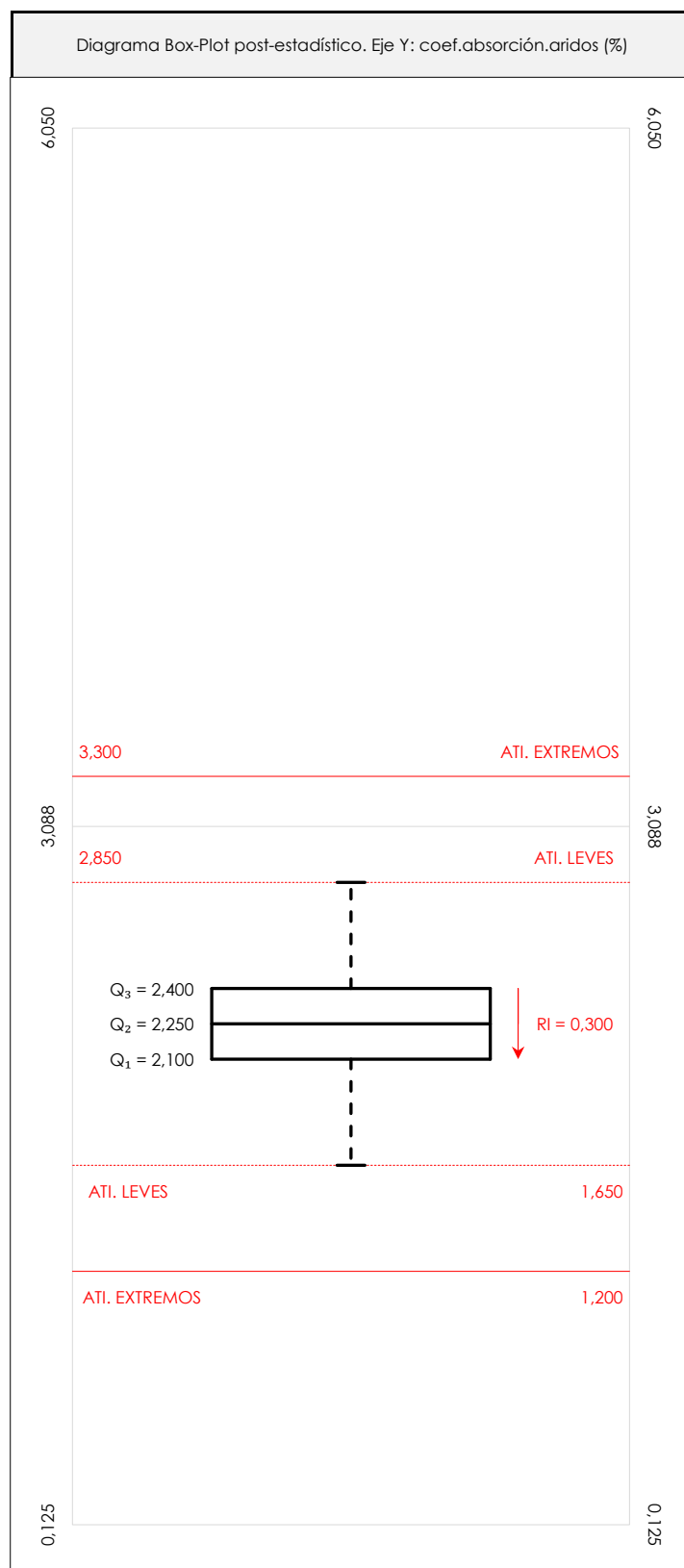
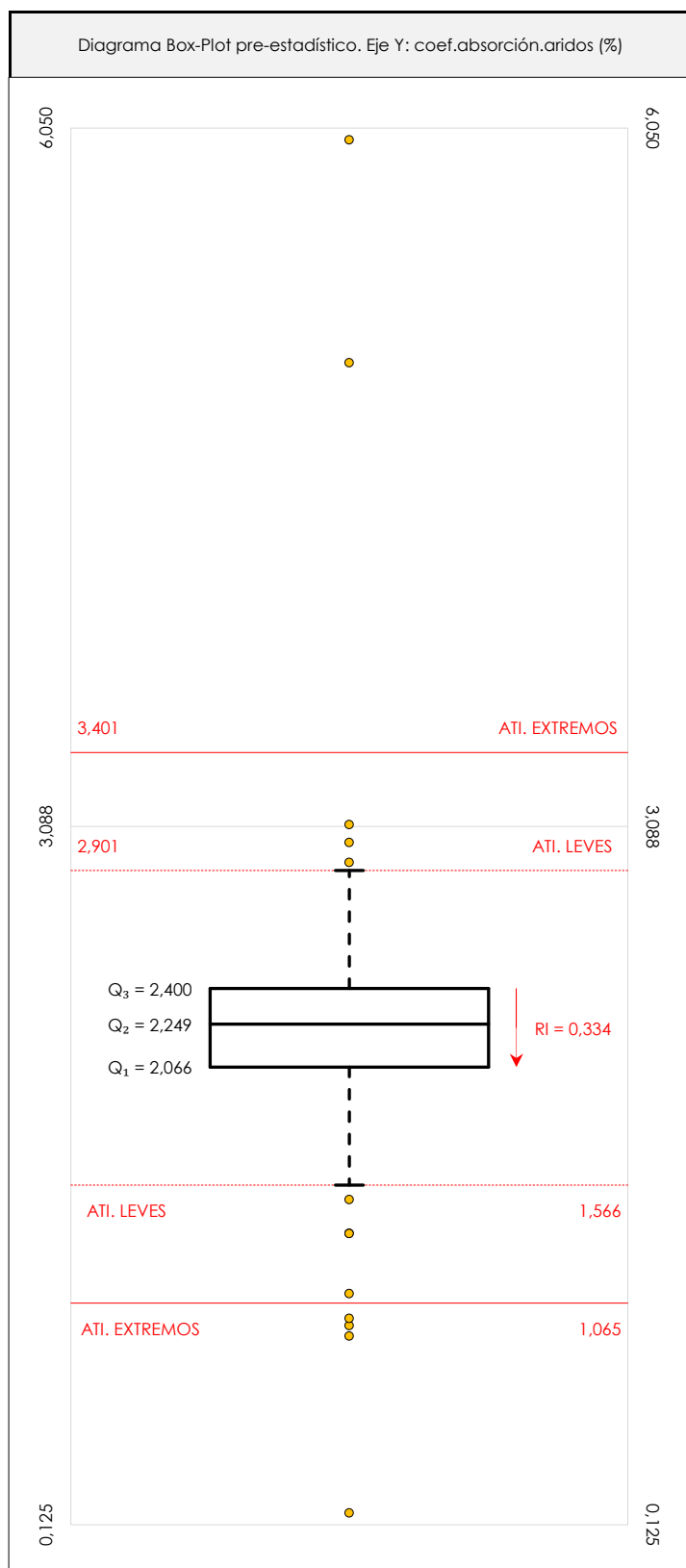
<sup>03</sup> La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si  $|ZS| \leq 2$ ] [Dudoso (D) - si  $2 < |ZS| \leq 3$ ] [Insatisfactorio (I) - si  $|ZS| > 3$ ].

<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**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****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**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS (%)****Conclusiones****Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad**

El análisis estadístico EILA18 para el ensayo "COEF.ABSORCIÓN.ARIDOS", ha contado con la participación de un total de 128 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 15 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 6 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 9 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	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	5,00	7,00		6,00	6,00	2,99	3,20		3,10	3,10
Valor Mínimo (min ; %)	0,18	0,17		0,18	0,18	1,49	1,45		1,51	1,51
Valor Promedio (M ; %)	2,23	2,25		2,23	2,24	2,25	2,25		2,26	2,25
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,54	0,66		0,60	0,59	0,28	0,30		0,28	0,28
Coefficiente Variación (CV ; ---)	0,24	0,29		0,27	0,26	0,12	0,13		0,13	0,12
VARIABLES	$S_r^2$	r (%)	$S_L^2$	$S_R^2$	R (%)	$S_r^2$	r (%)	$S_L^2$	$S_R^2$	R (%)
Valor Calculado	0,034	0,512	0,327	0,361	1,666	0,010	0,272	0,074	0,083	0,800
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<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>
Nivel de Significación 1%	2,54	2,55	0,294	3,381	0,5862	2,54	2,55	0,294	3,381	0,5862
Nivel de Significación 5%	1,95	1,96	0,237	3,036	0,6445	1,95	1,96	0,237	3,036	0,6445

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 106 resultados satisfactorios, 6 resultados dudosos y 1 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



**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS****Áridos para hormigones. Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas (MICRODEVAL) según la norma UNE 83115:1989 EX****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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "coef.friabilidad.aridos", 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.

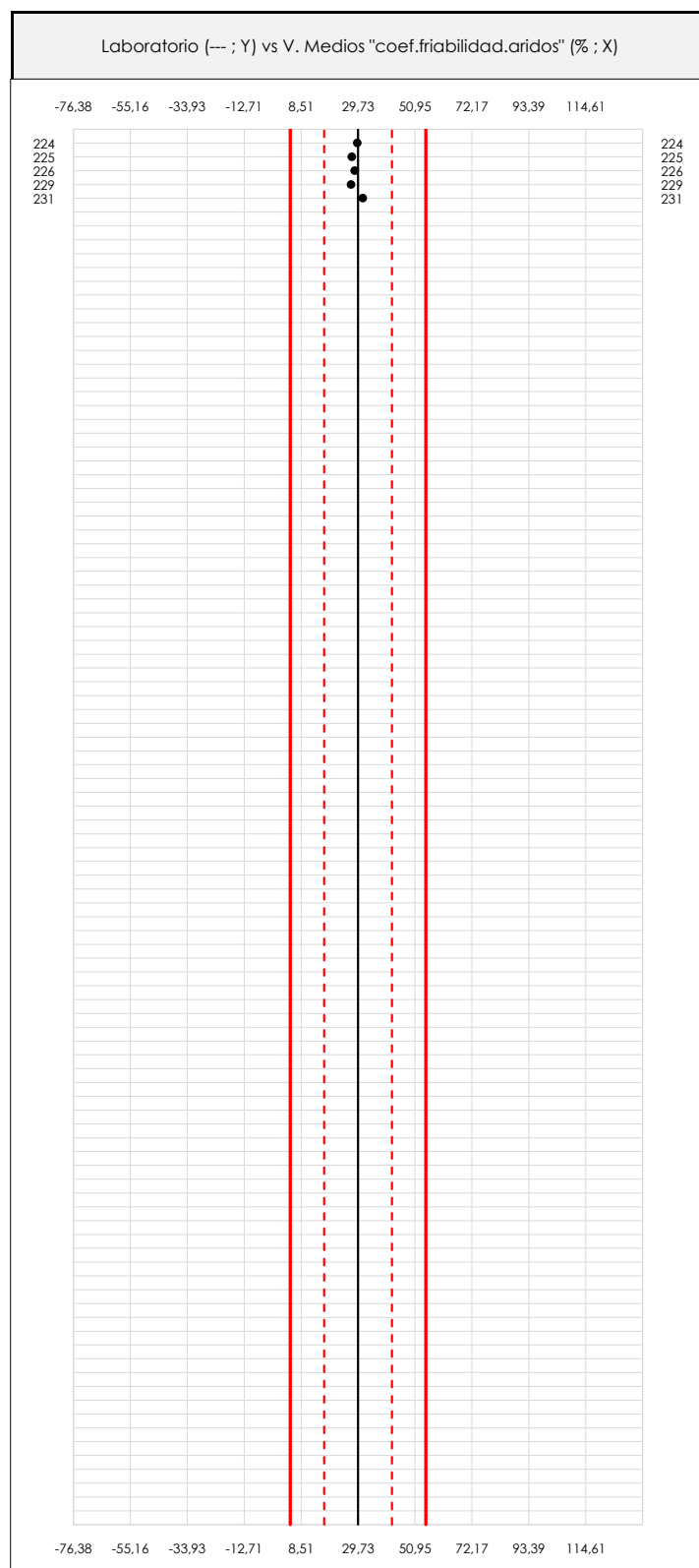
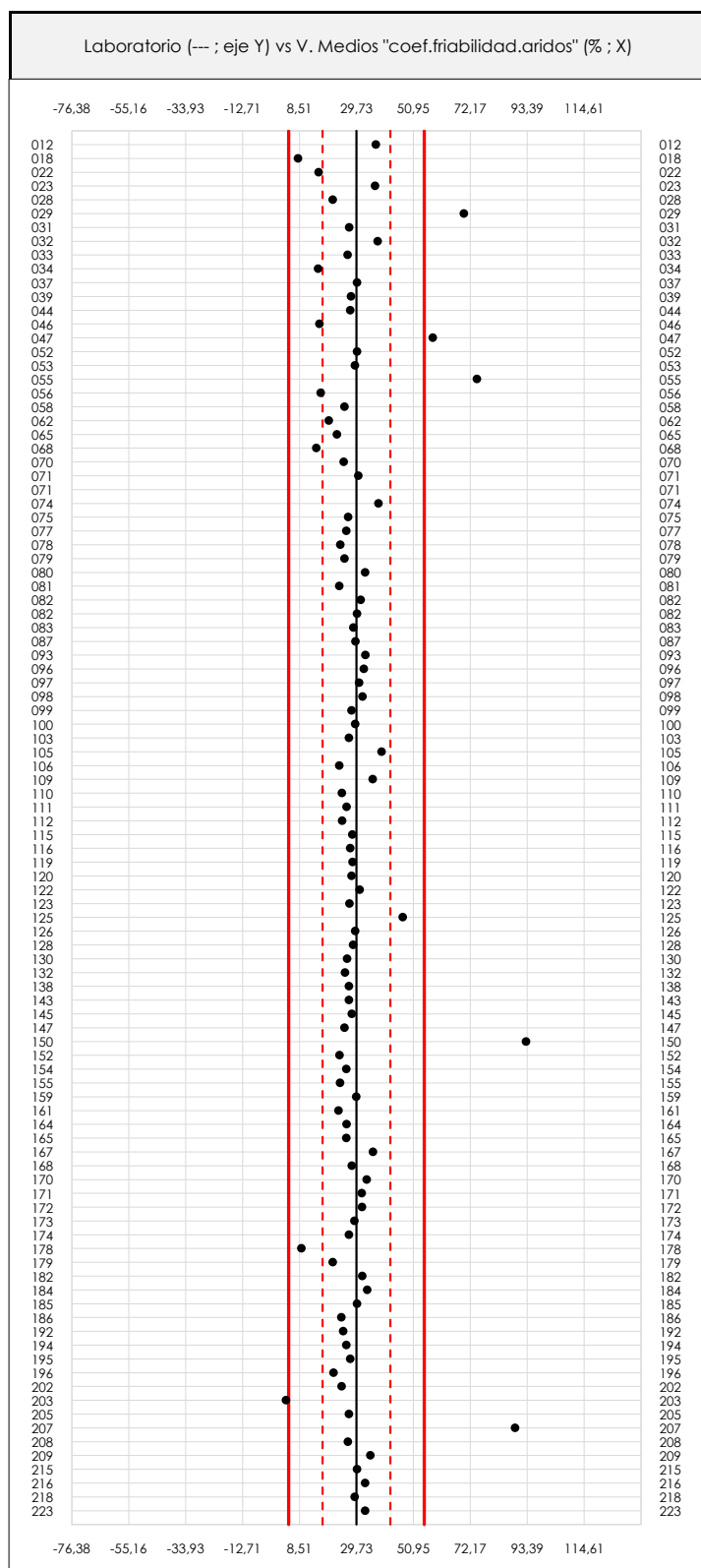
**02. Análisis B: Mandel, Cochran y Grubbs.** Los resultados aportados por los laboratorios que hayan superado el paso anterior, se verán sometidos al análisis estadístico compuesto por los métodos de Mandel, Cochran y Grubbs. Los criterios de análisis que se han seguido para considerar los resultados 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.

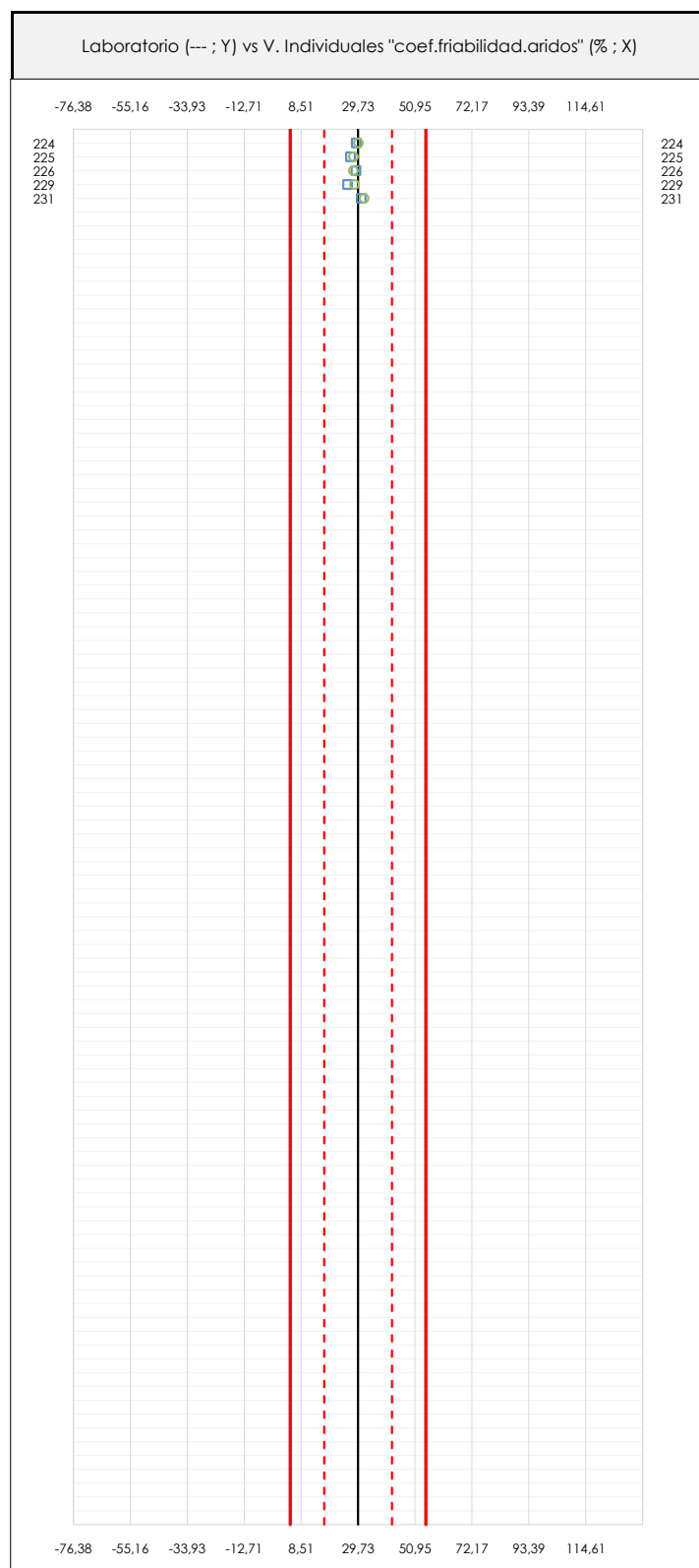
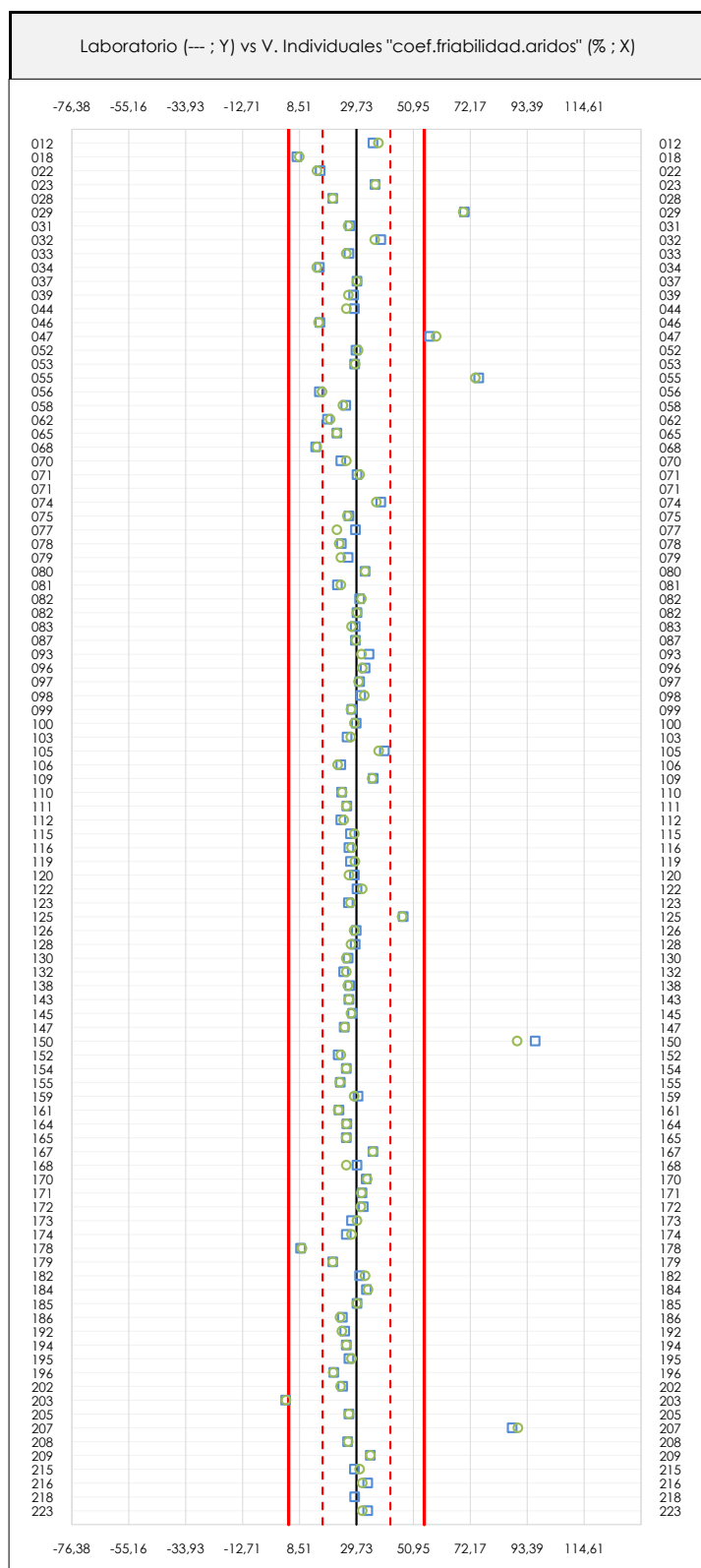
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****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 (29,73 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (42,37/17,09 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,01/4,45 ; 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**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****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 (29,73 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (42,37/17,09 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,01/4,45 ; 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 ( $X_{11}$ ) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ( $X_{12}$ ) con un círculo verde "○" y el tercero ( $X_{13}$ ) con un triángulo gris "Δ".

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis A. Estudio pre-estadístico****Apartado A.3. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}} \%$	¿Pasa A?	Observaciones
CA10	012	36,00	38,00		37,00	37,00	1,414	24,46	✓	
CA09	018	7,60	8,50		8,00	8,05	0,636	-72,92	✓	
CA03	022	16,28	15,07		15,67	15,67	0,858	-47,28	✓	Los datos no se corresponden con los resultados
CA10	023	36,70	36,80		37,00	36,75	0,071	23,61	✓	
CA02	028	21,00	21,00		21,00	21,00	0,000	-29,36	✓	Los datos no se corresponden con los resultados
CA04	029	70,06	69,62		69,84	69,84	0,311	134,92	✓	
CA10	031	27,38	26,74		27,00	27,06	0,453	-8,98	✓	
CA10	032	38,91	36,59		37,75	37,75	1,640	26,98	✓	
CA17	033	27,00	26,00		27,00	26,50	0,707	-10,86	✓	
CA03	034	16,00	15,00		15,50	15,50	0,707	-47,86	✓	
CA08	037	30,00	30,00		30,00	30,00	0,000	0,91	✓	
CA17	039	28,70	26,80		27,75	27,75	1,344	-6,66	✓	
CA03	044	29,00	26,00		26,00	27,50	2,121	-7,50	✓	Los datos no se corresponden con los resultados
CA02	046	16,17	15,72		15,95	15,95	0,318	-46,37	✓	
CA02	047	57,10	59,50		58,00	58,30	1,697	96,10	✓	
CA08	052	29,60	30,40		30,00	30,00	0,566	0,91	✓	
CA16	053	29,16	29,38		29,27	29,27	0,156	-1,55	✓	
CA02	055	75,40	74,10		74,80	74,75	0,919	151,43	✓	Los datos no se corresponden con los resultados
CA16	056	16,00	17,00		17,00	16,50	0,707	-44,50	✓	
CA16	058	25,80	24,80		25,30	25,30	0,707	-14,90	✓	
CA02	062	19,00	20,00		19,50	19,50	0,707	-34,41	✓	
CA03	065	22,54	22,42		23,00	22,48	0,085	-24,39	✓	
CA03	068	14,58	15,00		15,00	14,79	0,297	-50,25	✓	
CA11	070	24,00	26,00		25,00	25,00	1,414	-15,91	✓	
CA01	071	30,00	31,00		30,50	30,50	0,707	2,59	✓	
CA17	071				25,00				X	
CA04	074	38,85	37,21		38,00	38,03	1,160	27,92	✓	
CA04	075	27,00	26,40		27,00	26,70	0,424	-10,19	✓	
CA16	077	29,44	22,56		26,00	26,00	4,865	-12,55	✓	
CA03	078	24,18	23,38		23,78	23,78	0,565	-20,03	✓	
CA08	079	26,68	23,94		25,50	25,31	1,937	-14,87	✓	
CA08	080	33,00	33,00		33,00	33,00	0,000	11,00	✓	
CA02	081	22,70	24,00		24,00	23,35	0,919	-21,46	✓	
CA01	082	31,00	31,71		31,00	31,36	0,502	5,47	✓	
CA17	082	30,00	30,00		30,00	30,00	0,000	0,91	✓	
CA07	083	29,32	27,96		28,64	28,64	0,962	-3,67	✓	
CA05	087	29,40	29,50		29,50	29,45	0,071	-0,94	✓	
CA05	093	34,53	31,64		33,09	33,09	2,049	11,29	✓	
CA11	096	33,00	32,00		32,50	32,50	0,707	9,32	✓	
CA05	097	30,98	30,56		30,77	30,77	0,297	3,50	✓	

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}} \%$ " 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]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}} \%$	¿Pasa A?	Observaciones
CA05	098	31,42	32,75		32,09	32,09	0,940	7,92	✓	
CA17	099	28,04	27,80		28,00	27,92	0,170	-6,09	✓	
CA07	100	29,70	29,00		29,50	29,35	0,495	-1,28	✓	
CA02	103	26,35	27,68		27,01	27,02	0,940	-9,13	✓	
CA16	105	40,20	38,10		39,00	39,15	1,485	31,69	✓	
CA16	106	24,00	22,80		23,00	23,40	0,849	-21,29	✓	
CA16	109	36,10	35,70		36,00	35,90	0,283	20,76	✓	Los datos no se corresponden con los resultados
CA16	110	24,28	24,46		24,37	24,37	0,127	-18,03	✓	
CA16	111	26,20	26,00		26,00	26,10	0,141	-12,21	✓	
CA16	112	24,00	25,00		25,00	24,50	0,707	-17,59	✓	
CA16	115	27,60	29,00		29,00	28,30	0,990	-4,81	✓	
CA16	116	27,00	28,00		27,50	27,50	0,707	-7,50	✓	
CA16	119	27,60	29,20		29,00	28,40	1,131	-4,47	✓	
CA16	120	29,00	27,00		28,00	28,00	1,414	-5,82	✓	
CA05	122	30,00	32,00		31,00	31,00	1,414	4,27	✓	
CA04	123	26,80	27,60		27,20	27,20	0,566	-8,51	✓	
CA16	125	47,24	46,86		47,05	47,05	0,269	58,26	✓	Los datos no se corresponden con los resultados
CA05	126	29,74	28,98		29,36	29,36	0,537	-1,24	✓	
CA14	128	29,30	27,80		28,50	28,55	1,061	-3,97	✓	
CA08	130	26,70	26,01		26,36	26,36	0,488	-11,35	✓	
CA16	132	25,00	26,00		26,00	25,50	0,707	-14,23	✓	
CA16	138	27,30	26,60		27,00	26,95	0,495	-9,35	✓	
CA16	143	27,00	27,00		27,00	27,00	0,000	-9,18	✓	
CA06	145	28,36	27,76		28,00	28,06	0,424	-5,62	✓	
CA12	147	25,20	25,40		25,00	25,30	0,141	-14,90	✓	
CA08	150	96,46	89,68		93,07	93,07	4,794	213,05	✓	
CA12	152	23,00	24,00		24,00	23,50	0,707	-20,95	✓	
CA11	154	26,00	26,00		26,00	26,00	0,000	-12,55	✓	
CA12	155	23,80	23,58		24,00	23,69	0,156	-20,32	✓	
CA12	159	30,42	28,98		29,70	29,70	1,018	-0,10	✓	
CA15	161	23,29	23,01		23,15	23,15	0,198	-22,14	✓	
CA12	164	26,26	25,98		26,12	26,12	0,198	-12,14	✓	
CA11	165	26,00	26,00		26,00	26,00	0,000	-12,55	✓	
CA12	167	36,00	36,00		36,00	36,00	0,000	21,09	✓	
CA08	168	30,04	26,03		28,04	28,04	2,835	-5,70	✓	
CA12	170	33,40	33,80		33,50	33,60	0,283	13,02	✓	
CA06	171	31,88	31,68		31,78	31,78	0,141	6,90	✓	
CA12	172	32,37	31,44		31,91	31,91	0,658	7,32	✓	
CA06	173	28,00	30,00		29,00	29,00	1,414	-2,45	✓	Los datos no se corresponden con los resultados
CA08	174	26,00	28,00		27,00	27,00	1,414	-9,18	✓	

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}} \%$ " 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]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}}\%$	¿Pasa A?	Observaciones
CA15	178	9,00	9,50		9,25	9,25	0,354	-68,89	✓	
CA11	179	21,00	21,00		21,00	21,00	0,000	-29,36	✓	
CA06	182	31,00	33,00		32,00	32,00	1,414	7,64	✓	
CA15	184	33,50	34,10		33,80	33,80	0,424	13,69	✓	
CA11	185	30,00	30,00		30,00	30,00	0,000	0,91	✓	
CA11	186	24,60	23,70		24,20	24,15	0,636	-18,77	✓	
CA15	192	25,39	24,38		24,88	24,89	0,714	-16,30	✓	
CA15	194	26,00	26,00		26,00	26,00	0,000	-12,55	✓	
CA06	195	27,00	28,00		28,00	27,50	0,707	-7,50	✓	
CA15	196	21,33	21,17		21,25	21,25	0,112	-28,53	✓	
CA15	202	24,65	23,86		24,26	24,26	0,559	-18,41	✓	
CA15	203	3,46	3,50		3,48	3,48	0,026	-88,30	✓	Los datos no se corresponden con los resultados
CA15	205	27,00	27,00		27,00	27,00	0,000	-9,18	✓	
CA15	207	87,84	89,96		89,00	88,90	1,499	199,03	✓	
CA15	208	26,51	26,72		27,00	26,62	0,148	-10,48	✓	
CA15	209	35,00	35,00		35,00	35,00	0,000	17,73	✓	
CA13	215	29,00	31,00		30,00	30,00	1,414	0,91	✓	
CA15	216	34,00	32,00		33,00	33,00	1,414	11,00	✓	
CA13	218	29,12				29,12		-2,06	✗	
CA15	223	34,00	32,00		33,00	33,00	1,414	11,00	✓	
CA13	224	29,14	29,84		29,50	29,49	0,495	-0,81	✓	
CA13	225	27,00	28,00		28,00	27,50	0,707	-7,50	✓	
CA13	226	29,00	28,00		29,00	28,50	0,707	-4,14	✓	
CA13	229	25,90	28,40		27,15	27,15	1,768	-8,68	✓	
CA13	231	31,00	32,00		31,50	31,50	0,707	5,95	✓	

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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 (✗) 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:

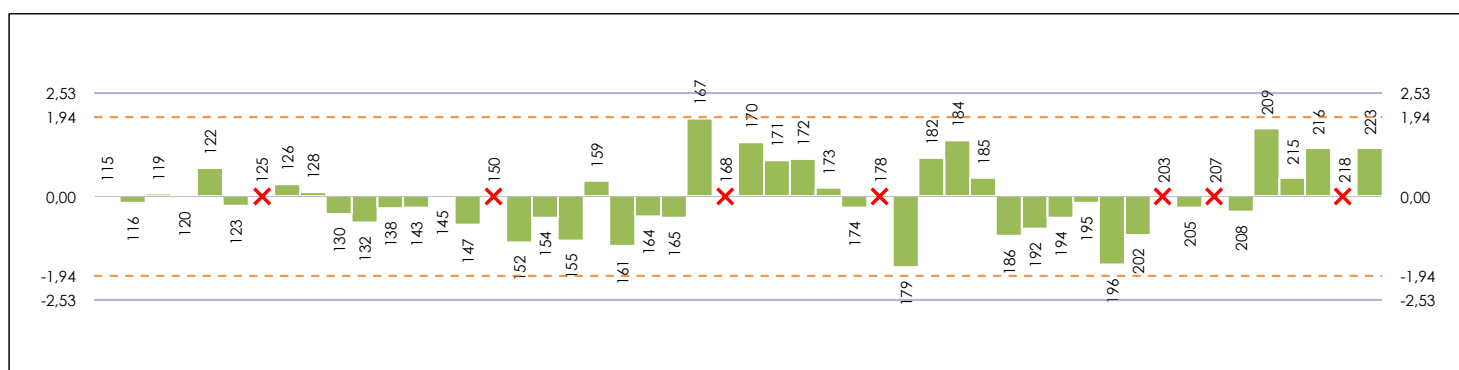
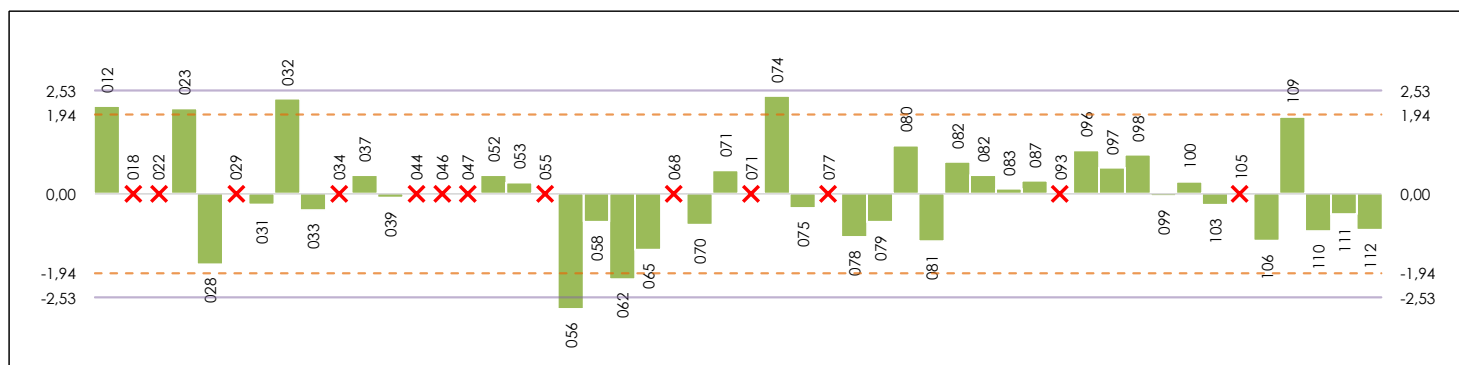
[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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

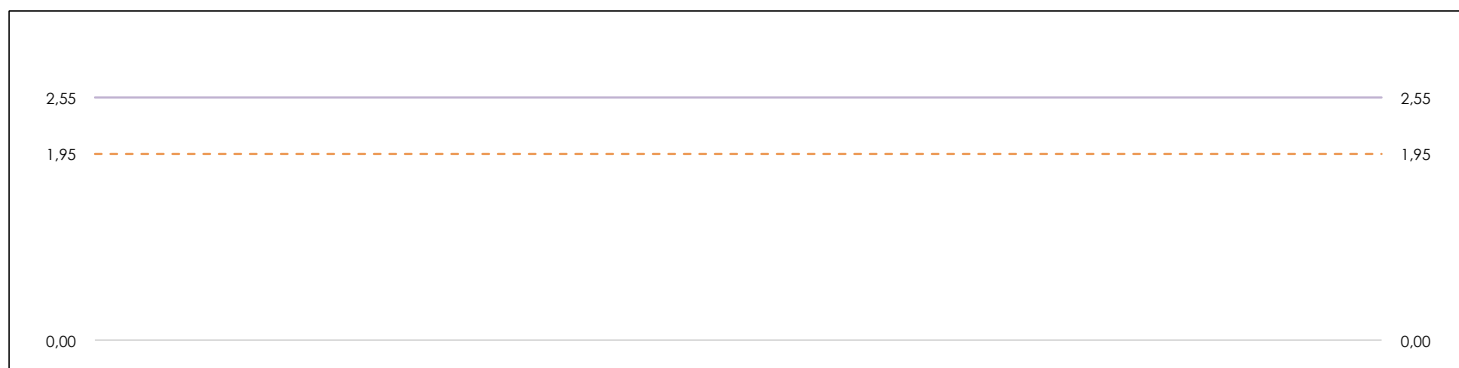
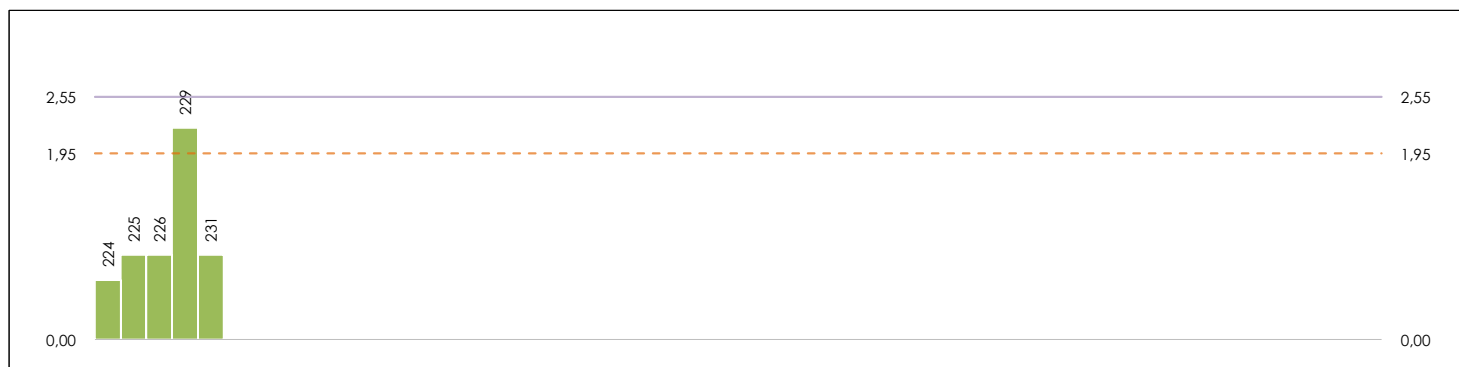
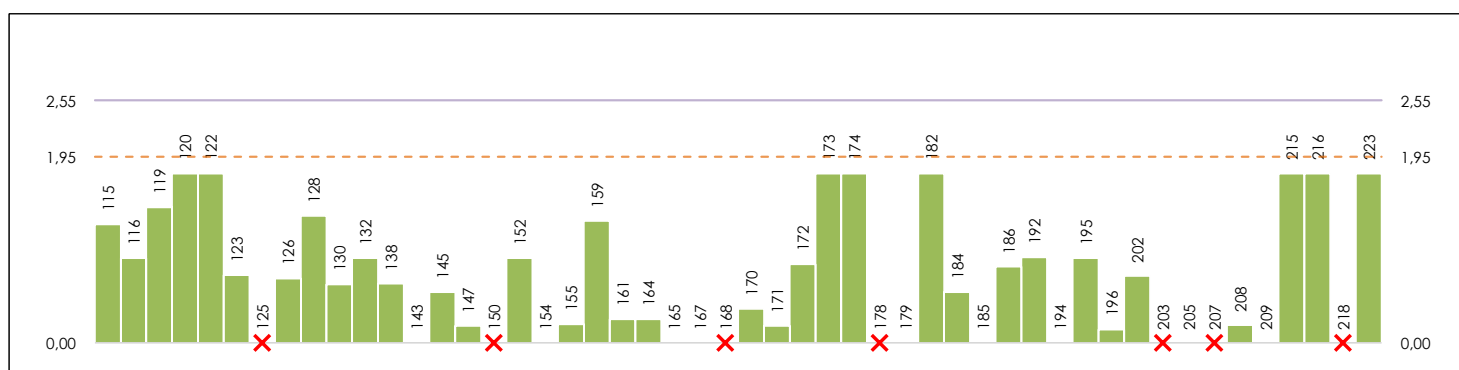
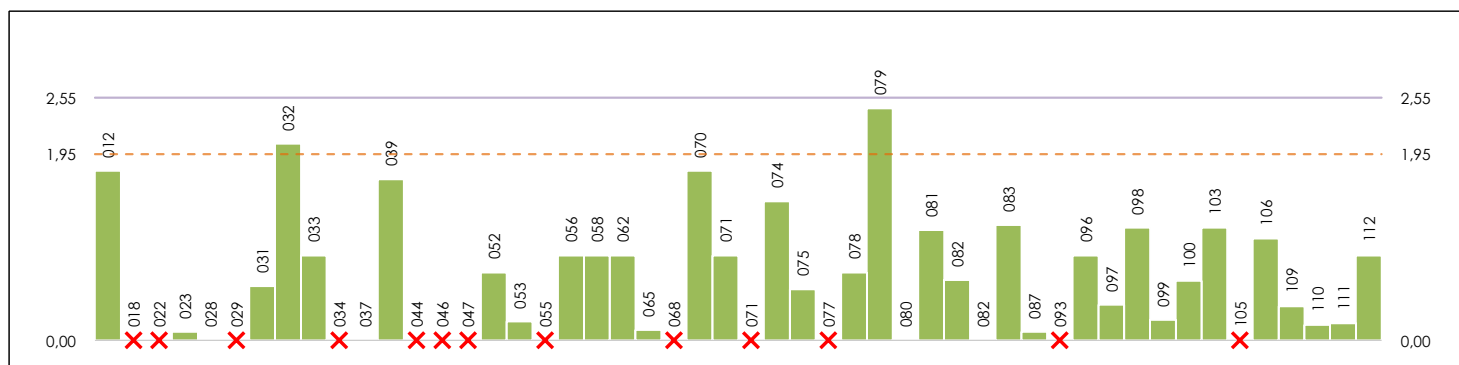
**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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 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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs****Apartado B.3. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}} \%$	$h_i$	$k_i$	$C_i$	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	¿Pasa B?
CA10	012	36,000	38,000		37,000	37,000	1,414	31,35	2,11*	1,78	0,070					✓
CA09	018	7,600	8,500		8,000	8,050	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA03	022	16,281	15,068		15,675	15,675	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA10	023	36,700	36,800		37,000	36,750	0,071	30,46	2,05*	0,09	0,070					✓
CA02	028	21,000	21,000		21,000	21,000	0,000	-25,45	-1,71	0,00						✓
CA04	029	70,060	69,620		69,840	69,840	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA10	031	27,380	26,740		27,000	27,060	0,453	-3,94	-0,27	0,57						✓
CA10	032	38,910	36,590		37,750	37,750	1,640	34,01	2,29*	2,06*	0,070				0,8682	✓
CA17	033	27,000	26,000		27,000	26,500	0,707	-5,93	-0,40	0,89						✓
CA03	034	16,000	15,000		15,500	15,500	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA08	037	30,000	30,000		30,000	30,000	0,000	6,50	0,44	0,00						✓
CA17	039	28,700	26,800		27,750	27,750	1,344	-1,49	-0,10	1,69						✓
CA03	044	29,000	26,000		26,000	27,500	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA02	046	16,170	15,720		15,950	15,945	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA02	047	57,100	59,500		58,000	58,300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA08	052	29,600	30,400		30,000	30,000	0,566	6,50	0,44	0,71						✓
CA16	053	29,160	29,380		29,270	29,270	0,156	3,91	0,26	0,20						✓
CA02	055	75,400	74,100		74,800	74,750	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA16	056	16,000	17,000		17,000	16,500	0,707	-41,43	-2,79**	0,89	0,070	2,791		0,8527		✓
CA16	058	25,800	24,800		25,300	25,300	0,707	-10,19	-0,69	0,89						✓
CA02	062	19,000	20,000		19,500	19,500	0,707	-30,78	-2,07*	0,89	0,070			0,8527		✓
CA03	065	22,540	22,420		23,000	22,480	0,085	-20,20	-1,36	0,11						✓
CA03	068	14,580	15,000		15,000	14,790	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA11	070	24,000	26,000		25,000	25,000	1,414	-11,25	-0,76	1,78						✓
CA01	071	30,000	31,000		30,500	30,500	0,707	8,27	0,56	0,89						✓
CA17	071				25,000		---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA04	074	38,850	37,210		38,000	38,030	1,160	35,00	2,36*	1,46	0,070		2,359		0,8682	✓
CA04	075	27,000	26,400		27,000	26,700	0,424	-5,22	-0,35	0,53						✓
CA16	077	29,440	22,560		26,000	26,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA03	078	24,176	23,377		23,776	23,776	0,565	-15,60	-1,05	0,71						✓
CA08	079	26,680	23,940		25,500	25,310	1,937	-10,15	-0,68	2,44*	0,070					✓
CA08	080	33,000	33,000		33,000	33,000	0,000	17,15	1,16	0,00						✓
CA02	081	22,700	24,000		24,000	23,350	0,919	-17,11	-1,15	1,16						✓
CA01	082	31,000	31,710		31,000	31,355	0,502	11,31	0,76	0,63						✓
CA17	082	30,000	30,000		30,000	30,000	0,000	6,50	0,44	0,00						✓
CA07	083	29,320	27,960		28,640	28,640	0,962	1,67	0,11	1,21						✓
CA05	087	29,400	29,500		29,500	29,450	0,071	4,55	0,31	0,09						✓
CA05	093	34,534	31,636		33,085	33,085	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA11	096	33,000	32,000		32,500	32,500	0,707	15,37	1,04	0,89						✓
CA05	097	30,980	30,560		30,770	30,770	0,297	9,23	0,62	0,37						✓

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>03</sup> " $h_i$  y  $k_i$ ", " $C_i$ ", " $G_{\text{Sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs****Apartado B.3. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}}\%$	$h_i$	$k_i$	$C_i$	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	¿Pasa B?
CA05	098	31,420	32,750		32,090	32,085	0,940	13,90	0,94	1,18						✓
CA17	099	28,040	27,800		28,000	27,920	0,170	-0,89	-0,06	0,21						✓
CA07	100	29,700	29,000		29,500	29,350	0,495	4,19	0,28	0,62						✓
CA02	103	26,350	27,680		27,010	27,015	0,940	-4,10	-0,28	1,18						✓
CA16	105	40,200	38,100		39,000	39,150	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA16	106	24,000	22,800		23,000	23,400	0,849	-16,93	-1,14	1,07						✓
CA16	109	36,100	35,700		36,000	35,900	0,283	27,44	1,85	0,36						✓
CA16	110	24,280	24,460		24,370	24,370	0,127	-13,49	-0,91	0,16						✓
CA16	111	26,200	26,000		26,000	26,100	0,141	-7,35	-0,49	0,18						✓
CA16	112	24,000	25,000		25,000	24,500	0,707	-13,03	-0,88	0,89						✓
CA16	115	27,600	29,000		29,000	28,300	0,990	0,46	0,03	1,24						✓
CA16	116	27,000	28,000		27,500	27,500	0,707	-2,38	-0,16	0,89						✓
CA16	119	27,600	29,200		29,000	28,400	1,131	0,82	0,06	1,42						✓
CA16	120	29,000	27,000		28,000	28,000	1,414	-0,60	-0,04	1,78						✓
CA05	122	30,000	32,000		31,000	31,000	1,414	10,05	0,68	1,78						✓
CA04	123	26,800	27,600		27,200	27,200	0,566	-3,44	-0,23	0,71						✓
CA16	125	47,240	46,860		47,050	47,050	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA05	126	29,740	28,980		29,360	29,360	0,537	4,23	0,28	0,68						✓
CA14	128	29,300	27,800		28,500	28,550	1,061	1,35	0,09	1,33						✓
CA08	130	26,700	26,010		26,360	26,355	0,488	-6,44	-0,43	0,61						✓
CA16	132	25,000	26,000		26,000	25,500	0,707	-9,48	-0,64	0,89						✓
CA16	138	27,300	26,600		27,000	26,950	0,495	-4,33	-0,29	0,62						✓
CA16	143	27,000	27,000		27,000	27,000	0,000	-4,15	-0,28	0,00						✓
CA06	145	28,360	27,760		28,000	28,060	0,424	-0,39	-0,03	0,53						✓
CA12	147	25,200	25,400		25,000	25,300	0,141	-10,19	-0,69	0,18						✓
CA08	150	96,460	89,680		93,070	93,070	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA12	152	23,000	24,000		24,000	23,500	0,707	-16,58	-1,12	0,89						✓
CA11	154	26,000	26,000		26,000	26,000	0,000	-7,70	-0,52	0,00						✓
CA12	155	23,800	23,580		24,000	23,690	0,156	-15,90	-1,07	0,20						✓
CA12	159	30,420	28,980		29,700	29,700	1,018	5,43	0,37	1,28						✓
CA15	161	23,288	23,008		23,148	23,148	0,198	-17,83	-1,20	0,25						✓
CA12	164	26,260	25,980		26,120	26,120	0,198	-7,28	-0,49	0,25						✓
CA11	165	26,000	26,000		26,000	26,000	0,000	-7,70	-0,52	0,00						✓
CA12	167	36,000	36,000		36,000	36,000	0,000	27,80	1,87	0,00						✓
CA08	168	30,040	26,030		28,040	28,035	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA12	170	33,400	33,800		33,500	33,600	0,283	19,28	1,30	0,36						✓
CA06	171	31,880	31,680		31,780	31,780	0,141	12,82	0,86	0,18						✓
CA12	172	32,370	31,440		31,905	31,905	0,658	13,26	0,89	0,83						✓
CA06	173	28,000	30,000		29,000	29,000	1,414	2,95	0,20	1,78						✓
CA08	174	26,000	28,000		27,000	27,000	1,414	-4,15	-0,28	1,78						✓

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>03</sup> " $h_i$  y  $k_i$ ", " $C_i$ ", " $G_{\text{Sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs****Apartado B.3. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}}\%$	$h_i$	$k_i$	$C_i$	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	¿Pasa B?
CA15	178	9,000	9,500		9,250	9,250	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA11	179	21,000	21,000		21,000	21,000	0,000	-25,45	-1,71	0,00						✓
CA06	182	31,000	33,000		32,000	32,000	1,414	13,60	0,92	1,78						✓
CA15	184	33,500	34,100		33,800	33,800	0,424	19,99	1,35	0,53						✓
CA11	185	30,000	30,000		30,000	30,000	0,000	6,50	0,44	0,00						✓
CA11	186	24,600	23,700		24,200	24,150	0,636	-14,27	-0,96	0,80						✓
CA15	192	25,390	24,380		24,880	24,885	0,714	-11,66	-0,79	0,90						✓
CA15	194	26,000	26,000		26,000	26,000	0,000	-7,70	-0,52	0,00						✓
CA06	195	27,000	28,000		28,000	27,500	0,707	-2,38	-0,16	0,89						✓
CA15	196	21,328	21,170		21,249	21,249	0,112	-24,57	-1,66	0,14						✓
CA15	202	24,650	23,860		24,260	24,255	0,559	-13,90	-0,94	0,70						✓
CA15	203	3,459	3,496		3,478	3,478	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA15	205	27,000	27,000		27,000	27,000	0,000	-4,15	-0,28	0,00						✓
CA15	207	87,840	89,960		89,000	88,900	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA15	208	26,510	26,720		27,000	26,615	0,148	-5,52	-0,37	0,19						✓
CA15	209	35,000	35,000		35,000	35,000	0,000	24,25	1,63	0,00						✓
CA13	215	29,000	31,000		30,000	30,000	1,414	6,50	0,44	1,78						✓
CA15	216	34,000	32,000		33,000	33,000	1,414	17,15	1,16	1,78						✓
CA13	218	29,118			29,118	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
CA15	223	34,000	32,000		33,000	33,000	1,414	17,15	1,16	1,78						✓
CA13	224	29,140	29,840		29,500	29,490	0,495	4,69	0,32	0,62						✓
CA13	225	27,000	28,000		28,000	27,500	0,707	-2,38	-0,16	0,89						✓
CA13	226	29,000	28,000		29,000	28,500	0,707	1,17	0,08	0,89						✓
CA13	229	25,900	28,400		27,150	27,150	1,768	-3,62	-0,24	2,22*	0,070					✓
CA13	231	31,000	32,000		31,500	31,500	0,707	11,82	0,80	0,89						✓

**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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

<sup>03</sup> " $h_i$  y  $k_i$ ", " $C_i$ ", " $G_{\text{Sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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]

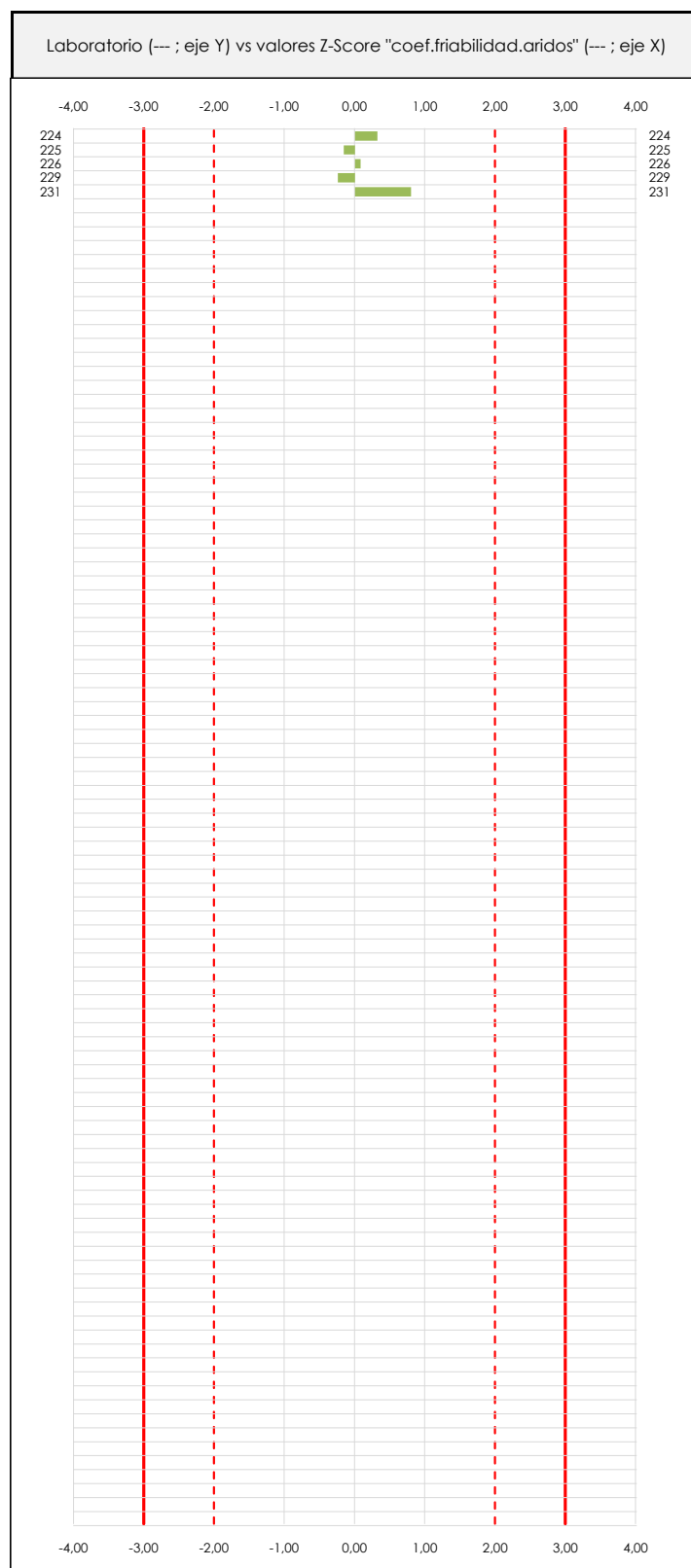
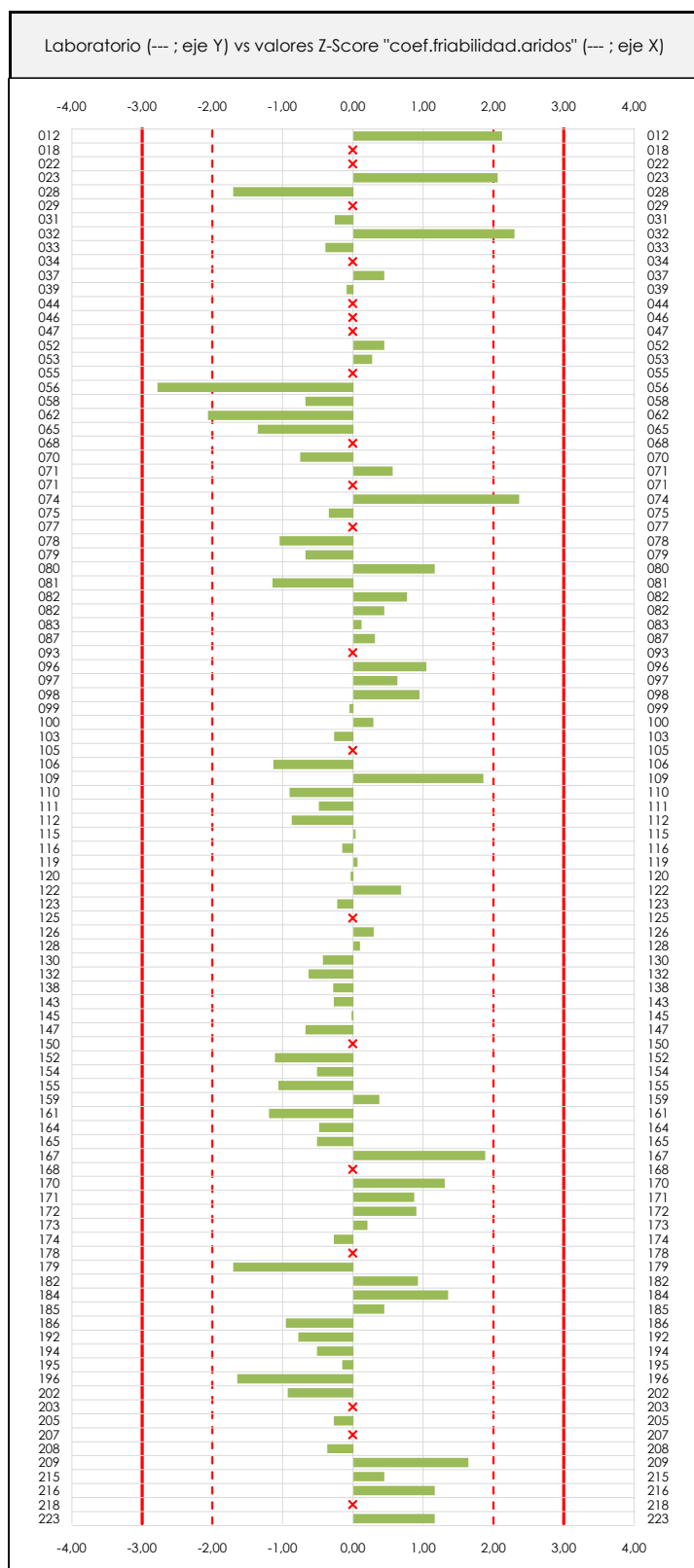
**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis C. Evaluación Z-Score****Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score****ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE**

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**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis C. Evaluación Z-Score****Apartado C.2. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	$\hat{g}\text{Pasa A?}$	$\hat{g}\text{Pasa B?}$	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CA10	012	36,00	38,00		37,00	37,00	1,414	31,35	✓	✓	✓			2,112	D
CA09	018	7,60	8,50		8,00	8,05	---	---	✓	X	X	AN	5	---	---
CA03	022	16,28	15,07		15,67	15,67	---	---	✓	X	X	AN	5	---	---
CA10	023	36,70	36,80		37,00	36,75	0,071	30,46	✓	✓	✓			2,052	D
CA02	028	21,00	21,00		21,00	21,00	0,000	-25,45	✓	✓	✓			-1,715	S
CA04	029	70,06	69,62		69,84	69,84	---	---	✓	X	X	AB	3	---	---
CA10	031	27,38	26,74		27,00	27,06	0,453	-3,94	✓	✓	✓			-0,265	S
CA10	032	38,91	36,59		37,75	37,75	1,640	34,01	✓	✓	✓			2,292	D
CA17	033	27,00	26,00		27,00	26,50	0,707	-5,93	✓	✓	✓			-0,399	S
CA03	034	16,00	15,00		15,50	15,50	---	---	✓	X	X	AN	5	---	---
CA08	037	30,00	30,00		30,00	30,00	0,000	6,50	✓	✓	✓			0,438	S
CA17	039	28,70	26,80		27,75	27,75	1,344	-1,49	✓	✓	✓			-0,100	S
CA03	044	29,00	26,00		26,00	27,50	---	---	✓	X	X	AN	5	---	---
CA02	046	16,17	15,72		15,95	15,95	---	---	✓	X	X	AN	5	---	---
CA02	047	57,10	59,50		58,00	58,30	---	---	✓	X	X	AB	4	---	---
CA08	052	29,60	30,40		30,00	30,00	0,566	6,50	✓	✓	✓			0,438	S
CA16	053	29,16	29,38		29,27	29,27	0,156	3,91	✓	✓	✓			0,263	S
CA02	055	75,40	74,10		74,80	74,75	---	---	✓	X	X	AB	2	---	---
CA16	056	16,00	17,00		17,00	16,50	0,707	-41,43	✓	✓	✓			-2,791	D
CA16	058	25,80	24,80		25,30	25,30	0,707	-10,19	✓	✓	✓			-0,686	S
CA02	062	19,00	20,00		19,50	19,50	0,707	-30,78	✓	✓	✓			-2,074	D
CA03	065	22,54	22,42		23,00	22,48	0,085	-20,20	✓	✓	✓			-1,361	S
CA03	068	14,58	15,00		15,00	14,79	---	---	✓	X	X	AN	5	---	---
CA11	070	24,00	26,00		25,00	25,00	1,414	-11,25	✓	✓	✓			-0,758	S
CA01	071	30,00	31,00		30,50	30,50	0,707	8,27	✓	✓	✓			0,557	S
CA17	071				25,00		---	---	X	X	X	SD		---	---
CA04	074	38,85	37,21		38,00	38,03	1,160	35,00	✓	✓	✓			2,359	D
CA04	075	27,00	26,40		27,00	26,70	0,424	-5,22	✓	✓	✓			-0,351	S
CA16	077	29,44	22,56		26,00	26,00	---	---	✓	X	X	AN	5	---	---
CA03	078	24,18	23,38		23,78	23,78	0,565	-15,60	✓	✓	✓			-1,051	S
CA08	079	26,68	23,94		25,50	25,31	1,937	-10,15	✓	✓	✓			-0,684	S
CA08	080	33,00	33,00		33,00	33,00	0,000	17,15	✓	✓	✓			1,155	S
CA02	081	22,70	24,00		24,00	23,35	0,919	-17,11	✓	✓	✓			-1,153	S
CA01	082	31,00	31,71		31,00	31,36	0,502	11,31	✓	✓	✓			0,762	S
CA17	082	30,00	30,00		30,00	30,00	0,000	6,50	✓	✓	✓			0,438	S
CA07	083	29,32	27,96		28,64	28,64	0,962	1,67	✓	✓	✓			0,113	S
CA05	087	29,40	29,50		29,50	29,45	0,071	4,55	✓	✓	✓			0,306	S
CA05	093	34,53	31,64		33,09	33,09	---	---	✓	X	X	AN	5	---	---
CA11	096	33,00	32,00		32,50	32,50	0,707	15,37	✓	✓	✓			1,036	S
CA05	097	30,98	30,56		30,77	30,77	0,297	9,23	✓	✓	✓			0,622	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**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis C. Evaluación Z-Score****Apartado C.2. Determinaciones matemáticas**

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	$\hat{g}\text{Pasa A?}$	$\hat{g}\text{Pasa B?}$	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CA05	098	31,42	32,75		32,09	32,09	0,940	13,90	✓	✓	✓			0,937	S
CA17	099	28,04	27,80		28,00	27,92	0,170	-0,89	✓	✓	✓			-0,060	S
CA07	100	29,70	29,00		29,50	29,35	0,495	4,19	✓	✓	✓			0,282	S
CA02	103	26,35	27,68		27,01	27,02	0,940	-4,10	✓	✓	✓			-0,276	S
CA16	105	40,20	38,10		39,00	39,15	---	---	✓	✗	✗	AN	5	---	---
CA16	106	24,00	22,80		23,00	23,40	0,849	-16,93	✓	✓	✓			-1,141	S
CA16	109	36,10	35,70		36,00	35,90	0,283	27,44	✓	✓	✓			1,849	S
CA16	110	24,28	24,46		24,37	24,37	0,127	-13,49	✓	✓	✓			-0,909	S
CA16	111	26,20	26,00		26,00	26,10	0,141	-7,35	✓	✓	✓			-0,495	S
CA16	112	24,00	25,00		25,00	24,50	0,707	-13,03	✓	✓	✓			-0,878	S
CA16	115	27,60	29,00		29,00	28,30	0,990	0,46	✓	✓	✓			0,031	S
CA16	116	27,00	28,00		27,50	27,50	0,707	-2,38	✓	✓	✓			-0,160	S
CA16	119	27,60	29,20		29,00	28,40	1,131	0,82	✓	✓	✓			0,055	S
CA16	120	29,00	27,00		28,00	28,00	1,414	-0,60	✓	✓	✓			-0,041	S
CA05	122	30,00	32,00		31,00	31,00	1,414	10,05	✓	✓	✓			0,677	S
CA04	123	26,80	27,60		27,20	27,20	0,566	-3,44	✓	✓	✓			-0,232	S
CA16	125	47,24	46,86		47,05	47,05	---	---	✓	✗	✗	AN	5	---	---
CA05	126	29,74	28,98		29,36	29,36	0,537	4,23	✓	✓	✓			0,285	S
CA14	128	29,30	27,80		28,50	28,55	1,061	1,35	✓	✓	✓			0,091	S
CA08	130	26,70	26,01		26,36	26,36	0,488	-6,44	✓	✓	✓			-0,434	S
CA16	132	25,00	26,00		26,00	25,50	0,707	-9,48	✓	✓	✓			-0,638	S
CA16	138	27,30	26,60		27,00	26,95	0,495	-4,33	✓	✓	✓			-0,292	S
CA16	143	27,00	27,00		27,00	27,00	0,000	-4,15	✓	✓	✓			-0,280	S
CA06	145	28,36	27,76		28,00	28,06	0,424	-0,39	✓	✓	✓			-0,026	S
CA12	147	25,20	25,40		25,00	25,30	0,141	-10,19	✓	✓	✓			-0,686	S
CA08	150	96,46	89,68		93,07	93,07	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
CA12	152	23,00	24,00		24,00	23,50	0,707	-16,58	✓	✓	✓			-1,117	S
CA11	154	26,00	26,00		26,00	26,00	0,000	-7,70	✓	✓	✓			-0,519	S
CA12	155	23,80	23,58		24,00	23,69	0,156	-15,90	✓	✓	✓			-1,071	S
CA12	159	30,42	28,98		29,70	29,70	1,018	5,43	✓	✓	✓			0,366	S
CA15	161	23,29	23,01		23,15	23,15	0,198	-17,83	✓	✓	✓			-1,201	S
CA12	164	26,26	25,98		26,12	26,12	0,198	-7,28	✓	✓	✓			-0,490	S
CA11	165	26,00	26,00		26,00	26,00	0,000	-7,70	✓	✓	✓			-0,519	S
CA12	167	36,00	36,00		36,00	36,00	0,000	27,80	✓	✓	✓			1,873	S
CA08	168	30,04	26,03		28,04	28,04	---	---	✓	✗	✗	AN	5	---	---
CA12	170	33,40	33,80		33,50	33,60	0,283	19,28	✓	✓	✓			1,299	S
CA06	171	31,88	31,68		31,78	31,78	0,141	12,82	✓	✓	✓			0,864	S
CA12	172	32,37	31,44		31,91	31,91	0,658	13,26	✓	✓	✓			0,894	S
CA06	173	28,00	30,00		29,00	29,00	1,414	2,95	✓	✓	✓			0,199	S
CA08	174	26,00	28,00		27,00	27,00	1,414	-4,15	✓	✓	✓			-0,280	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**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Análisis C. Evaluación Z-Score**

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{crit}}\%$	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
CA15	178	9,00	9,50		9,25	9,25	---	---	✓	X	X	AN	5	---	---
CA11	179	21,00	21,00		21,00	21,00	0,000	-25,45	✓	✓	✓			-1,715	S
CA06	182	31,00	33,00		32,00	32,00	1,414	13,60	✓	✓	✓			0,916	S
CA15	184	33,50	34,10		33,80	33,80	0,424	19,99	✓	✓	✓			1,347	S
CA11	185	30,00	30,00		30,00	30,00	0,000	6,50	✓	✓	✓			0,438	S
CA11	186	24,60	23,70		24,20	24,15	0,636	-14,27	✓	✓	✓			-0,961	S
CA15	192	25,39	24,38		24,88	24,89	0,714	-11,66	✓	✓	✓			-0,786	S
CA15	194	26,00	26,00		26,00	26,00	0,000	-7,70	✓	✓	✓			-0,519	S
CA06	195	27,00	28,00		28,00	27,50	0,707	-2,38	✓	✓	✓			-0,160	S
CA15	196	21,33	21,17		21,25	21,25	0,112	-24,57	✓	✓	✓			-1,655	S
CA15	202	24,65	23,86		24,26	24,26	0,559	-13,90	✓	✓	✓			-0,936	S
CA15	203	3,46	3,50		3,48	3,48	---	---	✓	X	X	AB	4	---	---
CA15	205	27,00	27,00		27,00	27,00	0,000	-4,15	✓	✓	✓			-0,280	S
CA15	207	87,84	89,96		89,00	88,90	---	---	✓	X	X	AB	1	---	---
CA15	208	26,51	26,72		27,00	26,62	0,148	-5,52	✓	✓	✓			-0,372	S
CA15	209	35,00	35,00		35,00	35,00	0,000	24,25	✓	✓	✓			1,634	S
CA13	215	29,00	31,00		30,00	30,00	1,414	6,50	✓	✓	✓			0,438	S
CA15	216	34,00	32,00		33,00	33,00	1,414	17,15	✓	✓	✓			1,155	S
CA13	218	29,12				29,12	---	---	X	X	X	SD		---	---
CA15	223	34,00	32,00		33,00	33,00	1,414	17,15	✓	✓	✓			1,155	S
CA13	224	29,14	29,84		29,50	29,49	0,495	4,69	✓	✓	✓			0,316	S
CA13	225	27,00	28,00		28,00	27,50	0,707	-2,38	✓	✓	✓			-0,160	S
CA13	226	29,00	28,00		29,00	28,50	0,707	1,17	✓	✓	✓			0,079	S
CA13	229	25,90	28,40		27,15	27,15	1,768	-3,62	✓	✓	✓			-0,244	S
CA13	231	31,00	32,00		31,50	31,50	0,707	11,82	✓	✓	✓			0,797	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 " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

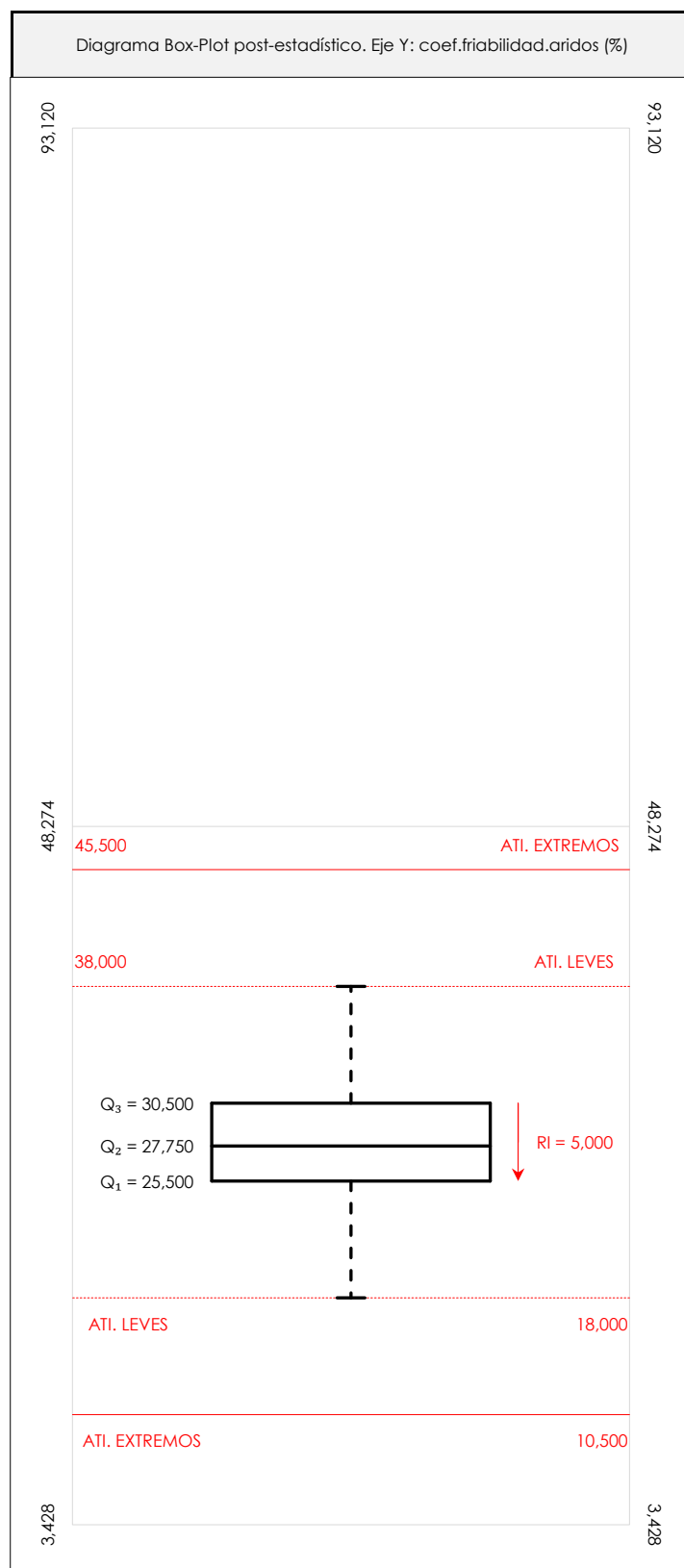
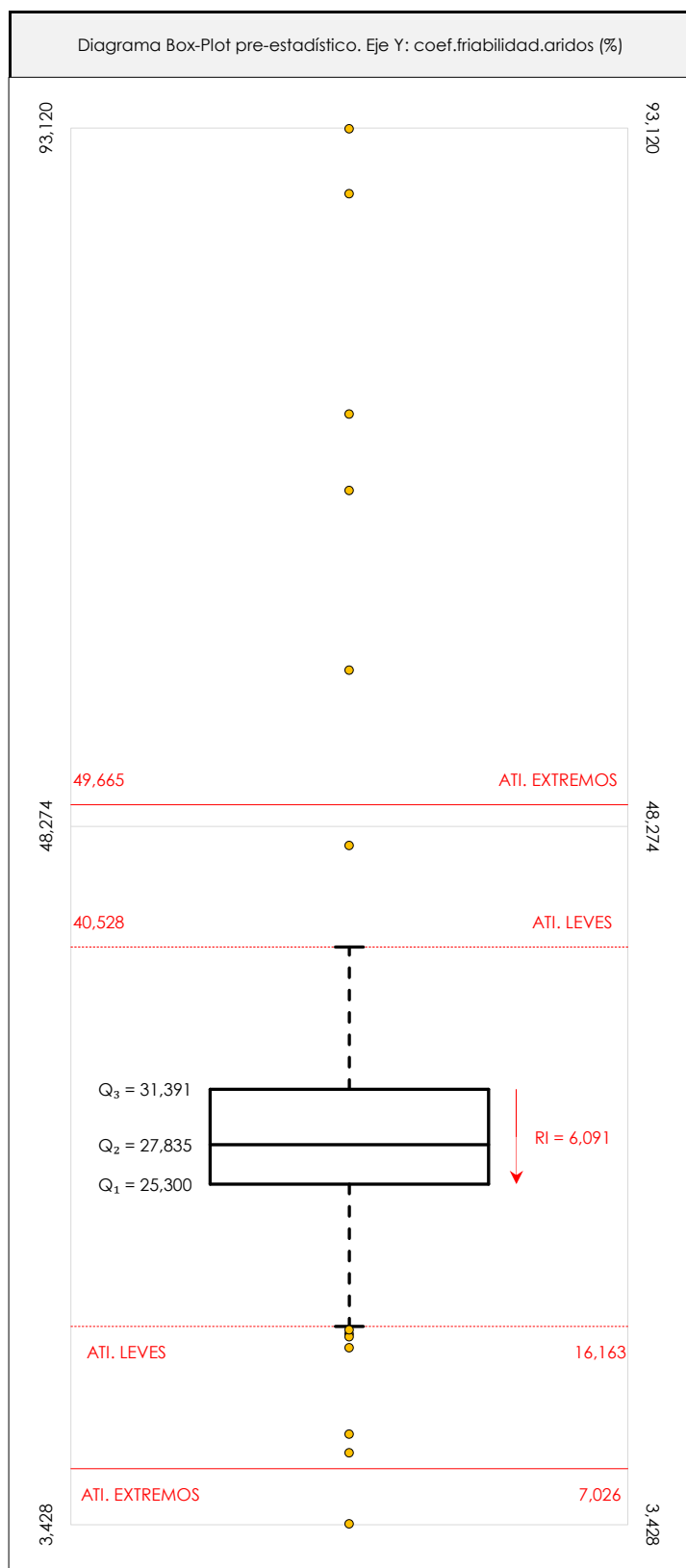
<sup>03</sup> La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si  $|ZS| \leq 2$ ] [Dudoso (D) - si  $2 < |ZS| \leq 3$ ] [Insatisfactorio (I) - si  $|ZS| > 3$ ].

<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**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****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**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS (%)****Conclusiones****Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad**

El análisis estadístico EILA18 para el ensayo "COEF.FRIABILIDAD.ARIDOS", ha contado con la participación de un total de 104 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 19 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 2 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 17 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 7 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	96,46	89,96		93,07	93,07	38,91	38,00		38,00	38,03
Valor Mínimo (min ; %)	3,46	3,50		3,48	3,48	16,00	17,00		17,00	16,50
Valor Promedio (M ; %)	29,83	29,63		29,74	29,73	28,15	28,19		28,25	28,17
Desviación Típica (SDL ; ---)	12,79	12,59		12,63	12,64	4,26	4,18		4,14	4,18
Coefficiente Variación (CV ; ---)	0,43	0,42		0,42	0,43	0,15	0,15		0,15	0,15
VARIABLES	$S_r^2$	r (%)	$S_L^2$	$S_R^2$	R (%)	$S_r^2$	r (%)	$S_L^2$	$S_R^2$	R (%)
Valor Calculado	1,238	3,084	159,901	161,139	35,186	0,633	2,205	17,163	17,796	11,693
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 " $G_{\text{sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " 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	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$	h	k	C	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$
Nivel de Significación 1%	2,53	2,55	0,294	3,381	0,5862	2,53	2,55	0,294	3,381	0,5862
Nivel de Significación 5%	1,94	1,95	0,237	3,036	0,6445	1,94	1,95	0,237	3,036	0,6445

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 79 resultados satisfactorios, 6 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.