INFORME DEL EJERCICIO DE COMPARACIÓN INTERLABORATORIO (EILA 2017)

ENSAYOS DE HORMIGÓN

A nivel de central de fabricación:

Central 13

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
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INDICE

ENSAYOS DE HORMIGÓN 1

INDICE 2

INTRODUCCION 4

1. OBJETIVOS DEL EILA17 4
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN. 5
3. HORMIGON: TIPO Y ENSAYOS. 6
4. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES 19
5. GRAFICOS DE DISPERSION 20
6. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS RESULTADOS APORTADOS 21

a. ANÁLISIS PRELIMINAR RESULTADOS ASENTAMIENTO DEL HORMIGON. CONO DE ABRAMS... 22

i. Resultados aportados de las dos determinaciones por código y Central. 22

ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (*con todo el grupo de valores, antes de descartarlos*) 22

b. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS 23

i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central 23

ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (*con todo el grupo de valores, antes de descartarlos*) 23

c. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS velocidad impulso ultrasónico según el tratamiento directo 24

i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central 24

ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (*con todo el grupo de valores, antes de descartarlos*) 24

d. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS PROFUNDIDAD DE PENETRACION DEL AGUA BAJO PRESION ESTATICA 25

i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central 25

ii. Gráfica de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (*con todo el grupo de valores, antes de descartarlos*) 26

7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO APLICADO 29

8. CALCULO DE LA repetibilidad y reproducibilidad: ANÁLISIS DE VARIANZA. 31

9. EVALUACION DE LA CONFORMIDAD: ZSCORE. METODO ESTADISTICO SOBRE APTITUD 33

10. DIAGRAMA DE CAJA-BIGOTES: ANALISIS PRE- ESTADÍSTICO y ANALISIS ESTADÍSTICO..... 34

a. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN. CONO DE ABRAMS. 35

b. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS..... 36

c. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DE TRATAMIENTO DIRECTO DE IMPULSOS ULTRASÓNICOS 37

d. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DE PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DEL AGUA BAJO PRESION ESTÁTICA 38

11. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN..... 39

12. AGRADECIMIENTOS 41

INTRODUCCION

1. OBJETIVOS DEL EILA17

El objetivo del presente EILA 2017 es continuar con la labor iniciada en el año 2014, realizando el cuarto "*Ejercicio InterLAboratorios a nivel nacional (EILA)*" del Plan EILA. Y por tanto, con la doble finalidad: de evaluar las competencias técnicas de los laboratorios participantes (cuya eficacia pueda ser contrastada en la repetición anual de los ensayos) y de poder investigar sobre aquellos ensayos, que por su novedad o complejidad, son susceptibles de mejorar gracias al volumen de información que se obtiene en estas campañas.

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

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

Éstas incluyen diferentes objetivos:

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

2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.

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

- **UNE 82009-2:1999** "*Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición. Parte 2: Método básico para la determinación de la repetibilidad y la reproducibilidad de un método de medición normalizado".*
- **UNE-EN ISO/IEC 17043:2010** "*Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud*", tomando como valor de referencia del ensayo los valores medios no aberrantes obtenidos.

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

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

Asimismo, conforme al "*Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal (EILA-16) de ensayos de hormigón*", cada ensayo será evaluado con el cumplimiento de las Normas UNE que se indican a continuación:

- Toma de muestras de hormigón fresco, según **UNE-EN 12350-1:2006**. Ensayos de hormigón fresco. Parte1. Toma de muestras.
- Consistencia del hormigón, según **UNE-EN 12350-2:2006**. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.
- Fabricación de probetas, según **UNE-EN 12390-2:2001**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.
- Resistencia a compresión del hormigón a 28 días, según **UNE-EN 12390-3:2003**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas a 28 días.
- Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos, según **UNE EN 12504-4: 2006** Parte 4. Tratamiento directo.
- Determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión estática, según **UNE EN 12390-8:2009 y UNE EN 12390-8:2009/1M: 2011** y el procedimiento de preparación de probetas conforme al **Art. 86.3.3 y al anejo 22, apartado 3, de la EHE-08**. (En el Anexo I del Protocolo de hormigones EILA17 se fijaron las condiciones de ejecución, incluyendo criterios interpretativos para la realización del ensayo)

3. HORMIGON: TIPO Y ENSAYOS.

El tipo de hormigón utilizado es un **HA-30/B/20/ IIa + Qb.** con tamaño máximo del árido de 20 mm y **consistencia blanda**.

En caso de que con estos últimos condicionantes la central de hormigón no pudiera obtener la consistencia mencionada, habrá realizado las modificaciones en la dosificación que el fabricante considere oportunas para que el hormigón fabricado responda a las características del tipo **HA-30/B/20/ IIa + Qb**.

Los áridos y aditivos utilizados deben disponer de Marcado CE, el distintivo de calidad del cemento debe ser oficialmente reconocido y el agua utilizada de la red pública (no se utilizará agua reciclada.) o bien, disponer de ensayos que garanticen el cumplimiento de las exigencias de la EHE-08.

La elección del suministrador de hormigón, siempre que le ha sido posible a la empresa colaboradora ANEFHOP, se ha dispuesto de Sello de Calidad, al objeto de garantizar los requisitos de homogeneidad establecidos en la EHE en vigor. Por ello, cuando la cuba era móvil se han realizado los ensayos de homogeneidad conforme a la siguiente Tabla 71.2.4 de la EHE-08, o bien, se han presentado los resultados de autocontrol realizados por la propia central, conforme establece el Anejo 19, apartado 4, de la EHE 08. (*Citar que en protocolo se establecía además que no superara los cuatro meses previos a la toma, lo que podría hacer un total de 10 meses*)

Tabla 71.2.4. De la EHE-08. Comprobación de la homogeneidad del hormigón. Deben obtenerse resultados satisfactorios en los dos ensayos del grupo A y en al menos dos de los cuatro del grupo B

	Ensayos	**(*)**
Grupo A	Consistencia (UNE-EN 12350-2:2006)	
	• Si el asiento medio es igual o inferior a 9 cm	3 cm
	• Si el asiento medio es superior a 9 cm	4 cm
	Resistencia a 7 días a compresión (% respecto a la media)	7,5 %
Grupo B	Densidad del hormigón (kg/m^3 ; UNE-EN 12350-6:2006)	16 kg/m^3
	Contenido de aire (% respecto al volumen de hormigón UNE-EN 12350-7:2001)	1 %
	Contenido de árido grueso (% respecto al peso de la muestra tomada ; UNE 7295:1976)	6 %
	Módulo granulométrico del árido (UNE 7295:1976)	0,5

(*) *Diferencia máxima tolerada entre los resultados de los ensayos de dos muestras tomadas de la descarga del hormigón (1/4 y 3/4 de la descarga).*

Estas modificaciones y controles de calidad han quedado reflejadas en las correspondientes *Actas de Toma de muestras y de Incidencias* suscritas por los coordinadores autonómicos presentes en la toma del hormigón, así como en las *Hojas de suministro de carga* entregadas a estos por las propias centrales colaboradoras el mismo día de celebración. En todo caso, el objetivo del EILA NO es evaluar el material fabricado, sino comparar para un mismo hormigón y amasada, la ejecución de un ensayo y contrastar los resultados de los laboratorios participantes.

Este año se prohibía en el citado Protocolo el uso de bolsas de plástico que envolvieran las probetas durante su permanencia en la central tras su fabricación: al menos 16 horas y, en general, 24 horas.

La fabricación de las probetas en el EILA17 se ha concentrado en su mayoría los días 23 y 24 de mayo, dos semanas antes que en el 2016, intentando evitar días más calurosos y que su desmoldado tras el curado, y por tanto, la ejecución de los cuatro ensayos, coincidiera lo menos posible con el mes de agosto.

Los datos obtenidos se han agrupado por central de hormigón (para asegurar características lo más similar posible) y fabricado de una sola vez (misma amasada o unidad de producción) para poder garantizar la homogeneidad de la muestra a ensayar, y dar validez al análisis estadístico del ejercicio de intercomparación.

Una vez agrupados los resultados por central de fabricación y tras un estudio preliminar, se realiza un Análisis pre-estadístico donde se obtiene una primera tabla por central: de Medias, Desviación y Coeficientes de Variación. Posteriormente, tras un segundo Análisis, el estadístico, se detectan los valores anómalos y aberrantes los cuales serán apartados de la evaluación del desempeño a través del Zscore y de la segunda tabla por central de Medias, Desviación y Coeficientes de Variación.

Ensayo de asentamiento del hormigón fresco por el método del cono de Abrams, según norma UNE-EN 12350-2:2006.

El ensayo de consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento del cono de Abrams, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE-EN 12350-2:2006** que es la que figura en las **Declaraciones Responsables registradas**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE-EN 12350-2:2009**.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA17 y en particular con el citado Protocolo de los ensayos de hormigón, los laboratorios participantes han aportado el valor de dos determinaciones, sin incidencias destacables en la fabricación de las probetas según las "*Actas de tomas e incidencias" p*resentadas por los coordinadores.

Aplicando los límites de consistencia definidos en la tabla 86.5.2.1 del Artículo 31.5 de la EHE-08, se observa que la consistencia del hormigón fabricado no siempre coincide con el establecido (Blanda) por Protocolo, incluso siendo el mismo tipo de hormigón del EILA16, se observa un 13,62% menos, con un aumento en la consistencia fluida:

Tabla 86.5.2.1 de la EHE-08. Consistencia definida por su tipo

TIPO DE CONSISTENCIA		TOLERANCIA EN INTERVALO RESULTANTE
Seca	0	0 – 2 cm
Plástica	±1	2 – 6 cm
Blanda	**±1**	**5 – 10 cm**
Fluida	±2	8 – 17 cm
Líquida	±2	14 – 22 cm

A este respecto, resultan los siguientes valores tanto a nivel nacional, como a nivel de central 13:

Tabla 3.1. Consistencia definida a nivel nacional

	A NIVEL NACIONAL		A NIVEL CENTRAL
	% Laboratorios	Nº Laboratorios	% Laboratorios
Blanda (>6 a 10)	**40,36%**	**67**	**--**
Plástica (2 a 6)	25,90%	43	**--**
Fluido (>10)	33,13%	55	**100%**

En esta central, la consistencia no es la de Protocolo, pero todos están dentro del mismo tipo de asentamiento. Se evidencia una posible **No Conformidad** de Protocolo que habría que confirmar con la Hoja de carga y con el Acta de incidencias elaborada el día de la toma.

La docilidad del hormigón se valorara determinando su consistencia por medio de este ensayo, con dos asentamientos (dos conos) consecutivos medidos y expresados en milímetros, según UNE-EN 12350-2 y, a diferencia de la norma en vigor, redondeado a los 10 mm más próximos, según el Apartado 8 de la citada norma.

En este ensayo, como resultados sospechosos se clasifican principalmente aquellos cuyas expresiones son erróneas conforme el Protocolo y/o no han aportado el resultado de dos determinaciones, puesto que la desviación típica interlaboratorio se ve afectada por ello. En este último caso, cuando la ficha enviada sólo tenía una determinación, se ha tomado el dato de los albaranes que los propios laboratorios han remitido a los coordinadores autonómicos. Mencionar que con respecto al año pasado, los resultados se han presentado, para este mismo ensayo, con un 26% menos de estos errores, lo que supone decir que en el EILA17:

- a nivel nacional, de los 166 participantes hay un 12,05%, de **valores sospechosos** y en concreto, para esta central, de los 6 participantes, es el código 172.

Estos valores serán sombreados en el volcado de datos en color amarillo como "sospechosos" y se incluirán en el análisis estadístico sólo en el caso en que puedan explicarse como un "error técnico humano". Además de saber que la expresión del asentamiento en centímetros, actualmente, es la expresión habitual y por tanto, también la de los programas informáticos que se utilizan.

Mención especial al cálculo de la incertidumbre que en este ensayo, de los 166 laboratorios participantes, el 45,78% presentan el dato, y para esta central, de los 6 laboratorios participantes lo dan el 66,66%.

Ensayo de resistencia a compresión a 28 días, según norma UNE-EN 12390-3:2003.

El ensayo de "Resistencia a compresión a 28 días" ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE-EN 12390-3:2003**, que es la de aplicación según la vigente instrucción de hormigón estructural EHE-08 y, también es la norma que se indica para realizar el mencionado ensayo en las **Declaraciones Responsables registradas** de todos los laboratorios participantes.

De conformidad con el citado Protocolo y en particular con el de los ensayos de hormigón, los laboratorios participantes podían emplear probetas cúbicas de 15 cm de arista en lugar de las habituales cilíndricas de 15x30 cm, siempre que los resultados presentados estuvieran afectados por el correspondiente factor de conversión, que se indica en el apartado 86.3.2 de la EHE-08 y que se detalla a continuación:

$$f_c = \lambda_{cil,cub15} * f_{c,cúbica}$$

Donde:

f_c Resistencia a compresión, en N/mm², referida a probeta cilíndrica de 15x 30 cm.

$f_{c,\ cúbica}$ Resistencia a compresión, en N/mm², obtenida a partir de ensayos realizados en probetas cúbicas de 15 cm de arista.

$\lambda_{cil,\ cub15}$ Coeficiente de conversión obtenido de la tabla 86.3.2.a

Tabla 86.3.2.a. Coeficiente de conversión.

Resistencia probeta cúbica (f_c ; N/mm²)	$\lambda_{cil,\ cub15}$
fc < 60	0,90
60 ≤ fc < 80	0,95
fc ≥ 80	1,00

Sobre este aspecto, de los 180 participantes que han presentado resultados, han realizado **probetas cilíndricas** un 94,58%, y sólo un 5,42% han sido fabricadas cúbicas, repitiendo valores muy similares a los del EILA16.

- Para esta Central, de los 6 laboratorios participantes, el porcentaje de Cilíndricas ha sido de 100%,

Es en este mismo apartado del capítulo XVI de la EHE-08, dónde se dice que para considerar aceptables los valores de resistencia obtenidos a 28 días**, el recorrido relativo** de un grupo de tres probetas no

podrá exceder del 20% del valor obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividido por el valor medio de las tres tomadas de la misma amasada. Decir que todos los laboratorios cumplen con el recorrido relativo (≤20%).

A diferencia del Ejercicio del EILA16, el cálculo del recorrido, con sus redondeos, es correcto en 145 laboratorios, siendo además 26 laboratorios los que no presentan el dato y 8 los que lo calculan mal.

- Para el caso concreto de esta central, de un total de 6 participantes decir que, el código 144 lo calcula mal,.

El resultado de las tres determinaciones de la resistencia a compresión a 28 días se expresará en N/mm2, conforme la Norma UNE EN 12390-3:2003. Sin embargo, su grado de redondeo al 0,5 N/mm2 más cercano, como ya se indicaba en el Protocolo de hormigón, afecta en el análisis estadístico (Aptdo. 7.3.3.4. de la norma estadística UNE 82009-2:1999) y aumenta el grado de imprecisión de las mediciones obtenidas. Por ello, el grado de redondeo que se aplica en este Ejercicio es el recogido en la Norma UNE EN 12390-3:2009 vigente, con **una aproximación de 0,1 N/mm².**

En las **Cargas Máximas aplicadas a la rotura**, como ya sucedió en el EILA16, se han detectado resultados expresados en diferentes unidades a las solicitadas en la Ficha de resultados y Protocolo. El error puede venir de trasladar directamente el valor que el programa informático, vinculado al equipo de medición, aporta sin ser revisado, conforme el Protocolo, por el operador.

Este año, el porcentaje de error es muy similar al del año pasado. A nivel nacional es un 19% (22% EILA16). Estos valores serán sombreados en amarillo como valores "sospechosos", puesto que solo lo expresan incorrectamente y pueden explicarse como un "error técnico humano". Además, en ningún caso, este hecho afecta en el valor de resistencia aportado. Para esta central, el código 132 es un **valor sospechoso**, donde dice 780,60 debería decir 780.600 N.

Respecto al **modo de conservación y tratamiento previo a la rotura** utilizados por los laboratorios: curado en cámara húmeda o en balsa y refrentado o pulido, respectivamente, destacar que en este ejercicio a nivel nacional:

- el método del **pulido** (que año tras año ha ido aumentando), **ha superado,** por primera vez en el Plan EILA**, el refrentado, en un 48,19% frente a un 45,78%, respectivamente**. En concreto, para esta central es de 66,67% y de 33,33%, respectivamente.
- el método de conservación sigue siendo, mayoritariamente el de **cámara húmeda** (**o curado,** según aparece en la Ficha de resultados) frente al de curado en balsa, con valores que rondan en este ejercicio el **84,34 %** (valores muy similares al del EILA 16). Mencionar que en el EILA15 era de 91,9%.

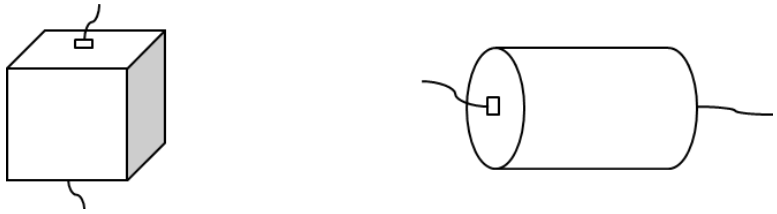
  En concreto, para esta central es de 83,33% y de 16,67%, respectivamente.

Mención especial al cálculo de la incertidumbre que en este ensayo, de los 180 laboratorios, el 58,33% presentan el dato, y para esta central, de los 6 laboratorios participantes lo aportan el 66,67%.

Ensayo de determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos, según UNE EN 12504-4: 2006 Parte 4

El ensayo de Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos, ha sido realizado según **UNE EN 12504-4: 2006 Parte 4**. De los tres tratamientos recogidos en ella, aun cuando la ficha de resultados viene preparada para también aportar los datos de Tratamiento semi-directo., se envió **Nota Aclaratoria** a los Coordinadores autonómicos para que remitieran a los laboratorios.

En ella se decía que, considerando que el uso de probetas cilíndricas y cúbicas, a los efectos del tratamiento estadístico de los resultados, que: "se realizara únicamente la medida de la velocidad de impulsos ultrasónicos por el **método de transmisión directo**, colocando los palpadores en el centro de las caras moldeadas de la probeta cúbica o axialmente en la probeta cilíndrica, y así tener una superficie plana (pulida o uso de resina epoxi de endurecimiento rápido) para que estos transmitieran, de manera uniforme, el impulso ultrasónico por toda la longitud de la probeta." Se descartaba, por consiguiente, otros tratamientos por ser menos sensibles, depender más de la calidad de la superficie del hormigón y del acoplamiento acústico entre éste y la superficie del palpador.



Previamente al ensayo, se indicaba en la misma Nota, conforme el artículo 6.1.4 de la norma de ensayo que: "*En cada una de las tres probetas se realizarán lecturas repetidas del tiempo de recorrido hasta obtener un valor mínimo relativamente estable, y a partir de este valor determinar la velocidad de propagación en cada probeta y trasladarla a las correspondientes celdas de la ficha de resultados.*" Este ensayo se realiza en las tres probetas, tras salir del curado a 28 días al menos, que se van a romper después a Resistencia a compresión Por eso, la Nota pedía secar toda su superficie con un paño, antes de colocar los palpadores.

Sin embargo, de los 89 resultados entregados, parece que 18 laboratorios no recibieron esta Nota aclaratoria, pues recogen una longitud de transmisión de 150 mm y una superficie media de palpadores que ronda los 35-40 mm.

No sabemos cuál es el motivo por el que tampoco aplican estos 18 laboratorios el Protocolo, donde se decía que "*se hará por el método de transmisión directa a la mitad de la altura de la probeta y de transmisión indirecta a 1/3 de la base superior y 1/3 de la base inferior colocadas en línea paralela a la generatriz.*". Por tanto, estos laboratorios son "descartados" considerando que no ejecutan el ensayo conforme el tratamiento directo recogido en la norma y cuya **longitud de trayectoria** de 300,00 mm ± 1 es por Protocolo:

- A nivel nacional, los **valores descartados** significan un 20,22% de los resultados aportados. No serán analizados estadísticamente porque las condiciones de medida del ensayo no coinciden con las de la mayoría y por tanto aportarían heterogeneidad al grupo de distribución de valores.
- Para esta central, no hay códigos con **valores descartados**. De los 4 laboratorios decir que el código 088 da una longitud de trayectoria unos cms más grande que la altura de la propia probeta (300m), lo que evidencia una posible **No Conformidad de ejecución de ensayo**, y habría que pedir al laboratorio que motive esta medición.

El resultado de la **velocidad de los impulsos ultrasónicos** se pedía expresado en Km/s, con una aproximación de 0,01 Km/s, según norma UNE-EN-12504-4:2006 Parte 4. De conformidad con su Anexo B en la Tabla B.1, en función de la relación entre la velocidad del impulso en el hormigón, la frecuencia del palpador y recomendaciones de la mínima dimensión lateral permitida de la pieza, podemos decir que los valores de la velocidad del impulso en el hormigón está entre los 3,5 km/s y 4,50 km/s.

- A nivel nacional, dentro de este intervalo de valores (apartando los 50,77% que no cumple esta relación. Por otra parte, se observa un 15,38% de códigos con **valores sospechosos** ya que no expresan la medida en las unidades solicitadas. En la tabla de volcado de datos, aparecen las primeras sombreadas en verde y, las segundas, en color rojo
- Para esta central, no hay resultados con valores sospechosos.

En relación a la **frecuencia natural de los palpadores**, el Protocolo recomendaba que estuviera comprendida entre los 40 Khz y 60 Khz por ser los más adecuados a la mayoría de las aplicaciones. Concretamente para este ensayo, la longitud de recorrido no supera en ningún caso los 300 mm, correspondientes a la altura de la probeta, lo que hace preferible que los palpadores utilizados sean de alta frecuencias (60 Khz-200 Khz), conforme establece la propia norma de ensayo en la NOTA de su Artículo 5.3.

Según los datos aportados en la Ficha de resultados, el 78,65% de los laboratorios están dentro del intervalo recomendado en Protocolo, sólo un 14,61% lo superan aplicando una frecuencia de 150 Khz, (como es el caso del código 188) y un 6,74% no dan un valor, sino que dan un intervalo más amplio, de 24 – 150 o no aportan el dato.

Los códigos que, no cumplen Protocolo por no aportar todos los datos solicitados, irán sombreados en "naranja".

Mención especial al cálculo de la incertidumbre que en este ensayo, de los 89 laboratorios, sólo 4 presentan el dato a nivel nacional. Para esta central, de los 4 laboratorios participantes, el 50% lo aporta.

Ensayo determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión, según norma UNE-EN 12390-8:2001.

Las condiciones de ejecución y criterios interpretativos para la aplicación de la normativa del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión, ha sido realizado según la norma vigente **UNE-EN 12390-8:2009** y **UNE-EN 12390-8:2009 1ª Modificación**, con indicaciones del Anejo 22 y el tratamiento previo de las probetas según el Apartado 86.3.3 de la EHE-08.

De mismo modo que en el Ejercicio anterior, el Protocolo del ensayo se ha llevado a cabo de acuerdo con las condiciones de ensayo previstas para el próximo Código Estructural que sustituirá a la Instrucción EHE-08. Es decir, según la norma actualizada UNE-EN 12390-8:2009, utilizando tres probetas y sometiendo éstas a un período de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de (50 ± 5)°C.

Para poder supervisar esta parte del ensayo, que dura un total de seis días, se elaboraron unos calendarios por centrales, según la fecha de fabricación de las probetas. Se establecía el momento de desmoldar la probeta después del curado y comenzar con el secado previo. Sobre todo se quería evitar que la fase de término del ensayo no coincidiera en fin de semana, y que durante las 72 horas siguientes que estaban en agua bajo presión, pudieran supervisarse al menos a las 24 y a las ultimas 72.

De conformidad con el *Protocolo de los ensayos de hormigón*, los laboratorios participantes han aportado el valor de tres determinaciones que, corresponden a cada una de las probetas ensayadas y, la documentación gráfica de la ejecución de este ensayo. De estas tres determinaciones, expresadas en milímetros (mm), se ha obtenido una media, que se ha redondeado al milímetro más próximo, según se establece en el Apartado 6 de la norma **UNE-EN 12390-8:2001.**

Destacar que de los 90 laboratorios que señalaron su participación, 94 han presentado resultados.

La mayoría ha mantenido las probetas **en la estufa** durante 72 horas, Asimismo, la mayoría ha mantenido después de esto las probetas **expuestas a la presión del agua** otras 72 horas, (lo mínimo establecido).

La **presión en manómetro auxiliar** establecida en la norma de ensayo debe ser de 500 kPa, sin embargo, hay un 22,34% de laboratorios, de los cuales un 15,96% expresan de manera incorrecta este dato y un 6,38% que dan valores superiores o inferiores a esta. En el primer grupo, para esta central, estaría el código 172 (5 kPa), que se considera un valor sospechoso.

Respecto a si ha habido **filtraciones durante la ejecución del ensayo**, solo hay dos códigos, a nivel nacional que indican haberlas tenido. Respecto a esa central no ha habido **filtraciones durante la ejecución del ensayo**, se adjunta al presente documento un anexo fotográfico de los laboratorios que han aportado fotos. En principio, indican no haber tenido filtraciones.

Otro dato que se pide en las Fichas de Resultados son los valores de sus pesadas a través de las cuales, calculamos las densidades (masa/volumen) de la probeta en los cuatro estados más destacados de aumento o pérdida de agua (siempre que el laboratorio aporta estos datos), y adjuntamos también como Anexo lo que su análisis nos dice:

- P1 es el estado tras desmoldado y desbastado
- P2 es el estado tras curado (antes de estar 72 horas en estufa)
- P5 es el estado tras 72 horas en estufa (antes de estar 72 horas bajo agua a presión estática)
- P6 después de estar 72 horas bajo agua a presión estática (antes de la rotura y ver la huella de profundidad)

De estas pesadas se pueden derivar algunas conclusiones que indican una pérdida de agua entre un estado y otro diferente a lo esperado. Se piensa que pueda ser la influencia del tipo de estufa utilizada y su tiro, junto con la elección del método de curado *(se observan resultados más similares entre las probetas que han estado sumergidas en balsa (más estable) frente a las que han estado en cámara*). Motivo que creemos conoce los laboratorios con códigos 088 y 132 que han **cambiado su método de conservación** en las probetas que se ensayaban a profundidad. En todo caso, además son todas cilíndricas (como se recogía en Protocolo).

Como en el EILA16, las instrucciones de ejecución recogidas en el Protocolo y que detallaban aspectos de ejecución de este ensayo, han reducido dispersión a los valores. Hemos comprobado que el tipo de hormigón fabricado se realiza de acuerdo con el artículo 8.2.2 de la instrucción EHE 08 relativo a las clases generales de exposición, porque es de Tipo III y HA-30. Además en su artículo 37.3.3 sobre la impermeabilidad del hormigón establece que es "*Una comprobación experimental de la consecución de una estructura porosa de hormigón suficientemente impermeable para el ambiente en el que va a estar ubicado, puede realizarse comprobando la impermeabilidad al agua del hormigón, mediante el método de determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión según la UNE EN 12390-8.*"

Por tanto, se considera suficientemente impermeable al agua si los resultados del ensayo de penetración de agua cumplen simultáneamente que:

Tabla del artículo 37.3.3 de la EHE-08. Condición de impermeabilidad

Clase de exposición ambiental	Especificaciones para la profundidad máxima	Especificaciones para la profundidad media
Qb	$Z_m \leq 50$ mm	$T_m \leq 30$ mm

Por lo que podemos decir que, el ensayo no valora tanto el dato numérico sino la posición en la que queda por encima o por debajo del límite recogido en tabla superior.

A diferencia de otros ejercicios del Plan EILA, y por decisión adoptada en el Comité Interadministrativo de la Calidad de la Edificación y con el visto bueno de la Subcomisión Interadministrativa de la Calidad de la Edificación (SACE), NO se excluyen del análisis estadístico aquellos resultados que quedan fuera de este rango, es decir, *no cumplen la condición de impermeabilidad* , por considerar que el objetivo de estos contrastes no es determinar la validez de las propiedades de la muestra ensayada sino contrastar la ejecución de unos ensayos entre varios laboratorios conforme a su norma de aplicación y el Protocolo correspondiente. Para esta central, los 5 laboratorios participantes cumplen la condición de impermeabilidad.

En el estudio preliminar de todos los datos, quedarán sombreados en "rojo" aquellos que no cumplen la condición de permeabilidad, y en "amarillo", aquellos cuya expresión no se corresponda con la solicitada en la Ficha de Resultados y por ende en el Protocolo.

Mención especial al cálculo de la incertidumbre que en este ensayo, de los 94 laboratorios, el 39,36% presentan el dato, y para esta central, de los 5 laboratorios participantes lo dan el 40,0%.

4. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES

En el presente informe EILA 17 de hormigones, han participado en hormigón un total de 17 Comunidades Autónomas, 19 centrales de fabricación de hormigón y 185 laboratorios de ensayo. En la siguiente tabla se muestra el número de laboratorios declarados por Comunidad Autónoma:

Tabla 4.1. Laboratorios declarados participantes, por Comunidad Autónoma.

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios Participantes
Andalucía	23
Aragón	10
Asturias	03
Cantabria	02
Castilla- La Mancha	10
Castilla- León	10
Cataluña	15
Comunidad de Madrid	15
Comunidad de Valencia	16
Extremadura	03
Galicia	06
Islas Baleares	09
Islas Canarias	10
La Rioja	03
Murcia	10
Navarra	08
País Vasco	09

En la realización de los ensayos varios de los laboratorios pertenecen a centrales de hormigón y cuyos resultados, en caso de haberlos aportado, se han estudiado junto con el resto de los laboratorios. En la siguiente tabla se indica el número y la Comunidad Autónoma en la que participan:

Tabla 4.2. Laboratorios participantes de centrales de hormigón.

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios de Centrales Participantes	Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios de Centrales Participantes
Asturias	01	Murcia	02
Cataluña	03	Navarra	01
Islas Baleares	01	Madrid	02

5. GRAFICOS DE DISPERSION

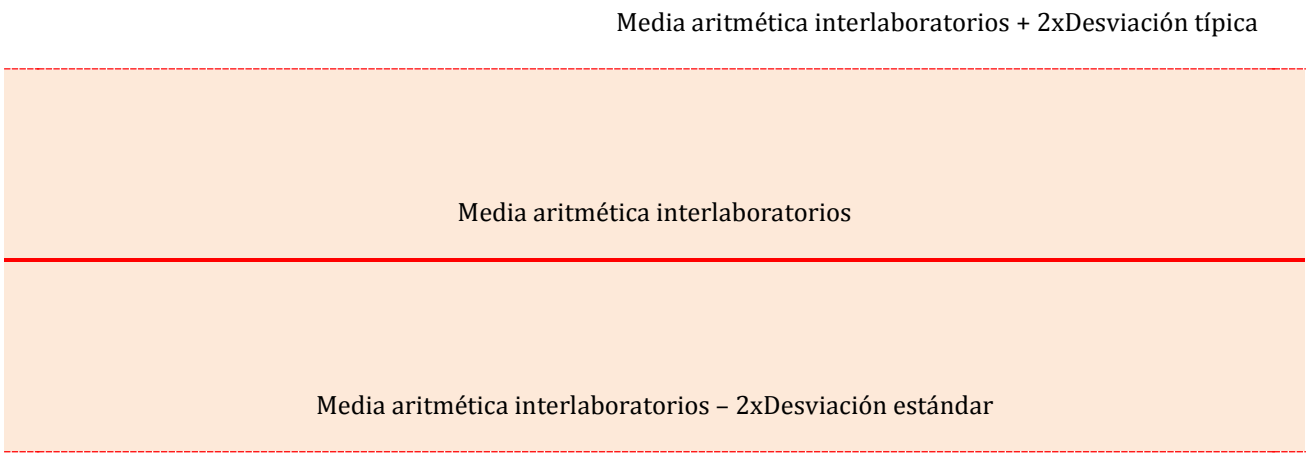
Los gráficos de dispersión son diagramas matemáticos en los que podemos apreciar, a golpe de vista, la dispersión y la simetría que existe para una distribución de valores.

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

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

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

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



6. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS RESULTADOS APORTADOS

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

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

Seguidamente, en caso de existir, se aplicará de forma generalizada la fórmula de verificación que aplica el criterio de validación que la propia norma de ensayo establece. Si no cumple la validación o algún aspecto recogido en el protocolo, el resultado será *descartado* y se sombreará en "rojo" (sea el caso del recorrido relativo según la EHE08). Por otra, si los valores aportados están dentro de los recomendados en Protocolo se sombrearán en "verde".

Cuando no cumple aporta alguno de los requisitos recogidos en la Ficha de resultados, pero que no invalidan el ensayo en estudio se sombrea en "naranja".

a. ANÁLISIS PRELIMINAR RESULTADOS ASENTAMIENTO DEL HORMIGON. CONO DE ABRAMS.

i. Resultados aportados de las dos determinaciones por código y Central.

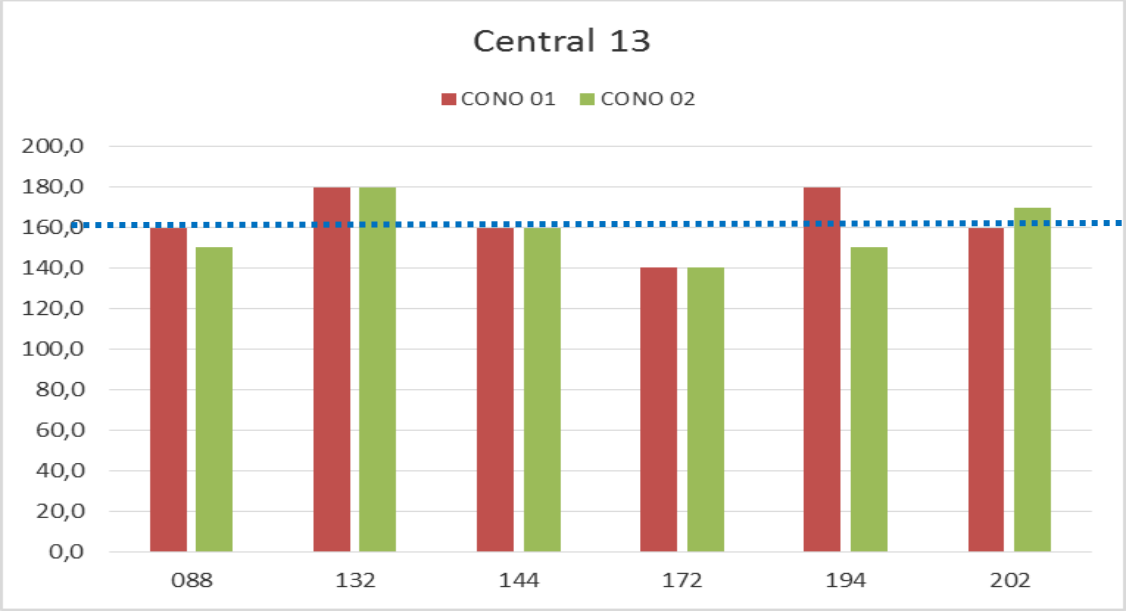
CODIGO DEL LABORATORIO	ALTURA		RESULTADO		CONSISTENCIA	METODO CONSERVACION	FORMA GEOMETRICA	PREPARACION PREVIA A ROTURA
	CONO 01 (mm)	CONO 02 (mm)	ALT. PROMEDIO (mm)	INCERTIDUMBR				PROBETAS
CCAA.13								
088	160,0	150,0	160,0	0,06	FLUIDA	Curado	Cilíndricas	Refrentado
132	180,0	180,0	180,0		FLUIDA	Curado	Cilíndricas	Pulido
144	160,0	160,0	160,0	1	FLUIDA	Curado	Cilíndricas	Pulido
172	14,0	14,0	14,0	0,145	FLUIDA	Curado	Cilíndricas	Pulido
194	180,0	150,0	165,0		FLUIDA	Curado	Cilíndricas	PULIDO
202	160,0	170,0	170,0	5	FLUIDA	BALSA	Cilíndricas	Refrentado

Valores aportados cuya expresión de las unidades no coincide con el Protocolo (valores sospechosos)

Valor de consistencia según la Tabla 86.5.2.1. De la EHE-08 que coincide con el Protocolo

ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (*con todo el grupo de valores, antes de descartarlos*)

Media Central 160,83 mm	Desviación 13,20	Coef. Variación 8,21 %



b. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS

i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central.

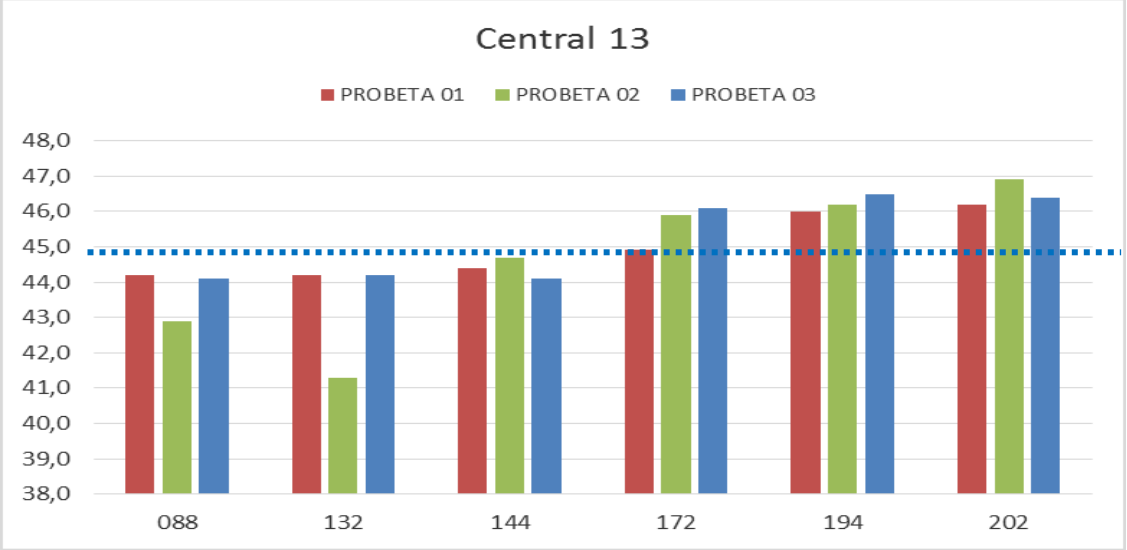
CODIGO DEL LABORATORIO	PREPARACION PREVIA A ROTURA	CARGA MAXIMA DE ROTURA			RESISTENCIA A COMPRESION			RESISTENCIA COMPRE. MEDIA	RECORRIDO 28 DIAS	control recorrido a 28 días	INCERTIDUMBRE
	PROBETAS	PROBETA 01 (N)	PROBETA 02 (N)	PROBETA 03 (N)	PROBETA 01 (N/mm²)	PROBETA 02 (N/mm²)	PROBETA 03 (N/mm²)	(N/mm²)	(%)	3 probetas ≤20%_	
CCAA.13											
088	Refrentado	781.102,40	757.530,20	778.365,00	44,2	42,9	44,1	43,7	3	2,97%	3,4
132	Pulido	780,60	729,00	780,80	44,2	41,3	44,2	43,2	7	6,71%	
144	Pulido	784.335,87	790.808,26	780.511,27	44,4	44,7	44,1	44,4	0,01	1,35%	0,8632
172	Pulido	793.629,00	811.287,00	814.230,00	44,9	45,9	46,1	45,6	3	2,63%	0,04
194	Pulido	813.000,00	81.660,00	82.240,00	46,0	46,2	46,5	46,2	1	1,08%	
202	Refrentado	815.910,00	828.960,00	819.730,00	46,2	46,9	46,4	46,5	2	1,51%	0,3

Valores aportados cuya expresión de las unidades no coincide con el Protocolo (valores sospechosos)

Valor en los que se observan posibles evidencias de No Conformidad.

ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (*con todo el grupo de valores, antes de descartarlos*)

Media Central 44,96 MPa	Desviación 1,36	Coef. Variación 3,02 %



C. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS VELOCIDAD IMPULSO ULTRASÓNICO SEGÚN EL TRATAMIENTO DIRECTO

i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central.

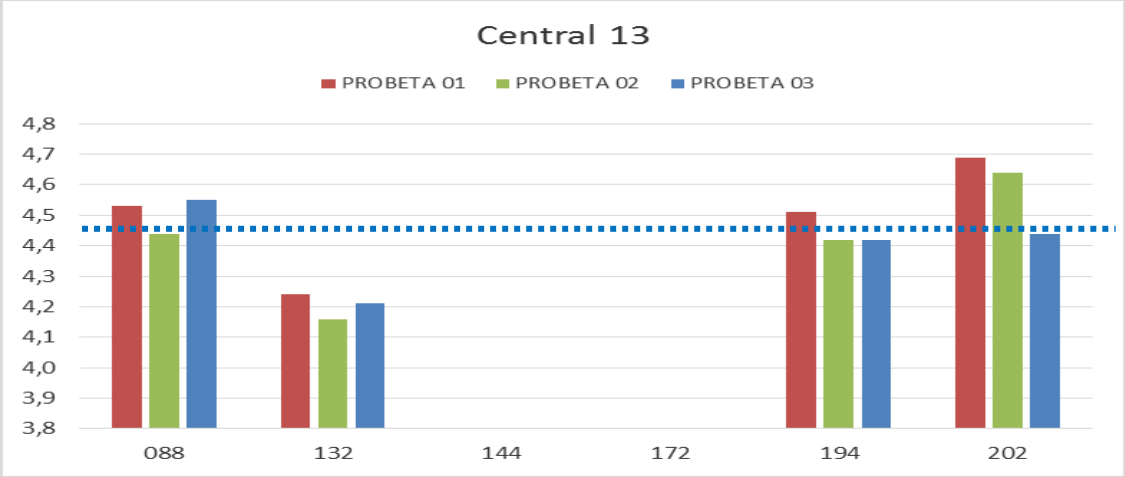
CODIGO DEL LABORATORIO	CARACTERISTICAS EQUIPO		TRATAMIENTO DIRECTO. TEMPERATURA INICIO DEL ENSAYO			TRATAMIENTO DIRECTO. LONGITUD TRAYECTORIA			TRATAMIENTO DIRECTO. VELOCIDAD IMPULSO			RESULTADO	
	BLOQUE 06. I+BF:BIMPULSO (mm)	FREC. IMPULSO (kHz)	PROBETA 01 (ºC)	PROBETA 02 (ºC)	PROBETA 03 (ºC)	PROBETA 01 (mm)	PROBETA 02 (mm)	PROBETA 03 (mm)	PROBETA 01 (km/s)	PROBETA 02 (km/s)	PROBETA 03 (km/s)	V. MEDIA IMPULSO (km/s)	INCERTIDUMBRE
CCAA.13													
088	40	150	19,7	19,5	18,9	301,40	301,30	301,10	4,53	4,44	4,55	4,51	2,6
132	50	54	19,0	19,0	19,0	300,00	300,00	300,00	4,24	4,16	4,21	4,21	---
144													
172													
194	50	54	20,5	20,5	20,5	300,00	300,00	300,00	4,51	4,42	4,42	4,45	
202	28,2	40	20,0	20,0	20,0	299,00	299,00	299,00	4,69	4,64	4,44	4,59	no calcu

Valor en los que se observan posibles evidencias de No Conformidad.

Valor que está dentro de lo recomendado en Protocolo

ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (*con todo el grupo de valores, antes de descartarlos*)

Media Central 4,44 km/s	Desviación 0,17	Coef. Variación 3,75 %



d. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS PROFUNDIDAD DE PENETRACION DEL AGUA BAJO PRESION ESTATICA

i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central.

CODIGO DEL LABORATORIO	TIEMPO APLICACION PRESION	EDAD DEL HORMIGON	PERMANENCIA EN ESTUFA 50	PRESION A 24 H	PRESION A 72 H	PROFUNDIDAD MEDIA DE PENETRACION			PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION			PROFUN. MEDIA TOTAL PENETRA.	PROFUN.MAX. TOTAL PENETRA.	INCERTIDUMBRE
	PROBETAS (h)	PROBETAS (dd)	PROBETAS (h)	PROBETAS (kPa)	PROBETAS (kPa)	PROBETA 04 (mm)	PROBETA 05 (mm)	PROBETA 06 (mm)	PROBETA 04 (mm)	PROBETA 05 (mm)	PROBETA 06 (mm)			
CCAA.13														
088	72,0	28 días	72 h	500	500	12,0	15,0	15,0	32,0	28,0	29,0	14,0	30,0	6,4
132	72,0	28	72,0	500	500	5,0	7,0	7,0	12,0	17,0	15,0	6,3	14,7	
144	72,0	28	72,0	500	500	8,0	9,0	10,0	20,0	24,0	22,0	9,0	22,0	1,1552
172	72,0	28	72,0	5	5	12,0	11,0	10,0	21,3	20,1	19,6	11,0	20,0	
194	72,0	27	72,0	505	505	6,0	20,0	4,0	16,0	32,0	16,0	10,0	21,3	
202														

Valores aportados que no cumplen la condición de impermeabilidad parcial o total, según EHE-08

Valores aportados cuya expresión de las unidades no coincide con el Protocolo (valores sospechosos)

Valor en los que se observan posibles evidencias de No Conformidad.

Destacar del código 194 las determinaciones individuales de la probeta 05 tanto en profundidad media como máxima. En ambas resulta extraño que de valores del doble o más que las otras dos probetas, se evidencia una posible No Conformidad en la ejecución del ensayo. Habría que pedirle justificación de esta diferencia.

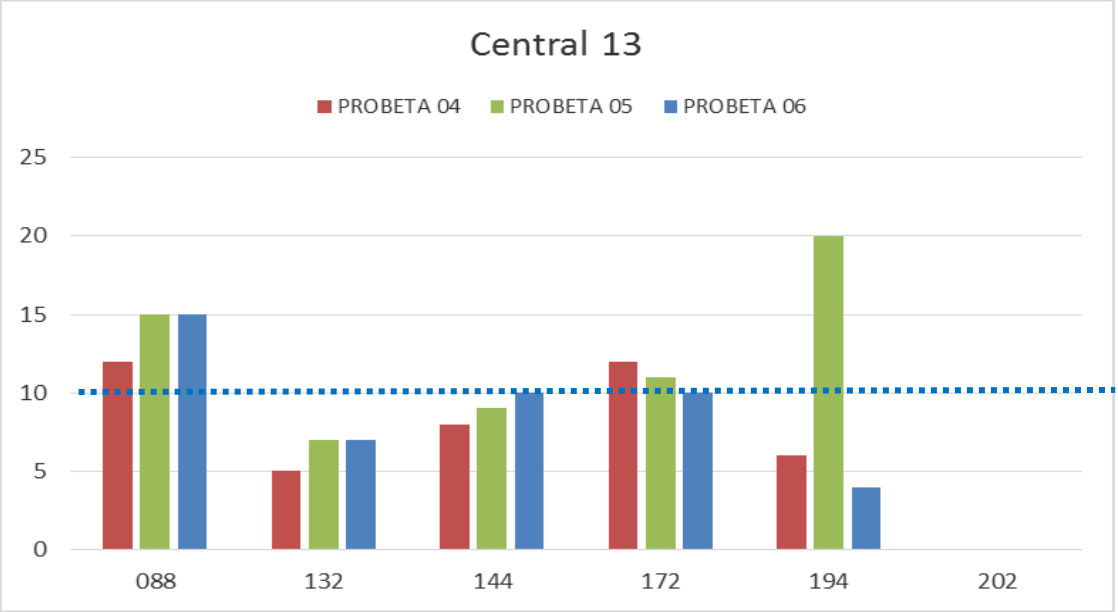
NOTA: La edad del hormigón con la que se inicia el ensayo, no coincide entre los laboratorios a pesar de las indicaciones de hacerlo a los 30 días (**30 junio**) para esta central, desde el desmoldado en las instalaciones del laboratorio. Se observa además que hay un error en el cálculo de días y en dos casos, empezaron el ensayo antes de lo establecido por Protocolo, lo que hace que las probetas estén expuestas al agua bajo presión hasta el domingo. Se recomienda pedir registro de este paso a los laboratorios, y justificación de no cumplirlo según Protocolo.

CODIGO DEL LABORATORIO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DEL HORMIGON
	PROBETAS (dd.mm.aaaa)	PROBETAS (dd)
CCAA.13		
088	30.06.2017	28 días
132	30.06.2017	28
144	30.06.2017	28
172	27.06.2017	28
194	26.06.2017	27

ii. Gráfica de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (*con todo el grupo de valores, antes de descartarlos*)

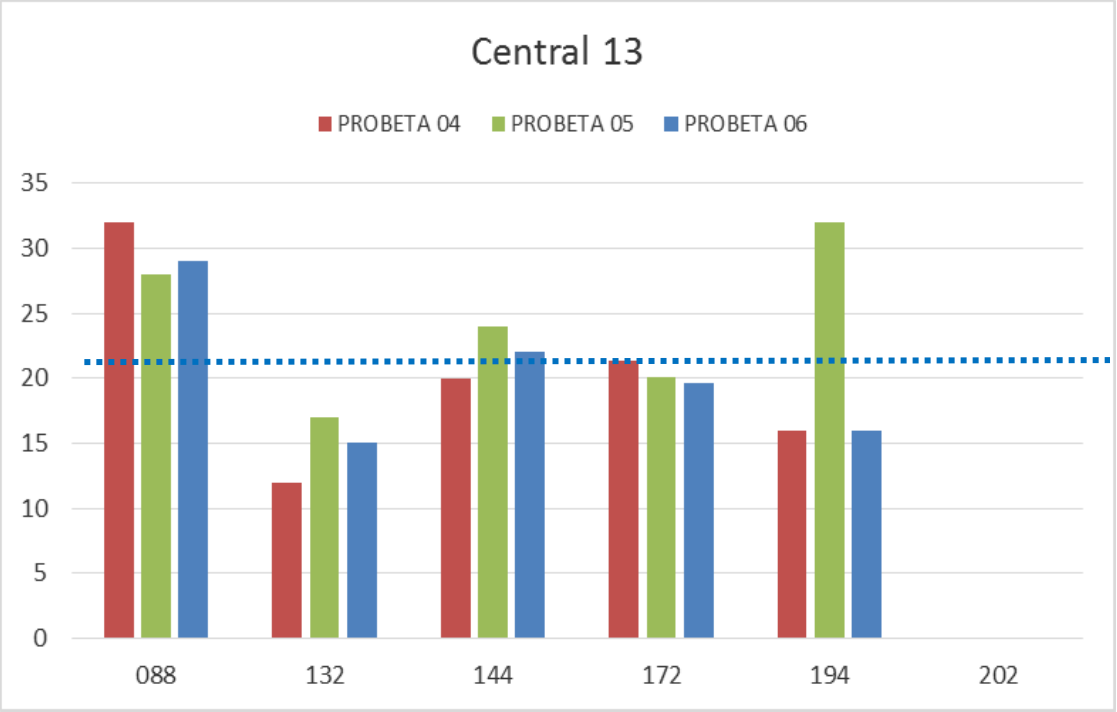
Media Central Media 10,07 mm	Desviación 2,80	Coef. Variación 27,84 %

Gráfica 6.1. Laboratorios participantes, por Central con datos de Profundidad **Media**



Media Central Máxima 21,60 mm	Desviación 5,36	Coef. Variación 24,82 %

Gráfica 6.2. Laboratorios participantes, por Central con datos de Profundidad **Máxima**



INSTRUCIONES ENSAYOS HORMIGÓN conforme Protocolo actuación EILA 17 y Normas Calidur.

TOMA DE MUESTRAS30 MAYO 2017

RESISTENCIA A COMPRESIÓN

1. Realización 2 Conos de Abrams**30-5-17**
2. Fabricación 3 Probetas cilíndricas o cubicas**30-5-17**
3. Recogida de muestras**31-5-17**
   - Desmoldar
   - Marcar probetas con código asignado
   - Pesar probetas
   - Introducir en cámara húmeda/ balsa para su curado
4. Sacar de cámara húmeda/ balsa**27-6-17**
   - Pesar probetas
   - Medida Ultrasonidos
   - Rotura a compresión a 28 días

PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE AGUA

1. Fabricación 3 Probetas Ø 15 x 30 cm.**30-5-17**
2. Recogida de muestras**31-5-17**
   - Desmoldar
   - Marcar probetas con código asignado
   - Pesar probetas
   - Introducir en cámara húmeda para su curado
3. Sacar de cámara húmeda**30-6-17**
   - Pesar probetas
   - Introducir en estufa
4. Pesar probetas a las 24 horas (opcional)**01-7-17**
5. Pesar probetas a las 48 horas (opcional)**02-7-17**
6. Sacar de estufa**03-7-17**
   - Pesar probetas a las 72 h
   - Aplicar presión para penetración de agua
7. Romper ensayo Brasileño y medir profundidad de penetración de agua máxima y media**06-7-17**

MEDIDA DE CARBONATACIÓN, CLORUROS Y RESISTIVIDAD (enviar probeta al Instituto Eduardo Torroja)

1. Fabricación 1 Probeta Ø 15 x 30 cm.**30-5-17**
2. Recogida de muestras**31-5-17**
   - Desmoldar
   - Marcar probeta con código asignado
   - Pesar probeta
   - Introducir en cámara húmeda para su curado
3. Sacar de cámara húmeda**20-6-17**
   - Pesar probeta
   - Rodear con papel de cocina absorbente mojado (no empapado).
   - Envolver con film transparente (para evitar pérdida de humedad) la totalidad de la probeta.
   - Llamar a Agencia de transportes DHL (enviando el Anexo II por e-mail, con copia a:

     vaviedma@gmail.com
     emeseguerpena@gmail.com

CARBONATACIÓN (IN SITU (probeta que se queda en las instalaciones del laboratorio))

1. Fabricación 1 Probeta Ø 15 x 30 cm.**30-5-17**
2. Recogida de muestras**31-5-17**
   - Desmoldar
   - Marcar probeta con código asignado
   - Pesar probeta
   - Introducir en cámara húmeda para su curado
3. Sacar de cámara húmeda**27-6-17**
   - Pesar probeta
   - Colocar a la intemperie sobre base de plástico y cubierta (para evitar que se moje en caso de lluvia)
4. Medida de carbonatación (5 meses)**14-11-17**
   - Pesar probeta
   - Romper probeta ensayo Brasileño
   - Rociar con fenolftaleína al 1% en alcohol etílico ambas mitades
   - Medir carbonatación y carbonatación máxima

7. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO APLICADO

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

- El número mínimo de laboratorios participantes que se aceptan en el Plan EILA debe ser p≥3, puesto que prima la disponibilidad de recursos y entendemos que la distancia geográfica dificulta la fabricación de las probetas en menos centrales en pro de una mayor concentración de participantes, que reducirían la incertidumbre de las estimaciones a un nivel satisfactorio.

  Bien es cierto que hay que recordar que en la norma UNE 82009-1:1999 en su Artículo 6.3.4 dice que, estas estimaciones de las desviaciones de repetibilidad y de reproducibilidad podrían diferir de forma sustancial de sus valores verdaderos si sólo toman parte del contraste un pequeño número de laboratorios (p=5). Lo habitual es un valor de p entre 8 y 15. Y cuando p es superior a 20, las incertidumbres de las estimaciones ya sólo experimentan pequeñas reducciones.

- El número mínimo de réplicas en el interior de cada laboratorio para la misma muestra, que debe ser n≥2. *En general, por Protocolo son dos, excepto en el hormigón con el ensayo de la resistencia a compresión a 28 días y con el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión estática, que son tres.*

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

- **Técnica gráfica de consistencia**, utilizando dos estadísticos determinados: interlaboratorios (*h)* e intralaboratorios (*k)* **de Mandel**.

- **Ensayos de detección de resultados numéricos aberrantes**: *ensayos de variabilidad, donde el ensayo Mandel haya conducido a la sospecha.*

  - **Ensayo de Cochran** (C): verifica el mayor valor de un conjunto de desviaciones típicas, siendo ello un test unilateral de valores aberrantes.
  - **Ensayo de Grubbs** (G): verifica la desviación estándar de todas las medias, eliminando de todo el rango de distribución de valores la/s media/s más alta/s y más baja/s, según si es el Simple Grubbs o el Doble Grubbs.

Para los ensayos Mandel, Cochran y Grubbs simple, los resultados se consideran:

	Correcto	Si el valor del estadístico es menor o igual (≤) al 5% de su valor crítico.
	Anómalo (*)	Si el valor del estadístico es mayor (>) al 5% y menor o igual (≤) al 1% de su valor crítico.
	Aberrante (**)	Si el valor del estadístico es mayor (>) al 1% de su valor crítico.

Y, para el ensayo Grubbs doble, los resultados se consideran:

	Correcto	Si el valor del estadístico es mayor o igual (≥) al 5% de su valor crítico.
	Anómalo (*)	Si el valor del estadístico es menor (<) al 5% y mayor o igual (≥) al 1% de su valor crítico.
	Aberrante (**)	Si el valor del estadístico es menor (<) al 1% de su valor crítico.

Para rechazar un valor, será necesario que sea aberrante o anómalo tanto en las técnicas gráficas de consistencia como en los ensayos de detección de resultados numéricos.

Para identificar si los resultados son anómalos y/o aberrantes, estos métodos comparan el valor estadístico resultante de h, k, C y G obtenido en el Análisis estadístico de los resultados aportados por los laboratorios, con los indicadores estadísticos y valores críticos recogidos en las Tablas 4, 5, 6 y 7 de las normas antes citadas para una (p) y una (n) conocidas, respectivamente.

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

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

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

Por ejemplo: en la norma de ensayo UNE EN 12390-3:2001 en su Apartado 9 se muestra la Tabla 2, dónde se dan algunos valores de referencia para la precisión de los resultados de la medida de resistencia a compresión del hormigón endurecido, expresada en porcentajes de la media de las resistencias de **tres** probetas cilíndricas, cuya diferencia se compara con la repetibilidad (r) y la reproducibilidad (R).

Condiciones de repetibilidad		Condiciones de reproducibilidad	
σ_r(%)	r (%)	R (%)	σ_R (%)
2,9	**8,0**	**11,7**	3,1

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

Sabiendo que una **varianza es una suma de cuadrados dividida por un número, que se llama grados de libertad, e**n una varianza muestral S^2 como es en el EILA17, con una varianza de población σ^2, el número de grados de libertad es el número de participantes menos 1:

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

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

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

En el EILA17, los laboratorios aportan en su mayoría al menos dos determinaciones, por lo que el nivel de ensayo es 2 y por tanto, la varianza de la diferencia es 2 σ^2, y la desviación típica de la diferencia su raíz cuadrada ($\sqrt{2\sigma^2}$). A partir de aquí, los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística de las dispersiones de los resultados, en forma de varianzas o desviaciones estándar (ANOVA).

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

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

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

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

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

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

- **Desviación típica o estándar** (σ)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i}(x_i - \overline{m})^2}$$

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

- **Coeficiente de variación** (CV)

$$CV = \frac{\sigma}{|\overline{m}|}\ x\ 100$$

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

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

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

- **Diferencia** **D**i = (mArit-M)

  Diferencia de porcentaje **D**i % = (m − M) ∗ 100/M

Siendo: (**x**i) el resultado del laboratorio participante;

(**m**Arit) el resultado medio calculado a partir de las determinaciones individuales (**x**i) del laboratorio participante sin redondeos;

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

- **Valores de z score:** $z = \frac{mArit - M}{\sigma}$

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

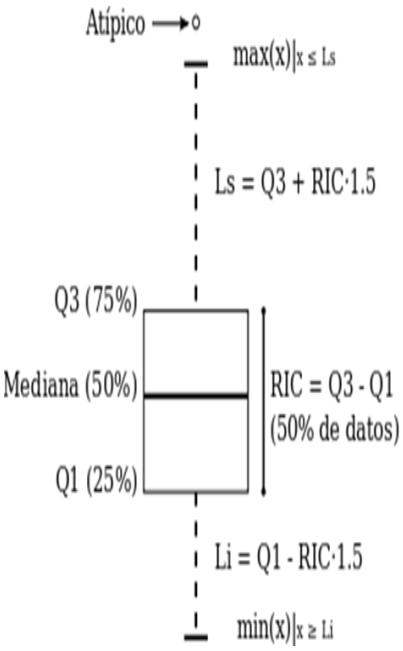
|z| ≤ 2	Resultado satisfactorio (S)
2 < |z| < 3	Resultado dudoso (D)
|z| ≥ 3	Resultado insatisfactorio (I)

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

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

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

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



RIC= (Q3 – Q1) el Recorrido entre cuartiles o longitud de la caja;

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

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

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

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

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

- Los **valores atípicos**: Lim inf= Q1 – (1,5 x RIC) y Lim sup = Q3 + (1,5 x RIC)
- Los **valores extremadamente atípicos** son aquellos valores atípicos que superan el doble del valor anterior: Lim inf= Q1 – 3(RIC) y Lim sup = Q3 + 3(RIC)

a. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN. CONO DE ABRAMS.

Notas aclaratorias: La media aritmética m_{arit} *del análisis estadístico es calculada por los redactores del informe a partir de las determinaciones individuales, sin aplicar los redondeos que la norma de ensayo correspondiente establece. Por tanto, no coincidir con la media aportada por el laboratorio no es motivo de exclusión en el análisis estadístico.*

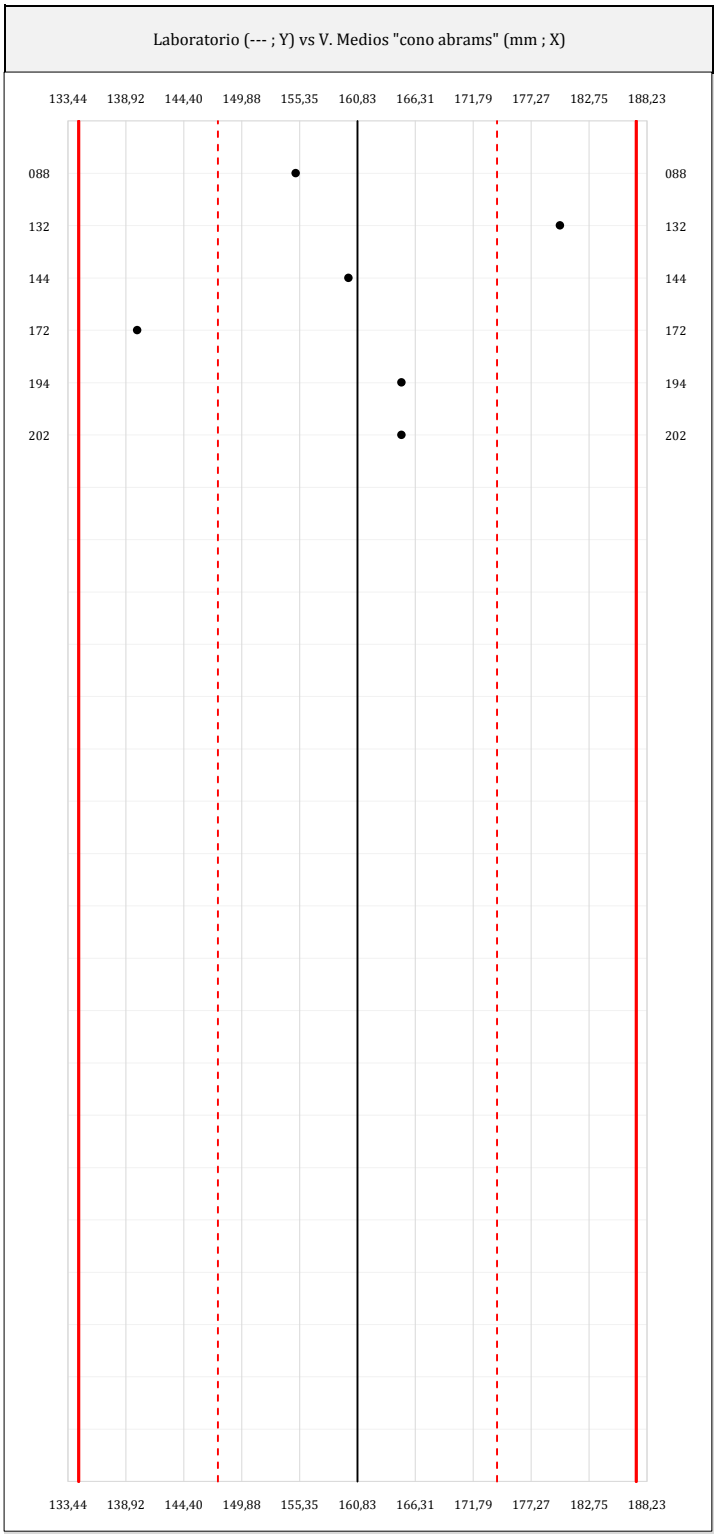
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

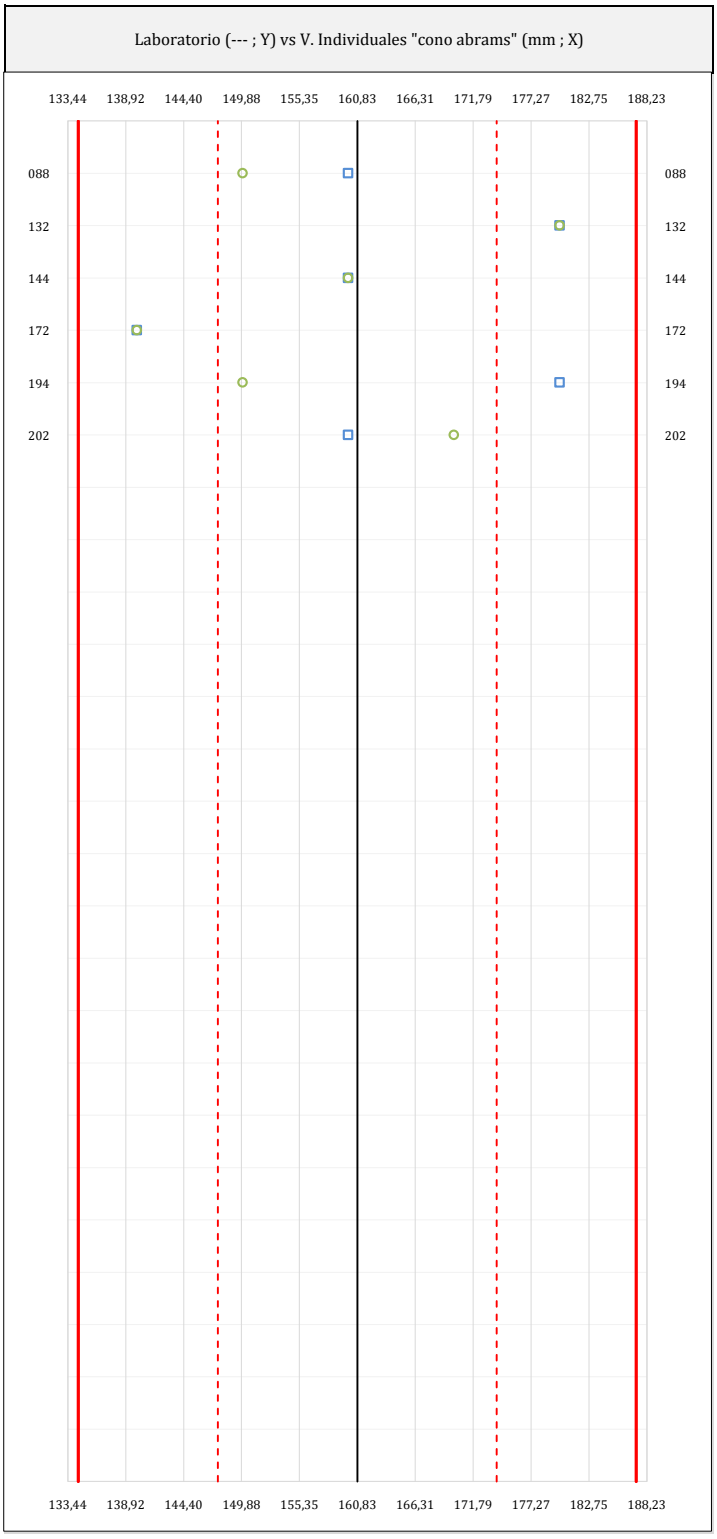
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

CONO ABRAMS (mm)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA E INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (160,83 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (174,03/147,64 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (187,23/134,44 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde "O" y el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo grís "Δ".

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

CONO ABRAMS (mm)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Análisis previo

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	¿Pasa A?	Observaciones
C13	088	160,00	150,00		160,00	155,00	7,071	-3,63	✔	
C13	132	180,00	180,00		180,00	180,00	0,000	11,92	✔	
C13	144	160,00	160,00		160,00	160,00	0,000	-0,52	✔	
C13	172	140,00	140,00		140,00	140,00	0,000	-12,95	✔	Las unidades de medida aportadas han sido readaptadas de cm a mm
C13	194	180,00	150,00		165,00	165,00	21,213	2,59	✔	
C13	202	160,00	170,00		170,00	165,00	7,071	2,59	✔	

NOTAS:

01 Antes de llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados, éstos se someten a un estudio de validación donde el estadista decidirá si son descartados o continuan en el proceso.

02 "$X_{i\,j=1,2,3}$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

03 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden]

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

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (mm)	163,33	158,33		162,50	160,83
SD_L (---)	15,06	14,72		13,32	13,20
CV (%)	9,22	9,30		8,20	8,21

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

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

	S_r^2	r (%)	S_L^2	S_R^2	R (%)
Calculado	91,667	26,539	128,333	220,000	41,113
Referencia					

- "S_r^2" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S_L^2" varianza interlaboratorios.
- "S_R^2" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

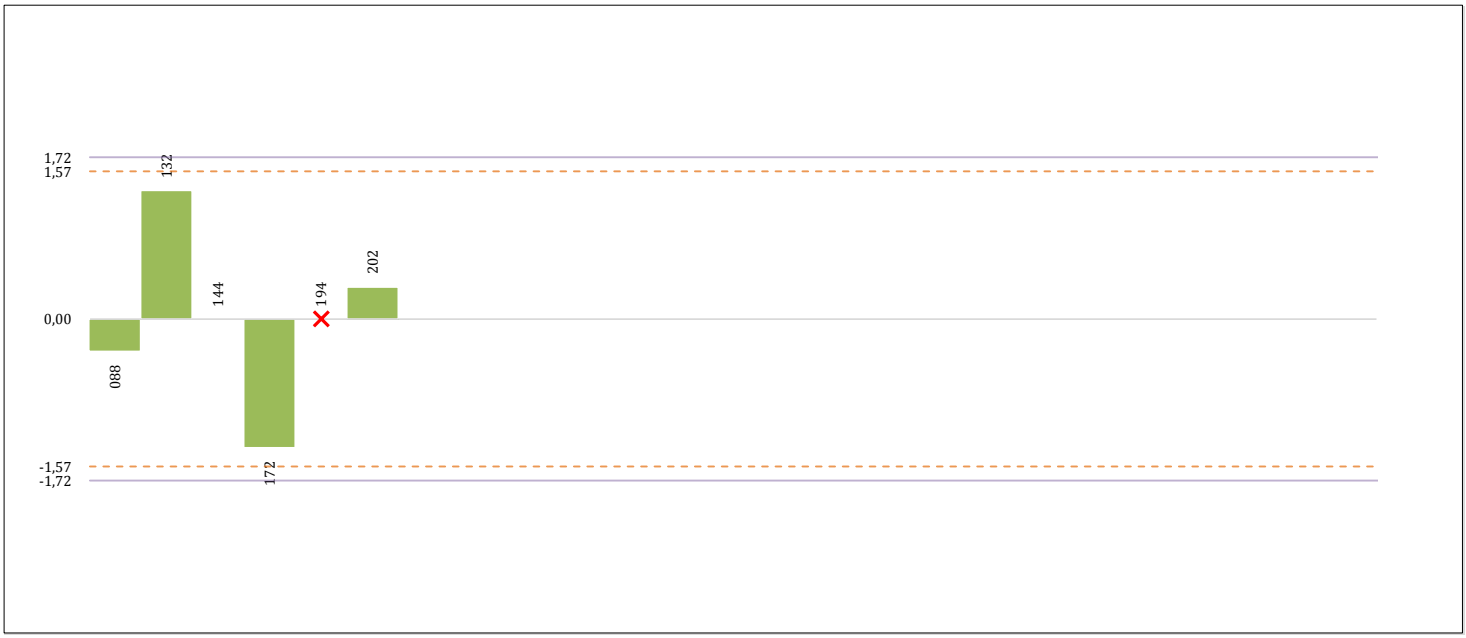
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

CONO ABRAMS (mm)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

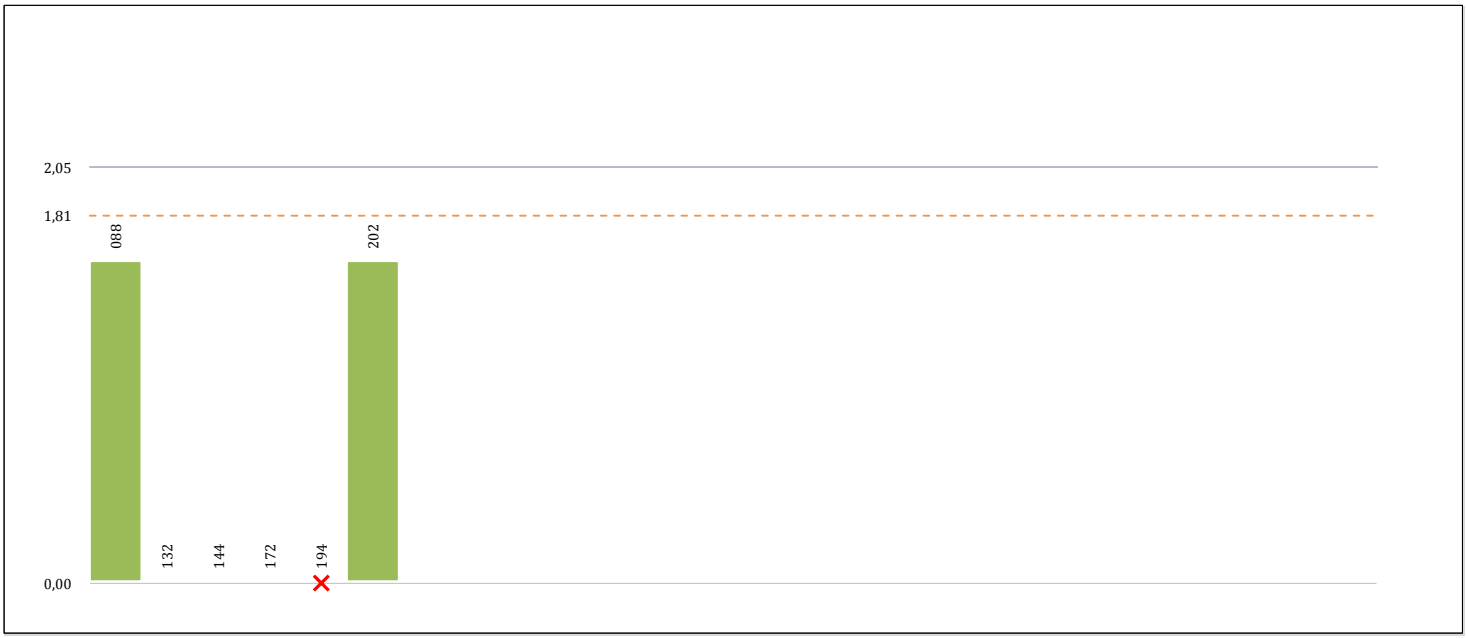
Apartado B.1. Análisis gráfico de consistencia "h y k" de Mandel



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

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

Instituto Eduardo Torroja

CONO ABRAMS (mm)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	¿Pasa B?
C13	088	160,00	150,00		160,00	155,00	7,071	-3,13	-0,34	1,58				0,2549		✔
C13	132	180,00	180,00		180,00	180,00	0,000	12,50	1,37	0,00			1,372		0,2549	✔
C13	144	160,00	160,00		160,00	160,00	0,000	0,00	0,00	0,00						✔
C13	172	140,00	140,00		140,00	140,00	0,000	-12,50	-1,37	0,00		1,372		0,2549		✔
C13	194	180,00	150,00		165,00	165,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C13	202	160,00	170,00		170,00	165,00	7,071	3,13	0,34	1,58					0,2549	✔

NOTAS:

01 "$X_{i\,j=1,2,3}$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

02 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

03 "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden] [aberrante **] [anómalo *]

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

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (mm)	160,00	160,00		162,00	160,00
SD_L (---)	14,14	15,81		14,83	14,58
CV (%)	8,84	9,88		9,16	9,11

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

06 Indicadores estadísticos y valores críticos según las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009:1999, para un valor de p = 5 y n = 2:

	h	k	C	G_{Sim}	G_{Dob}
1%	1,72	2,05	0,928	1,7640	0,0018
5%	1,57	1,81	0,841	1,7150	0,0090

- "p" número de laboratorios participantes no descrtados.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G_{Sim}" y "G_{Dob}" valores críticos de Grubbs.

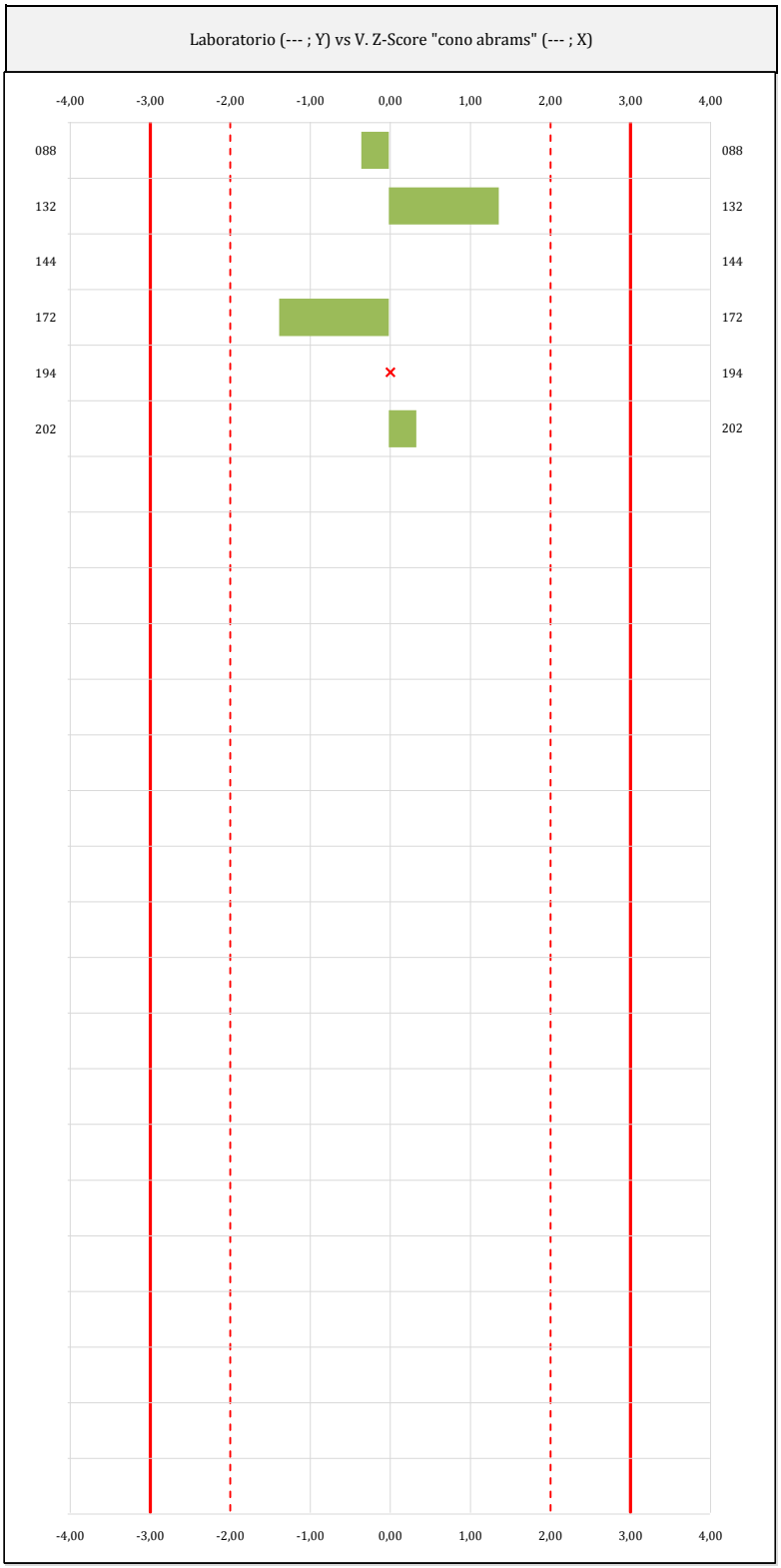
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

CONO ABRAMS (mm)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

CONO ABRAMS (mm)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C13	088	160,00	150,00		160,00	155,00	7,071	-3,13	✔	✔	✔			-0,343	S
C13	132	180,00	180,00		180,00	180,00	0,000	12,50	✔	✔	✔			1,372	S
C13	144	160,00	160,00		160,00	160,00	0,000	0,00	✔	✔	✔			0,000	S
C13	172	140,00	140,00		140,00	140,00	0,000	-12,50	✔	✔	✔			-1,372	S
C13	194	180,00	150,00		165,00	165,00	---	---	✔	✗	✗	AN	0	---	---
C13	202	160,00	170,00		170,00	165,00	7,071	3,13	✔	✔	✔			0,343	S

NOTAS:

01 "X_{ij} con $j = 1, 2, 3$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

02 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

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

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]

05 Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (mm)	160,00	160,00		162,00	160,00
SD_L (---)	14,14	15,81		14,83	14,58
CV (%)	8,84	9,88		9,16	9,11

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

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

	S_r^2	r (%)	S_L^2	S_R^2	R (%)
Calculado	20,000	12,396	202,500	222,500	41,346
Referencia					

- "S_r^2" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S_L^2" varianza interlaboratorios.
- "S_R^2" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

CONO ABRAMS (mm)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

Apartado D.2. Diagramas Box-Plot

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: cono abrams (mm)

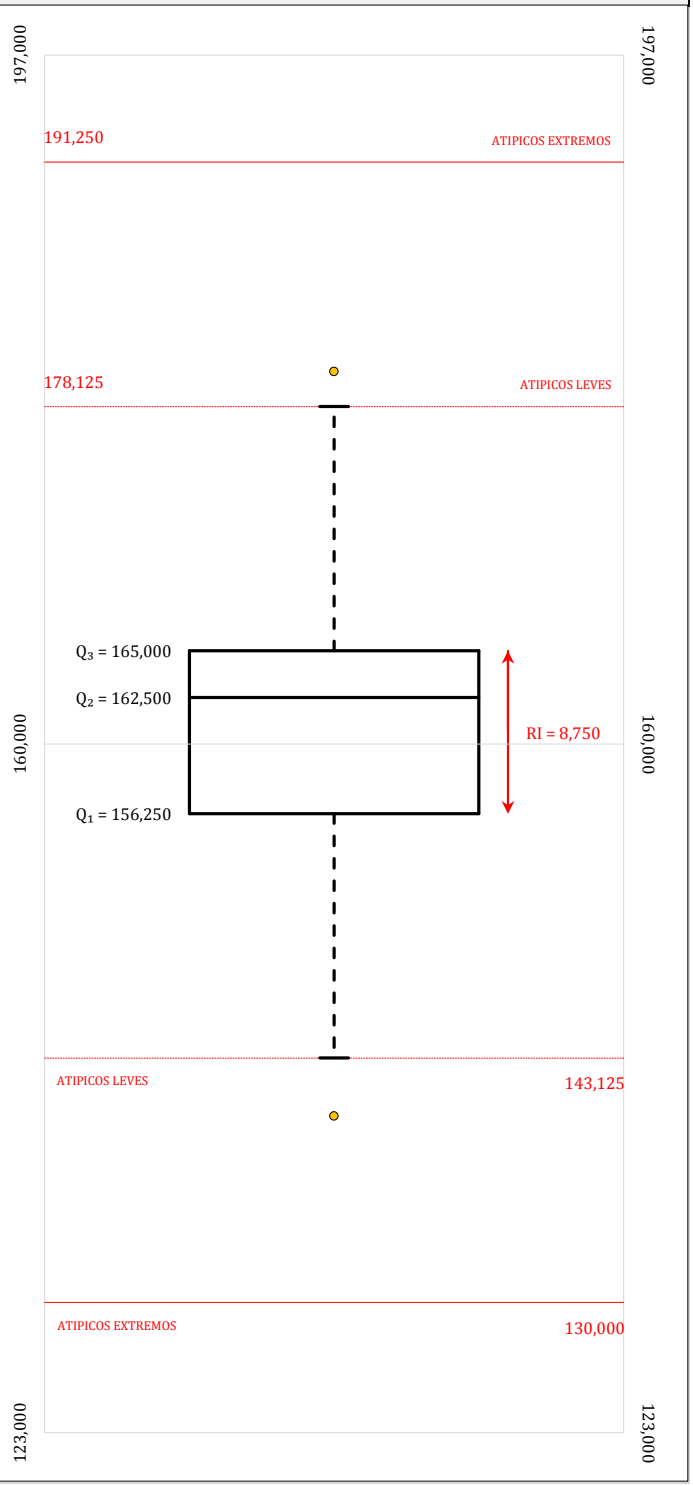
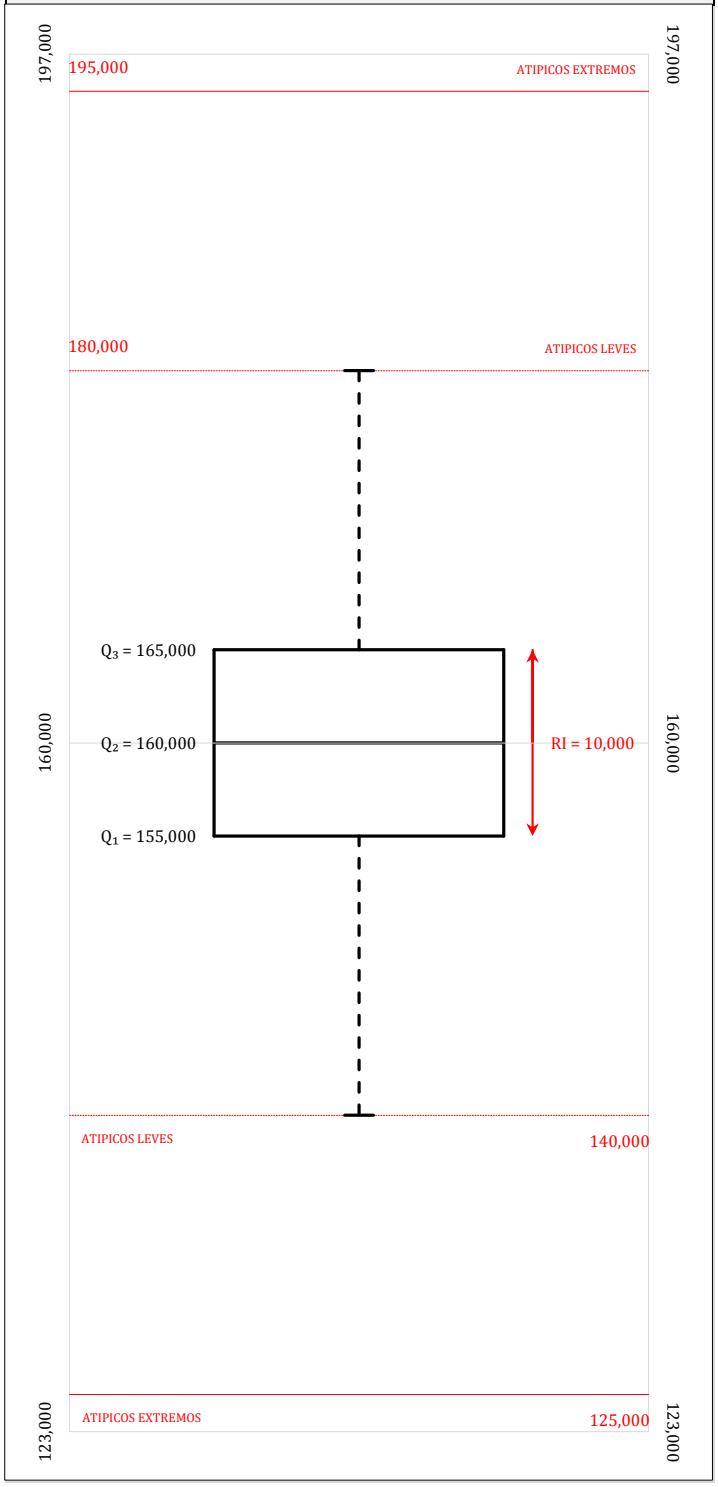


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: cono abrams (mm)



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

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q_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).

b. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS

Notas aclaratorias: La media aritmética m_{arit} *del análisis estadístico es calculada por los redactores del informe a partir de las determinaciones individuales, sin aplicar los redondeos que la norma de ensayo correspondiente establece. Por tanto, no coincidir con la media aportada por el laboratorio no es motivo de exclusión en el análisis estadístico.*

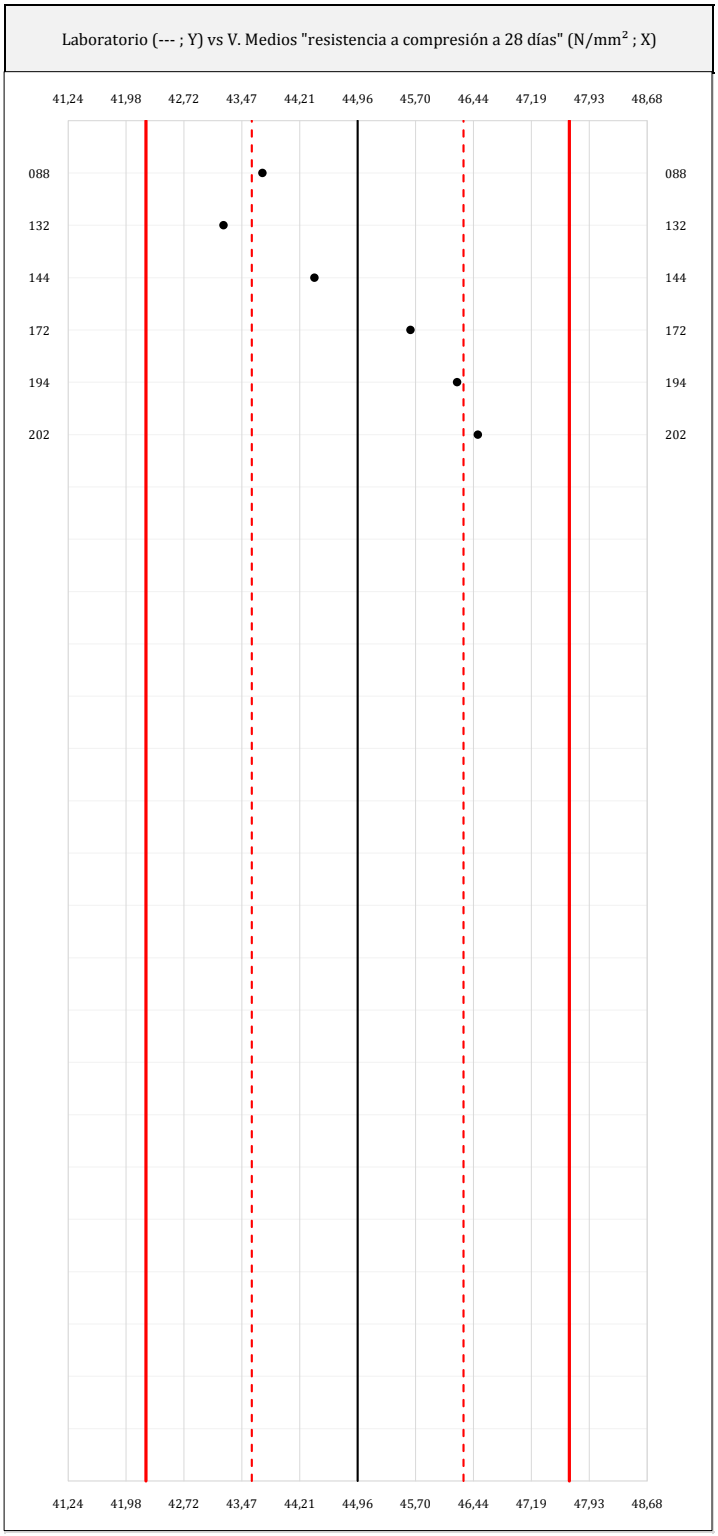
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

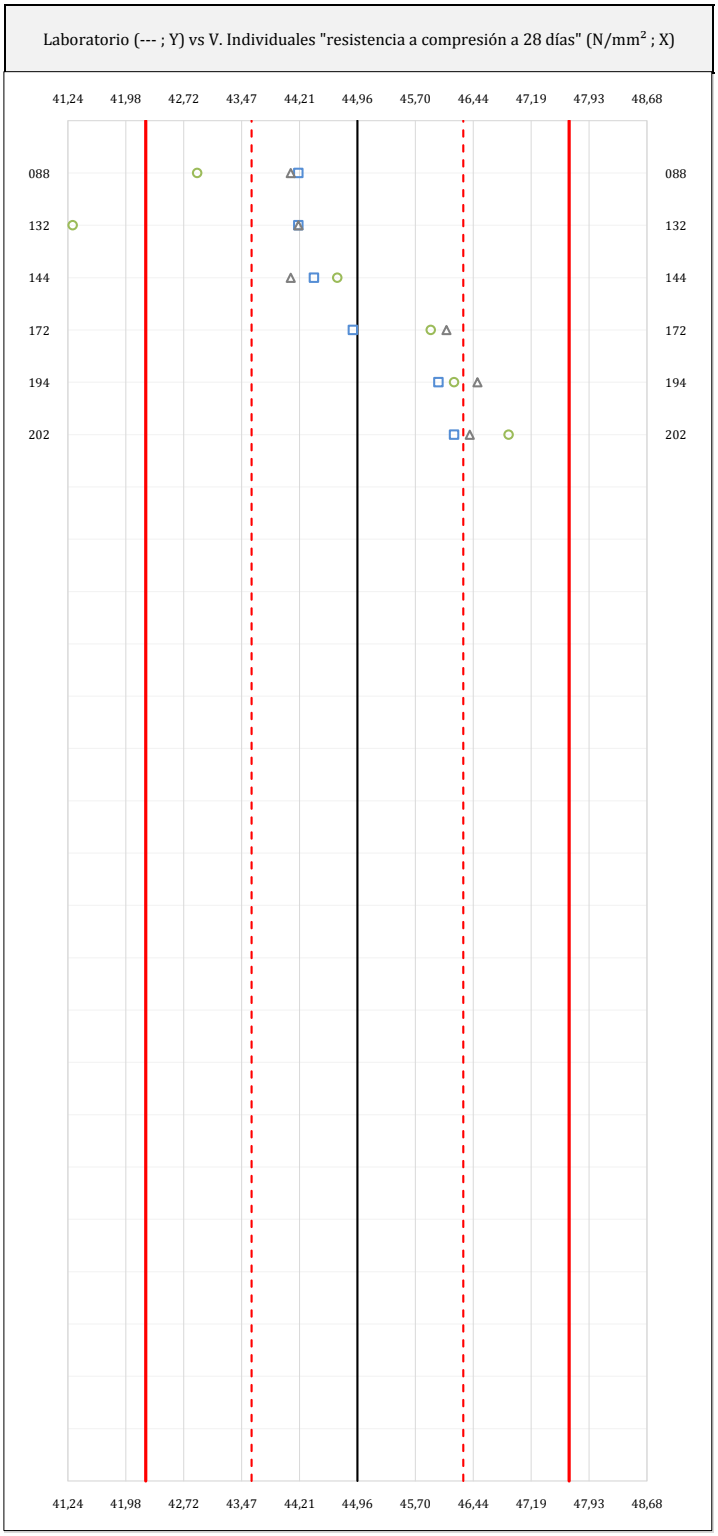
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS (N/mm²)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA E INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (44,96 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (46,32/43,60 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (47,68/42,24 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde "O" y el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo grís "Δ".

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS (N/mm²)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Análisis previo

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	¿Pasa A?	Observaciones
C13	088	44,20	42,90	44,10	43,70	43,73	0,723	-2,72	✓	
C13	132	44,20	41,30	44,20	43,20	43,23	1,674	-3,83	✓	
C13	144	44,40	44,70	44,10	44,40	44,40	0,300	-1,24	✓	
C13	172	44,90	45,90	46,10	45,60	45,63	0,643	1,51	✓	
C13	194	46,00	46,20	46,50	46,20	46,23	0,252	2,84	✓	
C13	202	46,20	46,90	46,40	46,50	46,50	0,361	3,44	✓	

NOTAS:

[01] Antes de llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados, éstos se someten a un estudio de validación donde el estadista decidirá si son descartados o continuan en el proceso.

[02] "$X_{i\,j=1,2,3}$ " son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

[03] "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

[04] El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden]

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

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (N/mm²)	44,98	44,65	45,23	44,93	44,96
SD_L (---)	0,90	2,16	1,21	1,36	1,36
CV (%)	2,01	4,84	2,68	3,04	3,02

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

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

	S_r^2	r (%)	S_L^2	S_R^2	R (%)
Calculado	0,671	2,270	1,626	2,296	4,200
Referencia	8,410	8,000		9,600	11,700

- "S_r^2" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S_L^2" varianza interlaboratorios.
- "S_R^2" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

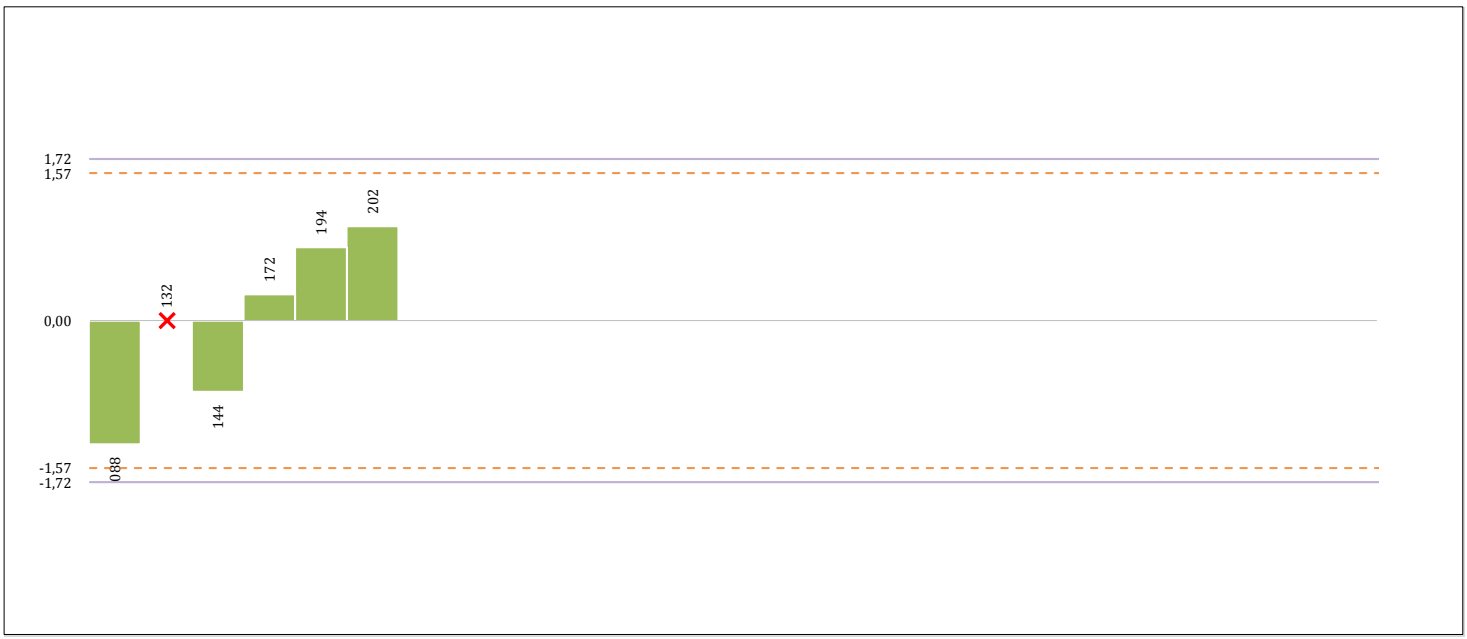
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS (N/mm²)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

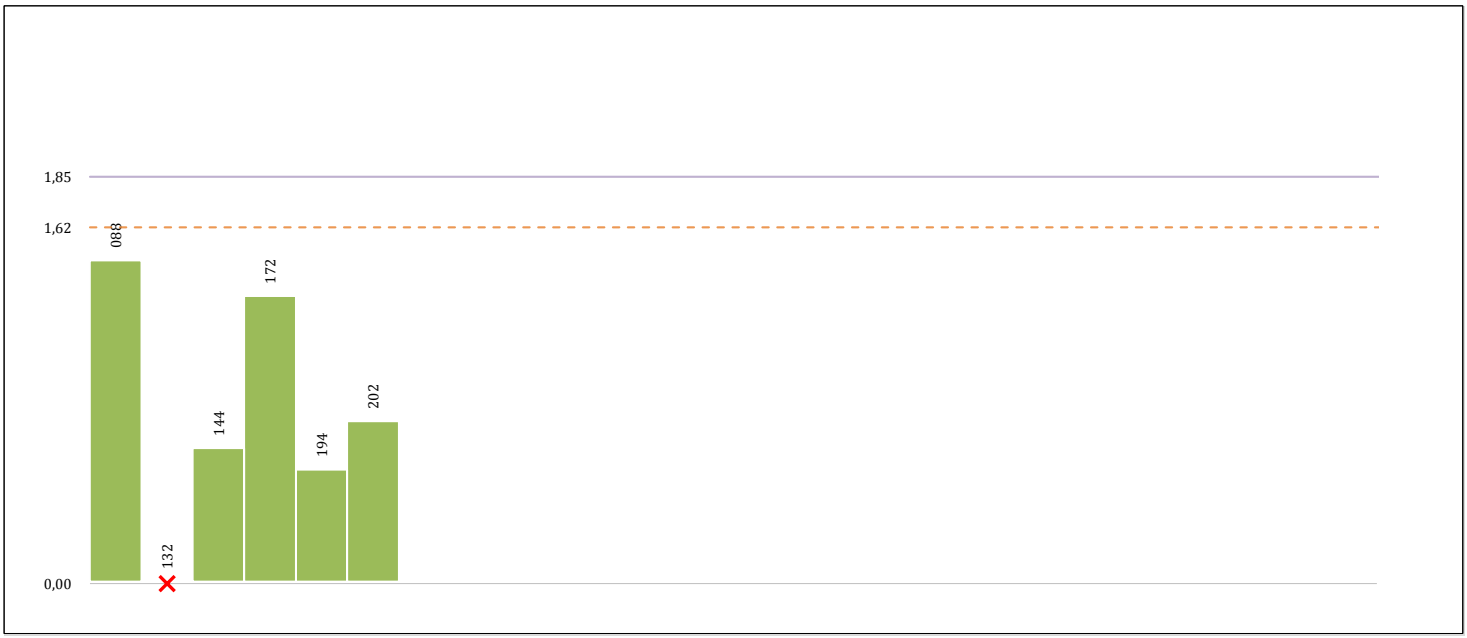
Apartado B.1. Análisis gráfico de consistencia "h y k" de Mandel



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

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

Instituto Eduardo Torroja

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS (N/mm²)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	¿Pasa B?
C13	088	44,20	42,90	44,10	43,70	43,73	0,723	-3,46	-1,31	1,46		1,314		0,0693		✓
C13	132	44,20	41,30	44,20	43,20	43,23	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C13	144	44,40	44,70	44,10	44,40	44,40	0,300	-1,99	-0,75	0,61				0,0693		✓
C13	172	44,90	45,90	46,10	45,60	45,63	0,643	0,74	0,28	1,30						✓
C13	194	46,00	46,20	46,50	46,20	46,23	0,252	2,06	0,78	0,51					0,3268	✓
C13	202	46,20	46,90	46,40	46,50	46,50	0,361	2,65	1,01	0,73			1,006		0,3268	✓

NOTAS:

01 "$X_{i\,j=1,2,3}$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

02 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

03 "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden] [aberrante **] [anómalo *]

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

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (N/mm²)	45,14	45,32	45,44	45,28	45,30
SD_L (---)	0,92	1,57	1,23	1,19	1,19
CV (%)	2,03	3,46	2,71	2,64	2,63

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

06 Indicadores estadísticos y valores críticos según las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009:1999, para un valor de p = 5 y n = 3:

	h	k	C	G_{Sim}	G_{Dob}
1%	1,72	1,85	0,788	1,7640	0,0018
5%	1,57	1,62	0,684	1,7150	0,0090

- "p" número de laboratorios participantes no descrtados.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G_{Sim}" y "G_{Dob}" valores críticos de Grubbs.

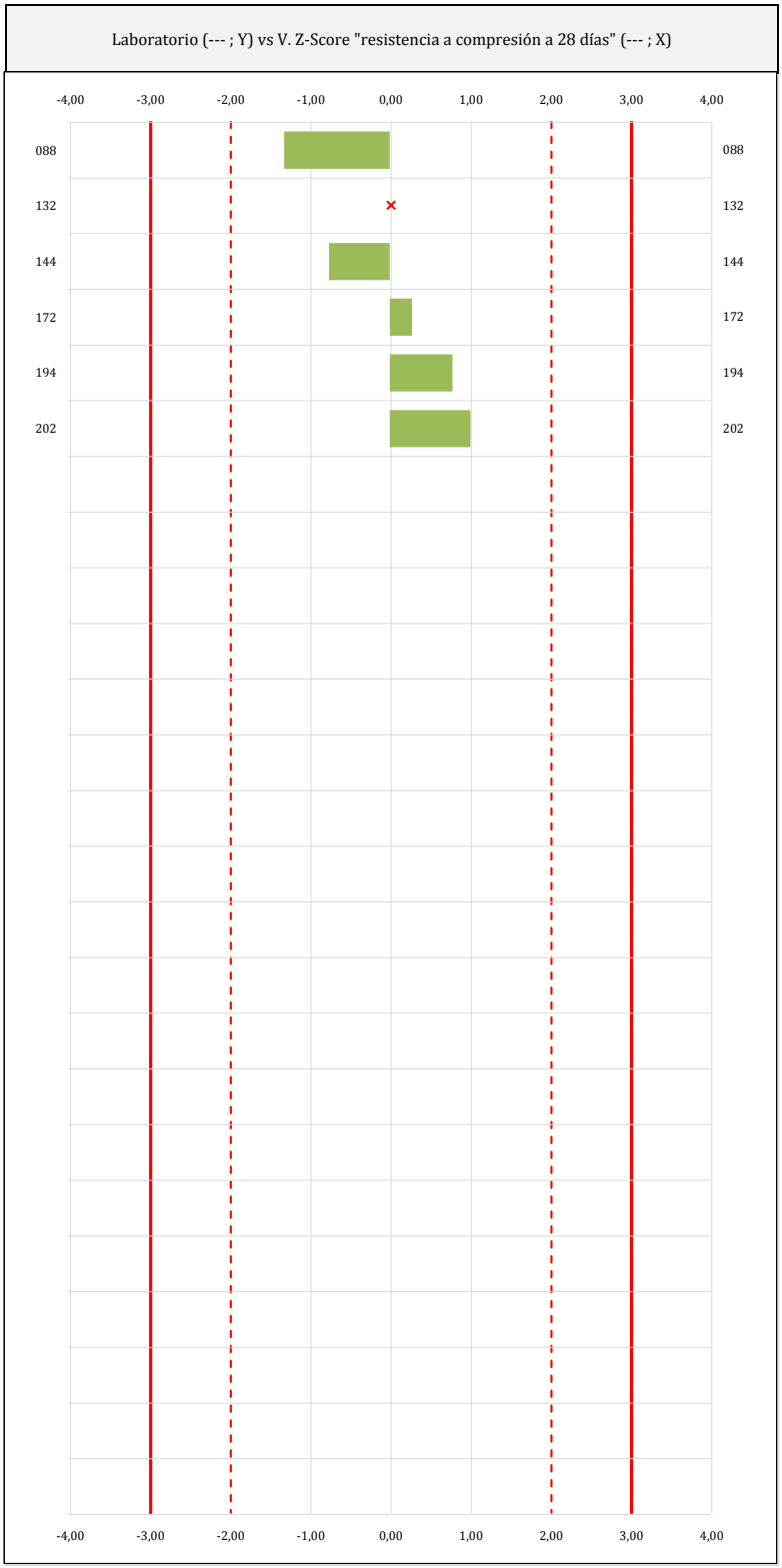
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS (N/mm²)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

CSIC — Consejo Superior de Investigaciones Científicas — Instituto Eduardo Torroja

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS (N/mm²)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C13	088	44,20	42,90	44,10	43,70	43,73	0,723	-3,46	✓	✓	✓			-1,314	S
C13	132	44,20	41,30	44,20	43,20	43,23	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
C13	144	44,40	44,70	44,10	44,40	44,40	0,300	-1,99	✓	✓	✓			-0,755	S
C13	172	44,90	45,90	46,10	45,60	45,63	0,643	0,74	✓	✓	✓			0,280	S
C13	194	46,00	46,20	46,50	46,20	46,23	0,252	2,06	✓	✓	✓			0,783	S
C13	202	46,20	46,90	46,40	46,50	46,50	0,361	2,65	✓	✓	✓			1,006	S

NOTAS:

01 "X_{ij} con $j = 1, 2, 3$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

02 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

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

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]

05 Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (N/mm²)	45,14	45,32	45,44	45,28	45,30
SD_L (---)	0,92	1,57	1,23	1,19	1,19
CV (%)	2,03	3,46	2,71	2,64	2,63

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

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

	S_r^2	r (%)	S_L^2	S_R^2	R (%)
Calculado	0,244	1,369	1,340	1,584	3,489
Referencia	8,410	8,000		9,600	11,700

- "S_r^2" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S_L^2" varianza interlaboratorios.
- "S_R^2" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS (N/mm²)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

Apartado D.2. Diagramas Box-Plot

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: resistencia a compresión a 28 días (N/mm²)

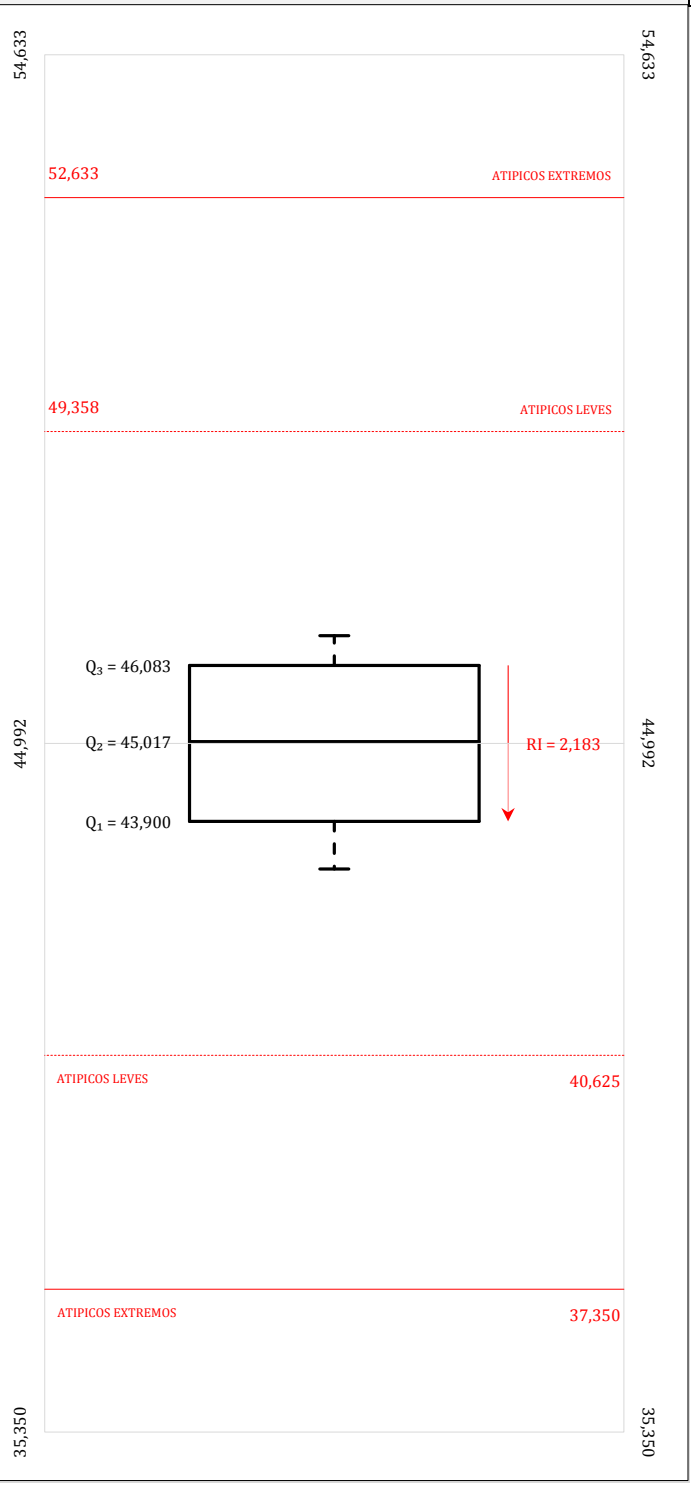
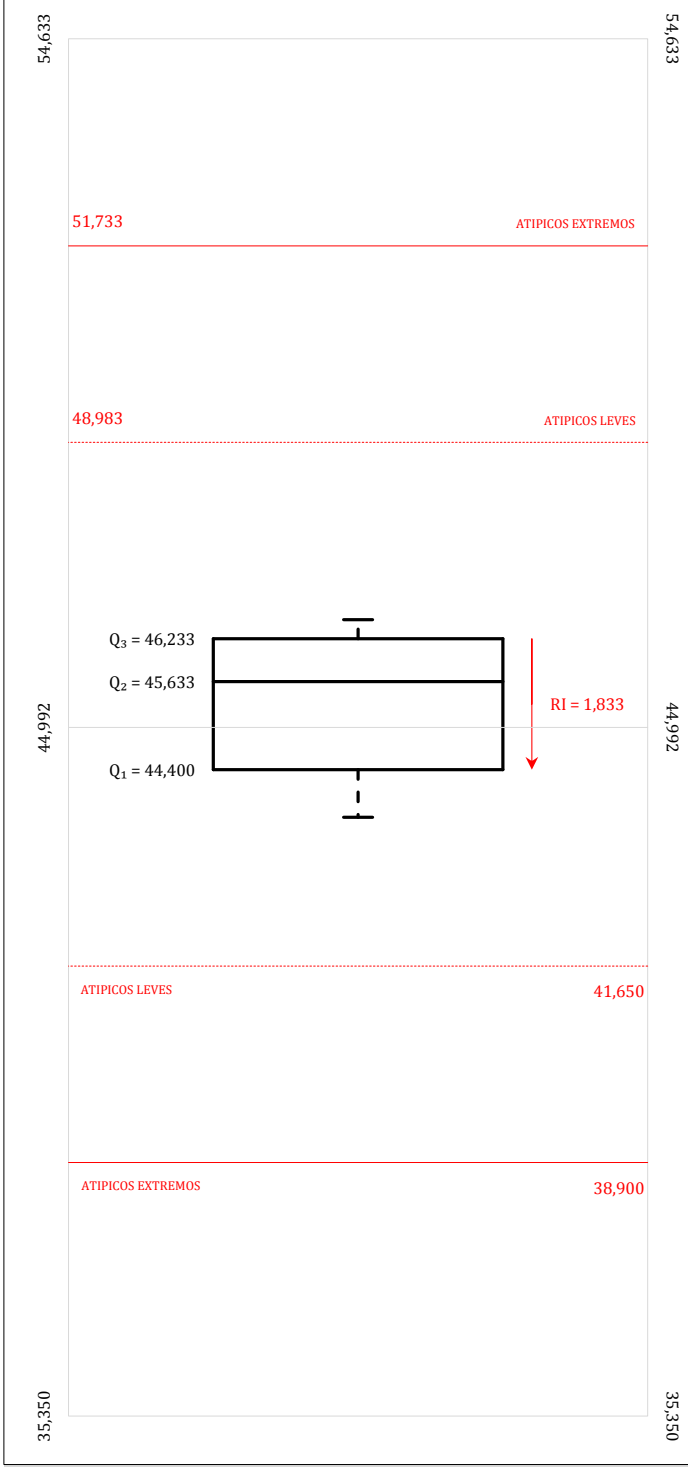


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: resistencia a compresión a 28 días (N/mm²)



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

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q_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).

c. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DE TRATAMIENTO DIRECTO DE IMPULSOS ULTRASÓNICOS

Notas aclaratorias: La media aritmética m_{arit} *del análisis estadístico es calculada por los redactores del informe a partir de las determinaciones individuales, sin aplicar los redondeos que la norma de ensayo correspondiente establece. Por tanto, no coincidir con la media aportada por el laboratorio no es motivo de exclusión en el análisis estadístico.*

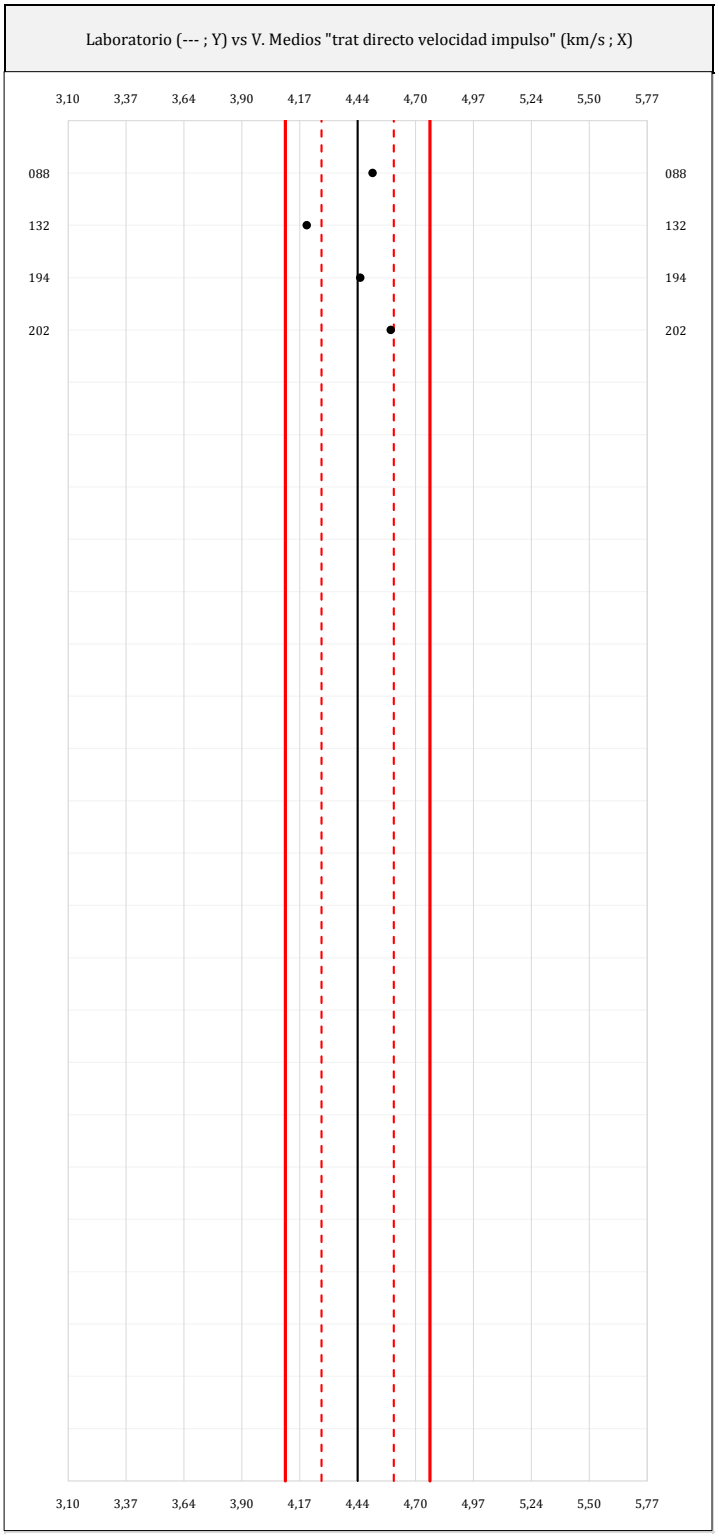
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

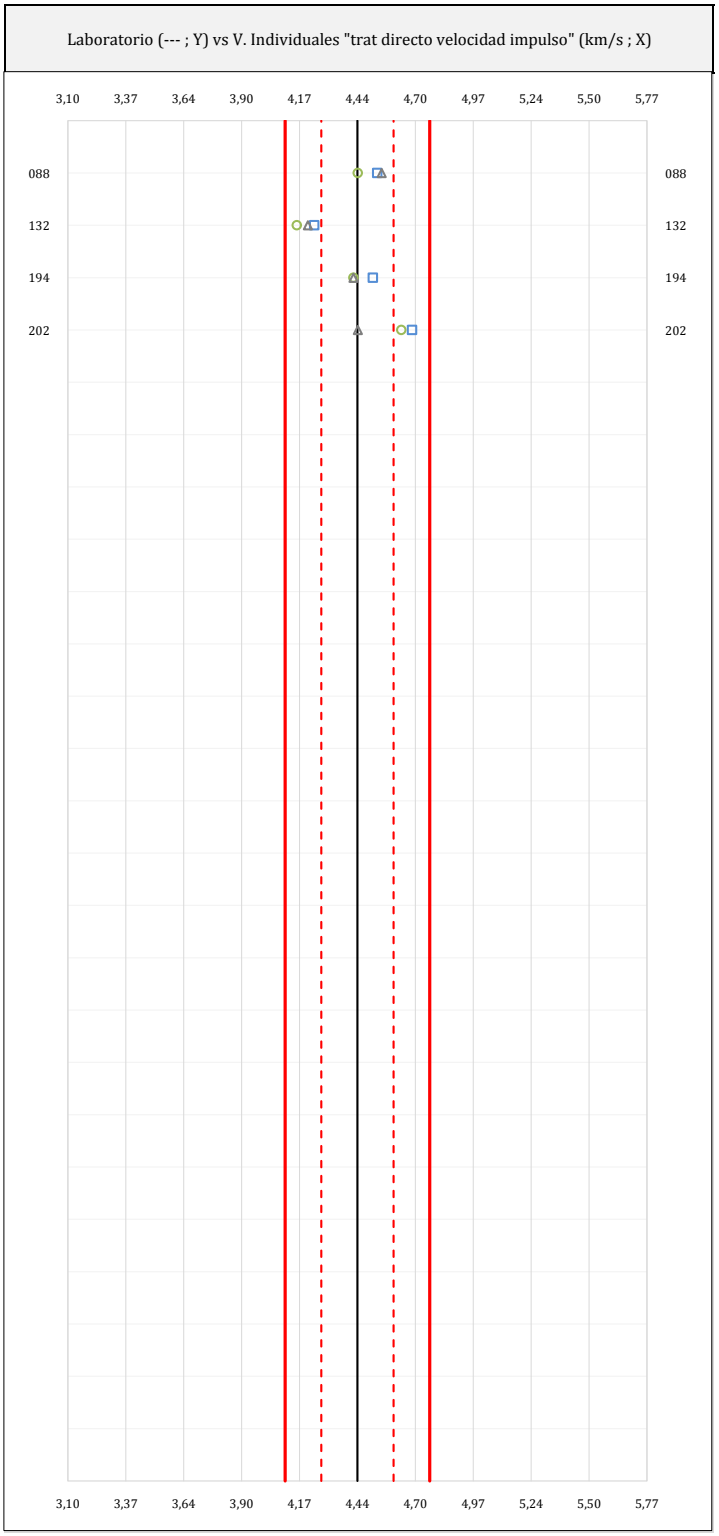
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

TRAT DIRECTO VELOCIDAD IMPULSO (km/s)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA E INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (4,44 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (4,60/4,27 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (4,77/4,10 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde "O" y el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo grís "Δ".

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

TRAT DIRECTO VELOCIDAD IMPULSO (km/s)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Análisis previo

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	¿Pasa A?	Observaciones
C13	088	4,53	4,44	4,55	4,51	4,51	0,059	1,56	✓	Frecuencia > a la recomendada en Protocolo (40-60 kH)
C13	132	4,24	4,16	4,21	4,21	4,20	0,040	-5,28	✓	
C13	194	4,51	4,42	4,42	4,45	4,45	0,052	0,28	✓	
C13	202	4,69	4,64	4,44	4,59	4,59	0,132	3,44	✓	

NOTAS:

01 Antes de llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados, éstos se someten a un estudio de validación donde el estadista decidirá si son descartados o continuan en el proceso.

02 "$X_{i\,j=1,2,3}$ " son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

03 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden]

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

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (km/s)	4,49	4,42	4,41	4,44	4,44
SD_L (---)	0,19	0,20	0,14	0,16	0,17
CV (%)	4,15	4,46	3,22	3,69	3,75

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

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

	S_r^2	r (%)	S_L^2	S_R^2	R (%)
Calculado	0,006	0,220	0,026	0,032	0,495
Referencia					

- "S_r^2" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S_L^2" varianza interlaboratorios.
- "S_R^2" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

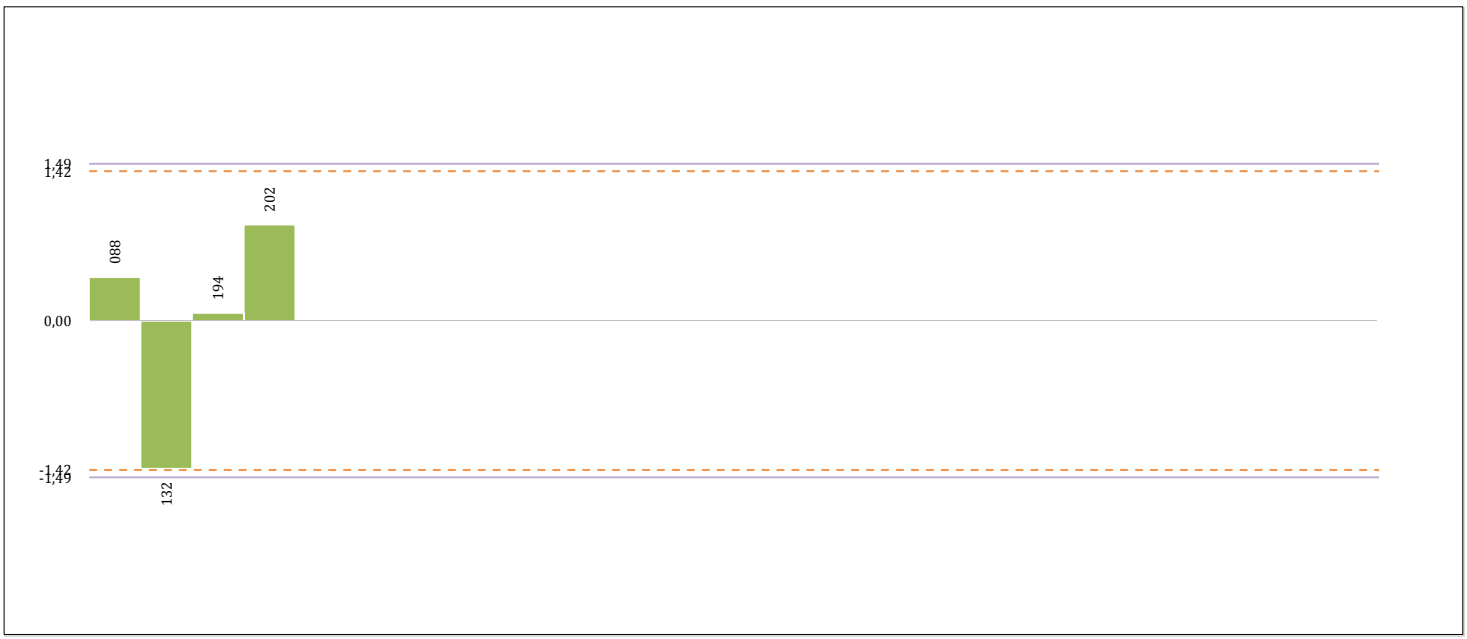
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

TRAT DIRECTO VELOCIDAD IMPULSO (km/s)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

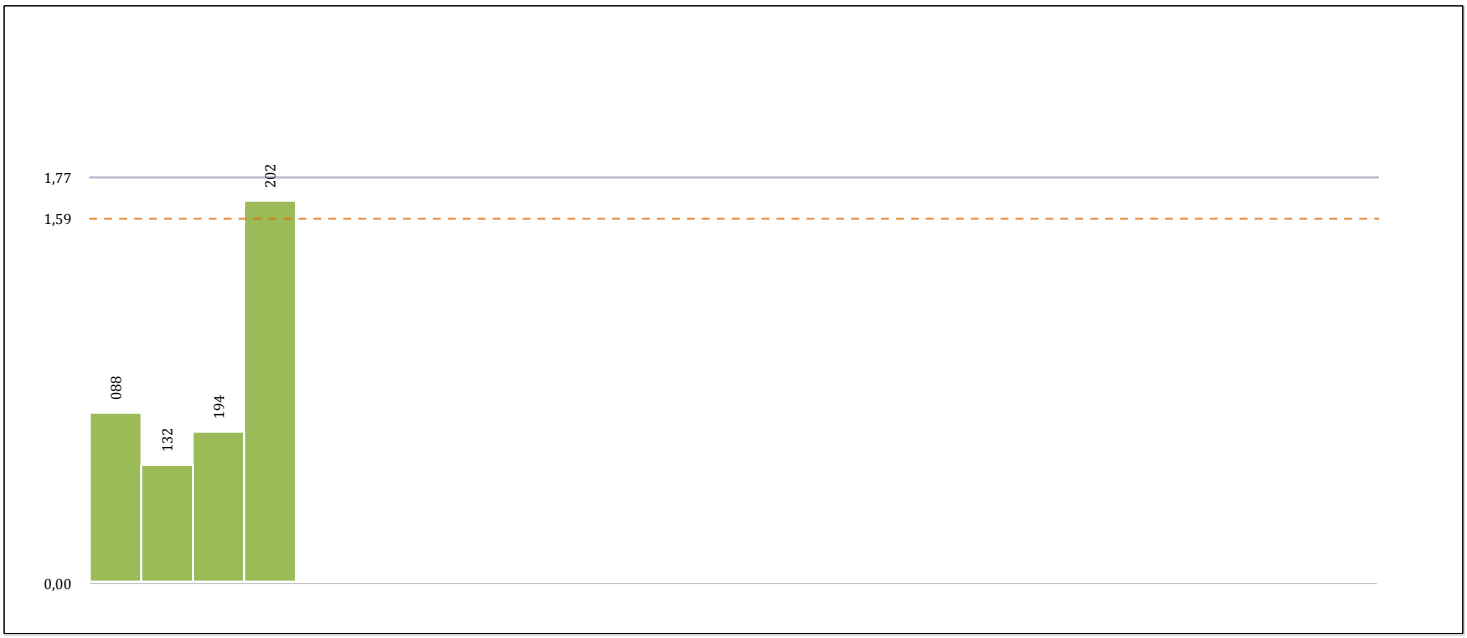
Apartado B.1. Análisis gráfico de consistencia "h y k" de Mandel



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

TRAT DIRECTO VELOCIDAD IMPULSO (km/s)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	¿Pasa B?
C13	088	4,53	4,44	4,55	4,51	4,51	0,059	1,56	0,42	0,74					0,3664	✓
C13	132	4,24	4,16	4,21	4,21	4,20	0,040	-5,28	-1,41	0,51		1,408		0,0418		✓
C13	194	4,51	4,42	4,42	4,45	4,45	0,052	0,28	0,08	0,65				0,0418		✓
C13	202	4,69	4,64	4,44	4,59	4,59	0,132	3,44	0,92	1,66*	0,693		0,917		0,3664	✓

NOTAS:

01 "$X_{i\,j=1,2,3}$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

02 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

03 "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden] [aberrante **] [anómalo *]

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

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (km/s)	4,49	4,42	4,41	4,44	4,44
SD_L (---)	0,19	0,20	0,14	0,16	0,17
CV (%)	4,15	4,46	3,22	3,69	3,75

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

06 Indicadores estadísticos y valores críticos según las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009:1999, para un valor de p = 4 y n = 3:

	h	k	C	G_{Sim}	G_{Dob}
1%	1,49	1,77	0,864	1,4960	0,0000
5%	1,42	1,59	0,768	1,4810	0,0002

- "p" número de laboratorios participantes no descrtados.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G_{Sim}" y "G_{Dob}" valores críticos de Grubbs.

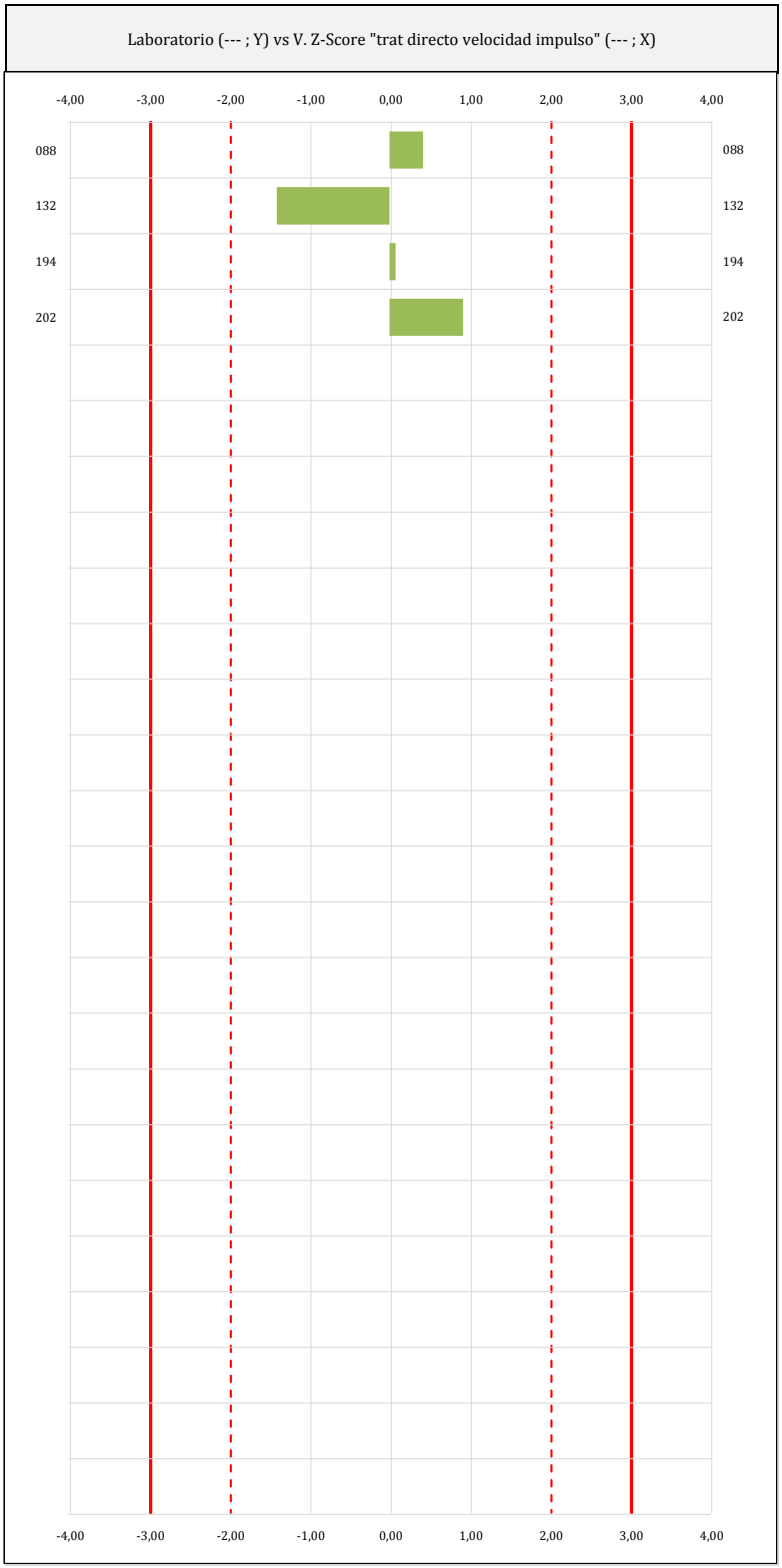
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

TRAT DIRECTO VELOCIDAD IMPULSO (km/s)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

TRAT DIRECTO VELOCIDAD IMPULSO (km/s)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C13	088	4,53	4,44	4,55	4,51	4,51	0,059	1,56	✓	✓	✓			0,416	S
C13	132	4,24	4,16	4,21	4,21	4,20	0,040	-5,28	✓	✓	✓			-1,408	S
C13	194	4,51	4,42	4,42	4,45	4,45	0,052	0,28	✓	✓	✓			0,075	S
C13	202	4,69	4,64	4,44	4,59	4,59	0,132	3,44	✓	✓	✓			0,917	S

NOTAS:

01 "X_{ij} con $j = 1, 2, 3$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

02 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

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

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]

05 Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (km/s)	4,49	4,42	4,41	4,44	4,44
SD_L (---)	0,19	0,20	0,14	0,16	0,17
CV (%)	4,15	4,46	3,22	3,69	3,75

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

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

	S_r^2	r (%)	S_L^2	S_R^2	R (%)
Calculado	0,006	0,220	0,026	0,032	0,495
Referencia					

- "S_r^2" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S_L^2" varianza interlaboratorios.
- "S_R^2" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

TRAT DIRECTO VELOCIDAD IMPULSO (km/s)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

Apartado D.2. Diagramas Box-Plot

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: trat directo velocidad impulso (km/s)

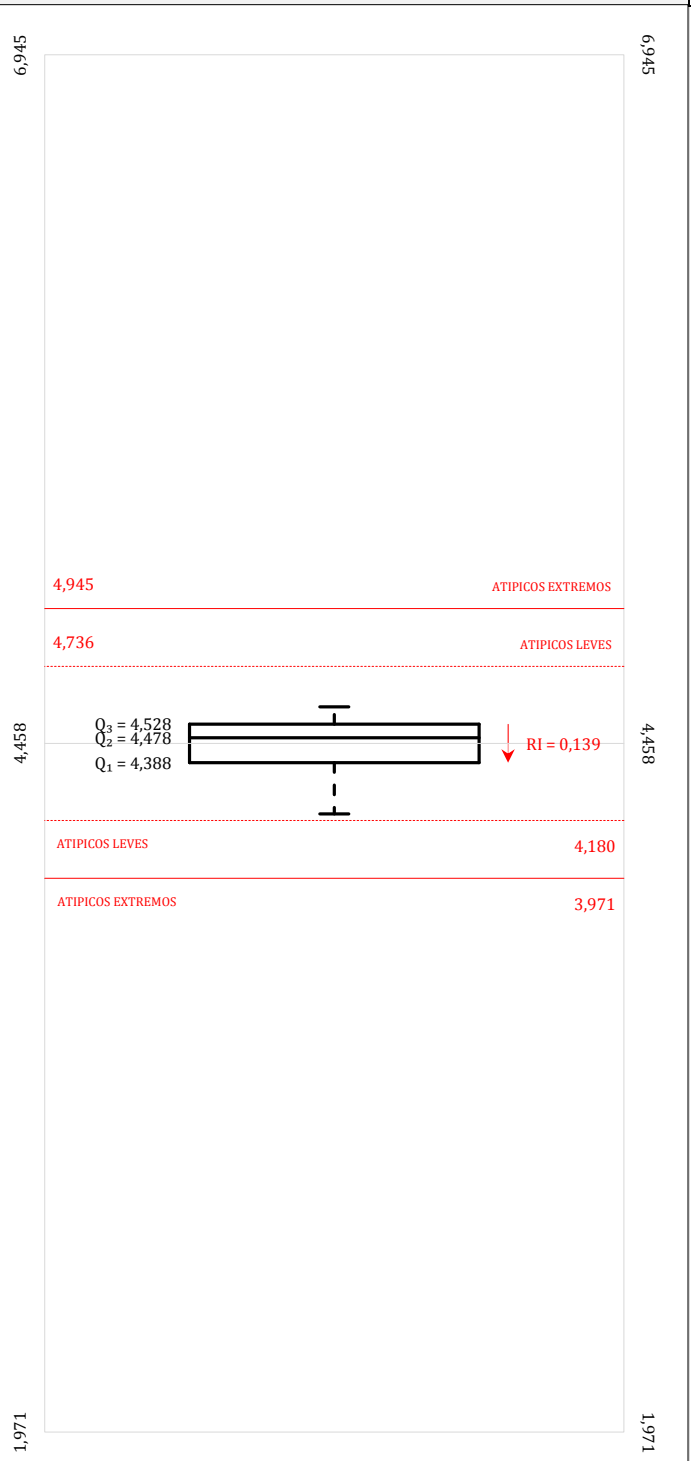
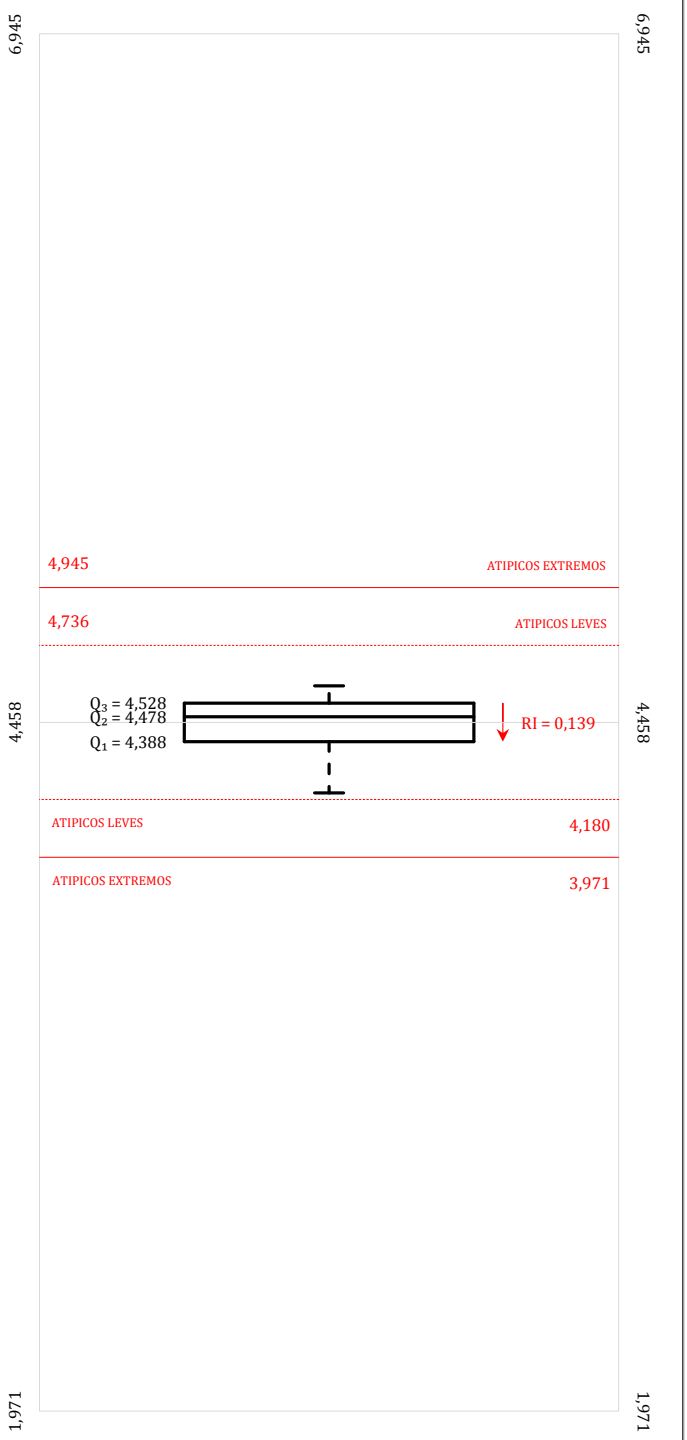


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: trat directo velocidad impulso (km/s)



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

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q_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).

d. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DE PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DEL AGUA BAJO PRESION ESTÁTICA

Notas aclaratorias: La media aritmética m_{arit} *del análisis estadístico es calculada por los redactores del informe a partir de las determinaciones individuales, sin aplicar los redondeos que la norma de ensayo correspondiente establece. Por tanto, no coincidir con la media aportada por el laboratorio no es motivo de exclusión en el análisis estadístico.*

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

INSTITUTO EDUARDO TORROJA

Durabilidad del hormigón según EHE-08

PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION ESTATICA (mm)

CCAA	Lab	Probetas	Z_1	Z_2	Z_3	T_1	T_2	T_3	Z_m	T_m	¿Cumple?
C13	088	Cilíndricas	32,0	28,0	29,0	12,0	15,0	15,0	30,0	14,0	Si cumple
C13	132	Cilíndricas	12,0	17,0	15,0	5,0	7,0	7,0	14,7	6,3	Si cumple
C13	144	Cilíndricas	20,0	24,0	22,0	8,0	9,0	10,0	22,0	9,0	Si cumple
C13	172	Cilíndricas	21,3	20,1	19,6	12,0	11,0	10,0	20,0	11,0	Si cumple
C13	194	Cilíndricas	16,0	32,0	16,0	6,0	20,0	4,0	21,3	10,0	Si cumple

NOTAS:

[01] "**CCAA**" es el código de la central de fabricación analizada.

[02] "**Lab**" es el código del laboratorio de ensayos participante.

[03] "**Probetas**" indica la forma geométrica que poseen las probetas. Pueden ser cilíndricas o cúbicas.

[04] "**Z_1**", "**Z_2**" y "**Z_3**" son los valores de profundidad máxima de penetración. Se expresa en milímetros (mm).

[05] "**T_1**", "**T_2**" y "**T_3**" son los valores de profundidad media de penetración. Se expresa en milímetros (mm).

[06] "**Z_m**" es el valor medio de profundidad máxima de penetración. Se expresa en milímetros (mm).

[07] "**T_m**" es el valor medio de profundidad de penetración aportado por los laboratorios. Se expresa en milímetros (mm).

[08] "**¿Cumple?**" la condición de impermeabilidad, es que los datos cumplen si y solo si, el valor $Z_m \leq 50$ y el valor $T_m \leq 30$ (según el artículo 37.3.3 de la EHE-08).

[09] Código colorimétrico del rango de valores de los resultados aportados por los laboratorios (Z_1, Z_2, Z_3 y T_1, T_2, T_3): Valor máximo Valor mínimo

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

INSTITUTO EDUARDO TORROJA

Estudio de la permeabilidad

DENSIDAD DEL HORMIGON TRAS CURADO MIN. A 28 DIAS (g/cm^2 ; Pesada 2 según la ficha de ensayo)

CCAA	Lab	Probetas	X_1	X_2	X_3	m_{Arit}	Z_m	T_m	¿Cumple?	ρ_1	ρ_2	ρ_3	m_{Arit}
C13	088	Cilíndricas	12.565,0	12.580,0	12.440,0	12.528,3	30,0	14,0	Si cumple	2,370	2,373	2,347	2,363
C13	132	Cilíndricas	---	---	---		14,7	6,3	No cumple	✗	✗	✗	
C13	144	Cilíndricas	12.346,0	12.500,0	12.408,0	12.418,0	22,0	9,0	Si cumple	2,329	2,358	2,340	2,342
C13	172	Cilíndricas	12.455,0	12.350,0	12.475,0	12.426,7	20,0	11,0	Si cumple	2,349	2,330	2,353	2,344
C13	194	Cilíndricas	12.470,0	12.477,0	12.473,0	12.473,3	21,3	10,0	Si cumple	2,352	2,354	2,353	2,353

NOTAS:

01 "**CCAA**" es el código de la central de fabricación analizada.

02 "**Lab**" es el código del laboratorio de ensayos participante.

03 "**Probetas**" indica la forma geométrica que poseen las probetas. Pueden ser cilíndricas o cúbicas.

04 "**X_1**", "**X_2**" y "**X_3**" son los pesos de las probetas tras el curado, aportados por los laboratorios. Se expresa en gramos (g).

05 "**m_{Arit}**" es la media aritmética calculada.

06 "**Z_m**" es el valor medio de profundidad máxima de penetración. Se expresa en milímetros (mm).

07 "**T_m**" es el valor medio de profundidad media de penetración. Se expresa en milímetros (mm).

08 "**¿Cumple?**" la condición de impermeabilidad, es que los datos cumplen si y solo si, el valor $Z_m \leq 50$ y el valor $T_m \leq 30$ (según el artículo 37.3.3 de la EHE-08).

09 "**ρ_1**", "**ρ_2**" y "**ρ_3**" son las densidades de las probetas tras el curado, calculadas en base a los pesos (X_1, X_2 y X_3) aportados por los laboratorios y a la forma geométrica de las probetas. Se expresa en gramos partido por centímetro cuadrado (g/cm^2).

10 Código colorimétrico del rango de valores de los resultados aportados por los laboratorios (X_1, X_2 y X_3): Valor máximo Valor mínimo

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

Instituto Eduardo Torroja

Estudio de la permeabilidad

DENSIDAD DEL HORMIGON TRAS 72 H EN LA ESTUFA (g/cm^2 ; Pesada 5 según la ficha de ensayo)

CCAA	Lab	Probetas	X_1	X_2	X_3	m_{Arit}	Z_m	T_m	¿Cumple?	ρ_1	ρ_2	ρ_3	m_{Arit}
C13	088	Cilíndricas	12.455,0	12.470,0	12.330,0	12.418,3	30,0	14,0	Si cumple	2,349	2,352	2,326	2,342
C13	132	Cilíndricas	12.364,0	12.342,0	12.384,0	12.363,3	14,7	6,3	Si cumple	2,332	2,328	2,336	2,332
C13	144	Cilíndricas	12.219,4	12.371,6	12.279,2	12.290,1	22,0	9,0	Si cumple	2,305	2,334	2,316	2,318
C13	172	Cilíndricas	12.320,0	12.225,0	12.350,0	12.298,3	20,0	11,0	Si cumple	2,324	2,306	2,330	2,320
C13	194	Cilíndricas	12.361,0	12.371,0	12.365,0	12.365,7	21,3	10,0	Si cumple	2,332	2,334	2,332	2,333

NOTAS:

01 "**CCAA**" es el código de la central de fabricación analizada.

02 "**Lab**" es el código del laboratorio de ensayos participante.

03 "**Probetas**" indica la forma geométrica que poseen las probetas. Pueden ser cilíndricas o cúbicas.

04 "**X_1**", "**X_2**" y "**X_3**" son los pesos de las probetas a las 72 h después del secado en estufa, aportados por los laboratorios. Se expresa en gramos (g).

05 "**m_{Arit}**" es la media aritmética calculada.

06 "**Z_m**" es el valor medio de profundidad máxima de penetración. Se expresa en milímetros (mm).

07 "**T_m**" es el valor medio de profundidad media de penetración. Se expresa en milímetros (mm).

08 "**¿Cumple?**" la condición de impermeabilidad, es que los datos cumplen si y solo si, el valor $Z_m \leq 50$ y el valor $T_m \leq 30$ (según el artículo 37.3.3 de la EHE-08).

09 "**ρ_1**", "**ρ_2**" y "**ρ_3**" son las densidades de las probetas tras el curado, calculadas en base a los pesos (X_1, X_2 y X_3) aportados por los laboratorios y a la forma geométrica de las probetas. Se expresa en gramos partido por centímetro cuadrado (g/cm^2).

10 Código colorimétrico del rango de valores de los resultados aportados por los laboratorios (X_1, X_2 y X_3): Valor máximo Valor mínimo

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

Instituto Eduardo Torroja

Estudio de la permeabilidad

DENSIDAD DEL HORMIGON TRAS 72 H BAJO PRESION AGUA (g/cm^2 ; Pesada 6 según la ficha de ensayo)

CCAA	Lab	Probetas	X_1	X_2	X_3	m_{Arit}	Z_m	T_m	¿Cumple?	ρ_1	ρ_2	ρ_3	m_{Arit}
C13	088	Cilíndricas	12.465,0	12.480,0	12.340,0	12.428,3	30,0	14,0	Si cumple	2,351	2,354	2,328	2,344
C13	132	Cilíndricas	12.374,0	12.352,0	12.401,0	12.375,7	14,7	6,3	Si cumple	2,334	2,330	2,339	2,334
C13	144	Cilíndricas	12.225,6	12.377,8	12.286,2	12.296,5	22,0	9,0	Si cumple	2,306	2,335	2,318	2,319
C13	172	Cilíndricas	12.345,0	12.240,0	12.360,0	12.315,0	20,0	11,0	Si cumple	2,329	2,309	2,331	2,323
C13	194	Cilíndricas	12.369,0	12.378,0	12.373,0	12.373,3	21,3	10,0	Si cumple	2,333	2,335	2,334	2,334

NOTAS:

[01] "**CCAA**" es el código de la central de fabricación analizada.

[02] "**Lab**" es el código del laboratorio de ensayos participante.

[03] "**Probetas**" indica la forma geométrica que poseen las probetas. Pueden ser cilíndricas o cúbicas.

[04] "**X_1**", "**X_2**" y "**X_3**" son los pesos de las probetas previo a su rotura, aportados por los laboratorios. Se expresa en gramos (g).

[05] "**m_{Arit}**" es la media aritmética calculada.

[06] "**Z_m**" es el valor medio de profundidad máxima de penetración. Se expresa en milímetros (mm).

[07] "**T_m**" es el valor medio de profundidad media de penetración. Se expresa en milímetros (mm).

[08] "**¿Cumple?**" la condición de impermeabilidad, es que los datos cumplen si y solo si, el valor $Z_m \leq 50$ y el valor $T_m \leq 30$ (según el artículo 37.3.3 de la EHE-08).

[09] "**ρ_1**", "**ρ_2**" y "**ρ_3**" son las densidades de las probetas tras el curado, calculadas en base a los pesos (X_1, X_2 y X_3) aportados por los laboratorios y a la forma geométrica de las probetas. Se expresa en gramos partido por centímetro cuadrado (g/cm^2).

[10] Código colorimétrico del rango de valores de los resultados aportados por los laboratorios (X_1, X_2 y X_3): Valor máximo Valor mínimo

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

Instituto Eduardo Torroja

Estudio de la permeabilidad

ABSORCION DE AGUA EN EL ENSAYO PROFUNDIDAD DE PENETRACION BAJO PRESION ESTATICA (%)

CCAA	Lab	Probetas	X_1	X_2	X_5	X_6	Tras Curado	Tras Estufa	Tras Presión
C13	088	Cilíndricas	12.451,7	12.528,3	12.418,3	12.428,3	0,6 % ↑	-0,9 % ↓	0,1 % ↑
C13	132	Cilíndricas	12.346,3	#¡DIV/0!	12.363,3	12.375,7	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,1 % ↑
C13	144	Cilíndricas	12.376,7	12.418,0	12.290,1	12.296,5	0,3 % ↑	-1,0 % ↓	0,1 % ↑
C13	172	Cilíndricas		12.426,7	12.298,3	12.315,0		-1,0 % ↓	0,1 % ↑
C13	194	Cilíndricas	12.403,3	12.473,3	12.365,7	12.373,3	0,6 % ↑	-0,9 % ↓	0,1 % ↑

NOTAS:

01 "**CCAA**" es el código de la central de fabricación analizada.

02 "**Lab**" es el código del laboratorio de ensayos participante.

03 "**Probetas**" indica la forma geométrica que poseen las probetas. Pueden ser cilíndricas o cúbicas.

04 "**X_1**" es la pesada media de las probetas ensayadas por los laboratorios, tras desmoldado y desbastado (pesada 1 según la ficha de ensayo). Se expresa en gramos (g).

05 "**X_2**" es la pesada media de las probetas ensayadas por los laboratorios, tras el curado (pesada 2 según la ficha de ensayo). Se expresa en gramos (g).

06 "**X_5**" es la pesada media de las probetas ensayadas por los laboratorios, a las 72 h de después de la estufa (pesada 5 según la ficha de ensayo). Se expresa en gramos (g).

07 "**X_6**" es la pesada media de las probetas ensayadas por los laboratorios, previo a la rotura (pesada 6 según la ficha de ensayo). Se expresa en gramos (g).

08 Código colorimétrico del rango medio de valores de los resultados aportados por los laboratorios (X_1, X_2 y X_3): Valor máximo Valor mínimo

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO CENTRAL 13

PROF MÁXIMA PENETRACIÓN AGUA

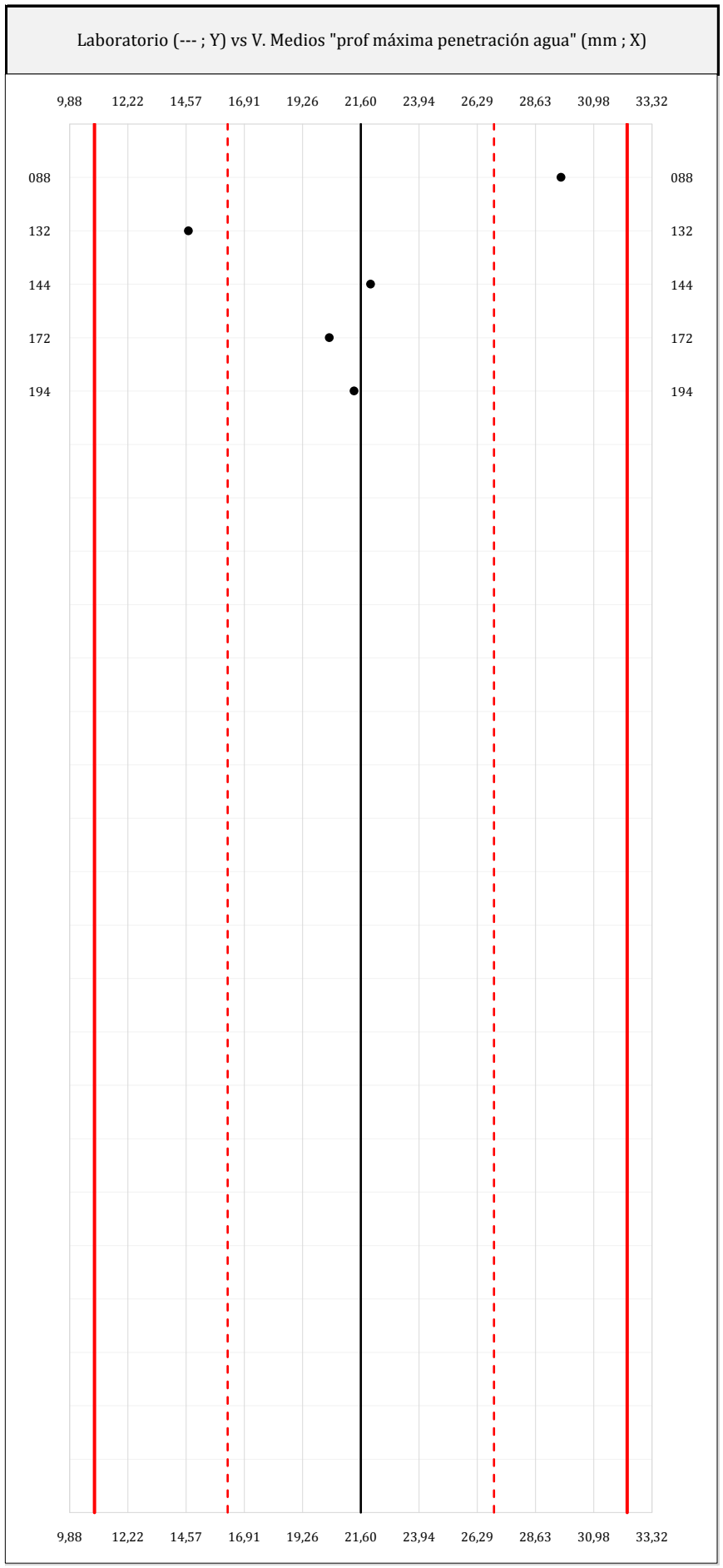
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

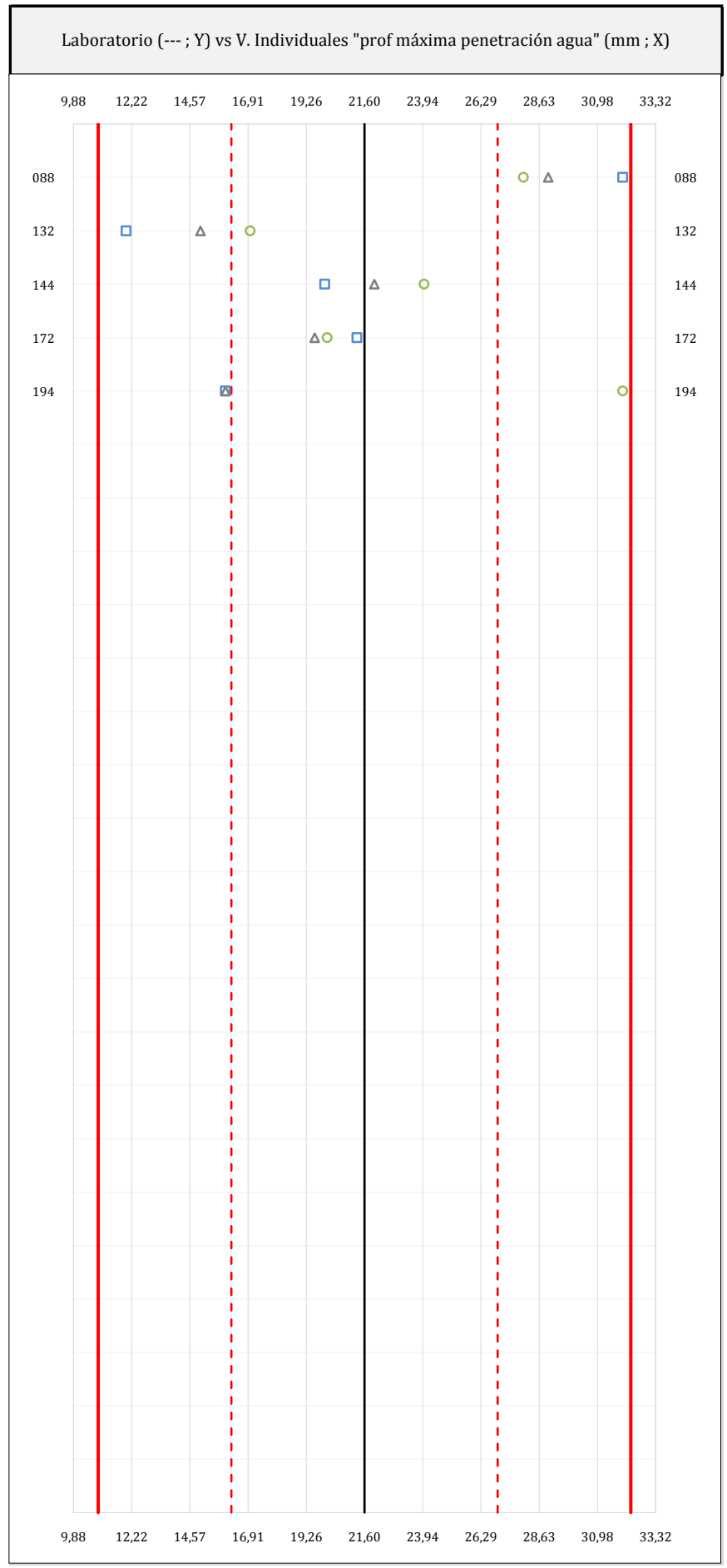
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

PROF MÁXIMA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA E INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (21,60 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (26,96/16,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,32/10,88 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde "O" y el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo grís "Δ".

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

Instituto Eduardo Torroja

PROF MÁXIMA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Análisis previo

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	¿Pasa A?	Observaciones
C13	088	32,00	28,00	29,00	30,00	29,67	2,082	37,35	✓	
C13	132	12,00	17,00	15,00	14,70	14,67	2,517	-32,10	✓	
C13	144	20,00	24,00	22,00	22,00	22,00	2,000	1,85	✓	
C13	172	21,30	20,10	19,60	20,00	20,33	0,874	-5,86	✓	
C13	194	16,00	32,00	16,00	21,30	21,33	9,238	-1,23	✓	

NOTAS:

01 Antes de llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados, éstos se someten a un estudio de validación donde el estadista decidirá si son descartados o continuan en el proceso.

02 "$X_{i\,j=1,2,3}$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

03 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden]

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

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (mm)	20,26	24,22	20,32	21,60	21,60
SD_L (---)	7,51	6,00	5,60	5,50	5,36
CV (%)	37,05	24,77	27,58	25,46	24,82

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

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

	S_r^2	r (%)	S_L^2	S_R^2	R (%)
Calculado	20,153	12,443	22,027	42,180	18,002
Referencia					

- "S_r^2" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S_L^2" varianza interlaboratorios.
- "S_R^2" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

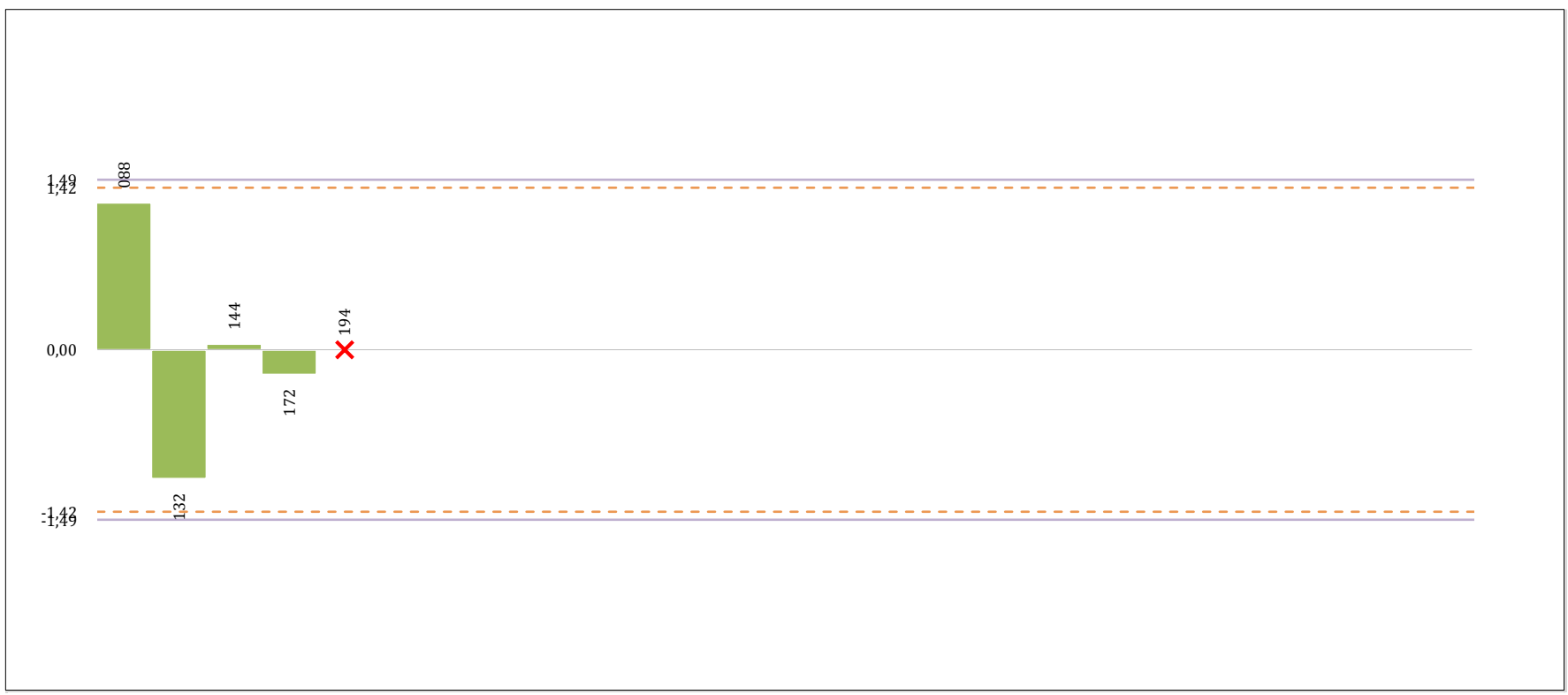
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

PROF MÁXIMA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

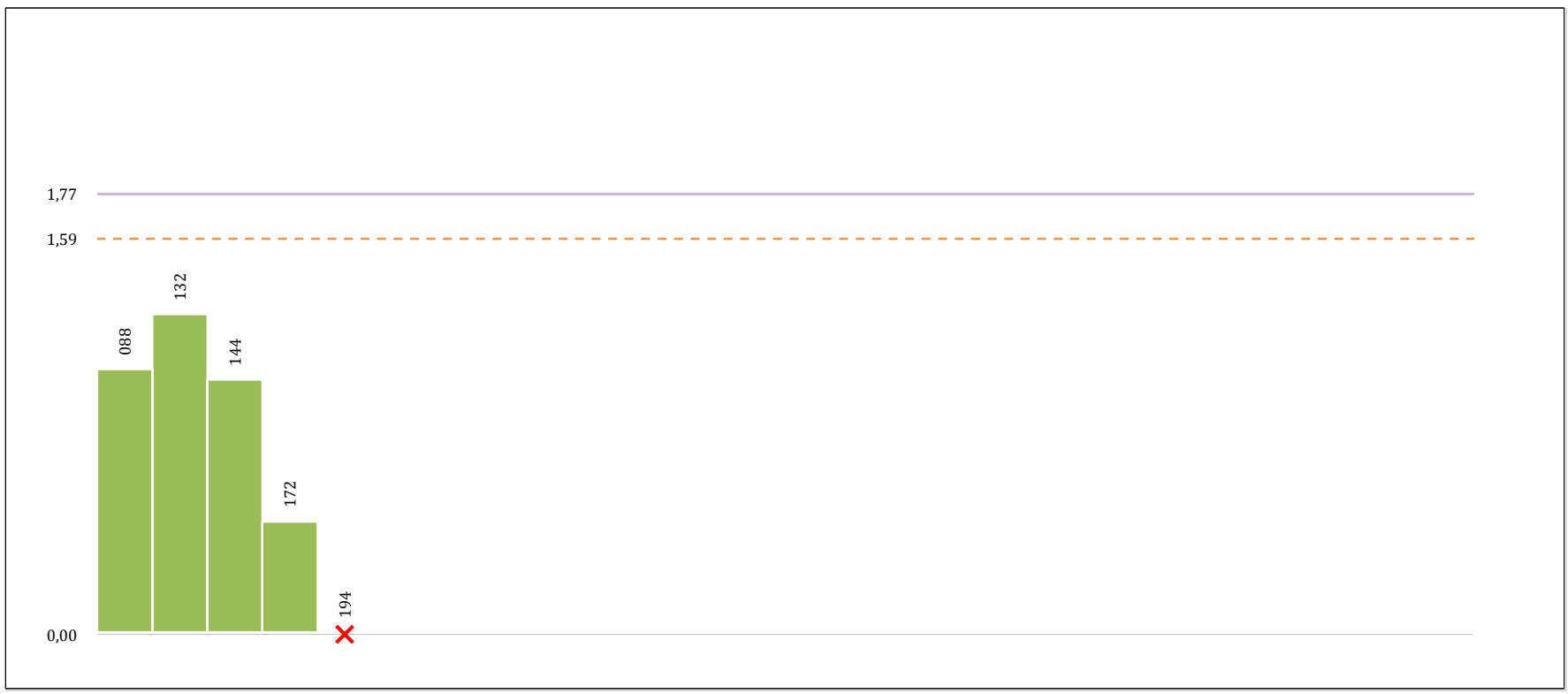
Apartado B.1. Análisis gráfico de consistencia "h y k" de Mandel



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

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

Instituto Eduardo Torroja

PROF MÁXIMA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	¿Pasa B?
C13	088	32,00	28,00	29,00	30,00	29,67	2,082	36,92	1,29	1,06			1,293		0,1397	✓
C13	132	12,00	17,00	15,00	14,70	14,67	2,517	-32,31	-1,13	1,28		1,131		0,2558		✓
C13	144	20,00	24,00	22,00	22,00	22,00	2,000	1,54	0,05	1,02					0,1397	✓
C13	172	21,30	20,10	19,60	20,00	20,33	0,874	-6,15	-0,22	0,44				0,2558		✓
C13	194	16,00	32,00	16,00	21,30	21,33	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗

NOTAS:

01 "$X_{i\,j=1,2,3}$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

02 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

03 "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden] [aberrante **] [anómalo *]

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

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (mm)	21,33	22,28	21,40	21,68	21,67
SD_L (---)	8,22	4,77	5,84	6,35	6,19
CV (%)	38,54	21,42	27,29	29,28	28,56

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

06 Indicadores estadísticos y valores críticos según las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009:1999, para un valor de p = 4 y n = 3:

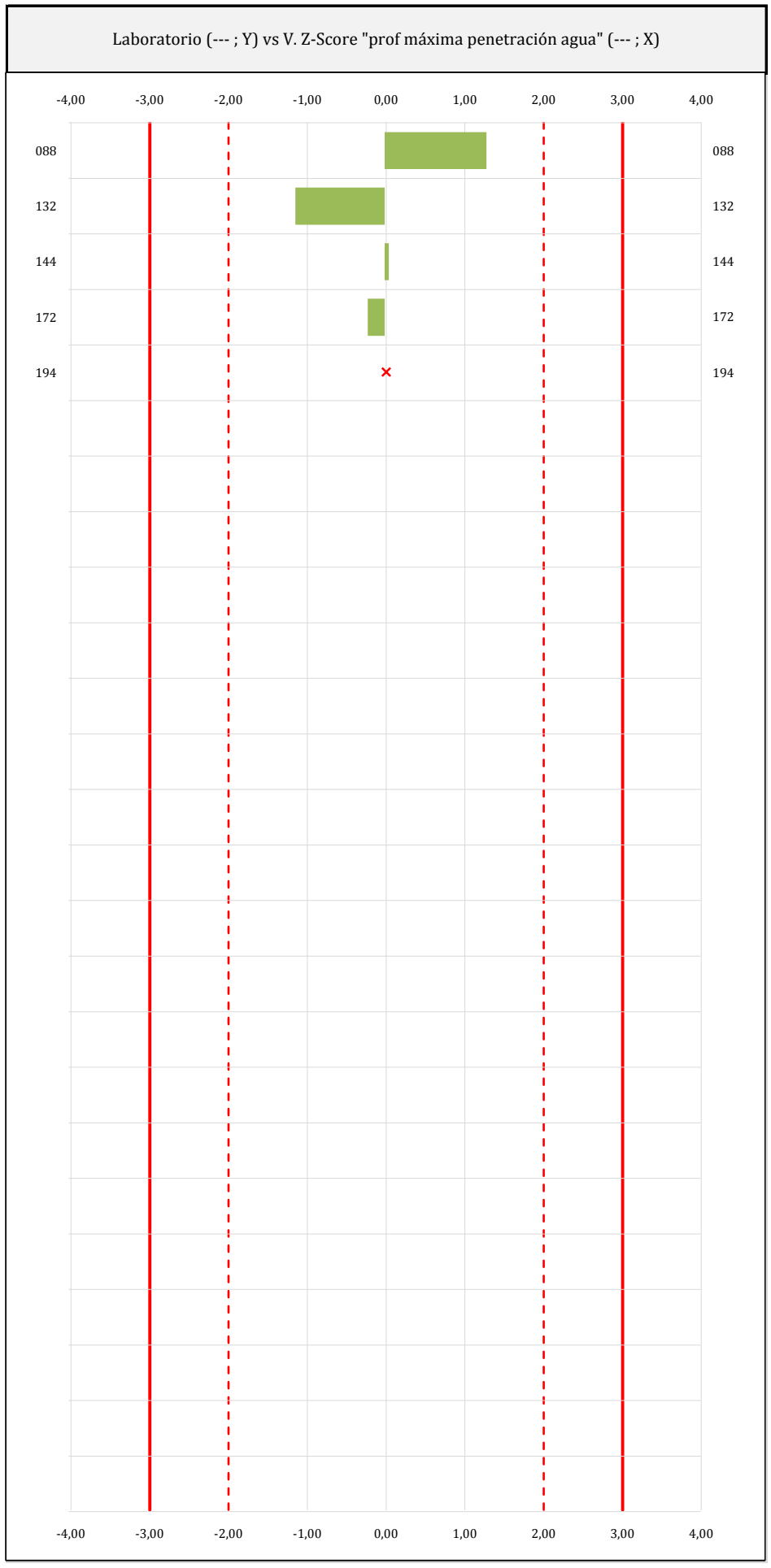
	h	k	C	G_{Sim}	G_{Dob}
1%	1,49	1,77	0,864	1,4960	0,0000
5%	1,42	1,59	0,768	1,4810	0,0002

- "p" número de laboratorios participantes no descrtados.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G_{Sim}" y "G_{Dob}" valores críticos de Grubbs.

PROF MÁXIMA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

CSIC
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Instituto Eduardo Torroja

PROF MÁXIMA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C13	088	32,00	28,00	29,00	30,00	29,67	2,082	36,92	✓	✓	✓			1,293	S
C13	132	12,00	17,00	15,00	14,70	14,67	2,517	-32,31	✓	✓	✓			-1,131	S
C13	144	20,00	24,00	22,00	22,00	22,00	2,000	1,54	✓	✓	✓			0,054	S
C13	172	21,30	20,10	19,60	20,00	20,33	0,874	-6,15	✓	✓	✓			-0,215	S
C13	194	16,00	32,00	16,00	21,30	21,33	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---

NOTAS:

01 "X_{ij} con j = 1, 2, 3" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

02 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

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

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]

05 Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (mm)	21,33	22,28	21,40	21,68	21,67
SD_L (---)	8,22	4,77	5,84	6,35	6,19
CV (%)	38,54	21,42	27,29	29,28	28,56

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

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

	S_r^2	r (%)	S_L^2	S_R^2	R (%)
Calculado	3,858	5,444	37,010	40,868	17,720
Referencia					

- "S_r^2" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S_L^2" varianza interlaboratorios.
- "S_R^2" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

PROF MÁXIMA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

Apartado D.2. Diagramas Box-Plot

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: prof máxima penetración agua (mm)

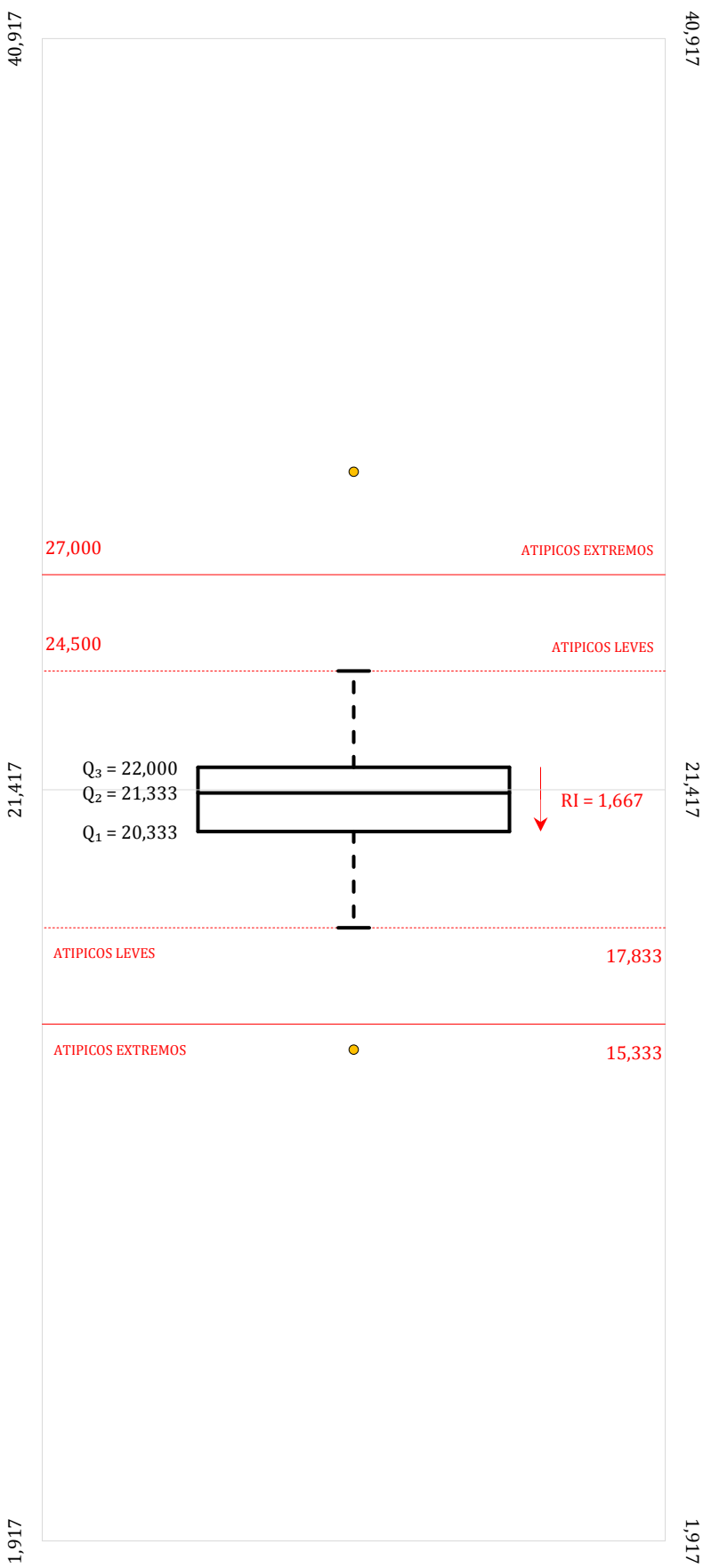
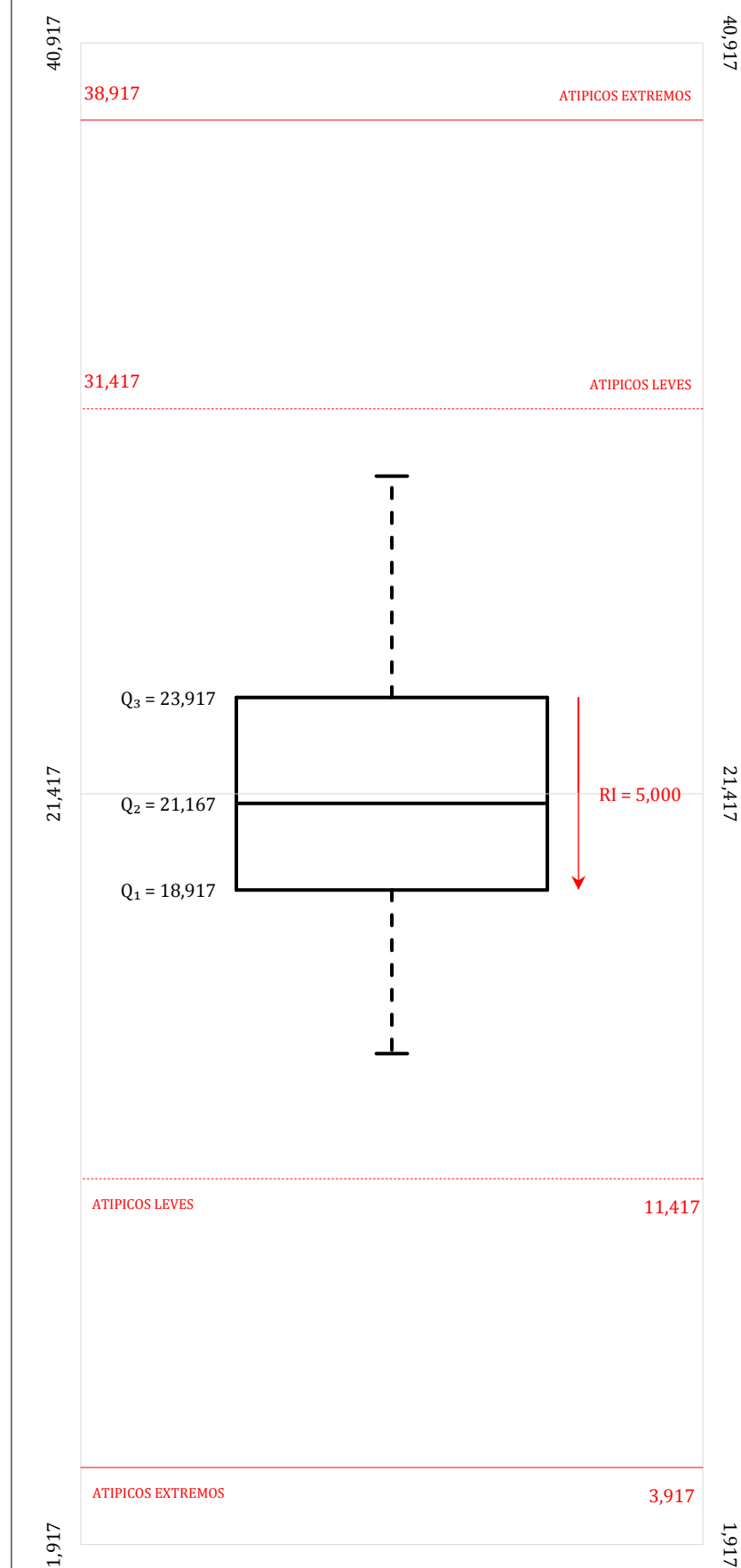


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: prof máxima penetración agua (mm)



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

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q_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

INFORME DE ENSAYO CENTRAL 13

PROF MEDIA PENETRACIÓN AGUA

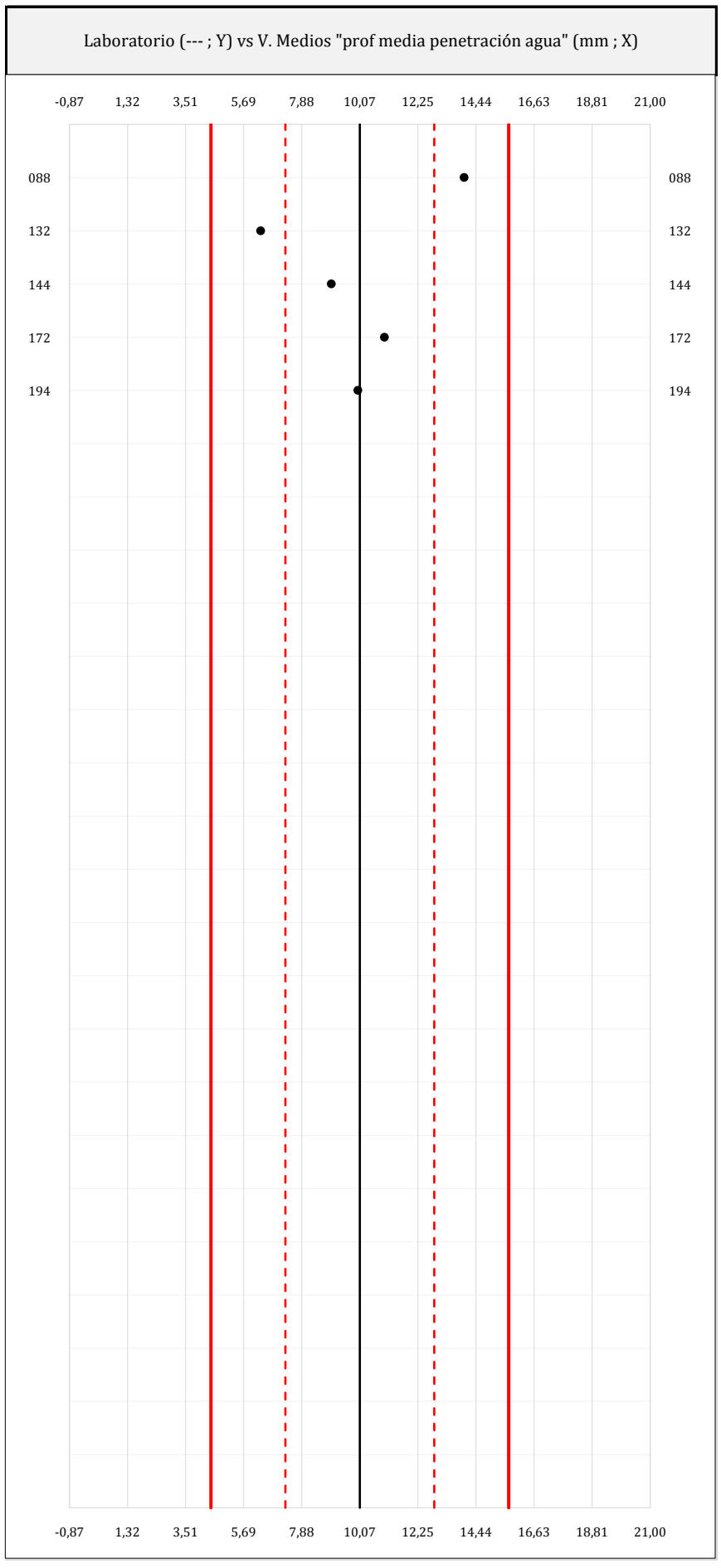
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

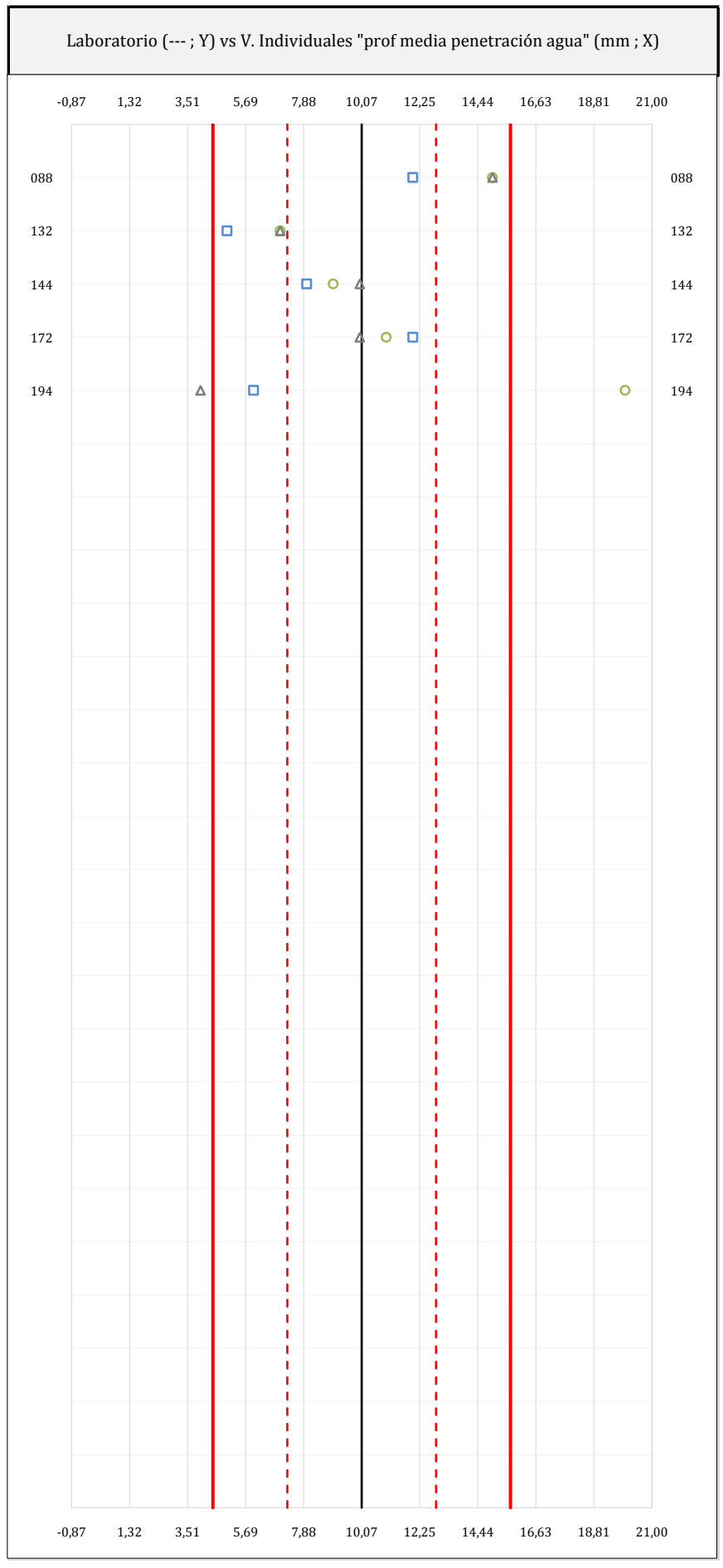
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

PROF MEDIA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA E INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (10,07 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (12,87/7,26 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (15,67/4,46 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde "O" y el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo grís "Δ".

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

Instituto Eduardo Torroja

PROF MEDIA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Análisis previo

Central	Lab	$X_{i\ 1}$	$X_{i\ 2}$	$X_{i\ 3}$	$\overline{X}_{i\ lab}$	$\overline{X}_{i\ arit}$	$S_{L\ i}$	$D_{i\ arit\ \%}$	¿Pasa A?	Observaciones
C13	088	12,00	15,00	15,00	14,00	14,00	1,732	39,07	✓	
C13	132	5,00	7,00	7,00	6,30	6,33	1,155	-37,09	✓	
C13	144	8,00	9,00	10,00	9,00	9,00	1,000	-10,60	✓	
C13	172	12,00	11,00	10,00	11,00	11,00	1,000	9,27	✓	
C13	194	6,00	20,00	4,00	10,00	10,00	8,718	-0,66	✓	

NOTAS:

01 Antes de llevar a cabo el análisis estadístico de los resultados, éstos se someten a un estudio de validación donde el estadista decidirá si son descartados o continuan en el proceso.

02 "$X_{i\ j=1,2,3}$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\ lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\ arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

03 "$S_{L\ i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\ arit\ \%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden]

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

	$\forall X_{i\ 1}$	$\forall X_{i\ 2}$	$\forall X_{i\ 3}$	$\forall \overline{X}_{i\ lab}$	$\forall \overline{X}_{i\ arit}$
M (mm)	8,60	12,40	9,20	10,06	10,07
SD_L (---)	3,29	5,18	4,09	2,81	2,80
CV (%)	38,21	41,75	44,42	27,97	27,84

- "$\forall X_{i\ j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\ lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\ arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

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

	S_r^2	r (%)	S_L^2	S_R^2	R (%)
Calculado	16,467	11,248	2,367	18,833	12,029
Referencia					

- "S_r^2" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S_L^2" varianza interlaboratorios.
- "S_R^2" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

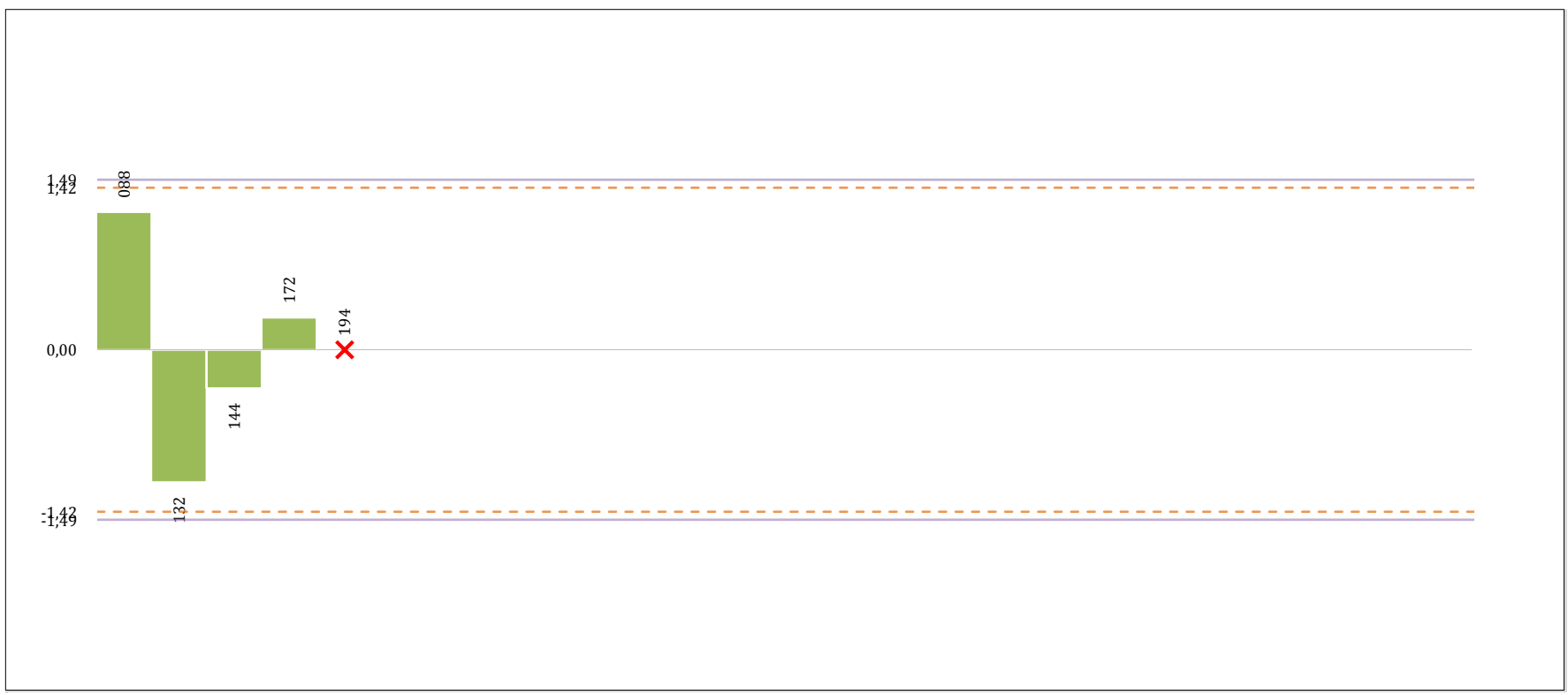
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

PROF MEDIA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

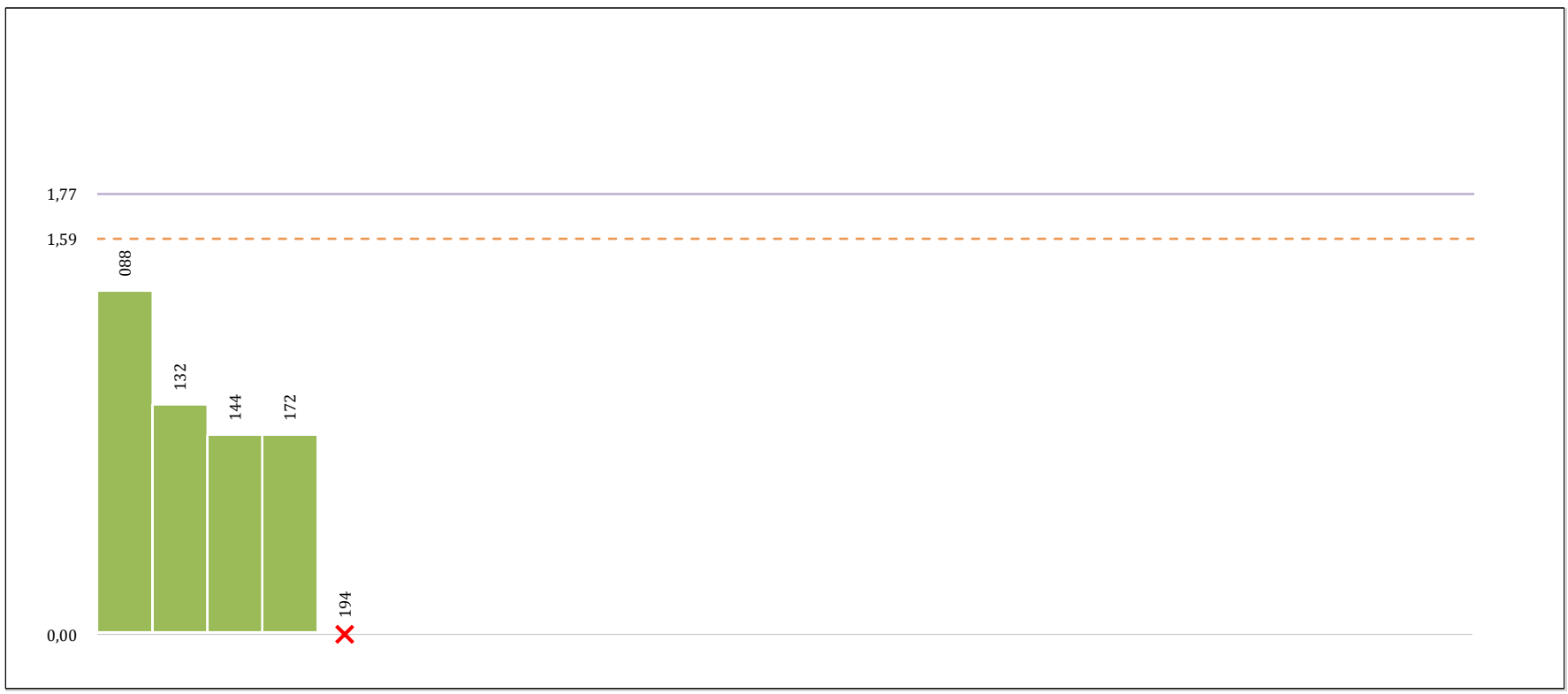
Apartado B.1. Análisis gráfico de consistencia "h y k" de Mandel



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

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

Instituto Eduardo Torroja

PROF MEDIA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	¿Pasa B?
C13	088	12,00	15,00	15,00	14,00	14,00	1,732	38,84	1,21	1,38			1,210		0,1132	✓
C13	132	5,00	7,00	7,00	6,30	6,33	1,155	-37,19	-1,16	0,92		1,159		0,1432		✓
C13	144	8,00	9,00	10,00	9,00	9,00	1,000	-10,74	-0,33	0,79				0,1432		✓
C13	172	12,00	11,00	10,00	11,00	11,00	1,000	9,09	0,28	0,79					0,1132	✓
C13	194	6,00	20,00	4,00	10,00	10,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗

NOTAS:

01 "$X_{i\,j=1,2,3}$" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

02 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

03 "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [máximo] [mínimo] [no coinciden] [aberrante **] [anómalo *]

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

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (mm)	9,25	10,50	10,50	10,08	10,08
SD_L (---)	3,40	3,42	3,32	3,25	3,24
CV (%)	36,79	32,53	31,59	32,25	32,09

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

06 Indicadores estadísticos y valores críticos según las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009:1999, para un valor de p = 4 y n = 3:

	h	k	C	G_{Sim}	G_{Dob}
1%	1,49	1,77	0,864	1,4960	0,0000
5%	1,42	1,59	0,768	1,4810	0,0002

- "p" número de laboratorios participantes no descrtados.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G_{Sim}" y "G_{Dob}" valores críticos de Grubbs.

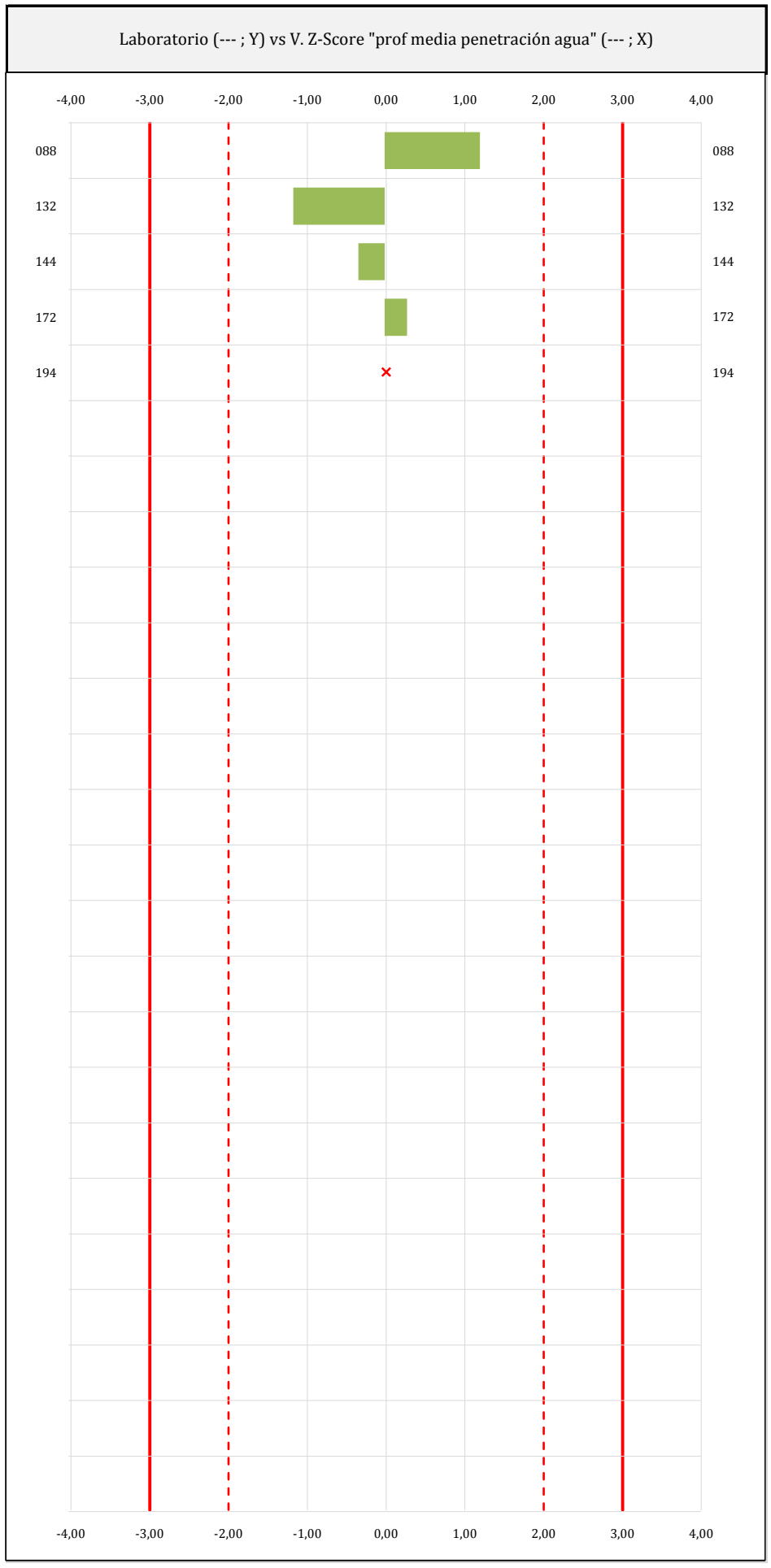
CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

PROF MEDIA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

CSIC
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Instituto Eduardo Torroja

PROF MEDIA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Central	Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$\overline{X}_{i\,lab}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C13	088	12,00	15,00	15,00	14,00	14,00	1,732	38,84	✓	✓	✓			1,210	S
C13	132	5,00	7,00	7,00	6,30	6,33	1,155	-37,19	✓	✓	✓			-1,159	S
C13	144	8,00	9,00	10,00	9,00	9,00	1,000	-10,74	✓	✓	✓			-0,335	S
C13	172	12,00	11,00	10,00	11,00	11,00	1,000	9,09	✓	✓	✓			0,283	S
C13	194	6,00	20,00	4,00	10,00	10,00	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---

NOTAS:

01 "X_{ij} con j = 1, 2, 3" son los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,lab}$" es la media aritmética intralaboratorio y "$\overline{X}_{i\,arit}$" la media aritmética intralaboratorio calculada.

02 "$S_{L\,i}$" es la desviación típica intralaboratorios y "$D_{i\,arit\,\%}$" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

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

04 El código colorimétrico empleado para el valor de las celdas es: [no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]

05 Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\forall X_{i\,1}$	$\forall X_{i\,2}$	$\forall X_{i\,3}$	$\forall \overline{X}_{i\,lab}$	$\forall \overline{X}_{i\,arit}$
M (mm)	9,25	10,50	10,50	10,08	10,08
SD_L (---)	3,40	3,42	3,32	3,25	3,24
CV (%)	36,79	32,53	31,59	32,25	32,09

- "$\forall X_{i\,j}$" determinaciones individuales de los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,lab}$" medias aportadas por los laboratorios.
- "$\forall \overline{X}_{i\,arit}$" medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SDL" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

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

	S_r^2	r (%)	S_L^2	S_R^2	R (%)
Calculado	1,583	3,488	9,944	11,528	9,411
Referencia					

- "S_r^2" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "S_L^2" varianza interlaboratorios.
- "S_R^2" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación

PROF MEDIA PENETRACIÓN AGUA (mm)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

Apartado D.2. Diagramas Box-Plot

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: prof media penetración agua (mm)

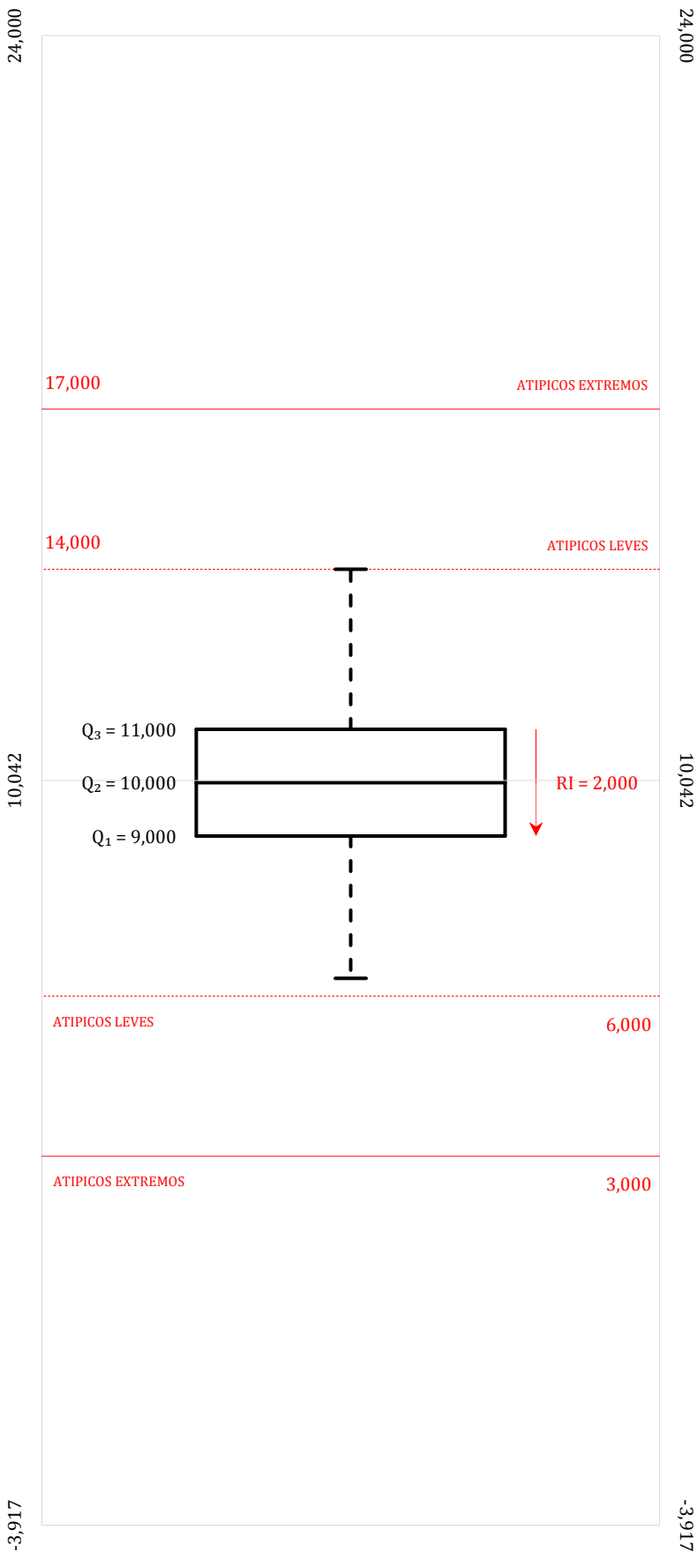
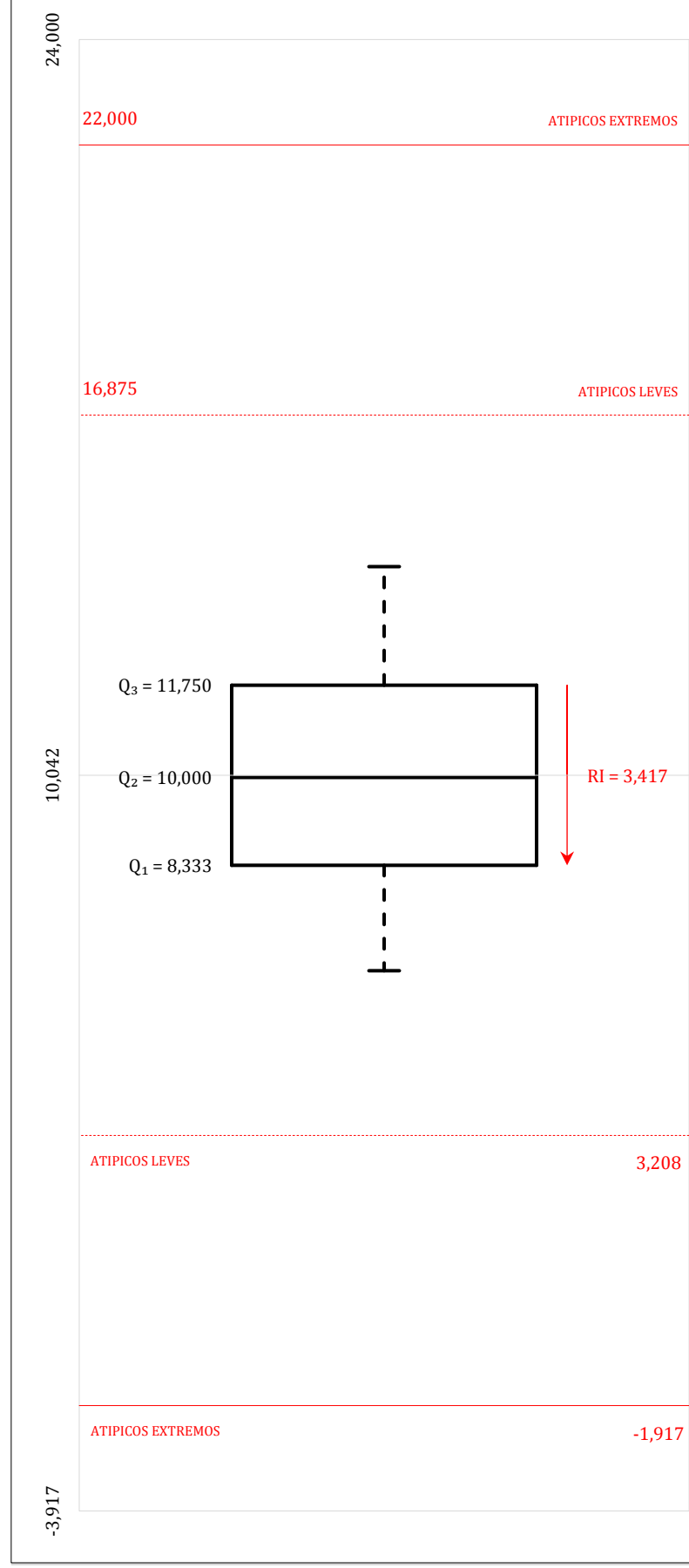


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: prof media penetración agua (mm)



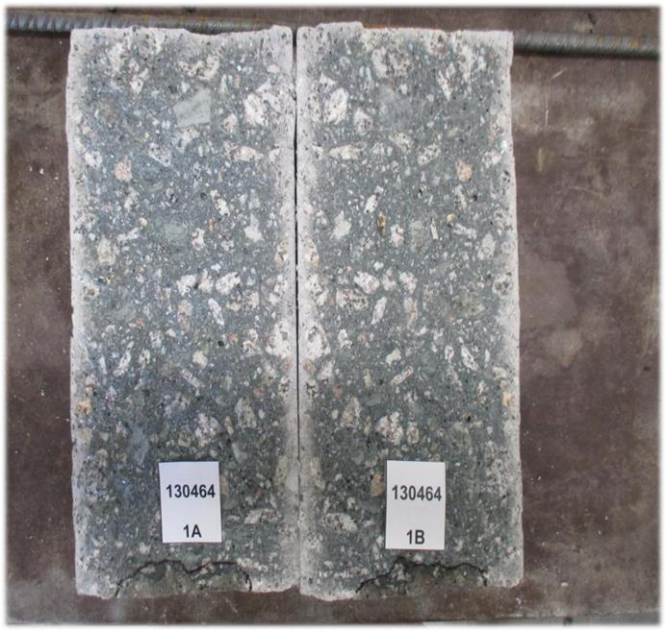
ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q_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).

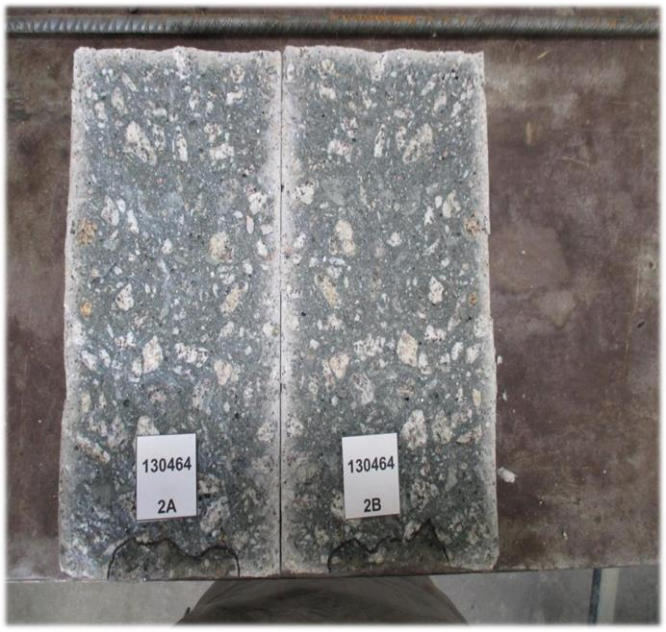
Profundidad penetración de agua bajo presión estática

Análisis fotográfico



CODIGO DE LA CENTRAL	C13
CODIGO DEL LABORATORIO	144
CODIGO DE LA IMAGEN	1A

OBSERVACIONES



CODIGO DE LA CENTRAL	C13
CODIGO DEL LABORATORIO	144
CODIGO DE LA IMAGEN	1B

OBSERVACIONES

CODIGO DE LA CENTRAL	C13
CODIGO DEL LABORATORIO	144
CODIGO DE LA IMAGEN	1C

OBSERVACIONES

Profundidad penetración de agua bajo presión estática

Análisis fotográfico

CODIGO DE LA CENTRAL	C13
CODIGO DEL LABORATORIO	144
CODIGO DE LA IMAGEN	1E

OBSERVACIONES

CODIGO DE LA CENTRAL	C13
CODIGO DEL LABORATORIO	144
CODIGO DE LA IMAGEN	1F

OBSERVACIONES

CODIGO DE LA CENTRAL	C13
CODIGO DEL LABORATORIO	144
CODIGO DE LA IMAGEN	1G

OBSERVACIONES

11. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación global de los resultados tanto para el ensayo de Resistencia a compresión a 28 días como para el ensayo del Cono de Abrams, profundidad de penetración agua bajo presión y velocidad del impulso ultrasónico del tratamiento directo, de todos los laboratorios a nivel de central de fabricación, en caso de que hayan realizado el ensayo.

La tabla recoge **para cada laboratorio y por ensayo** el resultado de todo el análisis estadístico indicado según la sigla correspondiente **y a nivel de central de fabricación**.

Tabla 10.1. Evaluación global a nivel de Central 13

Código Laboratorio	Cono de Abrams	Resistencia a compresión a 28 días	Velocidad impulso ultrasónico	Profundidad Máxima de penetración agua bajo presión	Profundidad Media de penetración agua bajo presión
088	S	S	S/NC	S	S
132	S/ atípico	AN/sosp	S	S	S
144	S	S/sosp	-	S	S
172	S/atípico/sosp	S	-	S	S/sosp
194	AN	S	S	AB/NC	AB/NC
202	S	S	S	-	-

Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); Aberrante (AB); Anómalo (AN); Descartado (DES); (-) no participa.

Los laboratorios que recogen las siglas de "sosp." son códigos que han dado mediciones calificadas como valores sospechosos por no expresarlas correctamente. Y si las siglas son "DES", es que han sido descartados para el análisis estadístico por una ejecución inadecuada de la norma de ensayo. Asimismo, en el interior del documento, se recogen evidencias de posibles No Conformidades (NC) para que el órgano competente realice las acciones que considere oportunas.

COMPENDIO DE LAS MEDIAS DE LOS ENSAYOS EVALUADOS (sin descartar valores)

Asentamiento	Media Central 160,83 mm	Desviación 13,20	Coef. Variación 8,21 %
Resistencia a 28 días	Media Central 44,96 MPa	Desviación 1,36	Coef. Variación 3,02 %
Ultrasonidos.Directo	Media Central 4,44 km/s	Desviación 0,17	Coef. Variación 3,75 %
Profundidad media	Media Central 10,07 mm	Desviación 2,80	Coef. Variación 27,84 %
Profundidad máxima	Media Central 21,60 mm	Desviación 5,36	Coef. Variación 24,82 %

Central 13

VARIANZAS DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD (sin descartar valores)

ENSAYOS	REPETIBILIDAD		INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD	
	S_r^2	**r (%)**	**S_L^2**	**S_R^2**	**R (%)**
Asentamiento	91,66	26,53	128,33	220,00	41,11
Resistencia a 28 días	0,67	2,27	1,62	2,29	4,20
Ref. UNE 12350	*8,41*	*8,00*	-	*9,60*	*11,7*
Ultrasonidos.Directo	0,006	0,22	0,026	0,032	0,495
Profundidad media	16,46	11,24	2,36	18,83	12,02
Profundidad máxima	20,15	12,44	22,02	42,18	18,00

COMPENDIO DE LAS MEDIAS DE LOS ENSAYOS EVALUADOS

(descartando valores aberrantes y anómalos)

Asentamiento	Media Central 160,00 mm	Desviación 14,58	Coef. Variación 9,11%
Resistencia a 28 días	Media Central 45,30 MPa	Desviación 1,19	Coef. Variación 2.63 %
Ultrasonidos.Directo	Media Central 4,44 km/s	Desviación 0,17	Coef. Variación 3,75 %
Profundidad media	Media Central 10,08 mm	Desviación 3,24	Coef. Variación 32,09 %
Profundidad máxima	Media Central 21,67 mm	Desviación 6,19	Coef. Variación 28,56 %

VARIANZAS DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

ENSAYOS	REPETIBILIDAD		INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD	
	S_r^2	**r (%)**	**S_L^2**	**S_R^2**	**R (%)**
Asentamiento	20,00	12,39	202,50	222,50	41,34
Ref. UNE 12350-2	*4,1 mm*	*11 mm*	-	*8,0 mm*	*22 mm*
Resistencia a 28 días	0,24	1,36	1,34	1,58	3,48
Ref. UNE 12350	*8,41*	*8,00*	-	*9,60*	*11,7*
Ultrasonidos.Directo	0,006	0,22	0,026	0,032	0,495
Profundidad media	1,58	3,48	9,94	11,52	9,41
Profundidad máxima	3,85	5,44	37,01	40,86	17,72

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
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

12. AGRADECIMIENTOS

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

COORDINADORES GENERALES

Emilio Meseguer Peña	Región de Murcia
Victoria de los Ángeles Viedma Peláez	Junta de Comunidades de Castilla La Mancha
Elvira Salazar Martínez	Gobierno Vasco

COORDINADORES AUTONÓMICOS

Miguel Ángel Santos Amaya	Junta de Andalucía
Mª Teresa Ramos Martín	Junta de Andalucía
Ana López Álvaro	Gobierno de Aragón
Ana Rico Oliván	Gobierno de Aragón
Juan Carlos Cortina Villar	Principado de Asturias

Ana Carolina Álvarez Cañete	Principado de Asturias	GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS www.asturias.es
Yolanda Garví Blázquez	Govern de les Illes Balears	GOIB CONSELLERIA TERRITORI, ENERGIA I MOBILITAT DIRECCIÓ GENERAL ARQUITECTURA I HABITATGE
Inmaculada Alcolecha Fuente	Govern de les Illes Balears	GOIB CONSELLERIA TERRITORI, ENERGIA I MOBILITAT DIRECCIÓ GENERAL ARQUITECTURA I HABITATGE
Javier Jubera Pérez.	Gobierno de Canarias	Gobierno de Canarias Consejería de Obras Públicas y Transportes
Enrique Alonso Moreno	Comunidad Autónoma de Cantabria	GOBIERNO DE CANTABRIA
Joan Teixidó Vidal	Generalitat de Catalunya	Generalitat de Catalunya Departament de Governació, Administracions Públiques i Habitatge
María del Mar López Brea	Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha	Castilla-La Mancha
Marta Iniesta Alba	Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha	Castilla-La Mancha
Felicísimo Garzón Herrera	Junta de Castilla y León	Junta de Castilla y León
Emilio Sánchez Barquilla	Junta de Extremadura	JUNTA DE EXTREMADURA Consejería de Sanidad y Políticas Sociales
José Ángel Rena Sánchez	Junta de Extremadura	JUNTA DE EXTREMADURA Consejería de Sanidad y Políticas Sociales
Mª José Paniagua Mateos	Xunta de Galicia	XUNTA DE GALICIA
José López Abrodos	Xunta de Galicia	XUNTA DE GALICIA

Ignacio Fernández Muro	Comunidad Autónoma de La Rioja	Gobierno de La Rioja
Israel López García	Comunidad Autónoma de La Rioja	Gobierno de La Rioja
Salud García López	Comunidad Autónoma de Madrid	CONSEJERÍA DE TRANSPORTES, VIVIENDA E INFRAESTRUCTURAS Comunidad de Madrid
Antonio Azcona Sanz	Comunidad Autónoma de Madrid	CONSEJERÍA DE TRANSPORTES, VIVIENDA E INFRAESTRUCTURAS Comunidad de Madrid
Emilio Meseguer Peña	Comunidad Autónoma de la Región de Murcia	Región de Murcia
Teresa Barceló Clemares	Comunidad Autónoma de la Región de Murcia	Región de Murcia
Mª Carmen Mazkiarán López de Goikoetxea	Gobierno de Navarra	Nafarroako Gobernua Gobierno de Navarra
Juan José Palencia Guillén	Generalitat Valenciana	GENERALITAT VALENCIANA
Elvira Salazar Martínez	Gobierno Vasco	EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO
Lourdes González Garrido	Gobierno Vasco	EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO

ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN PROGRAMA ESPECÍFICO EILA HORMIGONES 2017

- **ANEFHOP.** Asociación Nacional de Empresas Fabricantes de Hormigón Preparado

CENTRALES DE HORMIGÓN COLABORADORAS

- HORMISSA, HORMIGONES DEL SURESTE S.A. Murcia

• INTEDHOR S.L.	Alcázar de San Juan (Ciudad Real)
• AUXILIAR IBERICA, SA	Palma de Mallorca
• HORMIRAPIT, SA	Alaior (Menorca)
• SUMINISTROS IBIZA DE INVERSIONES Y CORPORACIÓN, SL	Ibiza
• HORMIGONES Y MINAS	Kukularra- Erandio (Bizkaia)
• HORMIGONES ARGA, S.A.	Orcoyen (Navarra)
• GENERAL DE HORMIGONES, SA (GEDHOSA)	Zaratán (Valladolid)
• HORMIPERGA, SL	Pedrola (Zaragoza)
• VOTARANTIM PREBETONG SUR	San Jerónimo (Sevilla)
• HORPRESOL, S.R.L.	Juncaril (Granada)
• NOGALES CARRILLO S.L.	Montijo (Extremadura)
• GENERAL DE HORMIGONES SA (GEDHOSA)	Savon (A Coruña)
• GENERAL DE HORMIGONES SA (GEDHOSA)	Lugones (Asturias)
• HANSON HISPANIA, SA	Montcada, (Barcelona)
• HORMIGONES MAJADAHONDA	San Fernando de Henares (Madrid)
• HORMIGONES CARLET S.A.	Carlet (Comunidad valenciana)
• HORMISOL	Las Torres (Las Palmas de G.C.)
• PREBETONG HORMIGONES	Las Galletas (Tenerife)

ELABORACIÓN Y GESTIÓN DE LAS FICHAS DE RESULTADOS. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

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

LABORATORIOS PARTICIPANTES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN EILA 2017

JUNTA DE ANDALUCIA

1. Laboratorio Andaluz de Ensayos de Construcción, SRL (LAENSA)	AND-L-002
2. Centro de estudio de materiales y control de obra S.A. (CEMOSA) – Córdoba	AND-L-003
3. Cementos Portland Valderrivas S.A. - Sevilla	AND-L-010
4. Centro de estudio de materiales y control de obra S.A. (CEMOSA) – Jaén	AND-L-013

5. Centro de estudio de materiales y control de obra S.A. (CEMOSA) – Málaga	AND-L-018
6. Geolen ingeniería S.L. - Málaga	AND-L-020
7. Sergeyco Andalucia, SL. - Cádiz	AND-L-046
8. LABSON, Geotécnia y Sondeos, SL - Córdoba	AND-L-054
9. Geotécnica del sur, S.A. - Granada	AND-L-059
10. Centro de estudio de materiales y control de obra S.A. (CEMOSA) - Delegación Sevilla	AND-L-074
11. Centro de estudio de materiales y control de obra S.A. (CEMOSA) - Delegación Granada	AND-L-076
12. Laboratorio Tcal S.L. - Córdoba	AND-L-108
13. Control de calidad Cádiz S.L.L. (CONCADIZ) – Cádiz	AND-L-125
14. Laboratorio de Tecnología Estructural, SL - Granada	AND-L-149
15. Elabora, Agencia para la calidad en la construcción, S.L. - Sevilla	AND-L-155
16. Inecca, ingeniería y control S.L. - Málaga	AND-L-164
17. Evintes calidad S.L.L. - Almería	AND-L-186
18. SGS Tecnos S.A. - Delegación Granada	AND-L-191
19. María Jesús Navarro Parrilla (Técnico)- Granada	AND-L-214
20. Servicios Integrados de Geotecnia y Materiales de construcción, SL (SIGMAC)	AND-L-221
21. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Córdoba	(*oficial*)
22. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Granada	(*oficial*)
23. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Sevilla	(*oficial*)
24. HORMIGONES DOMINGO GIMENEZ	Laboratorio central

GOBIERNO DE ARAGÓN

1. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Zaragoza	ARA-L-001
2. Igeo-2, S.L. -Delegación de Huesca	ARA-L-002
3. Laboratorio de Ensayos Técnicos, SA (ENSAYA) - Zaragoza	ARA-L-005
4. Control 7, SAU - Zaragoza	ARA-L-006
5. PRETERSA-PRENAVISA Estructuras de Hormigón, SL - Teruel	ARA-L-007
6. PHI 2011 S.L.L - Huesca	ARA-L-018
7. ANALIZA 4 SLL - Huesca	ARA-L-019
8. Geoteruel Laboratorio, SL - Teruel	ARA-L-020
9. Igeo-2, S.L. - Delegación de Zaragoza	ARA-L-021
10. Laboratorio para la Calidad de la Edificación del Gobierno de Aragón	(*oficial*)

PRINCIPADO DE ASTURIAS

1. Estabisol S.A	AST-L-012
2. Laboratorio Asturiano de Control Técnico, SAL (LACOTEC)	AST-L-020
3. Laboratorio Asturiano Calidad Edificación del Principado de Asturias	(*oficial*)
4. HORMIGONES AVILÉS	Laboratorio Central

GOBIERNO DE LES ILLES BALEARS

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

GOBIERNO DE CANARIAS

1. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)	CNR-L-001
2. Controles Externos de la Calidad Canarias, SL	CNR-L-003
3. Laboratorio Canario de Calidad , SL (LCC)	CNR-L-009
4. Alliroz, S.L.	CNR-L-010
5. Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.	CNR-L-027
6. Estudios de Suelos y Obras Canarias SL (ESOCAN)	CNR-L-030
7. Consultores y Ensayos entre Islas, SLU (Consultores Control Tres)	CNR-L-031
8. ECA, Entidad colaboradora de la Administración, S.L.	CNR-L-040
9. Servicio de Laboratorios y Calidad de la Construcción. Consejería de Obras Públicas y Transportes - Delegación Tenerife	(*oficial*)
10. Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Gran Canaria del Gobierno Canarias	(*oficial*)

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA

1. ICINSA, SA	CTB-L-003
2. GEOTEK Cantabria, SLP	CTB-L-008

GENERALITAT DE CATALUNYA

1. EPTISA, Enginyeria I Serveis SAU	CAT-L-002
2. APPLUS Norcontrol, SL	CAT-L-012
3. Laboratori del Vallès de Control de Qualitat, SL	CAT-L-025
4. Centre d'estudis de la construcció i anàlisi de materials, SLU (CECAM)	CAT-L-027
5. Lostec, SA	CAT-L-028
6. FSQ Qualitat i medi ambient, SL	CAT-L-041
7. Labocat Calidad, SL	CAT-L-054
8. Geotècnia i control de qualitat, SA	CAT-L-056
9. Laboratorios de Control de la Resistencia del Hormigón, SL (LCRH) - Montcada i Reixac	CAT-L-057
10. Laboratorios de Control de la Resistencia del Hormigón, SL (LCRH) - Sant Julià de Ramis	CAT-L-062
11. LGAI Technological Center, SA	CAT-L-068
12. Instituto de Auscultación Estructural y Medioambiente, SL (INEMA)	CAT-L-102
13. BAC Engineering Consultancy Group, SL	CAT-L-104
14. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Delegación de Barberà del Vallès	CAT-L-109
15. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Delegación de Vila-Seca	CAT-L-111
16. PROMSA - Promotora Mediterránea 2, SA- Sant Vicenç dels Horts	Laboratorio Central
17. HANSON HISPANIA SA- Montcada i Reixac	Laboratorio Central
18. ARENES Y GRAVES CASTELLOT, S.A- Manileu	Laboratorio Central

JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA – LA MANCHA

1. Laboratorio y consultoría Carring S.L.	CLM-L-005
2. Sergeyco Castilla-La Mancha, SL	CLM-L-024
3. Unicontrol Ingeniería de Calidad y Arquitectura Aplicada, SL	CLM-L-029
4. Fernández- Pacheco Ingenieros SL- Delegación Albacete Asistencia	CLM-L-030
5. Servicios Externos y Aprovisionamiento SL (SEA SL)- Delegación Ciudad Real	CLM-L-032
6. Servicios Externos y Aprovisionamiento SL. (SEA SL) - Delegación Albacete	CLM-L-033
7. Impello Desarrollos SLU	CLM-L-037
8. SGS Tecnos, SA- Delegación Guadalajara	CLM-L-038
9. TÜV SÜD IBERIA, SAU- Delegación de Ciudad Real	CLM-L-039
10. Ibérica de Ensayos, Asistencia Técnica y Control JJCE, SL (IBENSA)	CLM-L-040

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

1. Euroconsult, S.A.	CYL-L-001
2. Centro de Estudios y Control de Obras, S.A (CESECO)	CYL-L-003
3. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de Valladolid	CYL-L-005
4. Investigaciones Geotécnicas y Medioambientales S. L. (INGEMA)	CYL-L-014
5. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA (CEMOSA)	CYL-L-017
6. EPTISA Servicios de Ingeniería SL - Delegación de León	CYL-L-025
7. Investigación y Control de Calidad SA (INCOSA)	CYL-L-030
8. Cenilesa Ingeniería y Calidad SL	CYL-L-044
9. Inzamac Desarrollo e Innovaciones constructivas, SL	CYL-L-052
10. Centro de Control de Calidad de la Junta de Castilla-León. S.T. Fomento de Valladolid	(*oficial*)

JUNTA DE EXTREMADURA

1. Intromac	EXT-L-007
2. Elaborex, Calidad en la Construcción SL-Delegación Badajoz	EXT-L-014
3. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL	EXT-L-029

XUNTA DE GALICIA

1. Control y Estudios, SL (CYE)	GAL-L-005
2. Galaicontrol, SL	GAL-L-014
3. Applus Norcontrol, SL	GAL-L-018
4. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL	GAL-L-034
5. 3C Calidad y Control, SCOOP Galega	GAL-L-044
6. Enmacosa Consultoría Técnica SA	GAL-L-056

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA

1. ENTECSA Rioja, SL	LRJ-L-005
2. TÜV SÜD IBERIA, SAU	LRJ-L-009
3. Laboratorio de Obras Públicas y Edificaciones -Consejería de Fomento y Política Territorial de La Rioja	(*oficial*)

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

1. Geotecnia y Medio Ambiente 2000 SL (GMD 2000)	MAD-L-002
2. Euroconsult SA	MAD-L-004
3. Cepasa Ensayos Geotécnicos SA	MAD-L-005
4. Geotecnia y Cimentos, S.A. (GEOCISA)	MAD-L-007
5. Instituto Técnico de Control S.A. (ITC)	MAD-L-027
6. Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC)	MAD-L-030
7. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A (CEMOSA)	MAD-L-036

8. Esgeyco, S.L.	MAD-L-053
9. (LABINGE) Laboratorio de Ingenieros del ejército "GENERAL MARVÁ"	MAD-L-058
10. Control de Estructuras y Geotecnia SL (CEyGE)	MAD-L-061
11. Laboratorio De Control De Calidad E Ingeniería, S.L. (LCCI)	MAD-L-064
12. Control de estructuras y suelos SA (CONES)	MAD-L-065
13. Adamas Control y Geotecnia S.L.L	MAD-L-066
14. Asesoría, Rehabilitación, Proyectos y Análisis Técnicos, SL (ARPA, SL)	MAD-L-075
15. Laboratorio Oficial para Ensayo de Materiales de Construcción - LOEMCO	MAD-L-077

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA

1. Laboratorios del Sureste, S.L.	MUR-L-003
2. Centro de Estudios, Investigaciones y Control de Obras, S.L. (CEICO, SL)	MUR-L-005
3. Inversiones de Murcia, S.L., laboratorios HORYSU- Delegación de Cartagena	MUR-L-006
4. Inversiones de Murcia, S.L., laboratorios HORYSU-Delegación de Espinardo	MUR-L-007
5. Centro de Ensayos y Medio Ambiente, S. L. (CEMA SL)	MUR-L-011
6. ITC laboratorio de ensayos, S.L.L.	MUR-L-018
7. Massalia Ingenieros, S.L.	MUR-L-019
8. Técnica y Calidad de Proyectos Industriales, S.L (TYC PROYECTOS)	MUR-L-021
9. INGEOLAB	MUR-L-021
10. Laboratorio Regional de Control de Calidad en la Edificación	(*oficial*)
11. HORMIGONES MAR MENOR SL	Laboratorio Central
12. HORMISSA	Laboratorio Central

GOBIERNO DE NAVARRA

1. Laboratorios Entecsa, SA	NAV-L-001
2. Igeo-2 SL	NAV-L-002
3. Laboratorio de Ensayos Navarra SA (LABENSA)	NAV-L-003
4. Laboratorio de Edificación del Instituto Científico y Tecnológico de la E.T.S. Arquitectura e Ingeniería de Edificación de Navarra	NAV-L-004
5. GEEA Geólogos S.L- Delegación Estella	NAV-L-005
6. GEEA Geólogos S.L- Delegación Pamplona	NAV-L-008
7. CECTECO Centro de Control y Técnicas especiales, SL	NAV-L-011

8. Laboratorio de Control de Calidad del Gobierno de Navarra	(*oficial*)
9. FORJADOS ORGUES	Laboratorio Central

GENERALITAT VALENCIANA

1. Intercontrol Levante, SA- Delegación de Carlet	VAL-L-001
2. Comaypa, S.A.	VAL-L-006
3. Gandiacontrol, S.L.	VAL-L-010
4. Laboratorio y Entidad de Control, SL	VAL-L-070
5. Consulteco, S.L.	VAL-L-013
6. Geotecnia y cimientos, S.A. (GEOCISA)	VAL-L-017
7. Entecsa Valencia SL	VAL-L-036
8. ASVER Verificaciones, SLU	VAL-L-047
9. Laboratorio de Ingeniería y Medio Ambiente S.A (IMASALAB)	VAL-L-051
10. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Ribarroja de Turia (VALENCIA)	VAL-L-053
11. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Alicante	VAL-L-054
12. LESIN Levante, SL	VAL-L-056
13. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Albaida (Valencia)	VAL-L-058
14. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Manises (Valencia)	VAL-L-059
15. Levatec Control de Calidad SL	VAL-L-060
16. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Valencia	VAL-L-066

GOBIERNO DEL PAÍS VASCO

1. EPTISA-CINSA Ingeniería y Calidad, SA - Grupo EP	PVS-L-002
2. SAIO TEGI, SA	PVS-L-004
3. GIKE, SA	PVS-L-005
4. LABIKER Ingeniería y Control de Calidad, SL	PVS-L-006
5. Serinko – Euskadi, S.L.	PVS-L-007
6. Euskontrol, S.A.	PVS-L-009
7. Fundación Tecnalia Research and Innovation	PVS-L-013
8. EUROCONSULT NORTE, SA	PVS-L-015
9. ASTER, SA	PVS-L-021