

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

**ENSAYOS DE HORMIGÓN**

**A nivel de central de fabricación:**

**CENTRAL 16**

<b>ENSAYOS DE HORMIGÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>3</b>
1. OBJETIVOS DEL EILA19 .....	3
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	4
3. HORMIGON: TIPO Y ENSAYOS.....	5
4. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES .....	13
5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APORTADOS.....	14
a. ANÁLISIS PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS: PROBETAS CÚBICAS.....	16
i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. ....	16
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central ( <i>con todo el grupo de valores, antes de descartar</i> ).....	16
b. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS: PROBETAS CILÍNDRICAS.....	17
i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. ....	17
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central ( <i>con todo el grupo de valores, antes de descartar</i> ).....	17
c. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN ESTÁTICA: PROBETAS CILINDRICAS.....	18
i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. ....	18
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central ( <i>con todo el grupo de valores, antes de descartar</i> ).....	19
6. VERIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS MOLDES Y LAS PROBETAS FABRICADAS .....	20
7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS:.....	21
a. . RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: Probetas cúbicas .....	21
b. . RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: Probetas cilíndricas.....	21
<b>8. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>9. AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>24</b>

## INTRODUCCION

### 1. OBJETIVOS DEL EILA19

Los ejercicios de intercomparación entre laboratorios tienen su origen y fundamento en la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025:2017**, que en el apartado 5.9 “*Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración*” establece que, entre otros, los laboratorios deben participar en comparaciones interlaboratorios 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.

Mencionar este año el ensayo de Resistencia a la compresión a 28 días, en el que la mayoría de los laboratorios han fabricado probetas tanto cilíndricas en 300x150 mm como probetas cúbicas 150 x 150 mm para poder compararlas y la entrega de fichas de cálculo para la verificación de las medidas de las probetas fabricadas y los moldes utilizados en la toma.

## 2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.

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

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

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

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

Asimismo, conforme al *“Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal (EILA-19) de ensayos de 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. Parte 1. Toma de muestras.
- Fabricación de probetas, según **UNE-EN 12390-2:2001**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia, tanto en probetas cilíndricas como cúbicas.
- 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 tanto en cilíndricas como cúbicas y no se aplicará el factor de conversión de la tabla 86.3.2 de la Instrucción EHE-08.

### 3. HORMIGÓN: TIPO Y ENSAYOS.

El tipo de hormigón que se establece por Protocolo es un **HA-30/B/20/IIa+Qb**.

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. Y cuando no tenía distintivo o cuando la cuba era móvil, en ejercicios anteriores se obligaba, por Protocolo, a realizar los ensayos de homogeneidad conforme a la siguiente Tabla 71.2.4 de la EHE-08, o a presentar los resultados de autocontrol realizados por la propia central, conforme establece el Anejo 19, apartado 4, de la EHE 08. *(Sin embargo como el Anejo 19 de la EHE-08 que obliga a realizarlos cada 6 meses, está anulado por sentencia judicial, para asegurar la amasada del ejercicio de contraste, y teniendo siempre presente que en ningún caso estamos valorando la calidad del material aportado, sino la ejecución de un ensayo; como ya sucedió en el EILA18, en este ejercicio se los Coordinadores autonómicos han elegido un laboratorio de entre los participantes para realizar, en todos los casos, los ensayos de homogeneidad el día de la toma.)*

**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		(*)
Consistencia (UNE-EN 12350-2:2006)		
Grupo A	• 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 %
Densidad del hormigón (kg/m <sup>3</sup> ; UNE-EN 12350-6:2006)		16 kg/m <sup>3</sup>
Grupo B	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 la correspondiente *Acta de Toma de muestras y de Incidencias* suscrita por los coordinadores autonómicos presentes en la toma del hormigón, así como en las *Hojas de suministro de carga* entregadas el mismo día de celebración.



Este año se recogía en el Anexo I del Protocolo unas condiciones particulares para la fabricación de las probetas. Se insistía en evitar el exceso de desencofrante y en tener especial cuidado durante el proceso de llenado y durante la compactación de cada capa en la probeta (25 golpes). Se pidió especial cuidado en la distribución del picado con barra, de manera uniforme por la sección transversal de cada capa (*cada capa ocupará aproximadamente un tercio de la altura del molde en caso de probeta cilíndrica y la mitad de la altura en las cúbicas*); y golpear lateralmente el molde con una maza de goma hasta que no hubiera burbujas de aire y, en su caso, se eliminarán las depresiones dejadas por la barra de compactar. Fue labor de los coordinadores recordar estas indicaciones durante la toma.

Las probetas se han protegido con arpilleras u otros sistemas sobre su cara superior para evitar la deshidratación de la masa del hormigón y se han usado bolsas de plástico, atadas con bridas, para el sellado de las probetas.

La fabricación de las probetas en el EILA19 se ha concentrado en su mayoría entre los días del 02 al 17 de mayo, aunque hubo una central que lo hizo el 23 de mayo.

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 de los mismos y el resto de los datos aportados, se obtiene una primera tabla **Pre- Estadístico** por central: de Medias, Desviación y Coeficientes de Variación, con todos los resultados.

Posteriormente, se hace un segundo análisis, el propiamente **Estadístico**, y se detectan los valores anómalos y aberrantes, **los cuales serán apartados de la evaluación del desempeño del Zscore y de la tabla definitiva por central de Medias, Desviación y Coeficientes de Variación, así como de los varianzas de repetibilidad y reproducibilidad.**

## Ensayos de homogeneidad.

El ensayo de consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento del cono de Abrams, en este ejercicio ha formado parte de los ensayos de homogeneidad realizados. No entra por tanto en el análisis estadístico del EILA19.

Aquellas comunidades que han aportado los resultados de estos ensayos, se reflejan más abajo. La central 16 no aporta suficientes datos al respecto.

Podemos decir que 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 ha sido mayoritariamente blanda, salvo las centrales 02, 04 y 11 que da una consistencia fluida y la central 01, 06 y 09, plástica:**

**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
<b><u>Blanda</u></b>	<b><u>±1</u></b>	<b><u>5 - 10 cm</u></b>
Fluida	±2	8 - 17 cm
Líquida	±2	14 - 22 cm

### 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**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE-EN 12390-3:2009**. Se ha seguido dicha norma porque es la que se indica para realizar el mencionado ensayo en las **Declaraciones Responsables registradas** de todos los laboratorios de ensayo participantes.

De conformidad con el Protocolo particular, el tipo de hormigón que debía utilizarse era **HA-30/B/20/IIa+Qb** aunque no todos han añadido sulforresistente a la mezcla. Los laboratorios participantes han fabricado probetas cilíndricas de 15x30 cm y probetas cúbicas de 15 cm de arista. Este año se pedía no aplicar el factor de conversión del apartado 86.3.2 de la EHE-08, y que se detalla a continuación:

**Tabla 86.3.2.a.** Coeficiente de conversión:  $\lambda_{cil, cub15}$ .

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

Resistencia probeta cúbica ( $f_c$ ; N/mm <sup>2</sup> )	$\lambda_{cil, cub15}$
$f_c < 60$	0,90
$60 \leq f_c < 80$	0,95
$f_c \geq 80$	1,00

Sobre este aspecto, de los 190 participantes que han presentado resultados con probetas cilíndricas, 153 han fabricado también probetas cúbicas, y el coeficiente para **fc probeta cúbica < 60 N/mm<sup>2</sup>** es el siguiente:

Central	A/C	Resistencia media cubicas (N/mm <sup>2</sup> )	CONVERSION	Resistencia media cilindricas (N/mm <sup>2</sup> )
C01	0.47	42.9	0.903	38.7
C02	0.43	52.0	0.912	47.4
C03	0.49	43.5	0.883	38.4
C04	0.46	44.0	0.960	42.3
C05	0.50	46.9	0.845	39.6
C08	0.50	54.3	0.814	44.2
C06	0.49	53.7	0.893	47.9
C07	0.45	47.8	0.972	46.5
C09	0.42	46.7	0.928	43.3
C19	0.50	37.0		37.1
C18	0.50	48.9	0.880	43.0
C10	0.50	56.0	0.986	55.2
C11	0.46	57.6	0.924	53.2
C12	0.44	36.2		33.2
C13	0.45	45.9	0.949	43.6
C14	0.48	38.9	0.913	35.6
C15	0.36	58.0	0.911	52.8
C16	0.50	34.8	0.966	33.6
C17	0.49	52.7	0.921	48.5
		<b>Factor promedio</b>	<b>0.915</b>	

**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

Es en el mismo apartado del capítulo XVI de la EHE-08, donde 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. Los que no lo calculan correctamente se sombrea en amarillo, y aquellos que superan este límite, daría lugar a una No conformidad en la ejecución del ensayo.

El resultado de las tres determinaciones de la resistencia a compresión a 28 días se expresará en N/mm<sup>2</sup>, conforme la Norma UNE EN 12390-3:2003. Sin embargo, su grado de redondeo al 0,5 N/mm<sup>2</sup> más cercano, como ya se aclaraba 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 EILA19 es el recogido en la Norma UNE EN 12390-3:2009 vigente, con una aproximación de 0,1 N/mm<sup>2</sup>.** Por tanto, los resultados sospechosos en este ensayo son tanto aquellos que no se expresan conforme lo expuesto anteriormente.

En las **Cargas Máximas aplicadas a la rotura**, en este Ejercicio la carga máxima se ha pedido en Kn, ya que así queda recogido en la norma UNE-EN 12390-3:2003 y efectivamente, se confirma que la gran mayoría no se han equivocado.

Respecto al **modo de conservación y tratamiento previo a la rotura** utilizados por los laboratorios mencionar que en este ejercicio a nivel nacional:

- en el caso de las probetas cúbicas, el 26% no recibe ningún tratamiento previo, aunque el predominante es el pulido con un 29% En el caso de las probetas cilíndricas, como se está viendo en ejercicios anteriores se reparte entre una y otra, siendo de un 52% el refrentado este año.
- el método de conservación predominante es el de **cámara húmeda (o curado**, como se recoge en la Ficha de resultados) con un **87%**, como ya sucedía en anteriores ejercicios.

Este año se han analizado los diferentes datos de los **pesos de las probetas** a medida que iban tratándose con agua en el curado, o tras introducirlas en estufa, o al estar sometidas a agua bajo presión estática. Se han sombreado en amarillo aquellos que no han aportado el dato o su resultado parece un error humano. Sin embargo, cuando la probeta ha perdido peso tras el curado o balsa, se ha sombreado en rojo por considerar que hay evidencias de una **posible No Conformidad y se recomienda que el laboratorio observe los registros y estado de su cámara húmeda.**

Mención especial al cálculo de la **incertidumbre** que en este ensayo, pudiendo haber sido el 100%, de los 190 laboratorios, el 85,30% presentan el dato.

## **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.

El Protocolo del ensayo y el Anexo adjunto se han llevado a cabo de acuerdo con las condiciones de ensayo recogidas en el **próximo Código Estructural**, que sustituirá a la Instrucción EHE-08, y en el que establece que este será uno de los ensayos obligatorios de recepción.

Según la norma actualizada UNE-EN 12390-8:2009, se han utilizado tres probetas, y aunque **su curado debe ser en balsa**, solo un 30% lo hace; el resto es en cámara. A diferencia de otros años, no se observa que las profundidades sean menores en aquellas probetas que han estado sumergidas en balsa frente a las que han estado en cámara.

y después debe someter éstas a un período de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de  $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Se pedían las pesadas después del curado para poder tomar las pesadas antes y después de tres días en estufa para evitar que la fase de término del ensayo no coincidiera en fin de semana. De este modo, durante las  $72 \pm 2$  horas siguientes que estaban en agua bajo presión, se supervisara todos los días las probetas por si hubiera filtraciones o pérdidas de presión con un manómetro manual.

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 109 laboratorios que señalaron su participación, 97 han presentado resultados. Los puntos observados y analizados han sido:

- La **diferencia de pesos** tras el curado, tras estufa o tras estar en el equipo de filtración bajo agua.
- La mancha obtenida tras el ensayo, a veces es imperceptible y a veces, más grande de lo dibujado. *(Cuando es más pequeña entendemos que se estaba ya produciendo el secado de la misma)*
- La **falta de simetría** entre las manchas de cada mitad de una misma probeta, o en la propia mancha que no tiene forma de parábola. Puede ser indicativo de mala ejecución del ensayo (mala compactación de la probeta durante su fabricación, presencia de poros o coqueas puntuales, desbastado irregular, falta de un buen sellado por no poner la junta tórica *(o estar en mal estado)* etc.)
- El **cepillado** o devastado insuficiente en la cara no fratasada de la probeta con la que se debe hacer el ensayo *(la cara que queda dentro de la base del molde, mientras se fabrica)*
- La introducción de las probetas en una **estufa que no es de tiro forzado como la que se recoge en Protocolo**. Si la estufa no es de tiro forzado, conseguimos el efecto contrario, no secamos la probeta, sino que esta se condensa dentro del equipo durante 3 días y sale con más humedad
- El **cálculo de la profundidad media**, algunas fotos observadas podrían indicar que para el cálculo del área de la profundidad media, se ha dividido por el ancho de la mancha y no por el diámetro de la probeta.

Todos han mantenido las probetas **expuestas a la presión del agua** durante  $72 \pm 2$  horas, excepto un código que ha estado un día más (código 125 de la central 06, 96 horas). Y la presión aplicada cumple lo establecido en norma ( $500 \pm 50$ ) kPa en todos los casos. Y durante la ejecución del ensayo, ha habido cuatro laboratorios que indican haber tenido **filtraciones** en algunas de sus probetas: 077 de la central 10, 121 de la central 13, y el 042 y 097 de la central 16.

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, recordemos que el hormigón es 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 las profundidades máxima	Especificaciones para las profundidades media
Qb (hormigón en masa)	$Z_m \leq 50 \text{ mm}$	$T_m \leq 30 \text{ mm}$
	$Z_3 \leq 65 \text{ mm}$	$T_3 \leq 40 \text{ mm}$

El ensayo no valora tanto el dato numérico sino la posición en la que éste queda por encima o por debajo del límite recogido en la citada Tabla del artículo 37.3.3 de la EHE-08, y por tanto, **este año se ha decidido no analizar estadísticamente este ensayo**, por considerar que el carácter de este ensayo es cualitativo: PASA o NO PASA. No es un ensayo cuantitativo, por lo que analizar estadísticamente estos resultados puede llevar a error, puede hacer entender que una evaluación no satisfactoria hace referencia a un mal ensayo. Lo que sí evidencia una No Conformidad en el ensayo a un laboratorio es que sus resultados indiquen que el hormigón es o no impermeable en base a la Tabla relacionada arriba, y el resto del grupo señale lo contrario. Quedarán sombreados en “rosa” aquellos que no cumplen la condición de permeabilidad, y en “amarillo”, aquellos cuya resultado se observe sospechosos por observar una desviación alta con respecto al grupo de valores de la misma central.

En el estudio de los resultados, se ha dado mucha importancia a la **documentación fotográfica** de las probetas en este ensayo, y hay un 27,7% que no las ha aportado, aun siendo solicitadas en el protocolo particular del ejercicio. De ellas, se extraen algunas evidencias en la ejecución del ensayo, como son:

- el agua alcanza los laterales de la probeta y sube de manera notable por los bordes (*quizás un mal sellado entre la probeta y el equipo, o mal estado de la junta tórica*),
- una distribución del agua asimétrica (*quizás una mala compactación en el momento de la fabricación de la probeta que deja poros o coqueas puntuales*) o
- que el agua no sube por falta de un cepillado previo en la base que va a recibir el agua y/o por no haber estado en estufa de tiro forzado previamente.

Mención especial al cálculo de la incertidumbre que en este ensayo, de los 97 laboratorios, el 55,31% presentan el dato, más que en el ejercicio del año pasado.

#### 4. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES

En el presente informe EILA 19 de hormigones, han participado un total 17 Comunidades Autónomas, 19 centrales de fabricación de hormigón y 196 laboratorios de ensayo. En la siguiente tabla se muestra el número exacto de laboratorios por Comunidad Autónoma.

**Tabla 4.1.** Laboratorios declarados participantes, por Comunidad Autónoma.

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios Participantes
Andalucía	24
Aragón	08
Asturias	07
Cantabria	06
Castilla- La Mancha	11
Castilla- León	11
Cataluña	14
Comunidad de Madrid	22
Comunidad de Valencia	16
Extremadura	04
Galicia	07
Islas Baleares	10
Islas Canarias	23
La Rioja	05
Murcia	12
Navarra	08
País Vasco	09

En la realización de los ensayos hay laboratorios que no tienen declaración responsable, pero son laboratorios certificadores o de centrales, cuyos resultados se han estudiado junto con el resto de los laboratorios. En la siguiente tabla se indica el número de estos laboratorios de central y la Comunidad Autónoma en la que participan.

**Tabla 4.2.** Laboratorios participantes sin declaración responsable

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios	Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios
Asturias	02	Valencia	03
Cataluña	01	Navarra	01
Castilla y León	01	Murcia	03
Islas Baleares	01	Madrid	01
Aragón	01		

## 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APORTADOS

1. El primer paso es un estudio preliminar (pre-estadístico) de todos los datos aportados por los laboratorios participantes, volcados de las fichas de resultados, elaboradas ex profeso para cada ensayo. En este punto, el análisis preliminar marca aquellos **valores sospechosos** que puedan explicarse como un “error técnico humano” y se filtran los **valores descartados** por la incorrecta ejecución 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 estadístico.

Seguidamente, en caso de existir, se aplicará de forma generalizada la fórmula de verificación del **criterio de validación** que la propia norma de ensayo establece. Si no cumple la validación, el resultado será *descartado* y se sombrea en rojo (sea el caso, por ejemplo, del recorrido relativo según la EHE08).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**a. ANÁLISIS PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS:  
PROBETAS CÚBICAS**

i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. **HA-30/B/20/IIa+Qb**

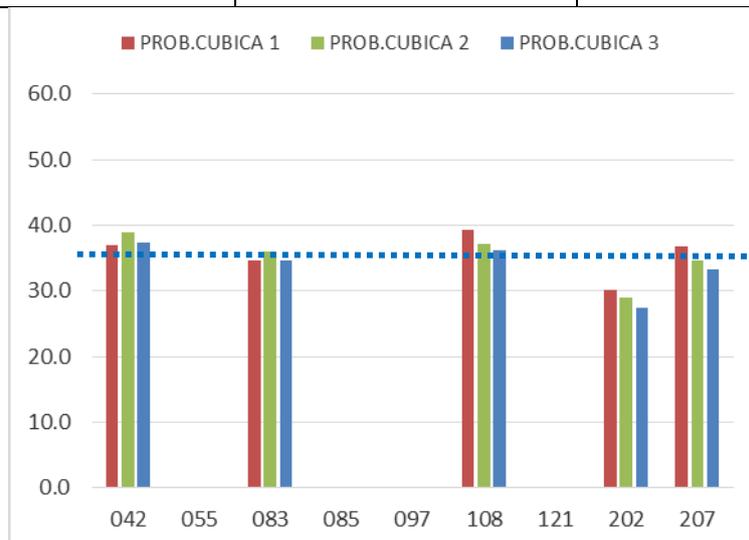
RESISTENCIA A COMPRESION (N/mm <sup>2</sup> ) CUBICAS						Incertidumbre			Diferencia de peso al salir de cámara o balsa
LAB	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>m</sub>	RECORRIDO ≤20%	Laboratorio	Conservación	Tratam. previo	
<b>C16</b>		<b>A/C</b>	<b>0.50</b>	<b>34.8</b>					
042	36.9	38.8	37.4	37.7	5.0	0.4	Balsa		Aumenta
055									NS/NC
083	34.6	36.1	34.6	35.1	4.3	0.38	Balsa	Refrentado	Aumenta
085							Balsa		NS/NC
097							Curado		NS/NC
108	39.2	37.2	36.2	37.5	8.0	0.4	Curado		Aumenta
121							Curado		NS/NC
202	30.1	28.9	27.5	28.8	9.0	0.33	Curado		Aumenta
207	36.8	34.5	33.3	34.9	10.2	0.38	Curado		Aumenta

  Dato destacado por su posible influencia en el resultado (p.ej: Que pierda peso al salir de 28 días de curado)

  Valores no aportados solicitados en el Protocolo (NS/NC) o que difiere de lo calculado

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

Media Central 34,80 N/mm <sup>2</sup>	Desviación 3,60N/mm <sup>2</sup>	Coef. Variación 0,10
---------------------------------------	----------------------------------	----------------------



**b. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS:  
PROBETAS CILÍNDRICAS**

i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. HA-30/B/20/IIa+Qb

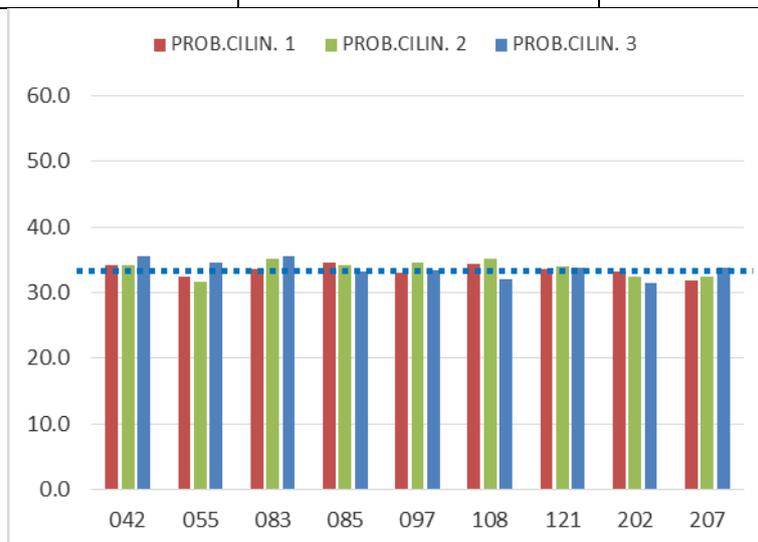
RESISTENCIA A COMPRESION (N/mm <sup>2</sup> ) CILINDRICAS						Incertidumbre		DIFERENCIA DE PESO AL SALIR DE CAMARA (g)		
LAB	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>m</sub>	RECORRIDO ≤20%	Laboratorio	Tratam. previo	PROBETA 01	PROBETA 02	PROBETA 03
<b>C16</b>				<b>33.6</b>						
042	34.2	34.2	35.5	34.6	4.0	0.14	Refrentado	57.90	78.20	75.80
055	32.5	31.7	34.5	32.9	9.0	0.4	Refrentado	73.00	65.00	46.00
083	33.7	35.1	35.6	34.8	5.5	0.43	Refrentado	64.20	56.20	67.60
085	34.6	34.1	33.1	33.9	4.4	0.41	Refrentado	11.00	24.00	32.00
097	33.0	34.6	33.4	33.7	4.8	0.23	Refrentado	91.00	81.00	75.00
108	34.3	35.2	32.1	33.9	9.2	0.42	Pulido	52.00	36.00	51.00
121	33.5	34.0	33.8	33.8	0.5	0.44	Refrentado	-40.50	-16.70	-42.99
202	33.2	32.5	31.5	32.4	3.1	0.45	Pulido	94.00	93.00	121.00
207	31.8	32.4	33.8	32.7	6.1	0.45	Pulido	60.50	52.90	58.70

Valores no aportados solicitados en el Protocolo (NS/NC) o que difiere de lo calculado (Rec Calc= 1,5%COD121 y 5,3%COD202)

Dato destacado por su posible influencia en el resultado (la probeta pesa menos tras curado).

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

Media Central 33,60 N/mm <sup>2</sup>	Desviación 0,82N/mm <sup>2</sup>	Coef. Variación 0,02
---------------------------------------	----------------------------------	----------------------



## C. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN ESTÁTICA: PROBETAS CILINDRICAS

### i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. HA-30/B/20/IIa+Qb

LAB	PROFUNDIDAD MEDIA PENETRACION (mm) ≤ 40 mm (ver Anejo 22)				CONSERVACION	PROFUNDIDAD MAXIMA PENETRACION (mm) ≤ 65mm (ver Anejo 22)				INCERTID
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>me &lt; 30</sub> mm		Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>me &lt; 50</sub> mm	
<b>C16</b>				<b>24.0</b>		<b>A/C</b>	<b>0.50</b>		<b>35.1</b>	
042	44.3	50.7	42.1	46.0	Balsa	57.0	62.0	53.0	57.0	0.14
083	17.6	21.9	23.0	20.8	Balsa	28.5	32.3	34.5	31.8	
085	17.0	18.9	17.6	17.8	Balsa	31.0	33.1	31.5	31.9	
097	49.8	33.0	26.4	36.4	Balsa	64.0	43.0	40.0	49.0	
108	26.2	14.7	16.4	19.1	Balsa	34.7	32.0	26.5	31.1	1
121	19.2	22.3	21.4	21.0	Curado	24.9	28.3	27.6	26.9	0.54
202	17.9	7.4	5.2	10.1	Curado	30.4	12.9	11.4	18.2	
207	20.2	19.2	14.2	20.8	Balsa	40.9	41.7	23.1	35.2	



Valores sospechosos



Valor con posibles evidencias de No Conformidad por no cumplir Protocolo (p. ej. tras estufa o cámara)



Dato destacado por su posible influencia en el resultado (p.ej: Condición impermeabilidad hormigón)

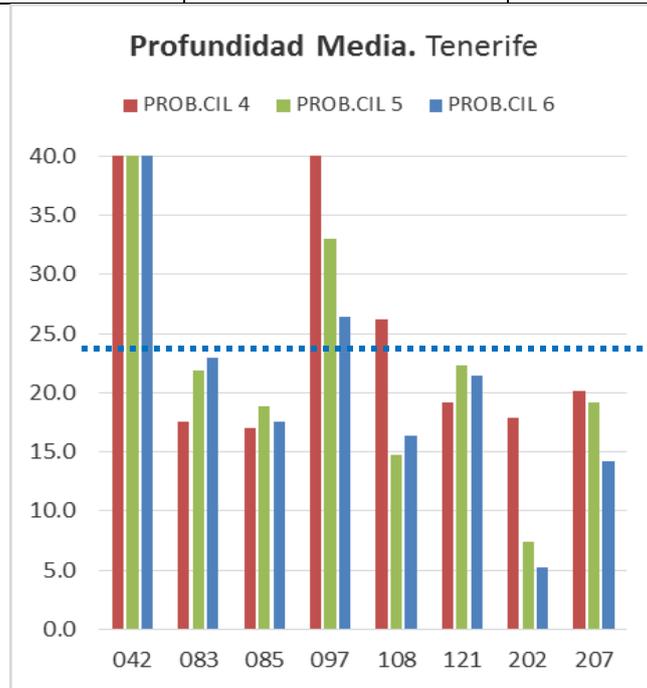


Dato destacado por su diferencia con el grupo de valores del resto de participantes en la central

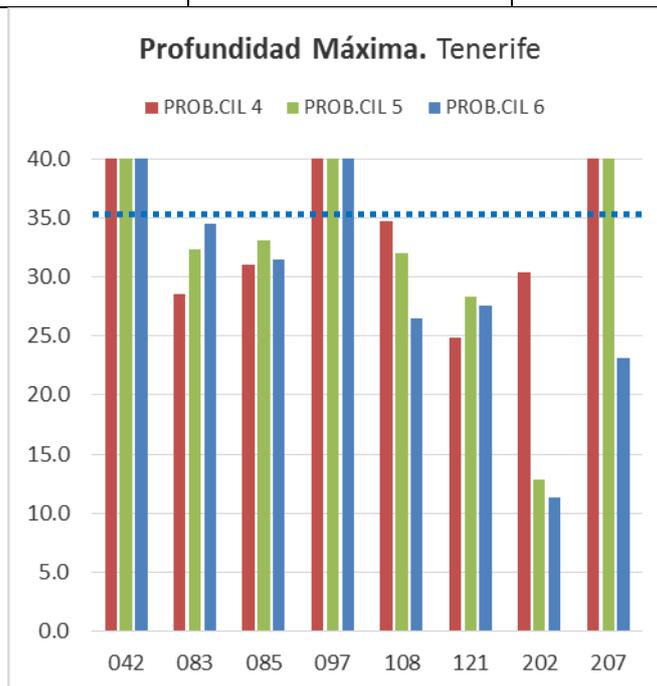
LAB	DENSIDAD PROBETAS TRAS DESMOLDADO			DIFERENCIA PESO AL SALIR DE ESTUFA			AUMENTO PESO TRAS FILTRADO AGUA			INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA (S= aporta fotos) (N= no aporta)
	P04 (g/cm3)	P05 (g/cm3)	P06 (g/cm3)	P04 (g)	P05 (g)	P06 (g)	P04 (g)	P05 (g)	P06 (g)	
<b>C16</b>										
042	2.37	2.39	2.35	-705.9	-691.8	-648.1	293.00	222.80	228.10	S, pero los frentes alcanzan laterales de la probeta. Parece filtraciones de un mal sellado o un hormigón permeable. Revisar el equipo de estufa, debe ser de tiro forzado.
083	2.42	2.40	2.41	-294.5	-289.9	-289.3	54.60	56.30	36.50	S
085	2.38	2.38	2.38	-402.0	-404.0	-419.0	102.00	109.00	107.00	S, pero no se ven las manchas
097	2.38	2.36	2.36	-99.0	-103.0	-98.0	56.00	51.00	51.00	N. Las probetas 1 y 2 tienen filtraciones
108	2.39	2.40	2.39	-246.5	-243.0	-243.5	58.50	57.50	58.00	S, frentes asimétricos y que alcanzan los laterales de la probetas 5 Y 6. Revelan claramente un mal sellado y mala compactación.
121	2.37	2.37	2.36	-5.6	-12.2	-10.1	21.76	22.82	26.10	N, equivoca los resultados de media y máxima, se corrigen. Revisar el equipo de estufa, debe ser de tiro forzado
202	2.35	2.34	2.35	-253.5	-252.1	-248.2	19.30	7.70	9.70	S, frentes asimétricos y que alcanzan los laterales de la probetas. Revelan claramente un mal sellado y mala compactación. Se observa una menor densidad con respecto al grupo, lo que también se manifiesta con ser el menor valor de resistencia a la compresión.
207	2.38	2.38	2.40	-226.5	-232.4	-226.8	2026.70	26.10	17.10	S. Frentes asimétricos, quizás mala compactación en la fabricación de la probeta. No se ven las manchas

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

Media Central 24,0 mm	Desviación 11,48 mm	Coef. Variación 0,48
-----------------------	---------------------	----------------------



Media Central 35,1 mm	Desviación 12,31 mm	Coef. Variación 0,35
-----------------------	---------------------	----------------------



## 6. VERIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS MOLDES Y LAS PROBETAS FABRICADAS

Como novedad en el EILA19, se ha distribuido una ficha para verificar las medidas de los moldes utilizados y las probetas fabricadas y comprobar si cumplían las tolerancias recogidas según la norma UNE EN 12390-1:2013 . Sin embargo, de los 190 laboratorios, sólo 72 lo han presentado en cúbicas y 87 en cilíndricas.

Creemos que parte de este hecho se ha debido a que ha habido dificultades con la propia ficha porque se entregó con filas cuyas celdas no estaban activadas pero aun así funcionaba, podía haberse recogido en el apartado de Observaciones. El año que viene volverá a repartirse para que la cumplimenten.

De todos ellos, y centrándonos en los moldes cúbicos, decir que:

- tres laboratorios indican que tienen un procedimiento interno propio para medirlo,
- dos laboratorios (56 y 176) recogen que sus moldes, uno de acero calibrado en mayo de 2019 y otro de plástico duro sin calibrar, no cumplen planicidad.
- la variedad de materiales recogidos en estos moldes es mucha: acero, hierro, resinas epoxi, poliuretano de alta densidad, polipropileno, PVC. y otras denominaciones que podrían deberse a que no se sabe a ciencia cierta de qué están hechos, como plástico duro, plástico reforzado o polímero plástico.
- 42 laboratorios lo hicieron en materiales de acero o hierro calibrados principalmente en el 2019, y los menos en 2016 o 2018. Como promedio, la han utilizado unas 15 veces, aunque el 50% señala ser la primera vez o no ponen el dato.
- 31 laboratorios lo hicieron en algún material “plástico” que indican como última fecha de calibración entre los años 2018 y 2019. Como promedio, la han utilizado en un intervalo de 15 a 50 veces y un 16% indican que sea nuevo.

Centrándonos en los moldes cilíndricos, decir que:

- siete laboratorios indican que tienen un procedimiento interno propio para medirlo,
- dos (56 y 176) laboratorios recogen que sus moldes, uno de acero calibrado en mayo de 2019 y otro de acero sin calibrar, no cumplen planicidad o la dimensión del diámetro designado.
- el material con el que está fabricado el molde en este caso es unánime: de acero o hierro. Solo 7 laboratorios, de los 87 que han cumplimentado la ficha, no dan el dato.
- 21 laboratorios dicen que sus moldes no están calibrados, cuatro lo hicieron en el 2016, dos en el 2017, 14 en el 2018 y 41 laboratorios lo hicieron en 2019. Como promedio, la han utilizado entre 100 a 500 veces, aunque el 18% señala ser la primera vez o no ponen el dato.

Por otra parte, en la ficha se recogían los datos de determinados equipos, que en algunos casos, incluidos en aquellos que no dan datos suficientes, son inadecuados para tomar las medidas que verifiquen que los moldes o las probetas cumplen:

- Verificadores para moldes: el 75% no da el dato o no los calibra.
- Juego de galgas: 25% no da datos suficientes, 34% solo las verifica y 41% las calibra.
- Regla de filo: 29% no da datos suficientes, 39% solo las verifica y 32 % la calibra
- Escuadra metálica: 30% no da datos suficientes, 40 % solo las verifica y 30% la calibra.
- Verificadores para probetas: 75% no da datos, 14% solo las verifica y 11% las calibra.
- Calibre, precisión en %: 9% no da datos, 11% solo lo verifica y el 80% calibra el pie de rey. Sin embargo, no ha entendido que pedíamos la precisión en porcentajes y ha recogido en la ficha su máxima apertura.

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

**7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS:**

- a. . RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: PROBETAS CÚBICAS
- b. . RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: PROBETAS CILÍNDRICAS



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

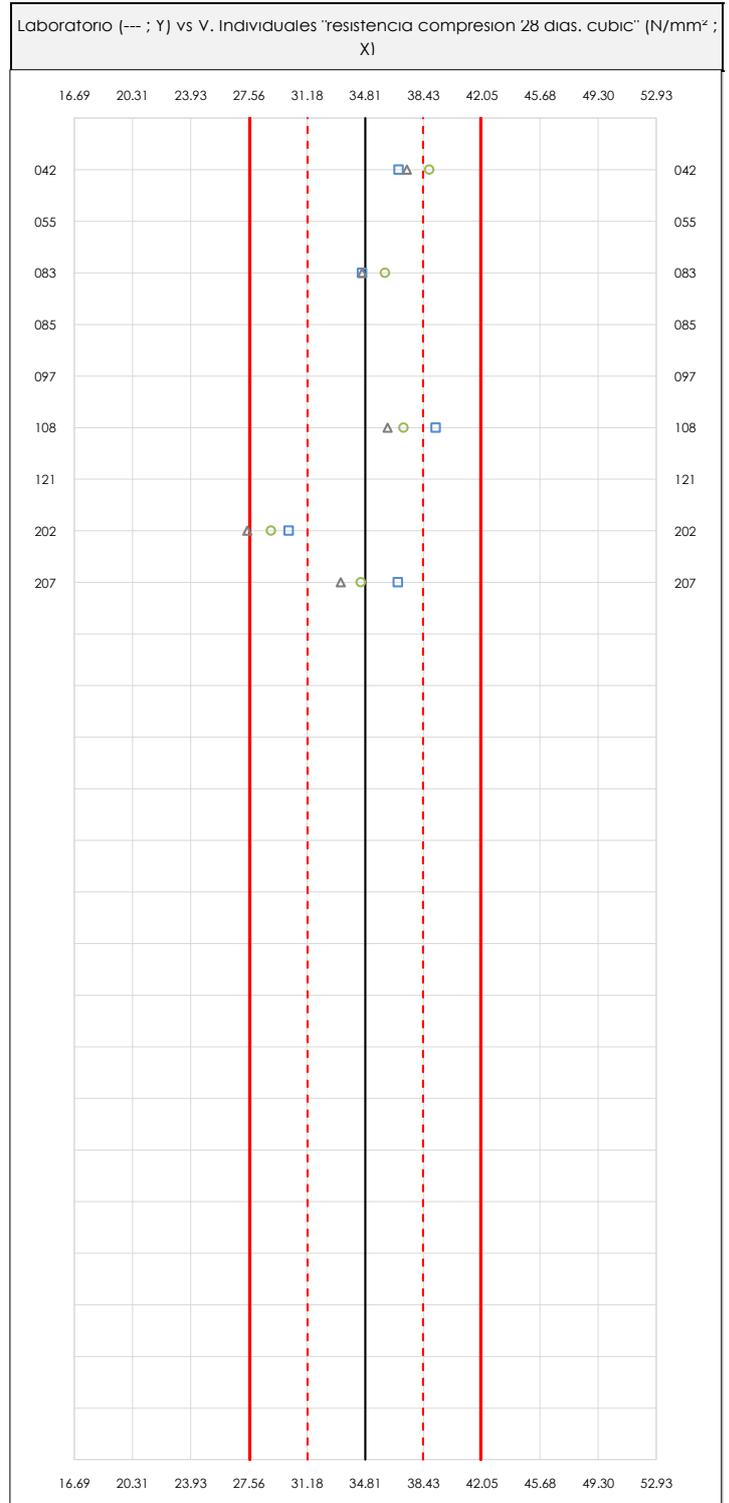
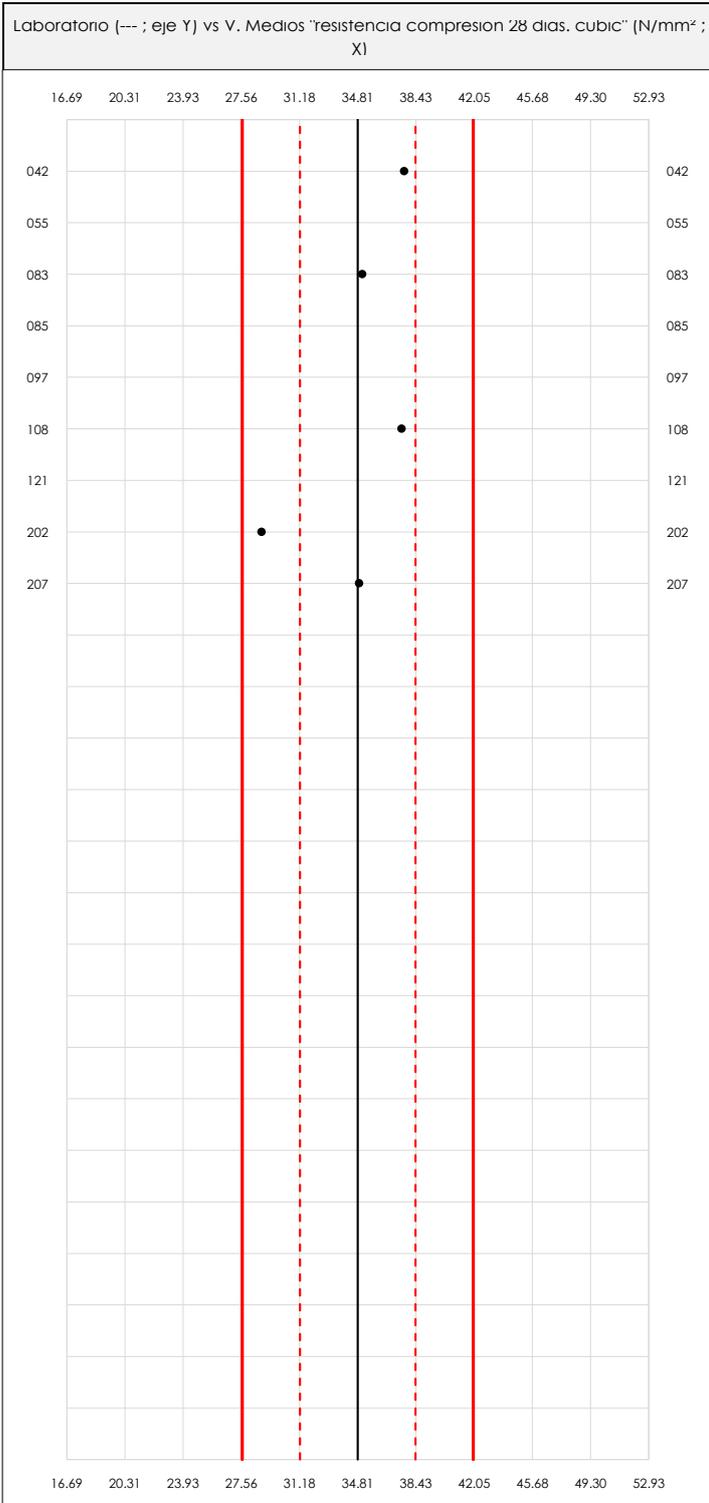
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CUBIC (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### 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 (34.81 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (38.40/31.21 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42.00/27.61 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero (X<sub>1</sub>) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo (X<sub>2</sub>) con un círculo verde "○" y el tercero (X<sub>3</sub>) con un triángulo gris "△".



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CUBIC (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i crit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	¿Pasa A?	Observaciones
C16	042	36.90	38.80	37.40	37.70	37.70	0.985	8.31	✓	
C16	055								X	
C16	083	34.61	36.05	34.61	35.10	35.09	0.831	0.82	✓	
C16	085								X	
C16	097								X	
C16	108	39.20	37.20	36.20	37.53	37.53	1.528	7.84	✓	
C16	121								X	
C16	202	30.05	28.94	27.47	28.82	28.82	1.294	-17.20	✓	
C16	207	36.84	34.53	33.29	34.89	34.89	1.802	0.23	✓	

**NOTAS:**

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

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

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

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

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

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i crit}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	35.52	35.10	33.79	34.81	34.81
SD <sub>L</sub> (---)	3.46	3.78	3.86	3.60	3.60
CV (%)	9.75	10.78	11.43	10.33	10.33

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

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

	γ <sub>r</sub> (%)	r (%)	γ <sub>L</sub> (%)	γ <sub>R</sub> (%)	R (%)
Calculado	3.836	10.742	10.092	10.797	30.231
Referencia	3.200	9.000		4.700	13.200

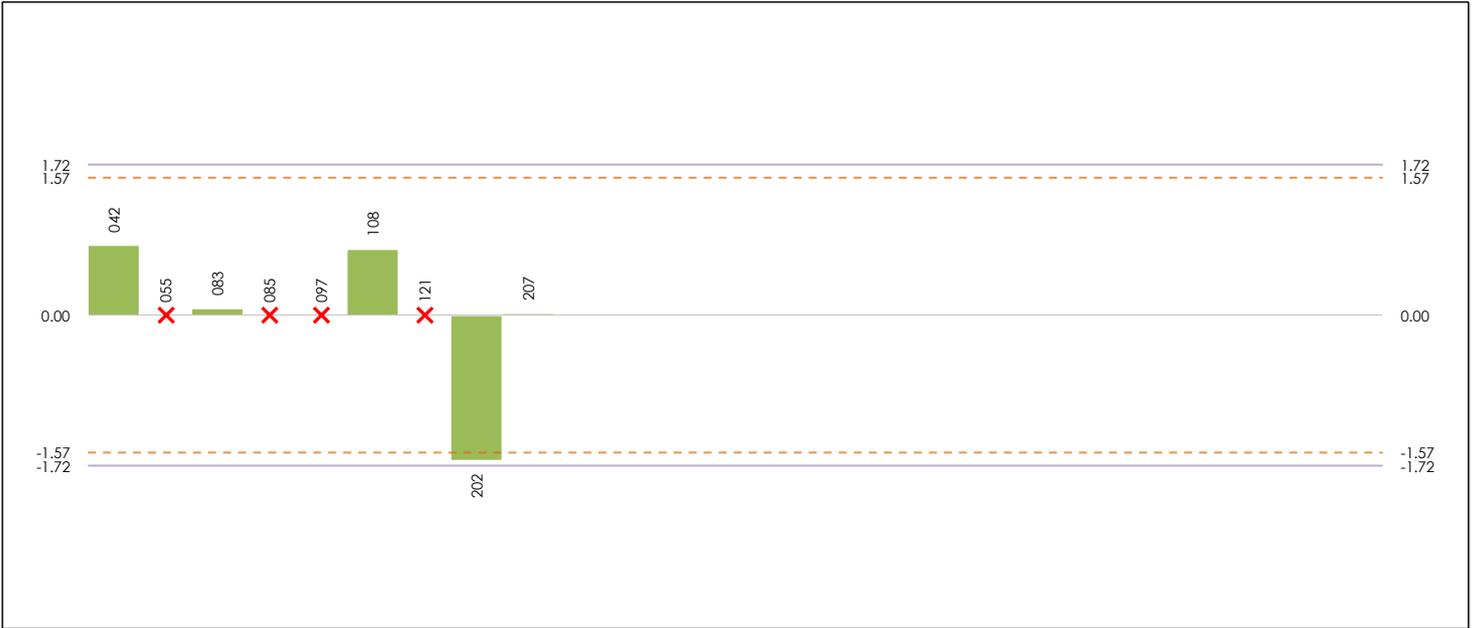
- "γ<sub>r</sub>" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "γ<sub>L</sub>" varianza interlaboratorios.
- "γ<sub>R</sub>" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CUBIC (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

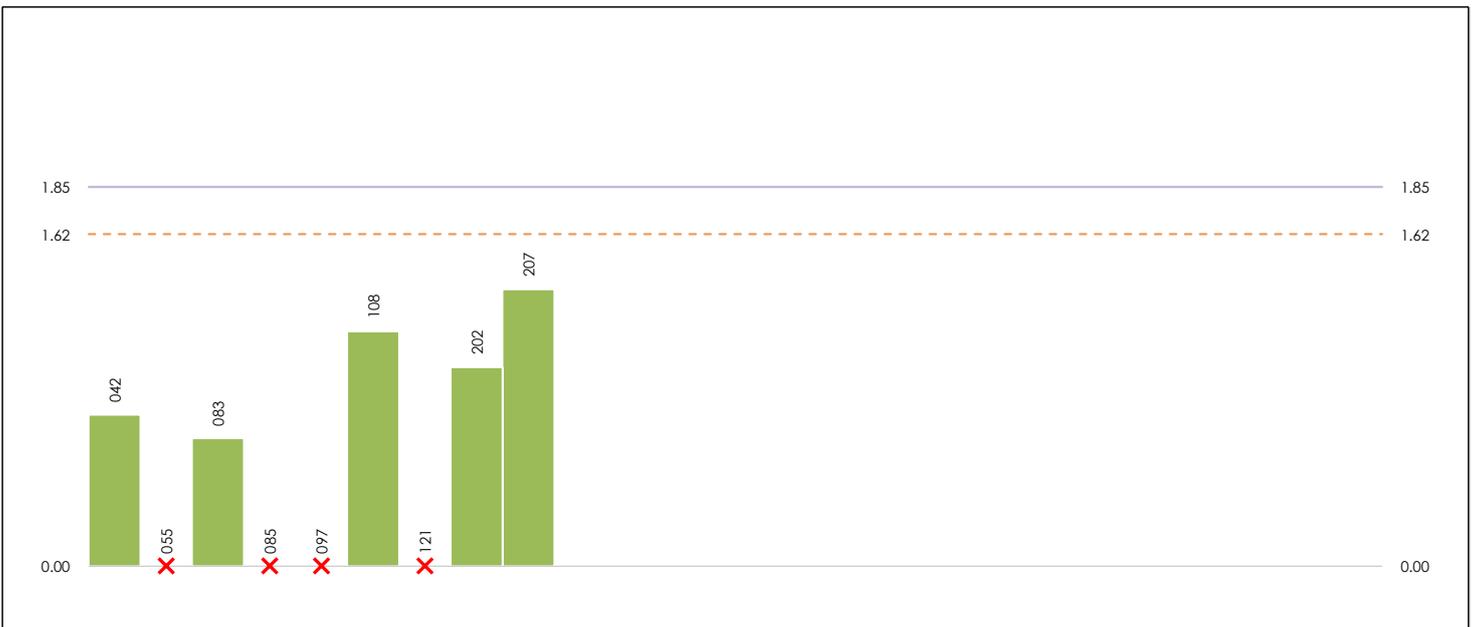
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CUBIC (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i crit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	¿Pasa B?	
C16	042	36.900	38.800	37.400	37.700	37.700	0.985	8.31	0.80	0.74			0.805		0.4907	✓	
C16	055						---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
C16	083	34.610	36.050	34.610	35.100	35.090	0.831	0.82	0.08	0.62						✓	
C16	085						---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
C16	097						---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
C16	108	39.200	37.200	36.200	37.533	37.533	1.528	7.84	0.76	1.14					0.4907	✓	
C16	121						---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
C16	202	30.050	28.940	27.470	28.820	28.820	1.294	-17.20	-1.66*	0.97	0.364	1.664		0.0825		✓	
C16	207	36.840	34.530	33.290	34.890	34.887	1.802	0.23	0.02	1.35				0.0825		✓	

**NOTAS:**

- "X<sub>ij</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "X<sub>i lab</sub>" es la media aritmética intralaboratorio y "X<sub>i crit</sub>" es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>Sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.
- El código colorimétrico empleado para las celdas es:
 

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

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

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i crit}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	35.52	35.10	33.79	34.81	34.81
SD <sub>L</sub> (---)	3.46	3.78	3.86	3.60	3.60
CV (%)	9.75	10.78	11.43	10.33	10.33

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

Valores de referencia de Mandel, Cochran y Grubbs según tablas de la norma UNE 82009-2, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

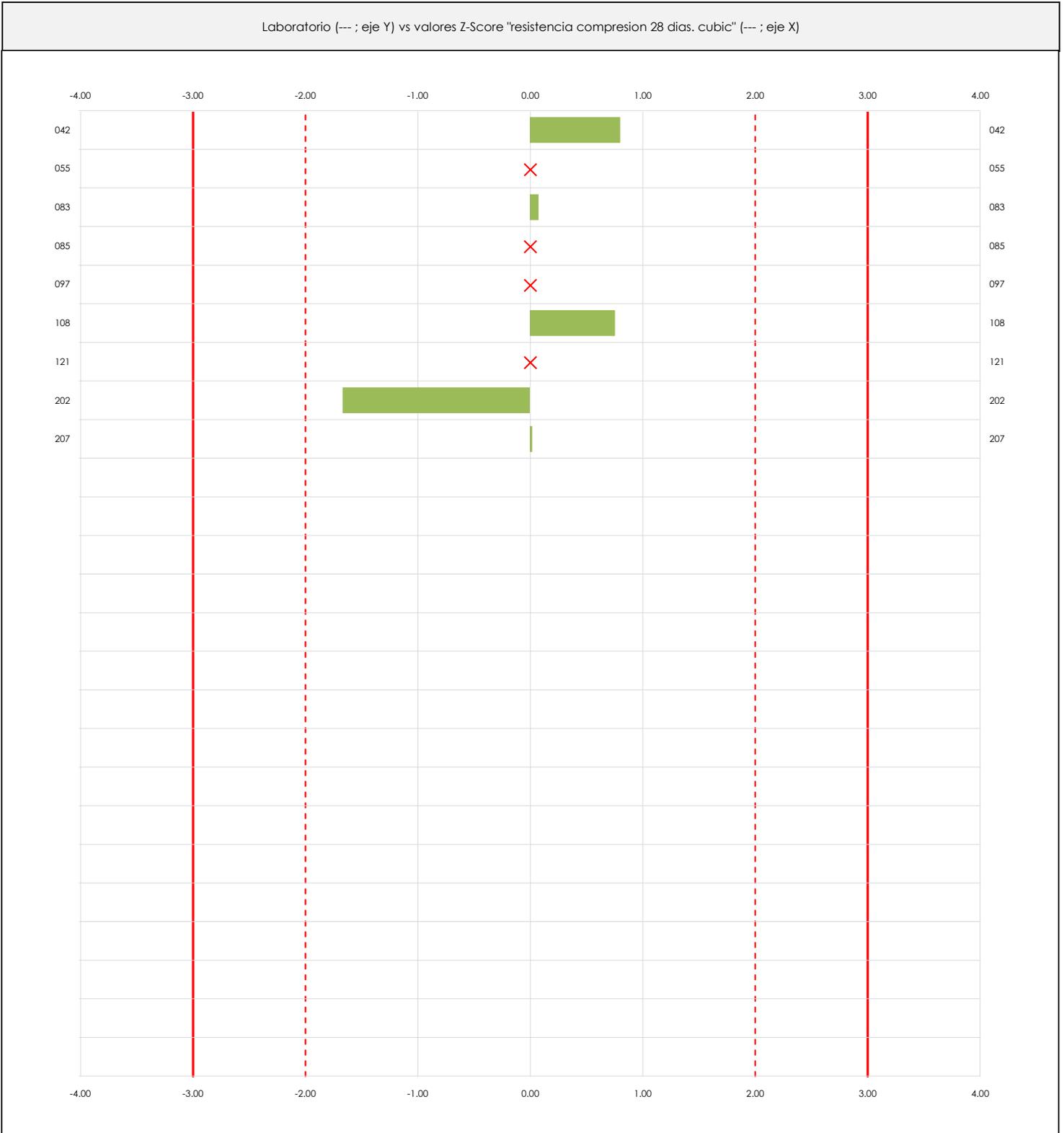
	h	k	C	G <sub>Sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
1%	1.72	1.85	0.788	1.7640	0.0018
5%	1.57	1.62	0.684	1.7150	0.0090

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

# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CUBIC (N/mm<sup>2</sup>)

## 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.



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CUBIC (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	S <sub>L i</sub>	D <sub>i arit</sub> %	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C16	042	36.90	38.80	37.40	37.70	37.70	0.985	8.31	✓	✓	✓			0.805	S
C16	055						---	---	X	X	X	SD		---	---
C16	083	34.61	36.05	34.61	35.10	35.09	0.831	0.82	✓	✓	✓			0.079	S
C16	085						---	---	X	X	X	SD		---	---
C16	097						---	---	X	X	X	SD		---	---
C16	108	39.20	37.20	36.20	37.53	37.53	1.528	7.84	✓	✓	✓			0.758	S
C16	121						---	---	X	X	X	SD		---	---
C16	202	30.05	28.94	27.47	28.82	28.82	1.294	-17.20	✓	✓	✓			-1.664	S
C16	207	36.84	34.53	33.29	34.89	34.89	1.802	0.23	✓	✓	✓			0.022	S

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>i j</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio. " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i arit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>L i</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si | ZS | ≤ 2] [Dudoso (D) - si 2 < | ZS | ≤ 3] [Insatisfactorio (I) - si | ZS | > 3].
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]
- <sup>05</sup> Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$vX_{i 1}$	$vX_{i 2}$	$vX_{i 3}$	$v\bar{X}_{i lab}$	$v\bar{X}_{i arit}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	35.52	35.10	33.79	34.81	34.81
SD <sub>L</sub> (---)	3.46	3.78	3.86	3.60	3.60
CV (%)	9.75	10.78	11.43	10.33	10.33

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

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

	γ <sub>r</sub> (%)	r (%)	γ <sub>L</sub> (%)	γ <sub>R</sub> (%)	R (%)
Calculado	3.836	10.742	10.092	10.797	30.231
Referencia	3.200	9.000		4.700	13.200

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

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

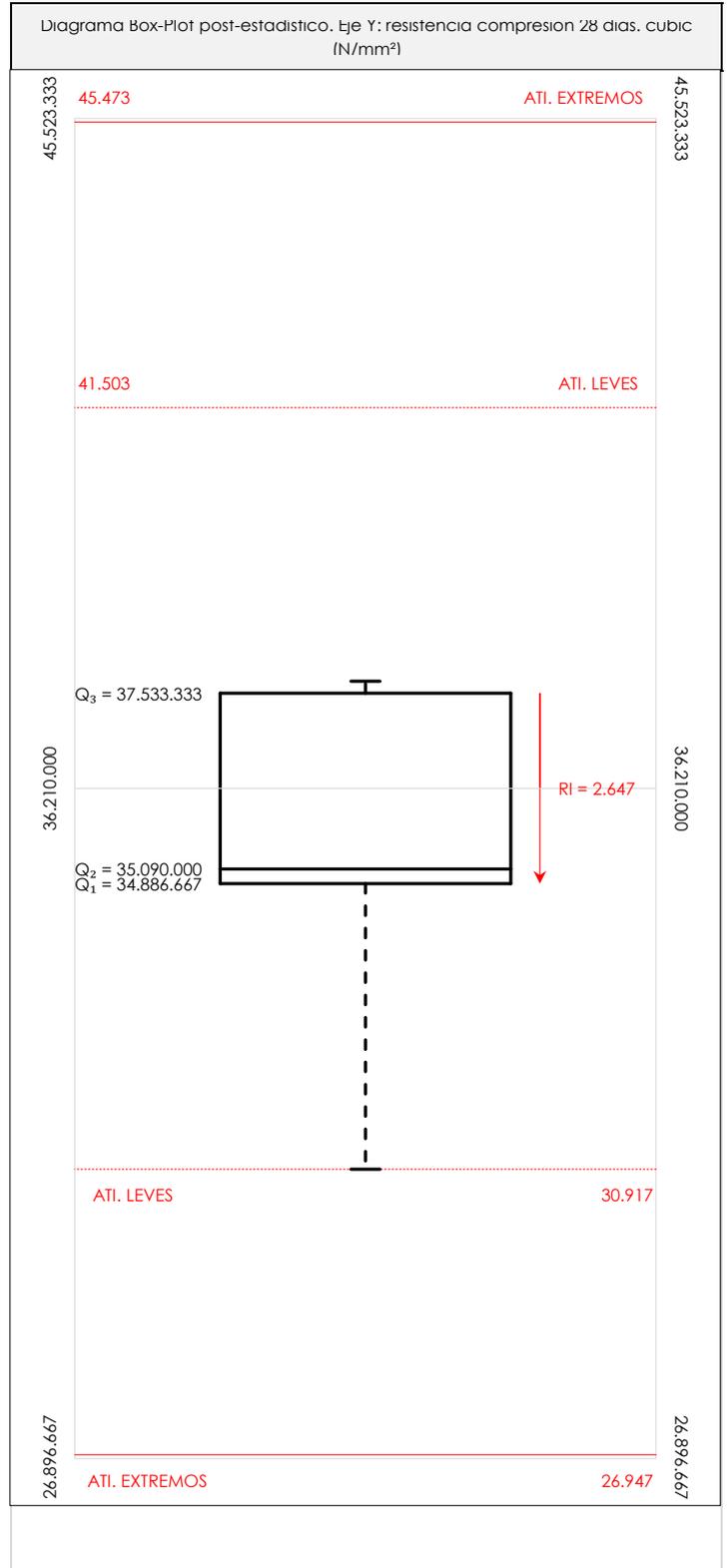
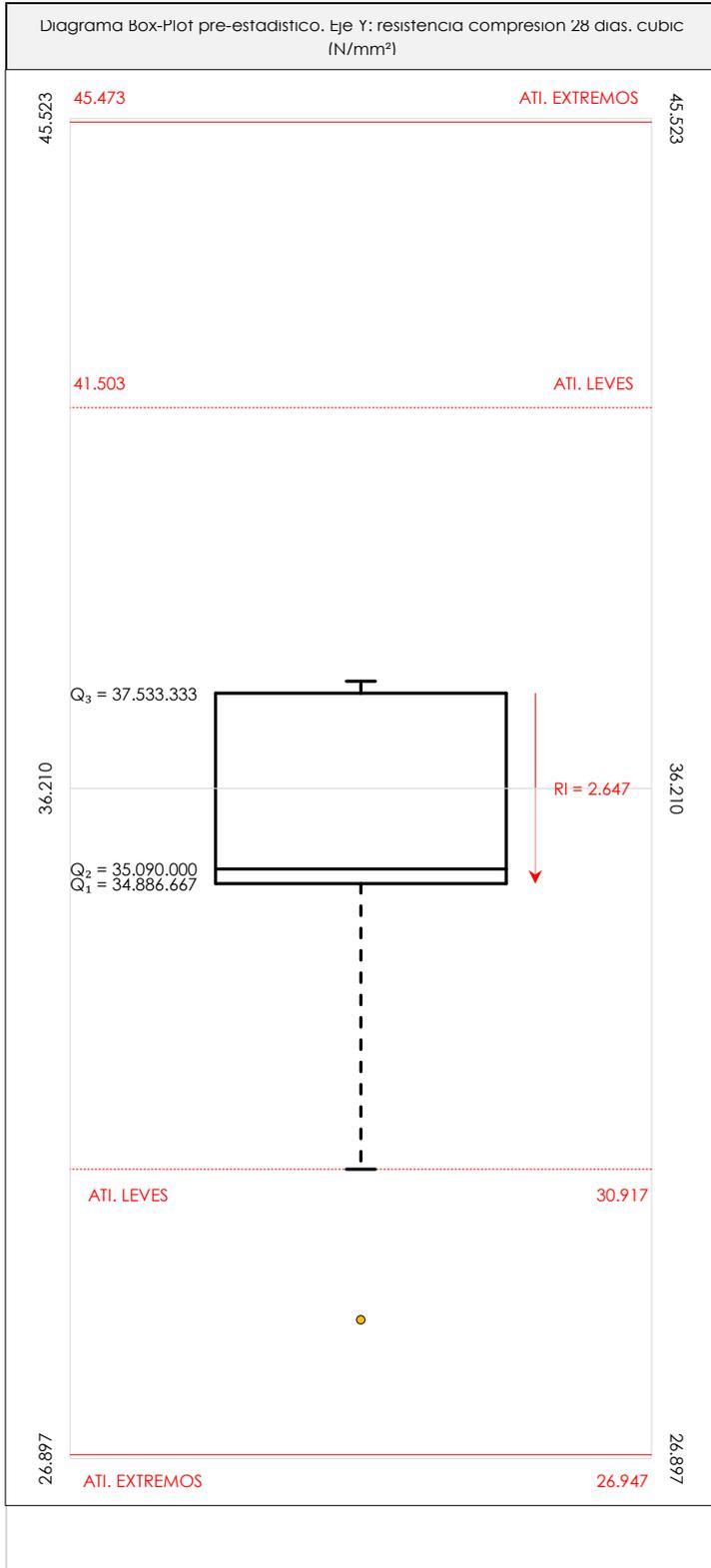
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CUBIC (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CUBIC (N/mm<sup>2</sup>)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA19 para el ensayo "RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CUBIC", ha contado con la participación de un total de 5 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 3 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 4 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -4 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
Variables	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	39.20	38.80	37.40	37.70	37.70	39.20	38.80	37.40	37.70	37.70
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	30.05	28.94	27.47	28.82	28.82	30.05	28.94	27.47	28.82	28.82
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	35.52	35.10	33.79	34.81	34.81	35.52	35.10	33.79	34.81	34.81
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	3.46	3.78	3.86	3.60	3.60	3.46	3.78	3.86	3.60	3.60
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10
VARIABLES	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)
<b>Valor Calculado</b>	3.84	10.74	10.09	10.80	30.23	3.84	10.74	10.09	10.80	30.23
<b>Valor Referencia</b>	3.20	9.00		4.70	13.20	3.20	9.00		4.70	13.20

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1.72	1.85	0.788	1.764	0.0018	1.72	1.85	0.788	1.764	0.0018
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1.57	1.62	0.684	1.715	0.0090	1.57	1.62	0.684	1.715	0.0090

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 5 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO HORMIGON

RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CILIN

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

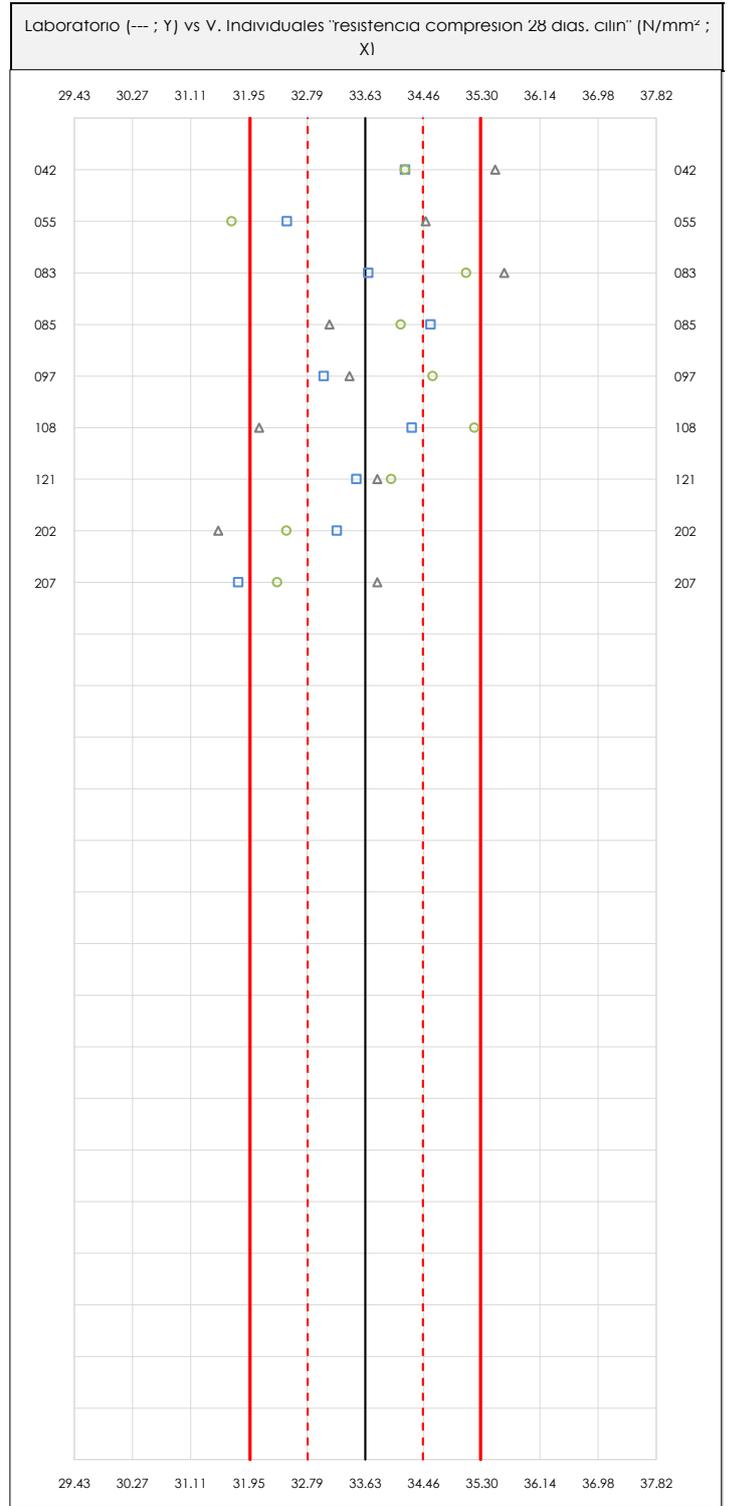
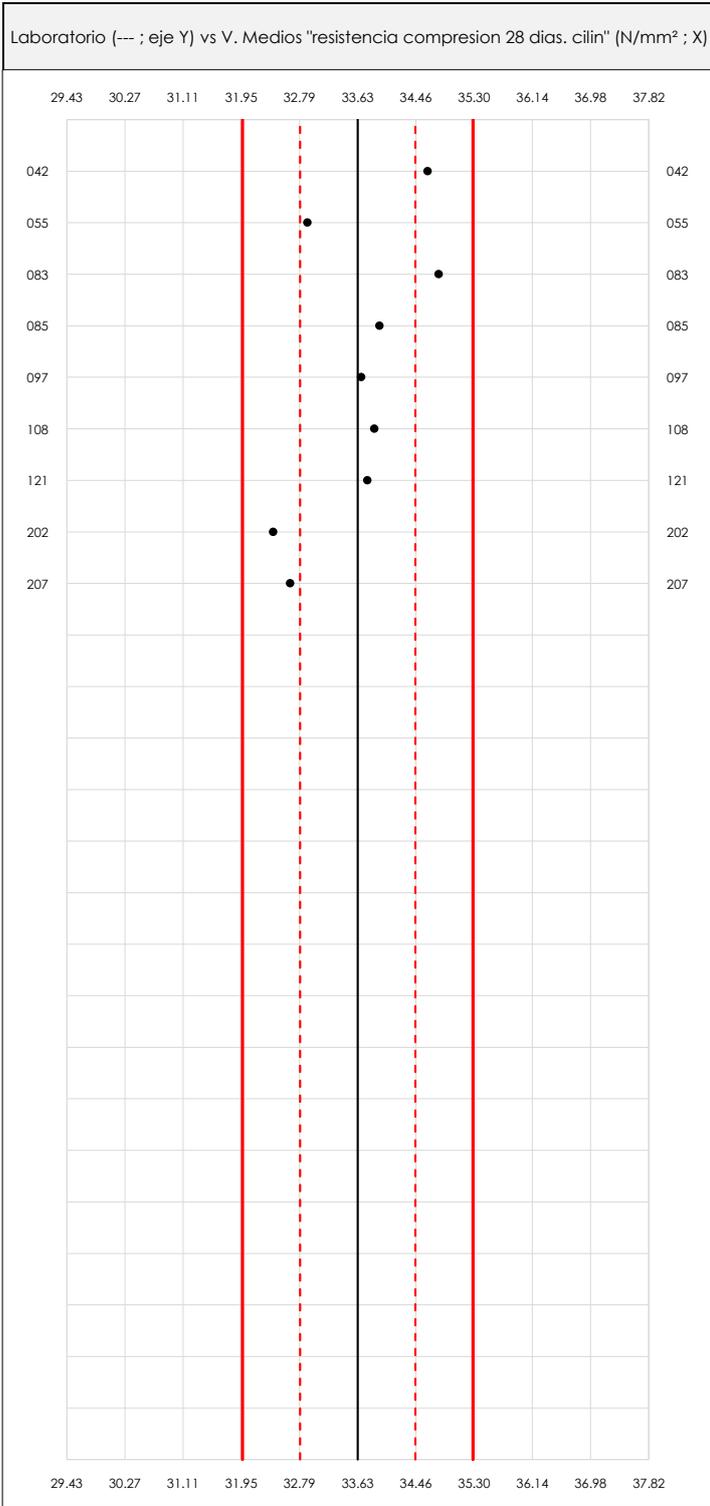
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CILIN (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



**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 (33.63 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (34.46/32.80 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (35.29/31.97 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero (X<sub>1</sub>) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo (X<sub>2</sub>) con un círculo verde "○" y el tercero (X<sub>3</sub>) con un triángulo gris "△".

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

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



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CILIN (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i crit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	¿Pasa A?	Observaciones
C16	042	34.20	34.20	35.50	34.60	34.63	0.751	2.99	✓	
C16	055	32.50	31.70	34.50	32.90	32.90	1.442	-2.16	✓	
C16	083	33.67	35.08	35.63	34.79	34.79	1.011	3.47	✓	
C16	085	34.57	34.14	33.11	33.94	33.94	0.750	0.93	✓	
C16	097	33.03	34.60	33.40	33.67	33.68	0.821	0.15	✓	
C16	108	34.30	35.20	32.10	33.87	33.87	1.595	0.71	✓	
C16	121	33.50	34.00	33.80	33.77	33.77	0.252	0.42	✓	
C16	202	33.22	32.49	31.51	32.41	32.41	0.858	-3.63	✓	
C16	207	31.80	32.36	33.80	32.67	32.65	1.032	-2.89	✓	

**NOTAS:**

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

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

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

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

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

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i crit}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	33.42	33.75	33.71	33.62	33.63
SD <sub>L</sub> (→)	0.90	1.26	1.39	0.82	0.83
CV (%)	2.68	3.74	4.12	2.44	2.47

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

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

	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)
Calculado	3.025	8.469	1.746	3.492	9.779
Referencia	2.900	8.000		3.100	11.700

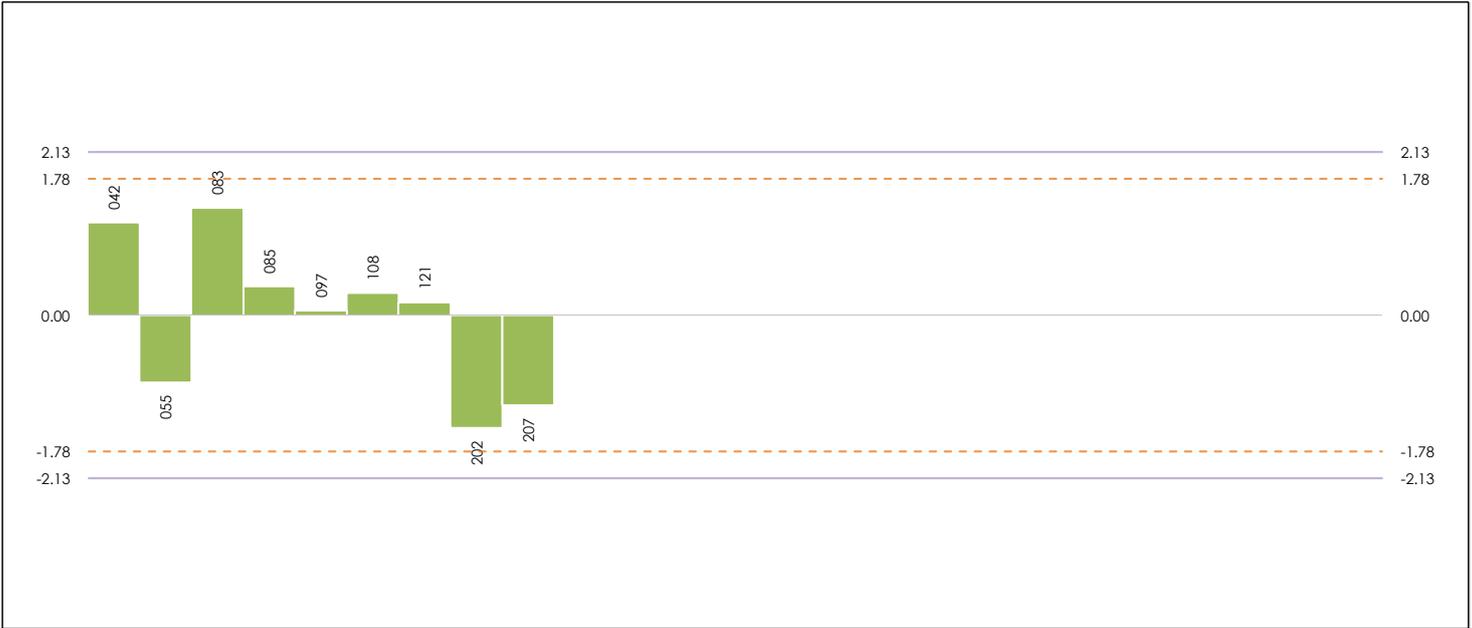
- " $\gamma_r$ " varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- " $\gamma_L$ " varianza interlaboratorios.
- " $\gamma_R$ " varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CILIN (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

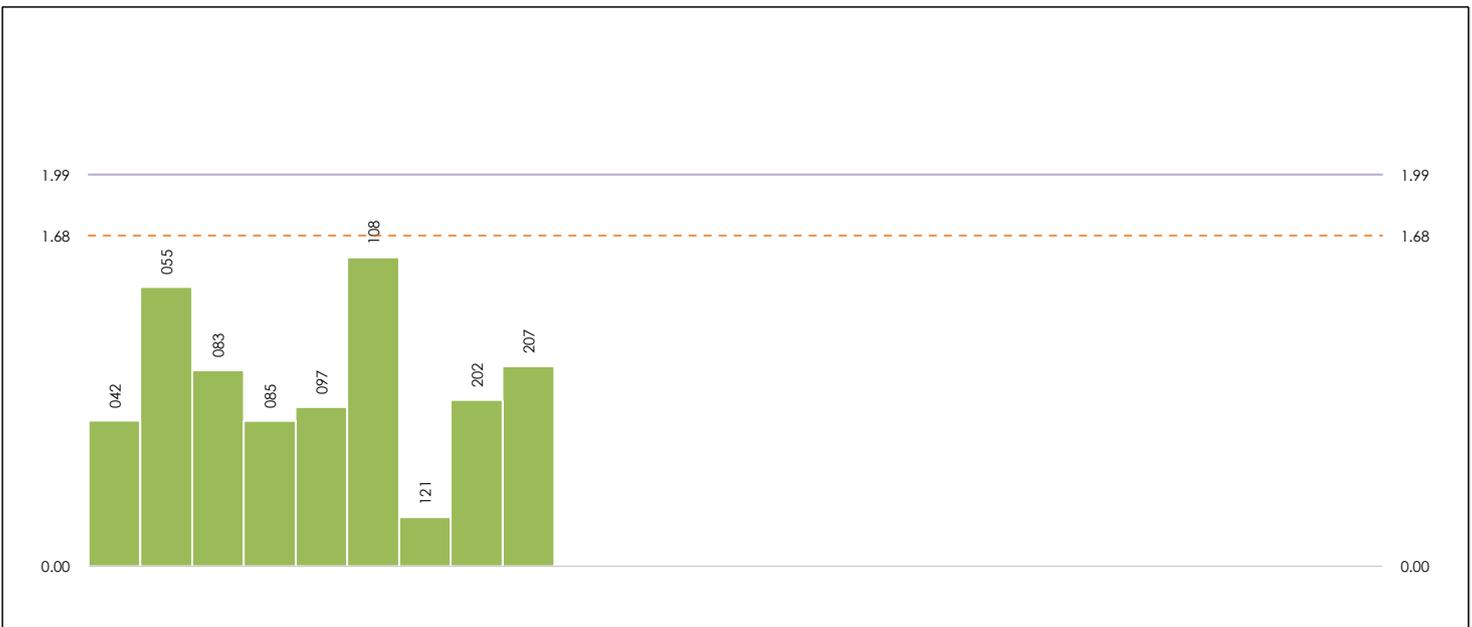
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

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

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



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CILIN (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i crit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>Sim Inf</sub>	G <sub>Sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	¿Pasa B?
C16	042	34.200	34.200	35.500	34.600	34.633	0.751	2.99	1.21	0.74					0.4468	✓
C16	055	32.500	31.700	34.500	32.900	32.900	1.442	-2.16	-0.87	1.42						✓
C16	083	33.670	35.080	35.630	34.790	34.793	1.011	3.47	1.41	0.99		1.405		0.4468	✓	
C16	085	34.570	34.140	33.110	33.940	33.940	0.750	0.93	0.38	0.74						✓
C16	097	33.030	34.600	33.400	33.670	33.677	0.821	0.15	0.06	0.81						✓
C16	108	34.300	35.200	32.100	33.867	33.867	1.595	0.71	0.29	1.57						✓
C16	121	33.500	34.000	33.800	33.767	33.767	0.252	0.42	0.17	0.25						✓
C16	202	33.220	32.490	31.510	32.410	32.407	0.858	-3.63	-1.47	0.84		1.469		0.4342		✓
C16	207	31.800	32.360	33.800	32.670	32.653	1.032	-2.89	-1.17	1.01				0.4342		✓

**NOTAS:**

- "X<sub>ij</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i crit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>Sim</sub>" y "G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.
- El código colorimétrico empleado para las celdas es:
 

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

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

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i crit}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	33.42	33.75	33.71	33.62	33.63
SD <sub>L</sub> (→)	0.90	1.26	1.39	0.82	0.83
CV (%)	2.68	3.74	4.12	2.44	2.47

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

Valores de referencia de Mandel, Cochran y Grubbs según tablas de la norma UNE 82009-2, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

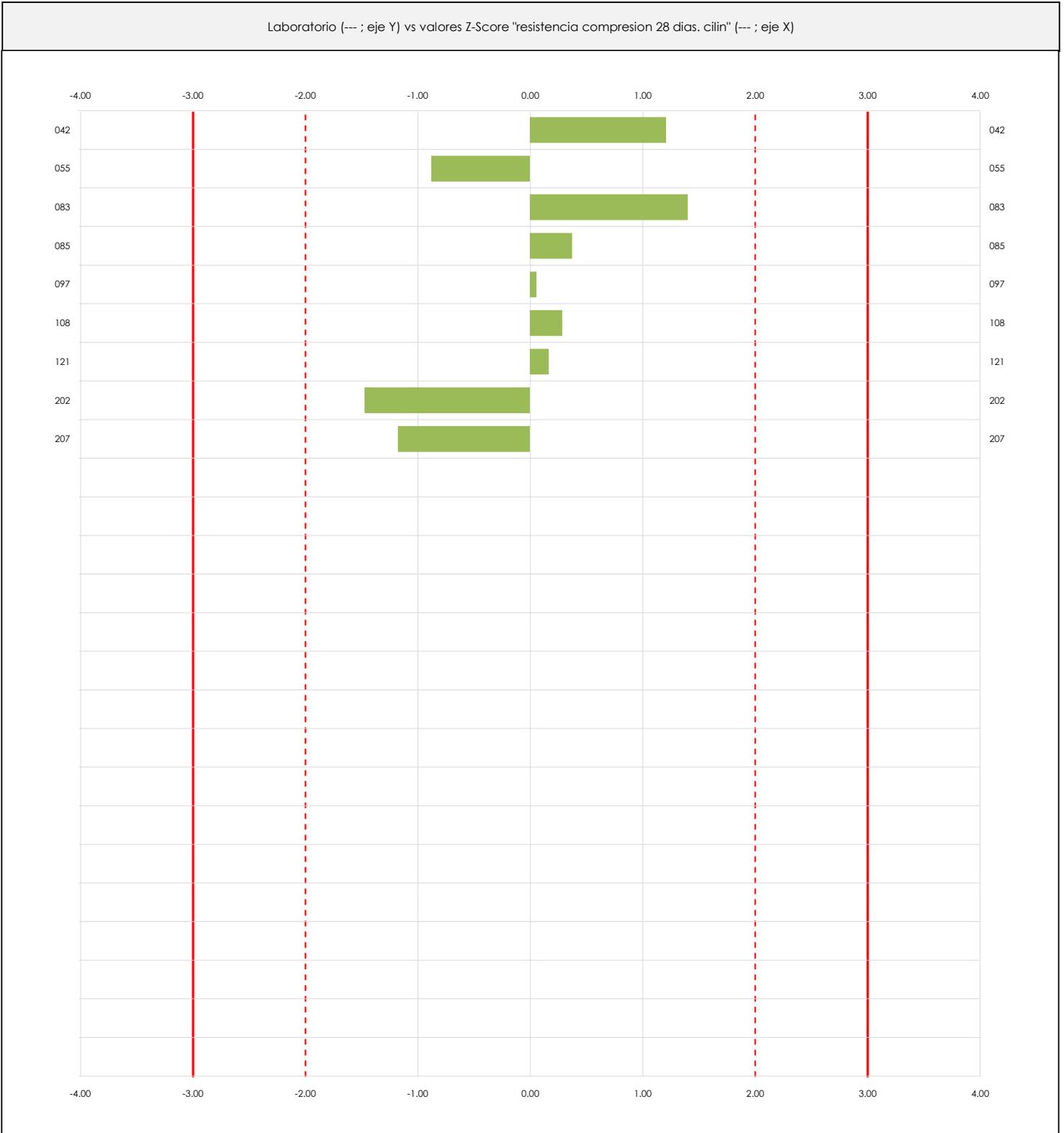
	h	k	C	G <sub>Sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
1%	2.13	1.99	0.573	2.3870	0.0851
5%	1.78	1.68	0.478	2.2150	0.1492

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

# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CILIN (N/mm<sup>2</sup>)

## 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



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CILIN (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C16	042	34.20	34.20	35.50	34.60	34.63	0.751	2.99	✓	✓	✓			1.213	S
C16	055	32.50	31.70	34.50	32.90	32.90	1.442	-2.16	✓	✓	✓			-0.875	S
C16	083	33.67	35.08	35.63	34.79	34.79	1.011	3.47	✓	✓	✓			1.405	S
C16	085	34.57	34.14	33.11	33.94	33.94	0.750	0.93	✓	✓	✓			0.378	S
C16	097	33.03	34.60	33.40	33.67	33.68	0.821	0.15	✓	✓	✓			0.061	S
C16	108	34.30	35.20	32.10	33.87	33.87	1.595	0.71	✓	✓	✓			0.289	S
C16	121	33.50	34.00	33.80	33.77	33.77	0.252	0.42	✓	✓	✓			0.169	S
C16	202	33.22	32.49	31.51	32.41	32.41	0.858	-3.63	✓	✓	✓			-1.469	S
C16	207	31.80	32.36	33.80	32.67	32.65	1.032	-2.89	✓	✓	✓			-1.172	S

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio. " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i arit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si | ZS | ≤ 2] [Dudoso (D) - si 2 < | ZS | ≤ 3] [Insatisfactorio (I) - si | ZS | > 3].
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]
- <sup>05</sup> Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i arit}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	33.42	33.75	33.71	33.62	33.63
SD <sub>L</sub> (---)	0.90	1.26	1.39	0.82	0.83
CV (%)	2.68	3.74	4.12	2.44	2.47

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

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

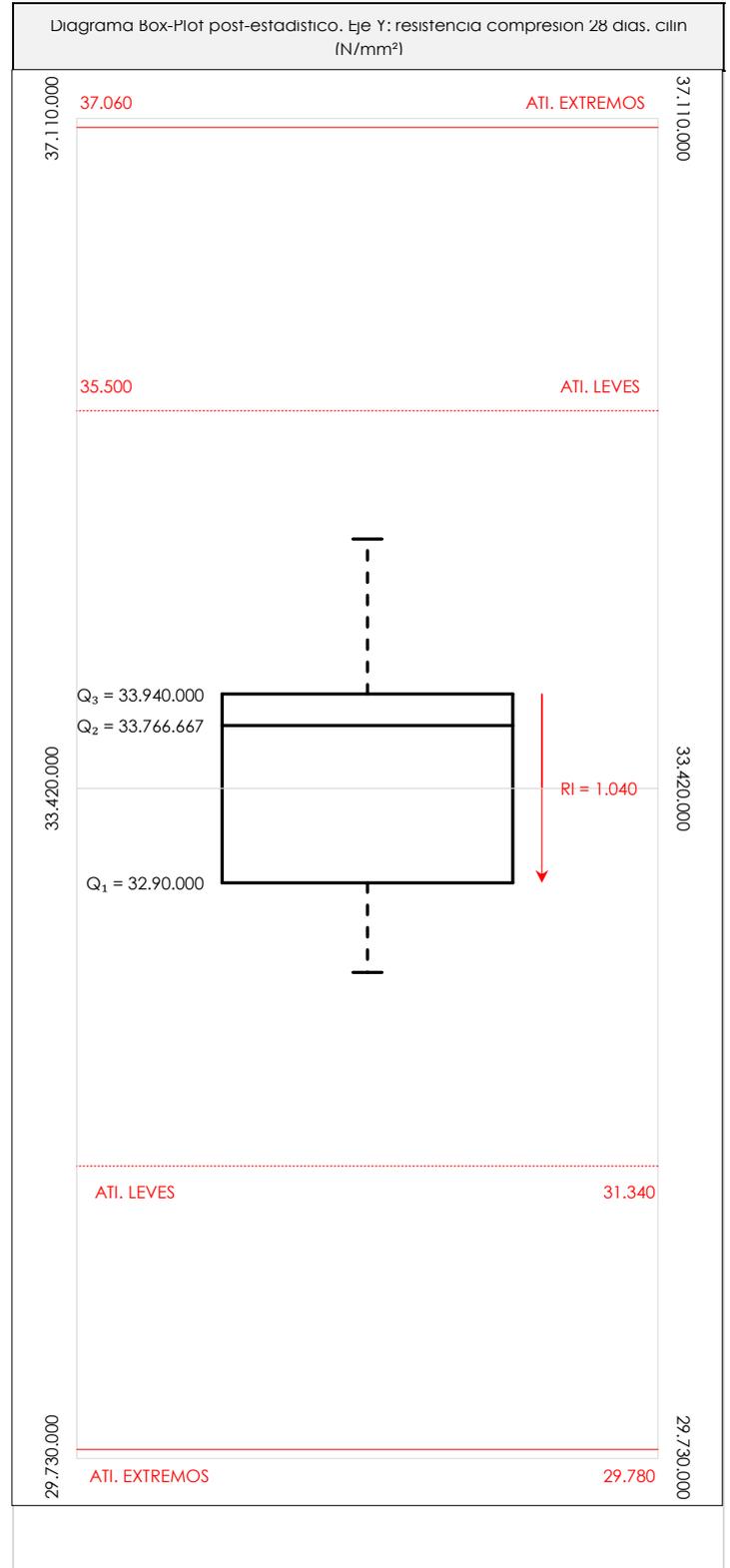
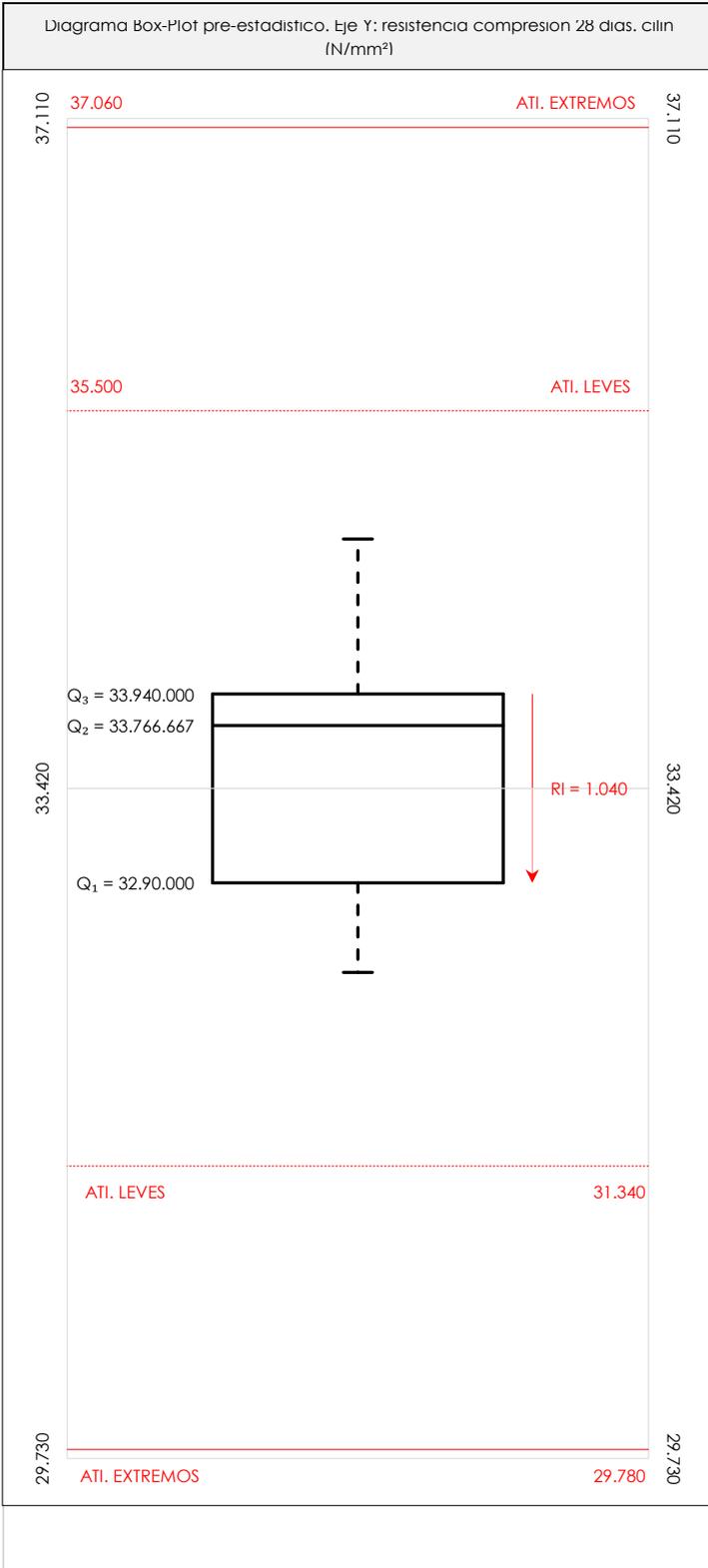
	Y <sub>r</sub> (%)	r (%)	Y <sub>L</sub> (%)	Y <sub>R</sub> (%)	R (%)
Calculado	3.025	8.469	1.746	3.492	9.779
Referencia	2.900	8.000		3.100	11.700

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

# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CILIN (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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



# RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CILIN (N/mm<sup>2</sup>)

## Conclusiones

### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA19 para el ensayo "RESISTENCIA COMPRESION 28 DIAS. CILIN", ha contado con la participación de un total de 9 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 3 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
Variables	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$
Valor Máximo (max ; %)	34.57	35.20	35.63	34.79	34.79	34.57	35.20	35.63	34.79	34.79
Valor Mínimo (min ; %)	31.80	31.70	31.51	32.41	32.41	31.80	31.70	31.51	32.41	32.41
Valor Promedio (M ; %)	33.42	33.75	33.71	33.62	33.63	33.42	33.75	33.71	33.62	33.63
Desviación Típica (SDL ; ---)	0.90	1.26	1.39	0.82	0.83	0.90	1.26	1.39	0.82	0.83
Coef. Variación (CV ; ---)	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02
VARIABLES	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)
Valor Calculado	3.02	8.47	1.75	3.49	9.78	3.02	8.47	1.75	3.49	9.78
Valor Referencia	2.90	8.00		3.10	11.70	2.90	8.00		3.10	11.70

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>	h	k	C	G <sub>sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
Nivel de Significación 1%	2.13	1.99	0.573	2.387	0.0851	2.13	1.99	0.573	2.387	0.0851
Nivel de Significación 5%	1.78	1.68	0.478	2.215	0.1492	1.78	1.68	0.478	2.215	0.1492

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 9 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

## 8. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación global de los resultados llevados a cabo en el EILA19 para el material de hormigón, de todos los laboratorios a **nivel de central de fabricación**, que hayan realizado el ensayo y aportado sus resultados.

**Tabla 8.1.** Evaluación global a nivel de Central 16

Código Laboratorio	Resistencia a compresión a 28 días (CÚBICAS)	Resistencia a compresión a 28 días (CILINDRICAS)
042	S	S
055	-	S
083	S	S
085	-	S
097	-	S
108	S	S
121	-	S
202	S-AT.LEVE	S
207	S	S

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

En base al diagrama de Cajas y bigotes que se adjunta en el informe estadístico, los códigos que recogen las siglas de “AT. LEVE” son atípicos leves. Son valores (máximo o mínimo) que superan la longitud límite de los bigotes ( $1,5 \times$  Recorrido intercuartil o longitud de la caja (RIC)) y se identificarán individualmente. Si este valor, superase en 3 veces el RIC, sería un valor extremadamente atípico y los códigos serían identificados con las siglas “AT.EXT”.

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.

**Central C16**

**MEDIAS DE LOS ENSAYOS EVALUADOS** (*descartados valores aberrantes/anómalos*)

<b>Resistencia 28 días</b> <i>Probetas CÚBICAS</i>	Media Central 34,81 MPa	Desviación 3,60 MPa	Coef. Variación 0,10
<b>Resistencia a 28 días</b> <i>Probetas CILINDRICAS</i>	Media Central 33,63 MPa	Desviación 0,83MPa	Coef. Variación 0,02
<b>Prof. Media agua</b>	Media Central 19,32 mm	Desviación 1,53 mm	Coef. Variación 0,08
<b>Prof. Máxima agua</b>	Media Central 35,17 mm	Desviación 12,41 mm	Coef. Variación 0,35

**REPETIBILIDAD- REPRODUCIBILIDAD** (*descartados valores aberrantes/anómalos*)

ENSAYOS	REPETIBILIDAD		INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD	
		<b>r</b>			<b>R</b>
<b>Resistencia a 28 días</b> <i>Pobretas Cúbicas</i>	3,84%	10,74%	10,09	10,80%	30,23%
<i>Ref. UNE 12390-3</i>	$\gamma_{r=}$ 3,2%	9,0%	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_{R=}$ 4,7%	13,20%
<b>Resistencia a 28 días</b> <i>Pobretas Cilíndricas</i>	3,02%	8,47%	1,75%	3,49%	9,78%
<i>Ref. UNE 12390-3</i>	$\gamma_{r=}$ 2,9%	8,0%	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_{R=}$ 4,1%	11,7%
<b>Profundidad MEDIA</b> <i>Cilíndricas</i>		17,99%	6,69%		16,70%
<b>Profundidad MAX.</b> <i>Cilíndricas</i>		21,21%	33,08%		39,29%

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

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



## 9. 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

Victoria de los Ángeles Viedma Peláez

Elvira Salazar Martínez

### COORDINADORES AUTONÓMICOS

Miguel Ángel

Santos Amaya

Junta de Andalucía



Antonio

Herencia Ruíz

Junta de Andalucía



Ana Rico Oliván

Esperanza Jarauta Pérez

Gobierno de Aragón

Gobierno de Aragón



Juan Carlos Cortina Villar

Ana Carolina Álvarez  
Cañete

Principado de Asturias

Principado de Asturias



Yolanda Garví Blázquez

Inmaculada  
Fuente

Alcolecha

Govern de les Illes Balears

Govern de les Illes Balears



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

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



Javier Jubera Pérez.

Gobierno de Canarias



Enrique Alonso Moreno

Comunidad Autónoma de  
Cantabria



Joan Teixidó Vidal

Generalitat de Catalunya



Marta Iniesto Alba

Junta de Comunidades de  
Castilla – La Mancha



Felicísimo Garzón Herrera

Junta de Castilla y León



José Ángel Rena Sánchez

Junta de Extremadura



M<sup>a</sup> José Paniagua Mateos

Xunta de Galicia



Israel López García

Comunidad Autónoma de La  
Rioja



Salud García López

Comunidad Autónoma de  
Madrid



Antonio Azcona Sanz

Comunidad Autónoma de  
Madrid



Teresa Barceló Clemares

Comunidad Autónoma de la  
Región de Murcia



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

Gobierno de Navarra



Juan José Palencia Guillén

Generalitat Valenciana



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

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

**CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITUTO  
EDUARDO  
TOR  
ROJA

Elvira Salazar Martínez      Gobierno Vasco



Lourdes González Garrido      Gobierno Vasco



Alberto Apaolaza Sáez de  
Viteri      Gobierno Vasco



Ane Hernández Perez de  
Guereñu      Gobierno Vasco



## ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN PROGRAMA ESPECÍFICO EILA HORMIGONES 2019

- **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
- ÁRIDOS Y CANTERAS DEL NORTE SA.      Lemoa (Vizcaya)
- HORMIGONES ARGÁ, S.A.      Orcoyen (Navarra)
- GENERALES DE HORMIGONES S.A.      Santovenia de Pisuerga
- CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.      Cuarte de Huerva (Zaragoza)
- VOTARANTIM PREBETONG SUR      San Jerónimo (Sevilla)
- HOPRESOL, S.R.L.      Juncaril (Granada)
- HORMIGONES ALBA QUERCUS S.L.      Mérida (Badajoz)
- PREBETONG HORMIGONES S.A.      Arteixo(A Coruña)
- GENERAL DE HORMIGONES S.L.      Llovio - Ribadesella (Asturias)



### CENTRALES DE HORMIGÓN COLABORADORAS:

- PEMACSA Calaf (Barcelona)
- CEMEX San Fernando (Madrid)
- HORMIGONES CARLET S.A. Carlet (Comunidad valenciana)
- HORMIGONES CANARIOS, S.L. Teide (Las Palmas de G.C.)
- HORMIGONES TAUCE, S.L. Granadilla de Abona (Tenerife)

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

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



### LABORATORIOS PARTICIPANTES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN EILA 2019:

#### JUNTA DE ANDALUCIA

1. Laensa, S.R.L.	AND-L-002
2. Centro De Estudio De Materiales Y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Córdoba	AND-L-003
3. Centro De Estudio De Materiales Y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Jaén	AND-L-013
4. Centro De Estudio De Materiales Y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Málaga	AND-L-018
5. Geolen Ingenieria S.L.	AND-L-020
6. Oficina Técnica de Estudios y Control de Obras SA (Ofiteco)	AND-L-021
7. Codexsa Ingenieria y Control SL	AND-L-031
8. Labson, Geotecnia y Sondeos, S.L.	AND-L-054
9. Geotécnica Del Sur, S.A.	AND-L-059
10. Centro De Estudio De Materiales y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Sevilla	AND-L-074
11. Centro De Estudio De Materiales y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Granada	AND-L-076
12. Laboratorio Tcal S.L.	AND-L-108
13. Ingeniería, Análisis Y Control de Calidad S.C.A.	AND-L-120
14. Control De Calidad Cádiz S.L.L.	AND-L-125
15. Laboratorios de Tecnología Estructural S.L. - Granada	AND-L-149
16. Elabora, Agencia para la Calidad en la Construcción, S.L.	AND-L-155
17. Inecca, Ingeniería y Control S.L.	AND-L-164
18. Ingenieria Asistencia y Control (Inacon)	AND-L-179

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

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

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

19. Evintes Calidad S.L.L.	AND-L-186
20. Sgs Tecnos S.A.	AND-L-191
21. Sigmac	AND-L-221
22. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Córdoba	(oficial)
23. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Granada	(oficial)
24. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Sevilla	(oficial)

**GOBIERNO DE ARAGÓN**

1. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Zaragoza	ARA-L-001
2. Igeo-2, S.L. -Delegación de Huesca	ARA-L-002
3. Laboratorio de Ensayos Técnicos, SA (ENSAYA) - Zaragoza	ARA-L-005
4. Control 7, SAU - Zaragoza	ARA-L-006
5. PRETERSA-PRENAVISA Estructuras de Hormigón, SL - Teruel	ARA-L-007
6. Igeo-2, S.L. - Delegación de Zaragoza	ARA-L-021
7. Laboratorio para la Calidad de la Edificación del Gobierno de Aragón	(oficial)
8. <a href="#">CEMEX- Cuarte de Huerva</a>	Laboratorio Central

**PRINCIPADO DE ASTURIAS**

1. Centro de Investigación Elias Masaveu	AST-L-012
2. Laboratorio Asturiano de Control Técnico, SAL (LACOTEC)	AST-L-020
3. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obras S.A. (CEMOSA)	AST-L-023
4. Laboratorio Asturiano Calidad Edificación del Principado de Asturias	(oficial)
5. <a href="#">JUAN ROCES S.A.</a>	Laboratorio Central
6. <a href="#">GENERAL DE HORMIGONES (GEDHOSA)</a>	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)

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

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**GOBIERNO DE CANARIAS**

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

**COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA**

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

**JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA - LA MANCHA**

1. Laboratorio y consultoría Carring S.L.	CLM-L-005
2. SGS Tecnos, SA- Delegación Ciudad Real	CLM-L-019
3. Sergeycó Castilla-La Mancha, SL	CLM-L-024
4. Unicontrol Ingeniería de Calidad y Arquitectura Aplicada, SL	CLM-L-029
5. Fernández- Pacheco Ingenieros SL- Delegación Albacete Asistencia	CLM-L-030
6. Servicios Externos y Aprovisionamiento SL (SEA SL)- Delegación Ciudad Real	CLM-L-032
7. Servicios Externos y Aprovisionamiento SL. (SEA SL) - Delegación Albacete	CLM-L-033
8. Impello Desarrollos SLU	CLM-L-037
9. SGS Tecnos, SA- Delegación Guadalajara	CLM-L-038
10. TÜV SÜD IBERIA, SAU- Delegación de Ciudad Real	CLM-L-039
11. Ibérica de Ensayos, Asistencia Técnica y Control JJCE, SL (IBENSA)	CLM-L-040

## JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

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

## GENERALITAT DE CATALUNYA

1. EPTISA, Enginyeria i Serveis SAU	CAT-L-002
2. APPLUS Norcontrol, SL	CAT-L-012
3. Icec Control Qualitat D'Obres SL	CAT-L-009
4. Laboratori del Vallès de Control de Qualitat, SL	CAT-L-025
5. Centre d'estudis de la construcció i anàlisi de materials, SLU (CECAM)	CAT-L-027
6. Lostec, SA	CAT-L-028
7. Labocat Calidad, SL	CAT-L-054
8. Laboratorios de Control de la Resistencia del Hormigón, SL (LCRH) - Montcada i Reixach	CAT-L-057
9. Laboratorios de Control de la Resistencia del Hormigón, SL (LCRH) - Sant Julià de Ramis	CAT-L-062
10. LGAI Technological Center, SA- Bellaterra	CAT-L-068
11. BAC Engineering Consultancy Group, SL (BAC)- Cubelles	CAT-L-104
12. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Barberà del Vallès	CAT-L-109
13. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Vila-Seca	CAT-L-111
14. PROMSA - Promotora Mediterránea 2, SA- Sant Vicenç dels Horts	Laboratorio Central

## JUNTA DE EXTREMADURA

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

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

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**XUNTA DE GALICIA**

1. Control y Estudios, SL (CYE)	GAL-L-005
2. Galaicontrol, SL	GAL-L-014
3. Investigación y Control Lugo SL (INVECO)	GAL-L-016
4. Applus Norcontrol, SL	GAL-L-018
5. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de La Coruña	GAL-L-034
6. 3C Calidad y Control, SCOOP Galega	GAL-L-044
7. Enmacosa Consultoría Técnica SA	GAL-L-056

**COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA**

1. ENSATEC S.L.	LRJ-L-001
2. ENTECSA Rioja, SL	LRJ-L-005
3. TÜV SÜD IBERIA, SAU	LRJ-L-009
4. Laboratorio de Obras Públicas y Edificaciones -Consejería de Sostenibilidad y Transición Ecológica	(oficial)
5. <a href="#">HORMIGONES ANGULO HERMANOS SL</a>	Laboratorio Central

**COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID**

1. Geotecnia y Medio Ambiente 2000 SL (GMD 2000)	MAD-L-002
2. Euroconsult SA	MAD-L-004
3. Cepasa Ensayos Geotécnicos SA	MAD-L-005
4. Geotecnia y Cimentos, S.A. (GEOCISA)	MAD-L-007
5. Ciesm- Intevia SAU	MAD-L-019
6. Instituto Técnico de Control S.A. (ITC)	MAD-L-027
7. Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC)	MAD-L-030
8. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A (CEMOSA)	MAD-L-036
9. Control de Obras Públicas y Edificación, SL	MAD-L-046
10. Geotécnia y calidad en la construcción, SLL	MAD-L-050
11. Esgeyco SL	MAD-L-053
12. Orbis Terrarum Projects, SL N.E.	MAD-L-057
13. (LABINGE) Laboratorio de Ingenieros del ejército "GENERAL MARVÁ"	MAD-L-058
14. Control de Estructuras y Geotecnia SL (CEyGE)	MAD-L-061
15. Laboratorio De Control De Calidad E Ingeniería, S.L. (LCCI)	MAD-L-064
16. Control de estructuras y suelos SA (CONES)	MAD-L-065
17. Adamas Control y Geotecnia S.L.L	MAD-L-066
18. Laboratorio Oficial para Ensayo de Materiales de Construcción - LOEMCO	MAD-L-077
19. Labiker Ingenieria y Control de Calidad SL	MAD-L-080
20. Centro Investigación Materiales (CIMAT)	MAD-L-082

21. <a href="#">Materiales y Hormigones SL (MAHORSA)</a>	Laboratorio Central
22. <a href="#">Cemex- San Fernando</a>	Laboratorio Central

#### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA

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

#### GOBIERNO DE NAVARRA

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

#### COMUNIDAD VALENCIANA

1. Intercontrol Levante, SA- Delegación de Carlet	VAL-L-001
2. Comaypa, S.A.	VAL-L-006
3. Gandiacontrol, S.L.	VAL-L-010
4. Consulteco, S.L.	VAL-L-013
5. ASVER Verificaciones, SLU	VAL-L-047
6. Laboratorio de Ingeniería y Medio Ambiente S.A (IMASALAB)	VAL-L-051
7. Maestrat Global SL	VAL-L-052

8. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Ribarroja de Turia (VALENCIA)	VAL-L-053
9. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Alicante	VAL-L-054
10. LESIN Levante, SL	VAL-L-056
11. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Albaida (Valencia)	VAL-L-058
12. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Manises (Valencia)	VAL-L-059
13. Levatec Control de Calidad SL	VAL-L-060
14. Servicios de Ingeniería, Geotecnia, Mantenimiento y Control S.L. (SIGMA)	VAL-L-061

#### GOBIERNO DEL PAÍS VASCO

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

#### AENOR

1. <a href="#">OGERCO</a>	País Vasco
2. <a href="#">HOMAR XXI</a>	Valencia
3. <a href="#">ANDALUZA DE MORTEROS (SANDO)</a>	Andalucía
4. <a href="#">HORMIGONES DOMNGO GIMENEZ.</a>	Andalucía
5. <a href="#">HONGOMAR S.A.</a>	Cantabria
6. <a href="#">HORMIGONES RELOSA</a>	Murcia
7. <a href="#">HORMIGONES PIRÁMIDE</a>	Navarra

#### ANEFHOP

1. <a href="#">CANDESA HERRERA</a>	Cantabria
2. <a href="#">HORSELLA</a>	Asturias
3. <a href="#">HORMISSA</a>	Murcia
4. <a href="#">HORMIGONES DEL MAR MENOR</a>	Murcia

#### AW

1. <a href="#">CANTERA LA TORRETA SAU</a>	Valencia
---	----------