

INFORME DEL EJERCICIO DE COMPARACIÓN INTERLABORATORIO (EILA 2023)

ENSAYOS DE HORMIGÓN.v2

A nivel de central de fabricación:

CENTRAL 06

| | |
|--|----|
| ENSAYOS DE HORMIGÓN | 1 |
| 1. OBJETIVOS DEL EILA23 | 3 |
| 2. NORMATIVA DE APLICACIÓN..... | 4 |
| 3. HORMIGÓN: TIPO Y FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS..... | 5 |
| 4. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES EN EL EILA23 HORMIGONES..... | 9 |
| 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APORTADOS..... | 10 |
| A. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS ASENTAMIENTO | 16 |
| i. Resultados aportados de las dos determinaciones por código y Central. HA-30/F/20/XC4 | |
| 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. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS: PROBETAS CILÍNDRICAS | 17 |
| i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. HA-30/F/20/XC4 | |
| 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. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS: PROBETAS CÚBICAS | 18 |
| i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. HA-30/F/20/XC4 | |
| 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> | 18 |
| d. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS DENSIDAD SATURADA DEL HORMIGÓN ENDURECIDO | 19 |
| i. Resultados aportados de los tres ensayos por código y Central. HA-30/F/20/XC4 | |
| 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 |
| E. CALIBRACIONES DE LOS EQUIPOS | 20 |
| ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ZSCORE DE RESULTADOS CENTRAL 06: | 21 |
| 6. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN | 62 |
| 7. AGRADECIMIENTOS | 65 |

1. OBJETIVOS DEL EILA23

Los ejercicios de intercomparación entre laboratorios de ensayo para el control de calidad de la edificación tienen su origen y fundamento en la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025**, de acuerdo con la cual deben tener implantado un sistema de gestión de la calidad, y para ello, en su apartado 7.7 “*Aseguramiento de la **validez** de los resultados*” establece que, para planificar y revisar este seguimiento, debe incluir, entre otros, la participación en comparaciones interlaboratorios de ensayos de aptitud y mantener, de acuerdo con su apartado 8, el sistema de gestión citado.

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.

Sobre estos objetivos, en las Jornadas de inicio de los diferentes ejercicios EILA se realizan ponencias de carácter formativo, con la colaboración de expertos del Instituto Eduardo Torroja.

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 (EILA23) 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 12350-1:2009**. Ensayos de hormigón fresco. Parte 1. Toma de muestras.
- Fabricación de probetas, según **UNE-EN 12390-2:2009** y **UNE-EN 12390-2:2009/1M:2015**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2. Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia, y art. 57.3.2 del Código Estructural.
- Resistencia a compresión del hormigón a **28 días**, según **UNE-EN 12390-3: 2009** y **UNE-EN 12390-3:2009/AC:2011**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3. Determinación de resistencia a compresión de probetas, y art. 57.3.2 del Código Estructural en lo referente al recorrido relativo entre las tres probetas a ensayar y, además, no se aplicará el factor de conversión de la tabla 57.3.2 del Código Estructural, en adelante Código.
- Densidad del hormigón endurecido, según **UNE EN 12390-7:2020**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 7. por el método por desplazamiento de agua.

3. HORMIGÓN: TIPO Y FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS.

El tipo de hormigón que se establece por Protocolo es: **HA-30/F/20/XC4**

- Consistencia fluida
- Tamaño máximo del árido 20
- Resistencia característica de 30 N/mm²
- Mínimo contenido de cemento: 300Kg/m³
- Máxima relación agua cemento: 0.55
- Tipo de ambiente:

| | | |
|-----|------------------------------|--|
| XC4 | Sequedad y humedad cíclicas. | Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, expuestos al contacto con el agua, de forma no permanente (por ejemplo, la procedente de la lluvia). |
|-----|------------------------------|--|

La elección del suministrador de hormigón, por parte de la asociación colaboradora ANEFHOP, ha sido, preferentemente, de plantas con hormigón que disponga de distintivo de calidad oficialmente reconocido (DCOR) y amasado con amasadora fija, al objeto de garantizar los requisitos de homogeneidad establecidos en el Código Estructural. Los Coordinadores autonómicos son los que han elegido un laboratorio, de entre los participantes, para realizar, en su caso, los ensayos de homogeneidad el día de la toma, quedando reflejado en su *Acta de Toma de muestras y de Incidencias* suscrita.

En todo caso, la central ha hecho entrega de la correspondiente *Hoja de suministro de carga* el mismo día de celebración al coordinador autonómico.

Evidencias en el video de fabricación de las probetas en las Jornadas de puertas abiertas:

Tras el video de fabricación de las probetas de hormigón realizado el año pasado, se han recibido apreciaciones que nos parecen de interés para subsanar los errores cometidos en el video y para trasladar puntos que la norma no aclara:

- a. El uso de la tolva de llenado (embudo) es opcional, indicar si hay casos en los que sea necesaria.
- b. Es preceptivo el uso de barra compactadora de sección transversal circular, recta, con sus extremos redondeados (y no cónicos como se hizo en el video).

- c. Es preceptivo el uso de regla graduada, con divisiones $\leq 5\text{mm}$ y con el punto cero en uno de sus extremos (y no de flexómetro como se hizo en el video). El Apto 4.1.9. de la norma UNE EN 12350-1:2020, indica además que sea metálica.
- d. Aclarar si el operario tiene que estar ubicado dentro o fuera de la placa mientras se efectúa el levantamiento del cono. El movimiento del operario encima de la placa podría producir vibraciones. Y en base a esta decisión, establecer unas dimensiones de la bandeja/ chapa de base rígida, plana, no absorbente.

Conservación de las probetas in situ antes de su recogida:

Las fechas de fabricación de las probetas en el EILA23 se han concentrado entre el 19 de abril al 19 de junio. Las probetas, una vez fabricadas y mantenidas en el molde, han permanecido en torno a las 24 horas y nunca más de 48 horas en la central, de conformidad con el citado *art.57.3.2* del Código.

En verano: mínimo 16h/máximo 48 h

| En invierno: mínimo 24h/ máximo 72 h

Los datos obtenidos se han agrupado por central de hormigón (para asegurar características similares) y por material 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.

Sobre las condiciones de **temperatura de conservación** de las probetas en obra, el Código establece:

En verano entre 20 a 30 °C

| En invierno entre 15 a 25 °C

CENTRAL 6: el promedio de la temperatura ambiente de todos los laboratorios está en 22,4°C, pero destaca que el 50% está en torno los 23/25°C y el otro 50% por debajo de esta temperatura entre 19/22°C .

Habría que comprobar el equipo con el que midieron, y/o si su situación, en la toma, difería del resto de participantes, puesto que el Acta de la toma e incidencias recoge un intervalo de 23/26°C.

En el citado artículo 57.3.2 del Código, además, se dice que, en caso de no poder mantener las probetas en dicho intervalo de temperaturas durante un periodo superior a 2 horas:” el *constructor deberá disponer una **habitación o recinto donde depositar las probetas y que sea capaz de mantener las temperaturas de conservación establecidas**. La existencia de dicho recinto deberá quedar debidamente*

documentada en los correspondientes partes de fabricación de probetas.” Para ello, debían modificar sus partes de obra (albaranes) incorporando este nuevo dato.

Se observa que no todos los laboratorios lo tienen actualizado, incluidos los que realizan el ensayo de homogeneidad. Se recomienda además un apartado de observaciones donde poder indicar si el recinto garantiza la temperatura constante o no.

CENTRAL 6: De los 25 laboratorios, solo el laboratorio 299 responde que hay recinto.

El Acta de la toma indica que no hay recinto que proteja las probetas durante el tiempo que permanecen en la central de producción. La mayoría de los laboratorios usa arpillera y cierra los moldes con bolsas de plástico y bridas.

3.1. ENSAYOS DE HOMOGENEIDAD.

CENTRAL 6: ha fabricado el tipo de hormigón **HA-30/F/20/XC4**

Cuando el coordinador autonómico ha aportado los resultados de estos ensayos, se reflejan más abajo.

| CENTRAL 06 HA-30/F/XC4 | | | 1ª MUESTRA ¼ descarga | 2ª MUESTRA ¾ descarga | Diferencias | Tolerancias Código (Tabla 51.2.4) | Norma de ensayo |
|------------------------|---|---|--------------------------|--------------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------|
| Grupo A | 1 | Consistencia Si el asiento medio es ≤ a 90 mm Si el asiento es > 90 mm | 110 FLUIDA | 135 | 25 | 30 mm 40 mm | UNE EN 12350-2 |
| | 2 | Resistencia a 7 días a compresión (% respecto a la media) en N/mm ² | 30,5 | 29,4 | 3,7 | 7,5% | UNE EN 12390-3 |
| Grupo B | 3 | Densidad del hormigón en kg/m ³ | 2376 | 2335 | 41 | 16 kg/m ³ | UNE EN 12350-6 |
| | 4 | Contenido de aire (% respecto al volumen de hormigón) | | | 0,0% | 1% | UNE EN 12350-7 |
| | 5 | Contenido de árido grueso (% respecto al peso de la muestra tomada) | 9,10% | 9,80% | 0,70% | 6% | UNE EN 146406 |
| | 6 | Módulo granulométrico del árido | 0,74 | 0,74 | 0 | 0,5 | UNE EN 146406 |

(Deben obtenerse resultados satisfactorios en los dos ensayos del grupo A y en al menos dos de los cuatro del grupo B)

Recordar que la norma del contenido de árido grueso y del módulo granulométrico del árido según el Código Estructural es la UNE EN 146406. **Hay que actualizar los ensayos de homogeneidad**. La mayoría de los recibidos están haciéndolo con la norma UNE 7295.

Podemos decir que aplicando los límites de consistencia definidos en la tabla 33.5 del mismo número de artículo del Código Estructural, se observa que la **consistencia del hormigón fabricado ha sido FLUIDA**.

Tabla 33.5 del Código Consistencia definida por su tipo

| TIPO DE CONSISTENCIA | Tolerancias Tabla 57.5.2.2 | Asentamiento en mm |
|----------------------|-------------------------------|---|
| Seca | | 0-20 |
| Plástica | | 30-40 |
| Blanda | ±10 | 50-90 |
| Fluida | | 100-150 (recomendada en edificación) |
| Líquida | | 160-210 |

4. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES EN EL EILA23 HORMIGONES

En este ejercicio de hormigones, han participado un total 17 Comunidades Autónomas, 19 centrales de fabricación de hormigón y 217 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 | 29 |
| Aragón | 08 |
| Asturias | 05 |
| Cantabria | 05 |
| Castilla- La Mancha | 10 |
| Castilla- León | 13 |
| Cataluña | 25 |
| Comunidad de Madrid | 19 |
| Comunidad de Valencia | 19 |
| Extremadura | 04 |
| Galicia | 10 |
| Islas Baleares | 10 |
| Islas Canarias | 13 |
| La Rioja | 04 |
| Murcia | 10 |
| Navarra | 09 |
| País Vasco | 11 |

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 | 02 |
| Cataluña | 03 | Navarra | 01 |
| Castilla y León | 01 | Murcia | 02 |
| Islas Baleares | 01 | Madrid | 02 |
| Cantabria | 02 | País Vasco | 01 |

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APORTADOS

5.1. ESTUDIO PRELIMINAR

El primer paso es un Estudio preliminar (**pre-estadístico**) de todos los datos aportados por los laboratorios participantes, volcados de las fichas de resultados, y elaboradas ex profeso para cada ensayo.

En este punto, se marcan aquellos **VALORES SOSPECHOSOS** que puedan explicarse como un “error técnico humano” y se filtran los **VALORES CON DESVIACIONES** que, en general, son por la incorrecta ejecución del procedimiento de ensayo de la norma o del protocolo.

Primero, se investiga si el resultado se ha debido a un error de transcripción, o por no fijarse en la expresión de las unidades que se estaba pidiendo o por situar el valor en la celda equivocada. Si es así, el resultado se considera *sospechoso*, se expresa correctamente en el análisis estadístico, y se señala en el apartado de Observaciones de este.

Seguidamente, en caso de existir, se aplicará de forma generalizada la fórmula de verificación del **criterio de validación** que la propia norma de ensayo establezca. Si no cumple la validación, el resultado será **DESCARTADO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO** y se sombreadá en rojo (sea el caso, por ejemplo, del recorrido relativo según el Código Estructural para el ensayo de resistencia a compresión). Otros datos, como la diferencia de pesos, serán señalados si se evidencian diferencias con el promedio del resto de laboratorios que han participado en la misma central y, o bien, no aporta el valor de la incertidumbre del ensayo. Serán distinguidos como *valores con desviaciones* en el procedimiento de ensayo, pero no serán descartados en este ejercicio. Dentro de cada ensayo, en el siguiente título de este informe, se indican aquellos datos que se han estudiado y en caso de ser desviaciones excluyentes, si está justificado o no ser descartado en el análisis estadístico.

5.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Una vez que los datos se han revisado, se realiza el Análisis estadístico, donde no pasan aquellas mediciones cuyos datos sean los “*descartados con desviaciones excluyentes*” y se han corregido los “sospechosos”. De este análisis conocemos:

- El número mínimo de laboratorios participantes que se aceptan en el EILA-HORMIGONES 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 $n \geq 2$. Tal y como recoge el artículo 33.2 del Código Estructural, donde dice que: “A los efectos de este Código, cualquier característica de calidad medible de una amasada, vendrá expresada por el valor medio de un número de determinaciones (igual o superior a dos) de la característica de calidad en cuestión, realizadas sobre partes o porciones de la amasada.”

| ENSAYOS | CENTRAL 06 | |
|---|------------|-------|
| Asentamiento | $p= 25$ | $n=2$ |
| Resistencia a compresión 28 días: cubicas | $p= 25$ | $n=3$ |
| Resistencia a compresión 28 días: cilíndricas | $p= 25$ | $n=3$ |
| Densidad por volumen | $p=17$ | $n=3$ |

Si los datos cumplen con estos valores mínimos para “ p ” y “ n ”, se realiza el Análisis estadístico 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.

5.3. VALOR ASIGNADO

Una vez descartados los resultados rechazados en el análisis estadístico (anómalos y aberrantes), el valor asignado se obtiene del promedio de los datos no descartados ni anómalos ni aberrantes.

5.4. DATOS DE PRECISIÓN

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 analisis of variance*). Para ello, se parte de la desviación típica de repetibilidad γ_r (%), a partir de las determinaciones individuales del laboratorio, y se calcula el límite de repetibilidad. Y la desviación típica intralaboratorios γ_L (%), 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, expresadas como un porcentaje de la media de las resistencias o profundidades, según el ensayo, de las tres probetas.

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 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).
- Si $R=r$, debe considerarse generalmente indicador de una varianza interlaboratorios pequeña (o de valores negativos), o incluso nula. Es el caso en que la varianza se estima cero, los errores sistemáticos de todos los laboratorios serían iguales- necesariamente nulos- y todos los resultados de ensayo serían intercambiables. Por esta última circunstancia, podría estimarse como si todos los ensayos hubieran sido realizados por un único laboratorio en condiciones de repetibilidad. (*Fuente de "NUEVAS ESPECIFICACIONES DE HORMIGON Y SU RESISTENCIA" de JUAN CARLOS LOPEZ AGÜI*)

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS: moldes cilíndricos y cúbicos.

Las probetas han sido fabricadas según UNE-EN 12390-2:2009 y UNE-EN 12390-2:2009/1M:2015. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2. Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia, y apartado 57.3.2 del Código Estructural. (En el Anexo I del protocolo específico se fijan los criterios de fabricación y conservación de las probetas en las instalaciones de la central).

El ensayo de “Resistencia a compresión a 28 días” ha sido realizado según la UNE-EN 12390-3:2009 y UNE-EN 12390-3:2009/AC:2011. *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3. Determinación de resistencia a compresión de probetas*, y el apartado 57.3.2 del Código Estructural en lo referente al recorrido relativo entre tres probetas.

Como en años anteriores, se indica en protocolo no aplicar el factor de conversión en las resistencias a compresión con moldes cúbicos, con el objeto de comparar el factor de conversión resultante con el recogido en el apartado 57.3.2 del Código Estructural y que aparecen en las siguientes tablas:

Tabla 57.3.2. Coeficiente de conversión: $\lambda_{cil, cub15}$.

| Resistencia probeta cúbica (f_c ; N/mm ²) | $\lambda_{cil, cub15}$ | $f_c = \lambda_{cil, cub15} * f_{c, cúbica}$ |
|---|------------------------|--|
| $f_c < 60$ | 0,90 | |
| $60 \leq f_c < 80$ | 0,95 | |
| $f_c \geq 80$ | 1,00 | |

| Central | Tipo de cemento | Contenido cemento (Mínimo 300 kg/m ³) | A/C (Maxim. 0,55) | Resistencia media CIL (N/mm ²) | CONVERSION | Resistencia media CUB (N/mm ²) | ASENTAMIENTO | DIFERENCIA DE TEMPERATURAS DURANTE LA TOMA |
|---------|---------------------------|---|----------------------|--|------------|---|---------------------------------|---|
| C01 | CEM II/ B-L 32,5 N | 276 (*) | 0,49 (*) | 28,3 | 0,928 | 30,5 | LIQUIDA | 4,9 |
| C02 | CEM II A/L 42,5R | 315 | 0,40 | 29,6 | 0,897 | 33,0 | LIQUIDA muy | 5,1 |
| C03-C09 | CEM V/A (S-V) 32,5 N/SRC | 328 | 0,52 | 40,4 | 0,993 | 40,7 | LIQUIDA | 7,4 |
| C04 | CEM II /A-P 42,5 R | 359 | 0,45 | 39,3 | 0,851 | 46,2 | FLUIDA | 0,9 |
| C05 | CEM IV /A-P 42,5 R | 330 | 0,49 | 38,8 | 0,913 | 42,5 | FLUIDA | 2,7 |
| C06 | CEM II A-L 42,5 N | 311 | 0,54 | 33,4 | 0,920 | 36,3 | FLUIDA | 7,1 |
| C07M | CEM II / B-S 42,5 R / SRC | 314 | 0,40 | 47,0 | 0,866 | 54,3 | BLANDA | 1,2 |
| C07m | CEM II B-M (P-LL) 42,5 R | 324 | 0,47 | 37,3 | 0,982 | 38,0 | FLUIDA | 1,1 |
| C07i | CEM II/B-M (P-LL) 42,5 | 354 | 0,49 | 40,2 | 0,882 | 45,6 | FLUIDA | 4,0 |
| C08 | CEM I/A-L/42,5R BALBOA | 324 | 0,38 | 27,1 | 0,839 | 32,3 | BLANDA | 3,3 |
| C10 | CEM II/A-M (V-L) 42,5 R | 341 | 0,45 | 34,5 | 0,922 | 37,4 | BLANDA | 4,3 |
| C11-C16 | CEM II/A-L 42,5 R | 322 (*) | 0,5 (*) | 41,2 | 0,926 | 44,5 | FLUIDA | 6,4 |
| C12 | CEM II/A-P 42,5 R | 325 | 0,48 | 41,0 | 0,901 | 45,5 | FLUIDA | 8,7 |
| C13 | CEM II A/LL 42,5 | 330 | 0,52 | 42,6 | 0,949 | 44,9 | LIQUIDA | 7,8 |
| C14 | CEM II/B-M (S-L) 42,5 R | 304 | 0,55 | 39,5 | 0,878 | 45,0 | LIQUIDA.Laboratori os Fluida | 3,9 |
| C15 | CEM II-AL 42,5R | 317 | 0,48 | 30,6 | 0,913 | 33,5 | LIQUIDA muy | 9,7 |
| C17 | CEM II/A-L 42,5 R | 340 | 0,45 | 39,3 | 0,901 | 43,6 | FLUIDA | 4,8 |
| C18 | CEM II 42,5R BM LFARGE | 326 | 0,43 | 39,1 | 0,848 | 46,1 | BLANDA | 13,2 |
| C19 | CEM II/A-M(P-L) 42,5R | 332 | 0,42 | 38,8 | 0,958 | 40,5 | FLUIDA | 7,1 |

De los 217 participantes que han presentado resultados con probetas cilíndricas, 194 han fabricado también probetas cúbicas. El coeficiente para f_c probeta cúbica < 60 N/mm² obtenido como promedio ha sido 0,907.

En la columna de asentamiento, en color **burdeos** están las centrales que no han presentado ensayos de homogeneidad o sus amasadas no lo son y, por tanto, sus informes no serán publicados. Se marca en **rojo** las diferencias de temperatura ambiente > 5 °C entre los laborantes, en el lugar de la toma.

(*) hormigón fabricado diferente al indicado en el protocolo general que era HA-30/F/20/XC4.

MODO DE CONSERVACIÓN Y TRATAMIENTO PREVIO A LA ROTURA en este ejercicio a nivel nacional:

- el método de conservación predominante es el de **cámara húmeda** con un **86%**, como ya sucedía en anteriores ejercicios, tanto probetas cúbicas como cilíndricas.
- en cuanto al tratamiento previo a la rotura:
 - en probetas cúbicas: En este ejercicio ha aumentado un 20% más, los laboratorios que no tratan previamente las caras de rotura de sus probetas a ensayar. El 93,30% **no recibe ningún tratamiento previo**, y un 5,15%, pule.
 - en probetas cilíndricas: como sucedía en ejercicios EILA anteriores, se reparte **de manera similar entre el pulido y refrentado**; pulido con un 52% y un 46% el refrentado.

ESTUDIO PRELIMINAR (ANÁLISIS PRE-ESTADÍSTICO)

VALORES NO DESCARTADOS (“SOSPECHOSOS”)

- **EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS.**
 - El resultado de los dos ensayos de consistencia se expresará en mm, conforme al apartado 33.5 Docilidad del hormigón del Código Estructural, **redondeado a los 10 mm, conforme la norma UNE EN 12650-2:2009.**
 - El resultado de las tres determinaciones de la resistencia a compresión a 28 días se expresará en N/mm², y conforme **la Norma UNE EN 12390-3:2009 vigente, con una aproximación de 0,1 N/mm².** Por tanto, el resultado sospechoso es aquel que no se expresa conforme lo expuesto anteriormente. Detectado, se reemplaza por el valor correcto en el análisis estadístico, y se deja señalado en observaciones de este.
 - El resultado de los tres ensayos de densidad del hormigón endurecido por el método del volumen por desplazamiento de agua se expresará en Kg/m³ y se expresará con una aproximación de 10 kg/m³. En el caso de no haber realizado la aproximación, ayuda al análisis estadístico, por lo que no se señalará.

VALORES NO DESCARTADOS CON DESVIACIONES AL PROTOCOLO-NORMA O RESPECTO DEL GRUPO:

- **DIFERENCIAS DE PESOS:** Se han analizado los diferentes datos de los **pesos de las probetas**, a medida que iban tratándose con agua en el curado. Se han sombreado en “amarillo” aquellos que no han aportado el dato o su resultado parece una transcripción errónea. Sin embargo, cuando la probeta ha perdido peso tras el curado o balsa, se ha sombreado en “morado” 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.
- **CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO:** La norma UNE EN ISO 17025:2017 establece que los laboratorios deben evaluar la incertidumbre de medición e identificar su contribución en sus resultados de ensayo (apartado 7.6 de la citada norma). Pudiendo haber sido el 100%, de los 217 laboratorios participantes, han presentado el dato 89,91%, un poco más (82%) que en el EILA 22, e incluso más que en el EILA 19 (85,30%).

VALORES DESCARTADOS (SD en la Tabla 6.1): DESVIACIONES EXCLUYENTES.

- **NO HAY TRAZABILIDAD** entre los datos de masas y volumen por desplazamiento de agua con el resultado de densidad aportado, o la carga aplicada y área de las probetas con la resistencia aportada. Serán sombreados en “rosa” y descartados del Análisis estadístico, así como el que no lo haya hecho por el mismo método establecido en protocolo.
- **RECORRIDO RELATIVO.** En el artículo 57.3.2 del Código Estructural se dice que para considerar los valores de resistencia del hormigón, **el recorrido relativo** de un grupo de tres probetas obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividida por el valor medio de las tres, tomadas de la misma amasada, no podrá exceder el 20 %. Los que no lo calculan correctamente se sombreadan en amarillo y son corregidos; y, aquellos que superan este límite, da lugar a una No conformidad en la ejecución del ensayo, y son descartados del Análisis estadístico. Se han sombreado en “rosa”.
- **ROTURAS NO SATISFACTORIAS DE LAS PROBETAS.** Da lugar a una No conformidad en la ejecución del ensayo, y las probetas con rotura no satisfactoria serían descartados del Análisis estadístico. Sin embargo, no se aplica pues la pregunta ha dado lugar a interpretarla al contrario, y no se asegura una respuesta adecuada, según el apartado 6.3 Valoración del tipo de rotura de la norma UNE EN 12390-3:2001: *“Las roturas no satisfactorias pueden ser causadas por atención insuficiente a los procedimientos de ensayo, especialmente al posicionamiento de la probeta o algún fallo de la máquina de ensayo.”*

a. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS ASENTAMIENTO

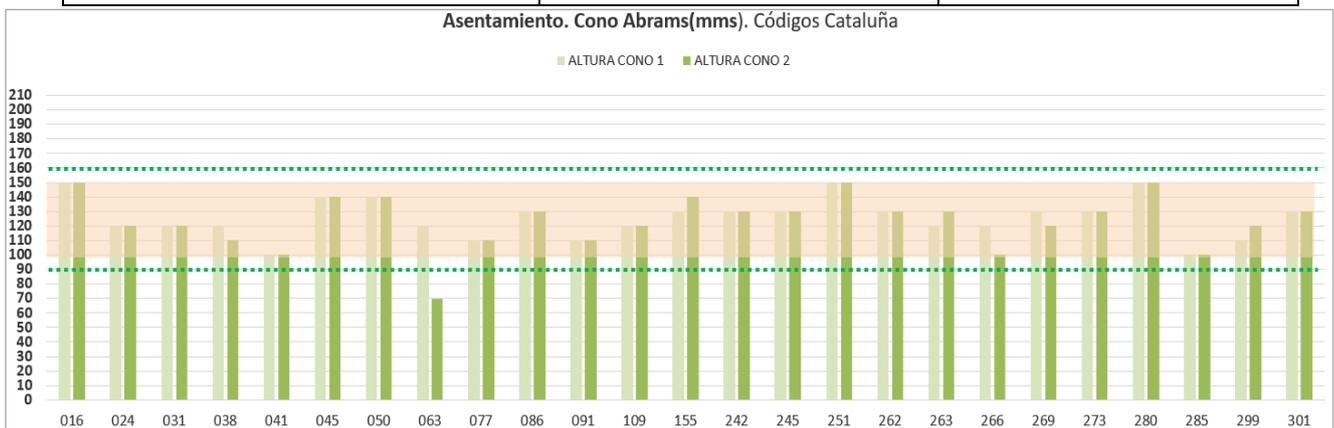
i. Resultados aportados de las dos determinaciones por código y Central. HA-30/F/20/XC4

| COD. LAB. | ALTURA CONO 1 (mm) | ALTURA CONO 2 (mm) | PROMED. CONO (mm) | INCERTI DUMBRE | TEMPERATURA HORMIGON (°C) | TEMPERATURA AMBIENTE (°C) | HUMEDAD RELATIVA (%) | RECINTO-CONSERV. (SI/NO) |
|------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------|
| C06 | CONSISTENCIA LIQUIDA | | | | Dif. temperaturas en toma | | | 7,1 |
| 016 | 150 | 150 | 15 | 0 | | 20,0 | 60,0 | NO |
| 024 | 120 | 120 | 120 | 1 | 28,0 | 25,0 | 48,0 | NO |
| 031 | 120 | 120 | 120 | 1 | 22,0 | 24,0 | 52,0 | NO |
| 038 | 120 | 110 | 120 | 1 | 24,0 | 24,0 | 52,0 | NO |
| 041 | 100 | 100 | 100 | | 24,5 | 21,0 | 63,0 | NO |
| 045 | 140 | 140 | 140 | | | 26,0 | 68,0 | |
| 050 | 140 | 140 | 140 | | | 26,0 | 68,0 | |
| 063 | 120 | 70 | 95 | ± 5 | 24,9 | 20,2 | 54,7 | NO |
| 077 | 110 | 110 | 110 | | 25,2 | 22,8 | 51,0 | NO |
| 086 | 130 | 130 | 130 | 5,9 | 25,0 | 23,0 | 59,0 | NO |
| 091 | 110 | 110 | 110 | 5,9 | 25,0 | 23,0 | 59,0 | NO |
| 109 | 120 | 120 | 120 | 5,9 | 25,0 | 22,0 | 59,0 | NO |
| 155 | 130 | 140 | 135 | 9,6 | 26,0 | 23,0 | 60,0 | NO |
| 242 | 130 | 130 | 130 | | 24,7 | 20,0 | 63,0 | NO |
| 245 | 130 | 130 | 130 | | 24,6 | 19,0 | 68,0 | NO |
| 251 | 150 | 150 | 150 | | 24,0 | 20,0 | 65,0 | NO |
| 262 | 130 | 130 | 130 | 0,5 | 25,3 | 23,9 | 56,0 | NO |
| 263 | 120 | 130 | 130 | 0,5 | 25,3 | 23,9 | 56,0 | NO |
| 266 | 120 | 100 | 110 | +/- 2% | 24,0 | 23,6 | 54,0 | NO |
| 269 | 130 | 120 | 12,5 | | 23,0 | 20,0 | 73,0 | NO |
| 273 | 130 | 130 | 130 | | 23,8 | 18,9 | | NO |
| 280 | 150 | 150 | 150 | 0 | 19,0 | 22,0 | 47,0 | NO |
| 285 | 100 | 100 | 100 | | 24,0 | 23,0 | 59,0 | NO |
| 299 | 110 | 120 | 11,5 | | 23,0 | 23,0 | 50,0 | SI |
| 301 | 130 | 130 | 130 | 0,2 | 23,0 | 23,0 | 50,0 | NO |

-  Dato destacado por su posible influencia en el resultado (*Diferencias máxima y mínima de temperaturas anotadas en los laboratorios*)
-  Valores sospechosos, expresados en unidades incorrectas, que se señalan y corrigen o que se señalan porque pudiera ser un error de transcripción.
-  Con la UNE EN ISO 17025:2017, el valor de incertidumbre es obligatorio.

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 124 mm | Desviación 15 mm | Coef. Variación 12% |
|----------------------|------------------|---------------------|



b. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS: PROBETAS CILÍNDRICAS

i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. HA-30/F/20/XC4

| COD. LAB. | METODO CONSERVACION | MATERIAL DEL MOLDE | AREA SECCION TRANSVERSAL CARAS CON CARGA | DIFERENCIAS DE PESOS TRAS CONSERVACION | | | PREPARACION PREVIA | CARGA MAXIMA DE ROTURA | RESIST. Calculada | RESISTENCIA A COMPRESION | | | ¿ROTURA SATISFACTORIA? | RESISTENCIA COMPRESION MEDIA | RECORRIDO 28 DIAS | RECORRIDO 28 DIAS calculada | INCERTIDUMBRE |
|------------|---------------------|--------------------|--|--|------------|------------|--------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|------------|------------|------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------|
| | | | | PROBETA 01 | PROBETA 01 | PROBETA 02 | | | | PROBETA 03 | PROBETA 01 | PROBETA 01 | | | | | |
| | | | (mm2) | (g) | (g) | (g) | | (kN) | (N/mm²) | (N/mm²) | (N/mm²) | (N/mm²) | (SI/NO) | (N/mm²) | (%) | ≤20% | |
| C06 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 016 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | 88,00 | 87,00 | 87,00 | Refrentado | 594,50 | 33,6 | 33,6 | 34,3 | 33,9 | SI | 33,9 | 2,1 | 1,94% | 0,351 |
| 024 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | 39,00 | 21,00 | 26,00 | Pulido | 545,90 | 30,9 | 30,9 | 31,9 | 31,0 | SI | 31,3 | 3,0 | 3,20% | 1 |
| 031 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | 106,00 | 64,00 | 107,00 | Pulido | 547,20 | 31,0 | 31,0 | 30,4 | 29,6 | SI | 30,3 | 4,6 | 4,62% | 1 |
| 038 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | 107,00 | 129,00 | 94,00 | Pulido | 535,90 | 30,3 | 30,3 | 29,8 | 30,1 | SI | 30,1 | 2,0 | 1,66% | 1 |
| 041 | C. Húmeda | Metálico | | 47,00 | 54,00 | 59,00 | Refrentado | 568,40 | | 32,2 | 31,7 | 30,7 | SI | 31,5 | | 4,76% | |
| 045 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | -83,00 | -101,00 | -80,00 | Pulido | 546,05 | 30,9 | 30,9 | 30,6 | 31,2 | SI | 30,9 | 1,9 | 1,94% | |
| 050 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | -90,00 | -76,00 | -65,00 | Pulido | 597,30 | 33,8 | 33,8 | 33,5 | 34,4 | SI | 33,9 | 2,6 | 2,65% | |
| 063 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | 98,80 | 44,80 | 39,10 | Refrentado | 638,41 | 36,1 | 36,1 | 36,0 | 35,3 | SI | 35,8 | 2,2 | 2,23% | ± 0,4 |
| 077 | C. Húmeda | Metálico | 17668,5 | | | | Refrentado | 614,17 | 34,8 | 34,8 | 33,8 | 33,6 | NO | 34,1 | | 3,38% | |
| 086 | C. Húmeda | Metálico | 17670 | 60,00 | 65,00 | 44,00 | Pulido | 590,60 | 33,4 | 33,4 | 34,2 | 33,2 | SI | 33,6 | 3,0 | 2,98% | 0,5 |
| 091 | C. Húmeda | Metálico | 17670 | 63,00 | 58,00 | 64,00 | Pulido | 583,50 | 33,0 | 33,0 | 33,6 | 33,8 | SI | 33,5 | 1,9 | 2,39% | 0,5 |
| 109 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | 57,00 | 55,00 | 62,00 | Pulido | 573,90 | 32,5 | 32,5 | 31,6 | 32,1 | SI | 32,1 | 2,8 | 2,81% | 0,4 |
| 155 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | 48,00 | 48,00 | 70,00 | Refrentado | 559,17 | 31,6 | 31,6 | 36,6 | 33,6 | SI | 34,0 | 14,6 | 14,58% | 0,52 |
| 242 | C. Húmeda | Metálico | 17665,6 | 37,00 | 41,00 | 42,00 | Refrentado | 575,70 | 32,6 | 32,6 | 33,0 | 31,7 | SI | 32,4 | 3,8 | 3,84% | 0,4 |
| 245 | C. Húmeda | Metálico | 234,049 | 22,00 | 8,00 | 39,00 | Pulido | 552,80 | 2361,9 | 31,3 | 30,5 | 31,8 | SI | 31,2 | 2,6 | 4,17% | |
| 251 | C. Húmeda | Plástico | 234,834 | 70,00 | 53,00 | 53,00 | Pulido | 592,00 | 2520,9 | 33,5 | 31,3 | 33,1 | SI | 32,6 | 6,7 | 6,74% | |
| 262 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | -181,00 | -164,50 | -180,40 | Pulido | 584,30 | 33,1 | 33,1 | 33,5 | 32,7 | SI | 33,1 | 2,5 | 2,48% | 0,34 |
| 263 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | -190,00 | -162,70 | -168,30 | Pulido | 601,50 | 34,0 | 34,0 | 32,2 | 32,5 | SI | 32,9 | 5,5 | 5,47% | 0,33 |
| 266 | Balsa | Metálico | 17671,5 | -130,00 | -151,00 | -163,00 | Pulido | 590,75 | 33,4 | 33,4 | 32,1 | 31,4 | SI | 32,3 | 6,2% | 6,19% | +/- 6% |
| 269 | C. Húmeda | Metálico | 17678,6 | 86,00 | 88,00 | 78,00 | Pulido | 612,20 | 34,6 | 34,5 | 34,0 | 34,5 | SI | 34,3 | 1,4 | 1,46% | |
| 273 | C. Húmeda | Metálico | 17662 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | Pulido | 586,00 | 33,2 | 33,2 | 32,7 | 32,0 | SI | 32,6 | 3,7 | 3,56% | 0,09 |
| 280 | C. Húmeda | Metálico | 176,7 | -63,84 | -3,90 | -3,30 | Refrentado | 603,08 | 3413,0 | 34,1 | 34,2 | 33,9 | SI | 34,1 | 0,0 | 0,88% | 6,54 |
| 285 | C. Húmeda | Metálico | 17754 | | | | Refrentado | 602,20 | 33,9 | 33,9 | 33,6 | 34,7 | SI | 34,1 | 3,2 | 3,23% | |
| 299 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | -103,00 | -25,00 | -24,00 | Pulido | 610,45 | 34,5 | 34,6 | 34,0 | 34,8 | SI | 34,5 | 3,2 | 2,32% | 0,03 |
| 301 | C. Húmeda | Metálico | 17671,5 | 91,00 | 92,00 | 85,00 | Pulido | 601,80 | 34,1 | 34,1 | 34,5 | 35,5 | SI | 34,7 | 4,1 | 4,03% | 0,63 |

 Dato destacado por su posible influencia en el resultado (p.ej: Que pierda peso al salir de 28 días de curado o no cumpla la trazabilidad entre sus datos con el resultado aportado o no haya dado los datos suficientes) o no ha dado el valor de incertidumbre que, con la UNE EN ISO 17025:2017, es obligatorio

 Valores sospechosos por error en la expresión de las unidades o porque no varían los pesos. Se señala.

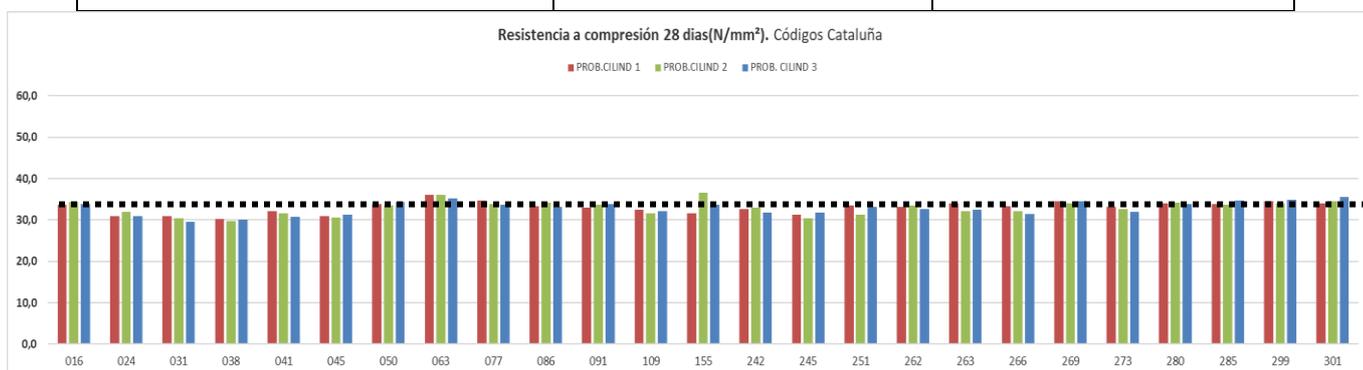
 Recorrido relativo calculado según artículo 57.3.2 del Código Estructural y resistencia probeta 01

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 32,9 N/mm²

Desviación 1,5 N/mm²

Coef. Variación 4%



c. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS: PROBETAS CÚBICAS

i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. HA-30/F/20/XC4

| COD. LAB. | METODO CONSERVACION | MATERIAL DEL MOLDE | AREA SECCION TRANSVERSAL CARAS CON CARGA | DIFERENCIAS DE PESOS TRAS CONSERVACION | | | PREPARACION PREVIA | CARGA MAXIMA DE ROTURA | RESIST. Calculado | RESISTENCIA A COMPRESION | | | ¿ROTURA SATISFACTORIA? | RESISTENCIA COMPRES. MEDIA | RECORRIDO 28 DIAS | RECORRIDO 28 DIAS calculado | INCERTIDUMBRE | | | |
|------------|---------------------|--------------------|--|--|---------|---------|--------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|------------|------------|------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------|------------|------------|------------|
| | | | | PROBETA 01 | | | | | | PROBETA 01 | PROBETA 01 | PROBETA 01 | | | | | | PROBETA 01 | PROBETA 02 | PROBETA 03 |
| | | | | (mm ²) | (g) | (g) | | | | | | | | | | | | | | |
| C06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 016 | C. Húmeda | Metálico | 22500 | 57,00 | 60,00 | 64,00 | Ninguno | 869,20 | 38,6 | 38,6 | 38,3 | 39,0 | SI | 38,6 | 1,8 | 1,66% | 0,32 | | | |
| 024 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | 25,00 | 30,00 | 20,00 | Ninguno | 760,30 | 33,8 | 33,8 | 34,5 | 33,9 | SI | 34,1 | 2,0 | 2,05% | 1 | | | |
| 031 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | 45,00 | 150,00 | 36,00 | Ninguno | 849,20 | 37,7 | 37,7 | 38,3 | 36,3 | SI | 37,4 | 5,3 | 5,34% | 1 | | | |
| 038 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | 41,00 | 54,00 | 51,00 | Ninguno | 787,70 | 35,0 | 35,0 | 36,0 | 37,0 | SI | 36,0 | 5,6 | 5,56% | 1 | | | |
| 041 | C. Húmeda | Plástico | 22410,1 | 44,00 | 52,00 | 56,00 | Ninguno | 885,00 | 39,5 | 39,3 | 37,2 | 37,8 | SI | 38,1 | | 5,51% | | | | |
| 045 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | -110,00 | -105,00 | -68,00 | Ninguno | 822,00 | 36,5 | 36,5 | 35,9 | 35,8 | SI | 36,1 | 2,0 | 1,94% | | | | |
| 050 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | -75,00 | -118,00 | -95,00 | Ninguno | 835,70 | 37,1 | 37,1 | 35,6 | 37,1 | SI | 36,6 | 4,0 | 4,21% | | | | |
| 063 | C. Húmeda | Resina | 22500 | 39,60 | 39,90 | 40,00 | Ninguno | 828,66 | 36,8 | 36,8 | 37,0 | 37,8 | SI | 37,2 | 2,7 | 2,69% | ±0,7 | | | |
| 077 | | | 22500 | | | | Ninguno | 737,49 | 32,8 | 32,8 | 35,2 | 33,1 | NO | 33,7 | | 7,16% | | | | |
| 086 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | 38,00 | 38,00 | 18,00 | Ninguno | 818,90 | 36,4 | 36,4 | 36,4 | 36,2 | SI | 36,3 | 0,6 | 0,55% | 0,7 | | | |
| 091 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | 37,00 | 44,00 | 35,00 | Ninguno | 8.406,0 | 373,6 | 37,4 | 36,8 | 37,5 | SI | 37,2 | 2,4 | 1,88% | 0,7 | | | |
| 109 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | -35,00 | -40,00 | -39,00 | Ninguno | 802,20 | 35,7 | 35,7 | 36,1 | 35,1 | SI | 35,6 | 2,9 | 2,81% | 0,6 | | | |
| 155 | Balsa | Resina | 22500 | 55,00 | 52,00 | 61,00 | Ninguno | 869,07 | 38,6 | 38,6 | 37,5 | 39,2 | SI | 38,5 | 4,3 | 4,29% | 0,47 | | | |
| 242 | C. Húmeda | Resina | 22522,5 | -10,00 | 11,00 | 18,00 | Ninguno | 815,60 | 36,2 | 36,2 | 35,8 | 36,1 | SI | 36,0 | 1,2 | 1,24% | 0,4 | | | |
| 245 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | 28,00 | 3,00 | 22,00 | Ninguno | 829,40 | 36,9 | 36,9 | 36,9 | 37,2 | SI | 37,0 | 1,0 | 0,81% | | | | |
| 251 | C. Húmeda | Plástico | 22320,4 | -57,00 | -12,00 | 17,00 | Ninguno | 846,00 | 37,9 | 37,6 | 36,2 | 35,6 | SI | 36,5 | 5,5 | 5,48% | | | | |
| 262 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | -86,50 | -83,30 | -89,20 | Ninguno | 801,50 | 35,6 | 35,6 | 35,2 | 35,0 | SI | 35,3 | 1,7 | 1,73% | 0,38 | | | |
| 263 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | -114,80 | -192,06 | -108,29 | Ninguno | 792,50 | 35,2 | 35,2 | 34,8 | 35,0 | SI | 35,0 | 1,1 | 1,14% | 0,32 | | | |
| 266 | Balsa | Metálico | 22500 | 84,00 | 76,00 | 85,00 | Ninguno | 753,11 | 33,5 | 33,5 | 35,6 | 35,5 | SI | 34,9 | 6,0% | 6,02% | +/- 6% | | | |
| 269 | C. Húmeda | Plástico | 22545 | 54,00 | 61,00 | 57,00 | Ninguno | 843,70 | 37,4 | 37,5 | 37,9 | 37,5 | SI | 37,6 | 1,1 | 1,04% | | | | |
| 273 | C. Húmeda | Resina | 22500 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | Ninguno | 804,00 | 35,7 | 35,8 | 34,7 | 36,0 | SI | 35,5 | 3,7 | 3,66% | 0,09 | | | |
| 280 | C. Húmeda | Plástico | 225 | -3,80 | -55,90 | -42,95 | Ninguno | 852,75 | 3790,0 | 37,9 | 38,0 | 38,1 | SI | 38,0 | 0,0 | 0,53% | 4,62 | | | |
| 285 | C. Húmeda | Plástico | 224970 | | | | Ninguno | 829,70 | 3,7 | 36,9 | 36,8 | 36,6 | SI | 36,8 | 0,8 | 0,82% | | | | |
| 299 | C. Húmeda | Plástico | 22500 | -27,00 | -15,00 | -38,00 | Ninguno | 800,35 | 35,6 | 35,6 | 34,3 | 34,2 | SI | 34,7 | 4,0 | 4,01% | 0,19 | | | |

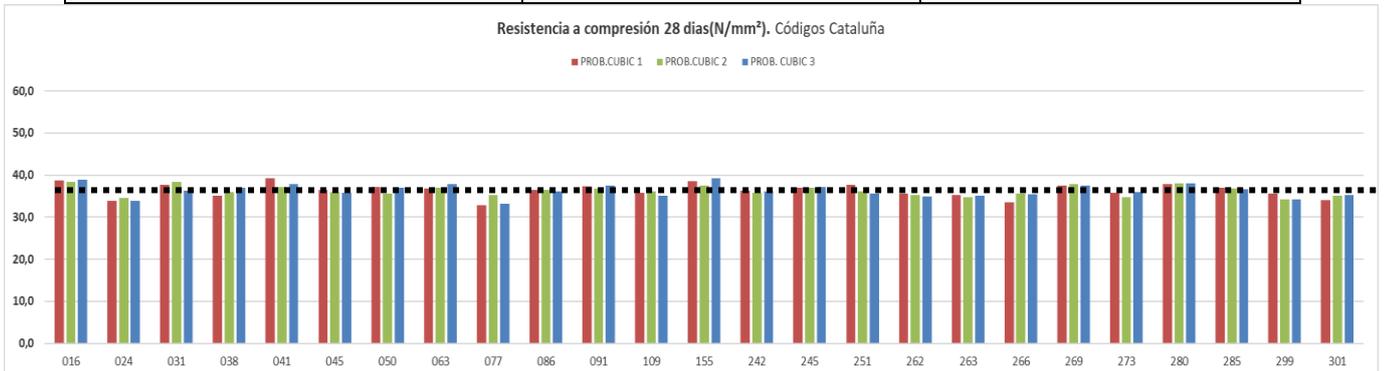
Dato destacado por su posible influencia en el resultado (p.ej: Que pierda peso al salir de 28 días de curado o no cumpla la trazabilidad entre sus datos con el resultado aportado) o no ha dado el valor de incertidumbre que, con la UNE EN ISO 17025:2017, es obligatorio

Valores sospechosos por error en la expresión de las unidades o, porque no varían o no dan los pesos. Se señala.

Según datos aportados por el laboratorio, resultados calculados.

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 36,3 N/mm ² | Desviación 1,4 N/mm ² | Coef. Variación 4% |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------|



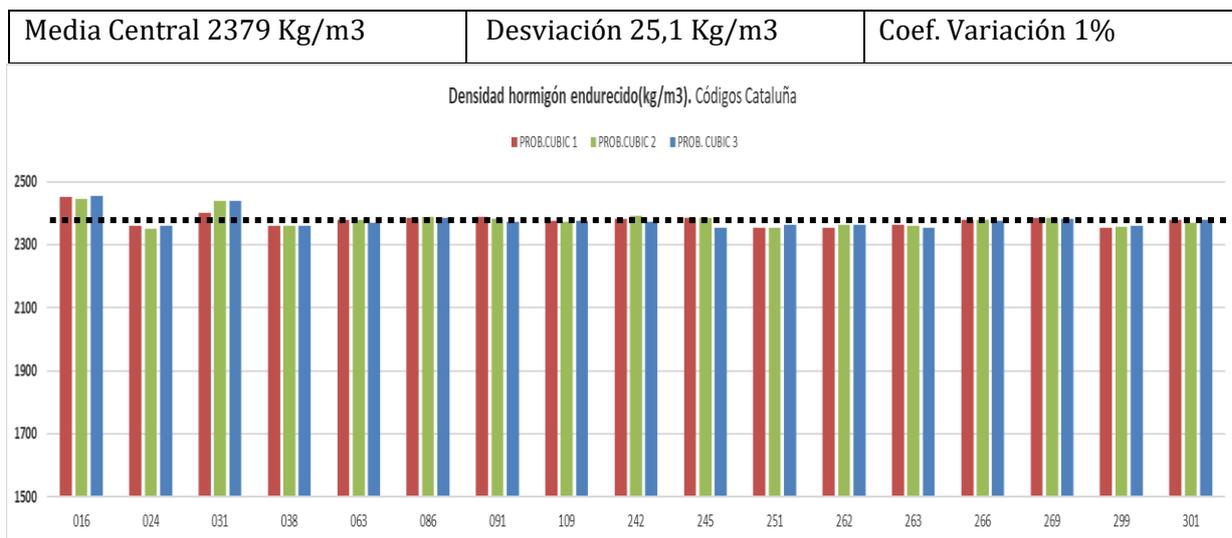
d. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS DENSIDAD SATURADA DEL HORMIGÓN ENDURECIDO

i. Resultados aportados de los tres ensayos por código y Central. HA-30/F/20/XC4

| COD. LAB. | MASA DE LA PROBETA SATURADA EN AGUA (TRAS EL CURADO) | | | VOLUMEN DE LA PROBETA | | | MASA APARENT ESTRIBO SUMERGIDO | DENSIDAD DE LA PROBETA CALCULADA | DENSIDAD DE LA PROBETA | | | DENSIDAD PROMEDIO PROBETAS | INCERTIDUMBRE |
|------------|--|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------|-------------|----------------------------|---------------|
| | PROBETA 4 | PROBETA 5 | PROBETA 6 | PROBETA 4 | PROBETA 5 | PROBETA 6 | | | PROBETA 4 | PROBETA 5 | PROBETA 6 | | |
| | (kg) | (kg) | (kg) | (m³) | (m³) | (m³) | (kg) | (m³) | (kg/m³) | (kg/m³) | (kg/m³) | (kg/m³) | |
| C06 | | | | | | | | | | | | | |
| 016 | 8,267 | 8,271 | 8,279 | 0,003375 | 0,003375 | 0,003375 | 0,35 | 1692 | 2450,37 | 2445,33 | 2453,037 | 2449,579 | 3,91 |
| 024 | 7,98 | 7,94 | 7,962 | 0,003375 | 0,003375 | 0,003375 | -- | | 2360 | 2350 | 2360 | 2360 | 1 |
| 031 | 8,111 | 8,252 | 8,248 | 0,003375 | 0,003375 | 0,003375 | -- | | 2400 | 2440 | 2440 | 2430 | 1 |
| 038 | 7,967 | 7,976 | 7,967 | --- | --- | --- | -- | | 2360 | 2360 | 2360 | 2360 | 1 |
| 063 | 8,0222 | 8,0257 | 7,95 | 0,003371 | 0,003375 | 0,003358 | 1,1318 | 2380 | 2380 | 2380 | 2370 | 2380 | ± 1% |
| 086 | 8,052 | 8,041 | 8,024 | 0,003374 | 0,003366 | 0,003365 | 0,0033682 | 2381 | 2386 | 2389 | 2385 | 2387 | 12,5 |
| 091 | 8,0055 | 8,0341 | 7,9955 | 0,003352 | 0,00337 | 0,003369 | 0,003635 | 2384 | 2388 | 2383 | 2373 | 2381 | 65 |
| 109 | 8,018 | 8,012 | 8,024 | 0,003738 | 0,003376 | 0,003375 | 0 | 2376 | 2374 | 2371 | 2376 | 2374 | 14,86 |
| 242 | 8,037 | 8,012 | 8,028 | 0,003339 | 0,003321 | 0,003343 | 0,1112 | 2466 | 2380,952381 | 2391,147245 | 2373,018247 | 2381,705958 | - |
| 245 | 8,209 | 8,188 | 8,189 | 0,003442 | 0,003432 | 0,003482 | 1,0051 | 2385 | 2385 | 2386 | 2352 | 2374,333333 | |
| 251 | 7,846 | 7,933 | 7,922 | 0,003334 | 0,003373 | 0,003352 | 1,0051 | 2549 | 2353 | 2352 | 2364 | 2356 | |
| 262 | 7,855 | 7,862 | 7,859 | 0,003337 | 0,003327 | 0,003327 | 0,5 | 2354 | 2354,141141 | 2363,336145 | 2362,434337 | 2359,970541 | 0,15 |
| 263 | 7,9773 | 7,892 | 7,997 | 0,003377 | 0,003347 | 0,003397 | 0,5 | 2362 | 2362,417033 | 2358,148503 | 2354,279056 | 2358,281531 | 0,15 |
| 266 | 8,1135 | 8,0426 | 8,0358 | 0,003413 | 0,003383 | 0,003385 | - | 2377 | 2377,2 | 2377,4 | 2373,9 | 2376,2 | +/- 50 |
| 269 | 8,01 | 7,96 | 7,99 | 0,003357 | 0,003336 | 0,003356 | 0,54 | 2386 | 2386,26 | 2386,32 | 2381,02 | 2384,53 | |
| 299 | 7,935 | 8,027 | 7,988 | b | 0,003406 | 0,003386 | 1,228 | 2353 | 2351,9 | 2357,6 | 2359,7 | 2356,4 | |
| 301 | 8,028 | 8,008 | 8,025 | 0,003376 | 0,003747 | 0,003374 | 0,468 | 2378 | 2380 | 2370 | 2380 | 2380 | 0,48 |

- Dato destacado por su posible influencia en el resultado porque no cumpla la trazabilidad entre sus datos con el resultado aportado, o no lo haya realizado por el método de desplazamiento de agua, o no ha dado el valor de incertidumbre que, con la UNE EN ISO 17025:2017, es obligatorio
- Valores sospechosos por error en la expresión de las unidades. Se señala.
- Según datos aportados por el laboratorio, resultados calculados

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



e. CALIBRACIONES DE LOS EQUIPOS

En base a la norma **UNE EN ISO IEC 17025:2017**, en su apartado 6.4 sobre el equipamiento que utiliza el laboratorio para realizar un ensayo, este debe establecer un programa de calibración, el cual se debe revisar y ajustar según sea necesario para mantener la confianza en el estado de calibración. Además, se debe verificar que cumplen con los requisitos especificados en las normas de ensayo. Por ello, se solicita en las fichas de resultados, la **fecha de la última verificación y de calibración** de los siguientes equipos, de conformidad con el apartado 6.4.8 de la citada norma:

- de las **máquinas de ensayo a compresión** que superen los dos años reglamentarios que establece la norma UNE EN 12390-4 o no la indiquen, se obliga a que aclare cómo asegura que está calibrada y/o verificada;

C06: todos aportan fecha de calibración y está vigente en la toma de hormigón.

- del **pie de rey** como equipo de medición (ver apartado 6.4.6 de la citada norma UNE EN ISO IEC 17025), considerando que debe ser utilizado un instrumento de medición preciso y exacto, como es el pie de rey **calibrado**, al menos, cada **dos años**; Se sombrea en morado aquellos equipos que no cumplen la vigencia (o no lo indican) y en amarillo aquellos cuyo modelo indicado está incompleto, o es erróneo, o es el mismo equipo para distintos laboratorios:

| Cód. Lab. | CATEGORIA | TIPO | MARCA | MODELO | Fecha VERIFICACION | CENTRAL 06 |
|-----------|------------|----------------|----------|----------|--------------------|-------------------|
| | | | | | | Fecha CALIBRACION |
| 045 | Pie de rey | PATRON | LIMIT | | | 03.03.2020 |
| 050 | Pie de rey | PATRON | LIMIT | | | 03.03.2020 |
| 266 | Pie de rey | digital 300 mm | RS PRO | | | 22.04.2021 |
| 273 | Pie de rey | | MITUTUYO | CD-15APX | | 01.10.2020 |

- Con respecto al equipo registrador de las **condiciones termo higrotérmicas de la cámara húmeda**, se sombrea en amarillo la información incompleta, o que no se corresponde con el equipo (error de transcripción) o parece el mismo para varios laboratorios. Se sombrea en morado aquellos equipos que superan los dos años de calibración (o no indican los datos):

| Cód. Lab. | CATEGORIA | TIPO | MARCA | MODELO | CENTRAL 06 | |
|-----------|-----------------|------------|-----------------|--------|--------------------|-------------------|
| | | | | | Fecha VERIFICACION | Fecha CALIBRACION |
| 016 | Termohigrómetro | Digital | TFA | - | 28.04.2023 | - |
| 045 | Termohigrómetro | | | | | |
| 050 | Termohigrómetro | | | | | |
| 086 | Termohigrómetro | II | INMAQ | -- | -- | 21.02.2023 |
| 109 | Termohigrómetro | II | INMAQ | -- | -- | 23.02.2023 |
| 245 | Termohigrómetro | | | | | |
| 266 | Termohigrómetro | DATALOGGER | TANDD RTR 5W | | | 08.07.2021 |

ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ZSCORE DE RESULTADOS CENTRAL 06:

- . ASENTAMIENTO: Cono Abram
- . RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: Probetas cilíndricas
- . RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: Probetas cúbicas
- . DENSIDAD SATURADA HORMIGÓN ENDURECIDO: Probetas cúbicas

INFORME DE ENSAYO HORMIGON

ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS

ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "asentamiento.cono abrams", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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

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

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

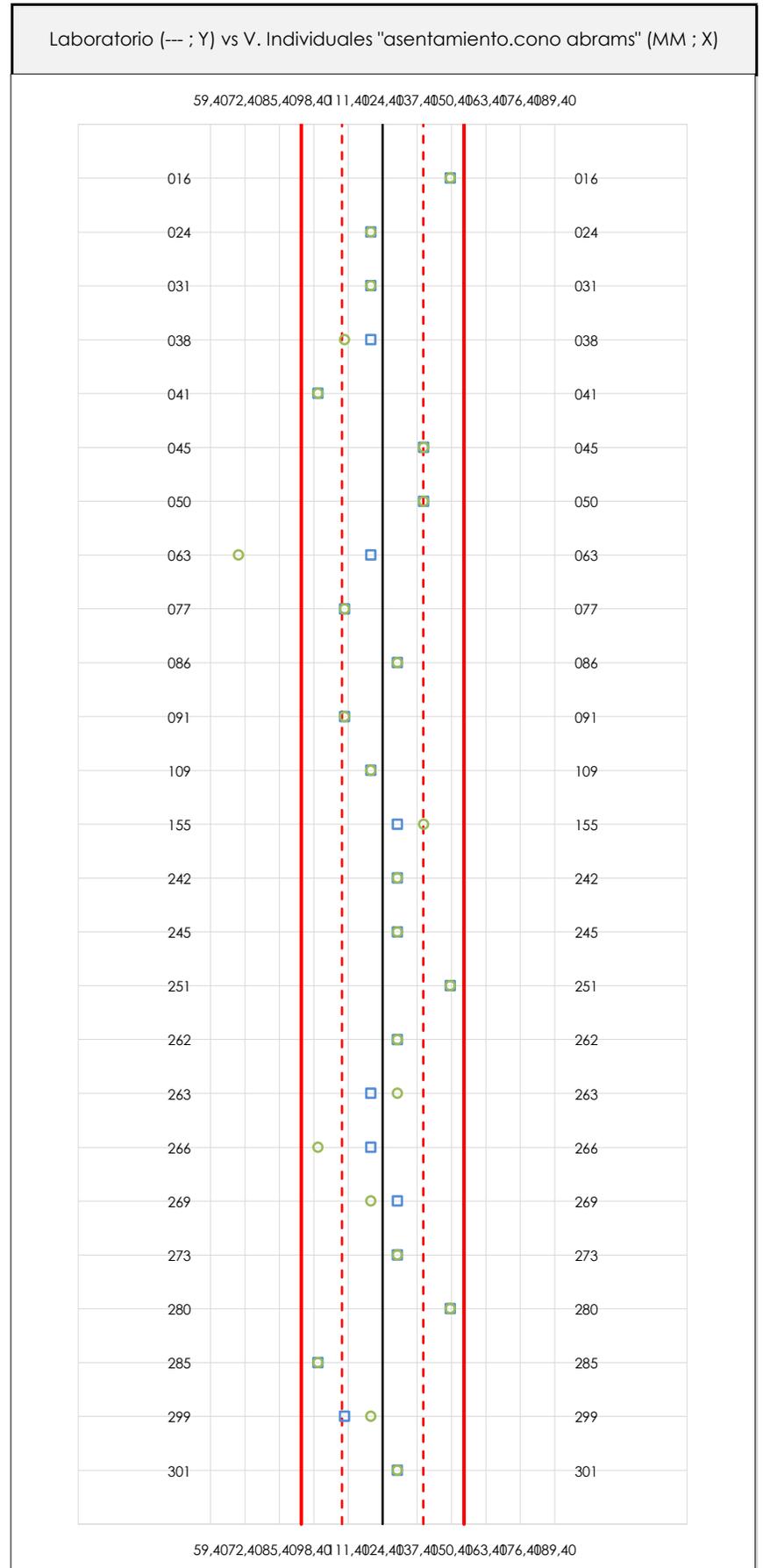
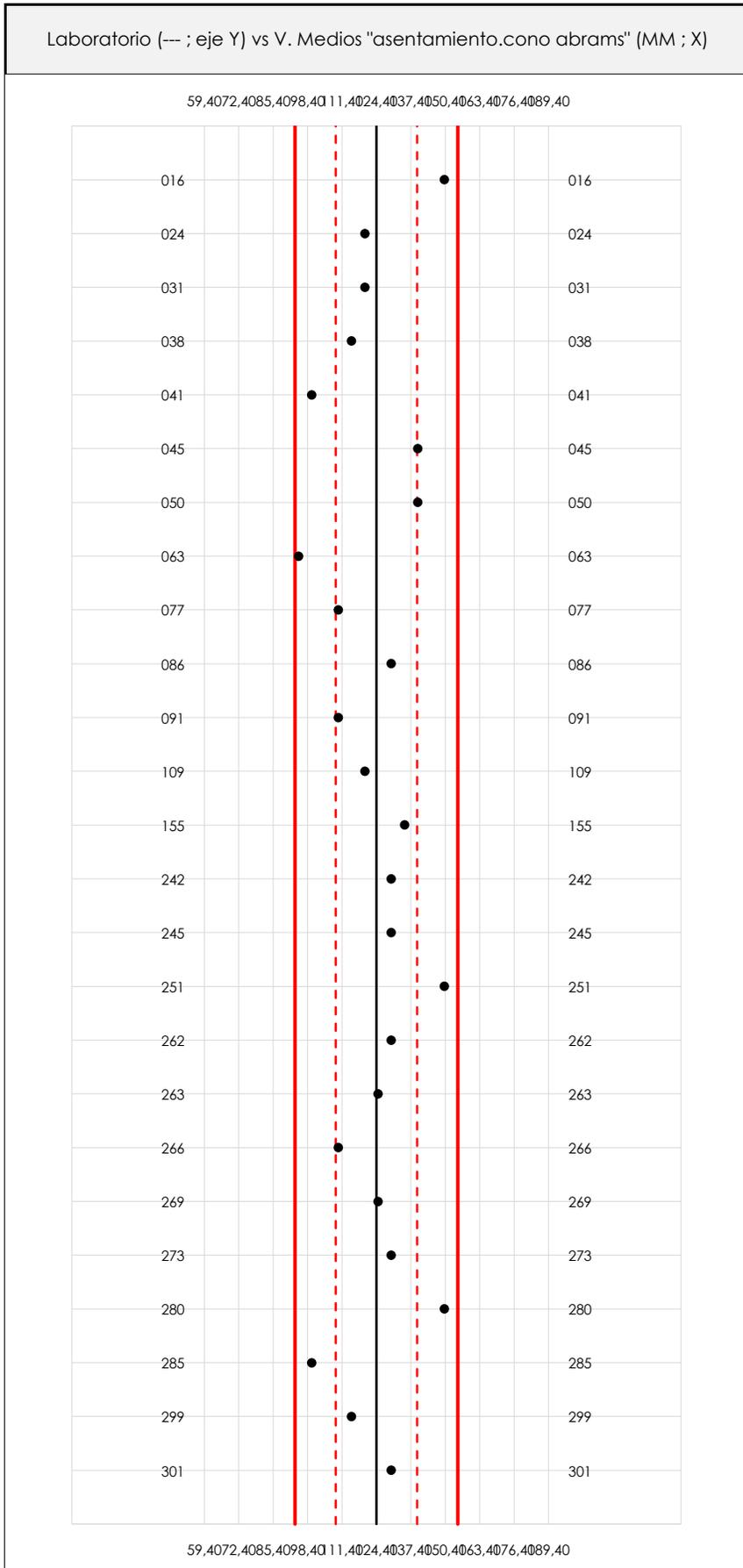
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

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

ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (124,40 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (139,77/109,03 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (155,13/93,67 ; 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_{i1}) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo (X_{i2}) con un círculo verde "○" y el tercero (X_{i3}) con un triángulo gris "Δ".

ASENTAMIENTO CONO ABRAMS (MM)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | ¿Pasa A? | Observaciones |
|--------|-----|----------|----------|----------|-------------------------|--------------------------|----------|----------------------|--|---------------|
| C6 | 016 | 150,00 | 150,00 | 15,00 | 150,00 | 0,000 | 20,58 | ✓ | Desviación expresión unidades en cm en vez de mm | |
| C6 | 024 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 0,000 | -3,54 | ✓ | | |
| C6 | 031 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 0,000 | -3,54 | ✓ | | |
| C6 | 038 | 120,00 | 110,00 | 120,00 | 115,00 | 7,071 | -7,56 | ✓ | | |
| C6 | 041 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,000 | -19,61 | ✓ | | |
| C6 | 045 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 0,000 | 12,54 | ✓ | | |
| C6 | 050 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 0,000 | 12,54 | ✓ | | |
| C6 | 063 | 120,00 | 70,00 | 95,00 | 95,00 | 35,355 | -23,63 | ✓ | | |
| C6 | 077 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 0,000 | -11,58 | ✓ | | |
| C6 | 086 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 4,50 | ✓ | | |
| C6 | 091 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 0,000 | -11,58 | ✓ | | |
| C6 | 109 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 0,000 | -3,54 | ✓ | | |
| C6 | 155 | 130,00 | 140,00 | 135,00 | 135,00 | 7,071 | 8,52 | ✓ | | |
| C6 | 242 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 4,50 | ✓ | | |
| C6 | 245 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 4,50 | ✓ | | |
| C6 | 251 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 0,000 | 20,58 | ✓ | | |
| C6 | 262 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 4,50 | ✓ | | |
| C6 | 263 | 120,00 | 130,00 | 130,00 | 125,00 | 7,071 | 0,48 | ✓ | | |
| C6 | 266 | 120,00 | 100,00 | 110,00 | 110,00 | 14,142 | -11,58 | ✓ | | |
| C6 | 269 | 130,00 | 120,00 | 12,50 | 125,00 | 7,071 | 0,48 | ✓ | Desviación expresión unidades en cm en vez de mm | |
| C6 | 273 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 4,50 | ✓ | | |
| C6 | 280 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 0,000 | 20,58 | ✓ | | |
| C6 | 285 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,000 | -19,61 | ✓ | | |
| C6 | 299 | 110,00 | 120,00 | 11,50 | 115,00 | 7,071 | -7,56 | ✓ | Desviación expresión unidades en cm en vez de mm | |
| C6 | 301 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 4,50 | ✓ | | |

NOTAS:

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

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

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

⁰⁴ 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:

| | $\sqrt{X_{i1}}$ | $\sqrt{X_{i2}}$ | $\sqrt{X_{i3}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| M (MM) | 125,60 | 123,20 | | 110,76 | 124,40 |
| SD_L (---) | 13,87 | 18,65 | | 39,51 | 15,37 |
| CV (%) | 11,04 | 15,13 | | 35,67 | 12,35 |

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- " SD_L " 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:

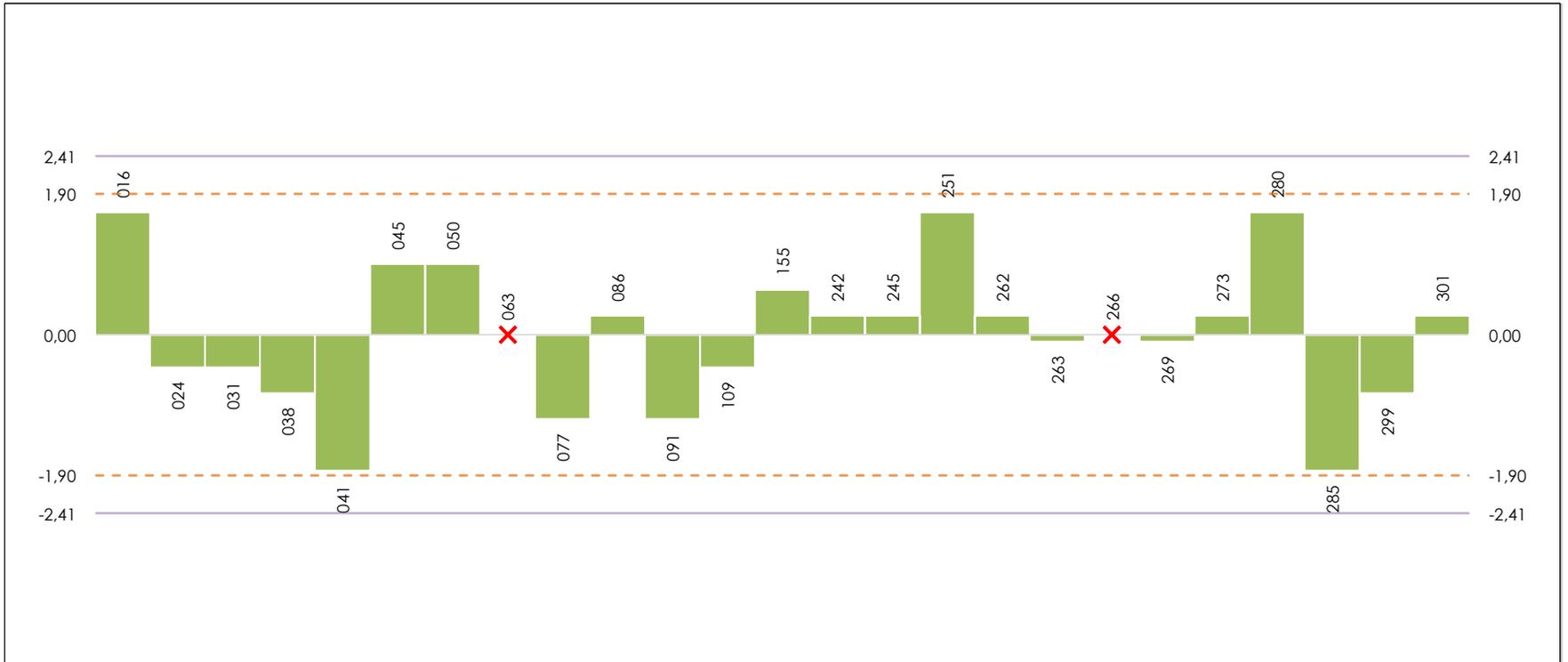
| | γ_r (%) | r (%) | γ_L (%) | γ_R (%) | R (%) |
|------------|----------------|--------|----------------|----------------|--------|
| Calculado | 6,629 | 18,561 | 11,427 | 13,211 | 36,990 |
| Referencia | | | | | |

- " γ_r " varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- " γ_L " varianza interlaboratorios.
- " γ_R " varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

ASENTAMIENTO CONO ABRAMS (MM)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

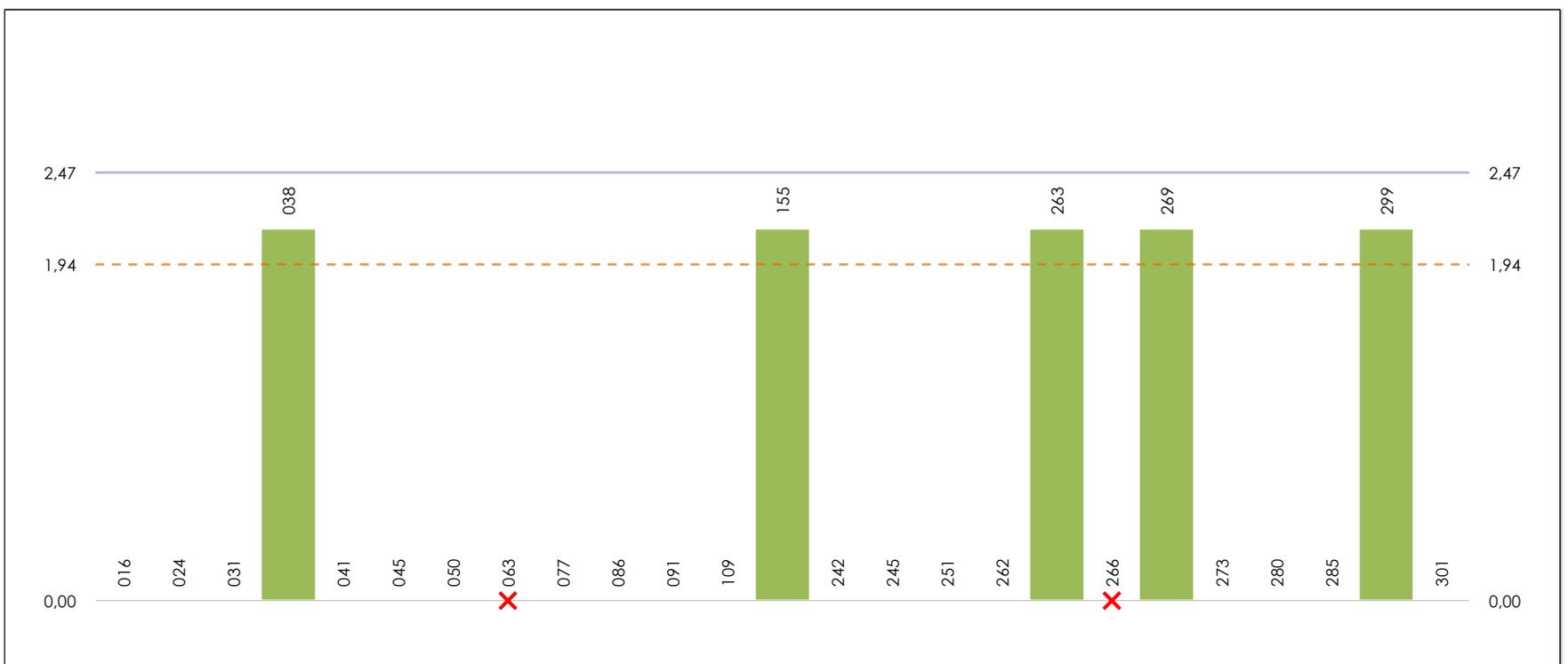
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color 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.



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{i arit} % | h _i | k _i | C _i | G _{Sim Inf} | G _{Sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | ¿Pasa B? |
|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| C6 | 016 | 150,000 | 150,000 | 15,000 | 150,000 | 0,000 | 18,76 | 1,65 | 0,00 | | | | 1,655 | 0,7273 | | ✓ |
| C6 | 024 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 0,000 | -4,99 | -0,44 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 031 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 0,000 | -4,99 | -0,44 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 038 | 120,000 | 110,000 | 120,000 | 115,000 | 7,071 | -8,95 | -0,79 | 2,14* | 0,200 | | | | | | ✓ |
| C6 | 041 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 0,000 | -20,83 | -1,84 | 0,00 | | | 1,837 | | 0,6640 | | ✓ |
| C6 | 045 | 140,000 | 140,000 | 140,000 | 140,000 | 0,000 | 10,84 | 0,96 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 050 | 140,000 | 140,000 | 140,000 | 140,000 | 0,000 | 10,84 | 0,96 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 063 | 120,000 | 70,000 | 95,000 | 95,000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |
| C6 | 077 | 110,000 | 110,000 | 110,000 | 110,000 | 0,000 | -12,91 | -1,14 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 086 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 0,000 | 2,93 | 0,26 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 091 | 110,000 | 110,000 | 110,000 | 110,000 | 0,000 | -12,91 | -1,14 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 109 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 0,000 | -4,99 | -0,44 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 155 | 130,000 | 140,000 | 135,000 | 135,000 | 7,071 | 6,88 | 0,61 | 2,14* | 0,200 | | | | | | ✓ |
| C6 | 242 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 0,000 | 2,93 | 0,26 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 245 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 0,000 | 2,93 | 0,26 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 251 | 150,000 | 150,000 | 150,000 | 150,000 | 0,000 | 18,76 | 1,65 | 0,00 | | | | 1,655 | 0,7273 | | ✓ |
| C6 | 262 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 0,000 | 2,93 | 0,26 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 263 | 120,000 | 130,000 | 130,000 | 125,000 | 7,071 | -1,03 | -0,09 | 2,14* | 0,200 | | | | | | ✓ |
| C6 | 266 | 120,000 | 100,000 | 110,000 | 110,000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |
| C6 | 269 | 130,000 | 120,000 | 12,500 | 125,000 | 7,071 | -1,03 | -0,09 | 2,14* | 0,200 | | | | | | ✓ |
| C6 | 273 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 0,000 | 2,93 | 0,26 | 0,00 | | | | | | | ✓ |
| C6 | 280 | 150,000 | 150,000 | 150,000 | 150,000 | 0,000 | 18,76 | 1,65 | 0,00 | | | | 1,655 | 0,7273 | | ✓ |
| C6 | 285 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 0,000 | -20,83 | -1,84 | 0,00 | | | 1,837 | | 0,6640 | | ✓ |
| C6 | 299 | 110,000 | 120,000 | 11,500 | 115,000 | 7,071 | -8,95 | -0,79 | 2,14* | 0,200 | | | | | | ✓ |
| C6 | 301 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 0,000 | 2,93 | 0,26 | 0,00 | | | | | | | ✓ |

NOTAS:

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

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

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

| | $\sqrt{X_{i1}}$ | $\sqrt{X_{i2}}$ | $\sqrt{X_{i3}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| M (MM) | 126,09 | 126,52 | | 111,48 | 126,30 |
| SD _L (---) | 14,38 | 14,65 | | 41,13 | 14,32 |
| CV (%) | 11,40 | 11,58 | | 36,89 | 11,34 |

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD_L" 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:

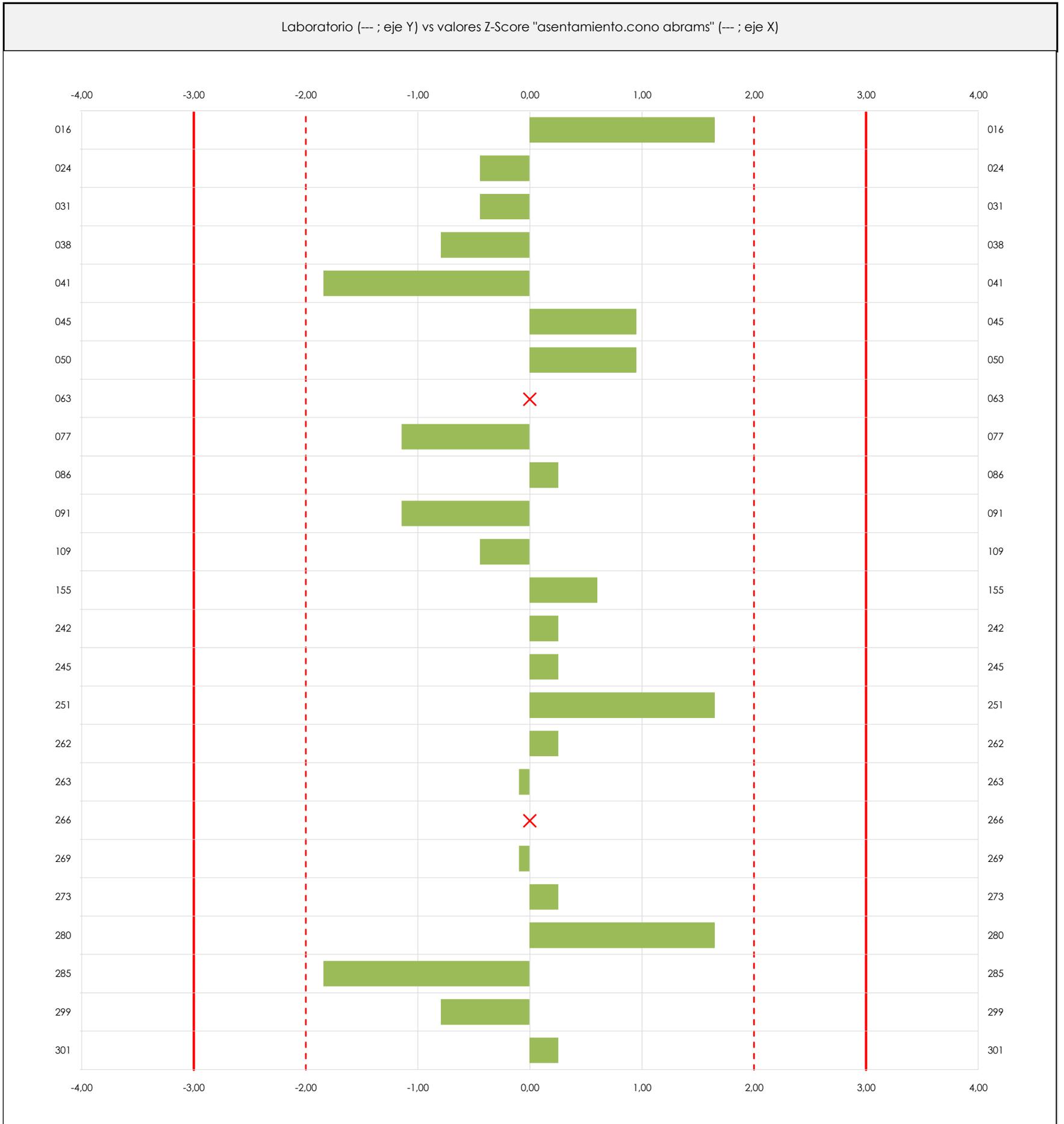
| | h | k | C | G _{Sim} | G _{Dob} |
|----|------|------|-------|------------------|------------------|
| 1% | 2,41 | 2,47 | 0,413 | 3,0870 | 0,4085 |
| 5% | 1,90 | 1,94 | 0,334 | 2,7810 | 0,4857 |

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

ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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

ASENTAMIENTO CONO ABRAMS (MM)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{i arit} % | ¿Pasa A? | ¿Pasa B? | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------|----------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| C6 | 016 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 0,000 | 18,76 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,655 | S |
| C6 | 024 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 0,000 | -4,99 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,440 | S |
| C6 | 031 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 0,000 | -4,99 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,440 | S |
| C6 | 038 | 120,00 | 110,00 | 120,00 | 120,00 | 115,00 | 7,071 | -8,95 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,789 | S |
| C6 | 041 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,000 | -20,83 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,837 | S |
| C6 | 045 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 0,000 | 10,84 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,956 | S |
| C6 | 050 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 0,000 | 10,84 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,956 | S |
| C6 | 063 | 120,00 | 70,00 | 120,00 | 95,00 | 95,00 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AB | 0 | --- | --- |
| C6 | 077 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 0,000 | -12,91 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,139 | S |
| C6 | 086 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 2,93 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,258 | S |
| C6 | 091 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 110,00 | 0,000 | -12,91 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,139 | S |
| C6 | 109 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 120,00 | 0,000 | -4,99 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,440 | S |
| C6 | 155 | 130,00 | 140,00 | 130,00 | 135,00 | 135,00 | 7,071 | 6,88 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,607 | S |
| C6 | 242 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 2,93 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,258 | S |
| C6 | 245 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 2,93 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,258 | S |
| C6 | 251 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 0,000 | 18,76 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,655 | S |
| C6 | 262 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 2,93 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,258 | S |
| C6 | 263 | 120,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 125,00 | 7,071 | -1,03 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,091 | S |
| C6 | 266 | 120,00 | 100,00 | 120,00 | 110,00 | 110,00 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AB | 1 | --- | --- |
| C6 | 269 | 130,00 | 120,00 | 130,00 | 12,50 | 125,00 | 7,071 | -1,03 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,091 | S |
| C6 | 273 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 2,93 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,258 | S |
| C6 | 280 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 0,000 | 18,76 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,655 | S |
| C6 | 285 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,000 | -20,83 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,837 | S |
| C6 | 299 | 110,00 | 120,00 | 110,00 | 11,50 | 115,00 | 7,071 | -8,95 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,789 | S |
| C6 | 301 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 0,000 | 2,93 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,258 | S |

NOTAS:

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

| | $\sqrt{X_{i1}}$ | $\sqrt{X_{i2}}$ | $\sqrt{X_{i3}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| M (MM) | 126,09 | 126,52 | | 111,48 | 126,30 |
| SD _L (---) | 14,38 | 14,65 | | 41,13 | 14,32 |
| CV (%) | 11,40 | 11,58 | | 36,89 | 11,34 |

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

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

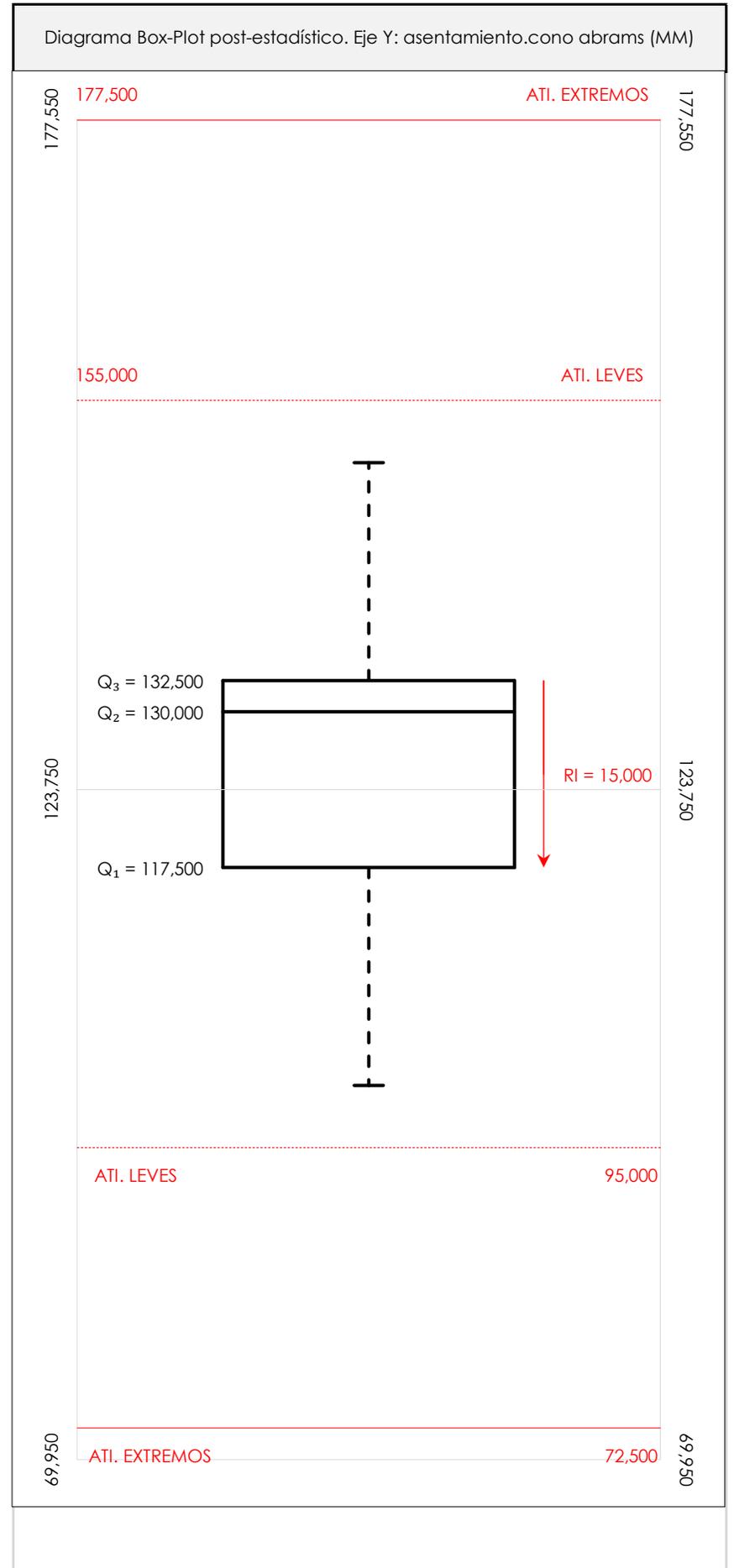
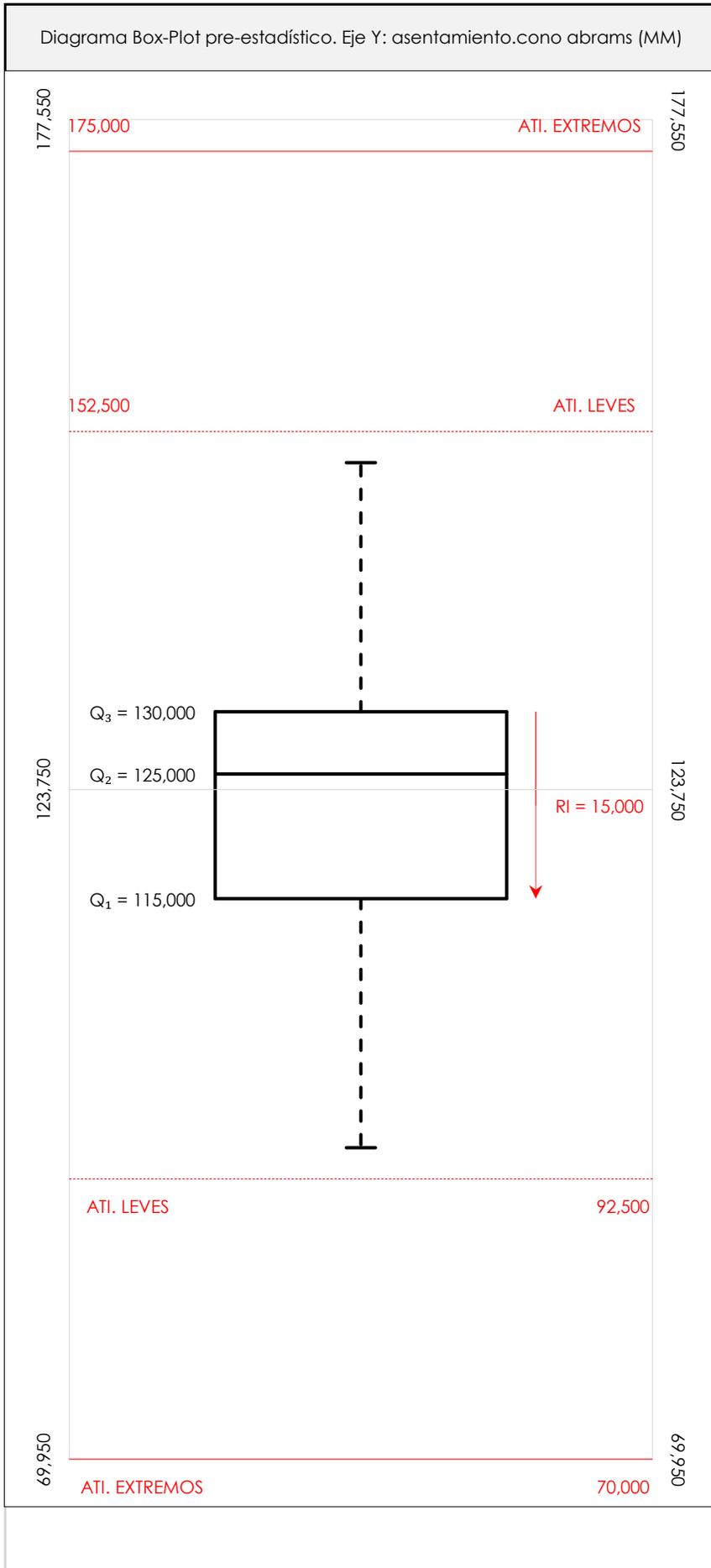
| | γ_r (%) | r (%) | γ_L (%) | γ_R (%) | R (%) |
|------------|----------------|-------|----------------|----------------|--------|
| Calculado | 2,610 | 7,309 | 11,186 | 11,486 | 32,162 |
| Referencia | | | | | |

- " γ_r " varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- " γ_L " varianza interlaboratorios.
- " γ_R " varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q₁ ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q₂ ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q₃ ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f₃ y f₁ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f₃⁺ y f₁⁺ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS", ha contado con la participación de un total de 25 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 2 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 2 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 2 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 3 iteraciones.

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | ESTADISTICO | | | | |
|-------------------------------|-----------------|----------|----------|-------------------------|--------------------------|-------------|----------|----------|-------------------------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 150,00 | 150,00 | | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | | 150,00 | 150,00 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 100,00 | 70,00 | | 11,50 | 95,00 | 100,00 | 100,00 | | 11,50 | 100,00 |
| Valor Promedio (M ; %) | 125,60 | 123,20 | | 110,76 | 124,40 | 126,09 | 126,52 | | 111,48 | 126,30 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 13,87 | 18,65 | | 39,51 | 15,37 | 14,38 | 14,65 | | 41,13 | 14,32 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,11 | 0,15 | | 0,36 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | | 0,37 | 0,11 |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R |
| Valor Calculado | 68,00 | 22,86 | 202,08 | 270,08 | 45,55 | 10,87 | 9,14 | 199,60 | 210,47 | 40,21 |
| Valor Referencia | 16,81 | 11,00 | | 64,00 | 22,00 | 16,81 | 11,00 | | 64,00 | 22,00 |

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | ESTADISTICO | | | | |
|---------------------------|-----------------|------|-------|------------------|------------------|-------------|------|-------|------------------|------------------|
| VARIABLES | h | k | C | G_{sim} | G_{Dob} | h | k | C | G_{sim} | G_{Dob} |
| Nivel de Significación 1% | 2,41 | 2,47 | 0,413 | 3,087 | 0,4085 | 2,41 | 2,47 | 0,437 | 3,087 | 0,4085 |
| Nivel de Significación 5% | 1,90 | 1,94 | 0,334 | 2,781 | 0,4857 | 1,90 | 1,94 | 0,354 | 2,781 | 0,4857 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 23 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.

INFORME DE ENSAYO HORMIGON

RESIST.COMPR. 28 D (CIL)

RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm²)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "resist.compr. 28 d (cil)", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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

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

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

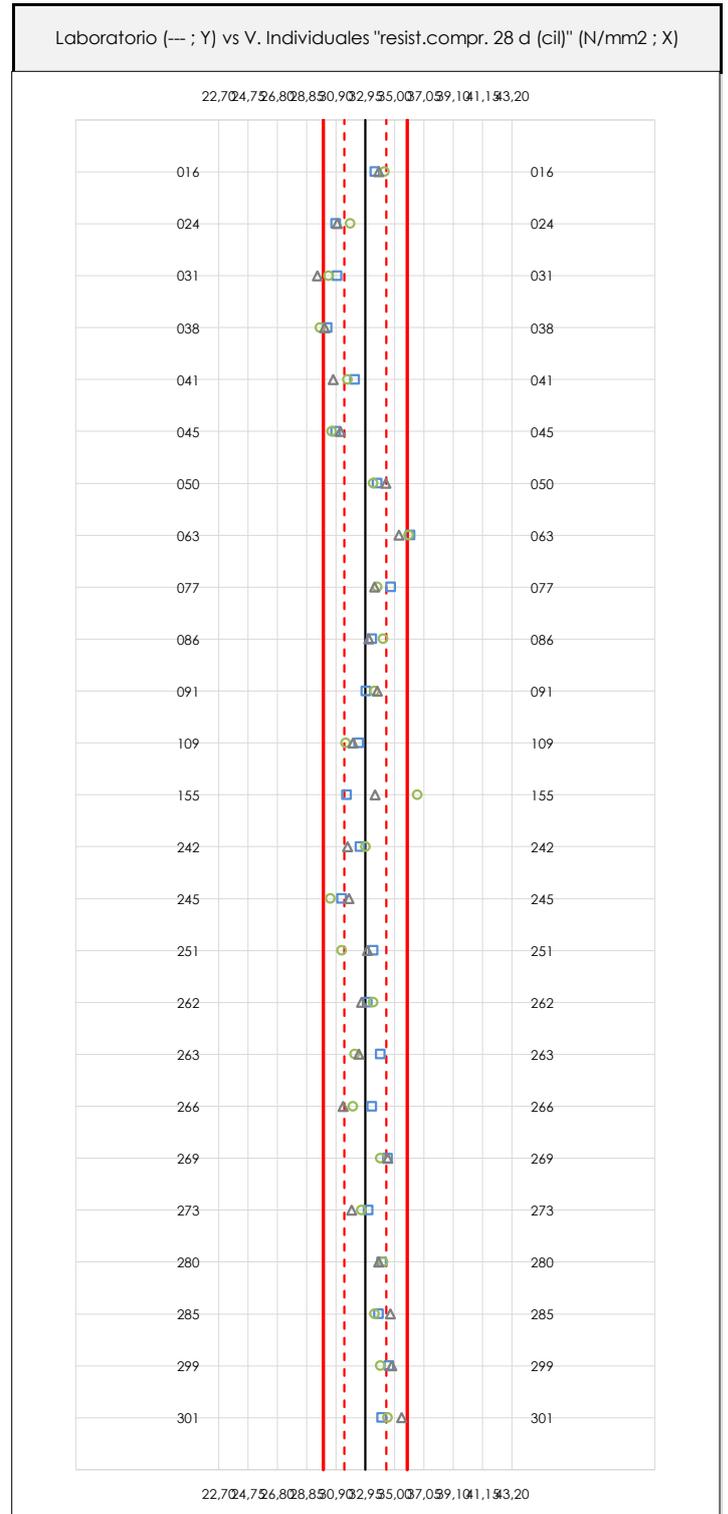
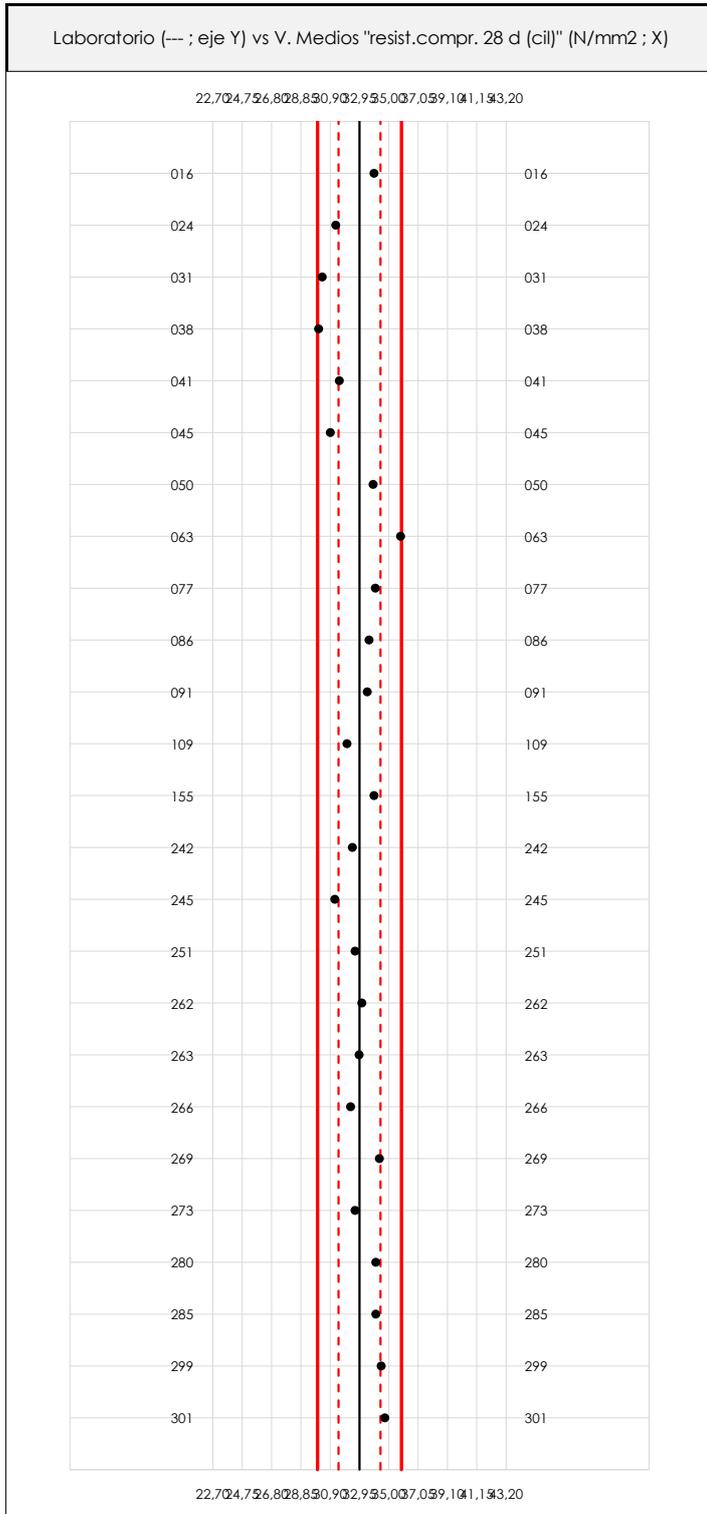
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

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

RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm²)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (32,95 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (34,42/31,48 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (35,88/30,01 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos los 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_{i1}) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo (X_{i2}) con un círculo verde "○" y el tercero (X_{i3}) con un triángulo gris "△".

RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm²)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{i arit} % | ¿Pasa A? | Observaciones |
|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------|---|
| C06 | 016 | 33,64 | 34,30 | 33,90 | 33,90 | 33,95 | 0,332 | 3,03 | ✓ | |
| C06 | 024 | 30,90 | 31,90 | 31,00 | 31,30 | 31,27 | 0,551 | -5,10 | ✓ | |
| C06 | 031 | 31,00 | 30,40 | 29,60 | 30,30 | 30,33 | 0,702 | -7,94 | ✓ | |
| C06 | 038 | 30,30 | 29,80 | 30,10 | 30,10 | 30,07 | 0,252 | -8,75 | ✓ | |
| C06 | 041 | 32,20 | 31,70 | 30,70 | 31,50 | 31,53 | 0,764 | -4,29 | ✓ | |
| C06 | 045 | 30,90 | 30,60 | 31,20 | 30,90 | 30,90 | 0,300 | -6,22 | ✓ | |
| C06 | 050 | 33,80 | 33,50 | 34,40 | 33,90 | 33,90 | 0,458 | 2,89 | ✓ | |
| C06 | 063 | 36,10 | 36,00 | 35,30 | 35,80 | 35,80 | 0,436 | 8,66 | ✓ | |
| C06 | 077 | 34,75 | 33,80 | 33,60 | 34,05 | 34,05 | 0,614 | 3,34 | ✓ | Aclarar si probetas tuvieron rotura NO satisfactoria |
| C06 | 086 | 33,40 | 34,20 | 33,20 | 33,60 | 33,60 | 0,529 | 1,98 | ✓ | |
| C06 | 091 | 33,00 | 33,60 | 33,80 | 33,50 | 33,47 | 0,416 | 1,57 | ✓ | |
| C06 | 109 | 32,50 | 31,60 | 32,10 | 32,10 | 32,07 | 0,451 | -2,68 | ✓ | |
| C06 | 155 | 31,64 | 36,59 | 33,62 | 33,95 | 33,95 | 2,492 | 3,05 | ✓ | |
| C06 | 242 | 32,59 | 32,97 | 31,72 | 32,43 | 32,43 | 0,638 | -1,58 | ✓ | |
| C06 | 245 | 31,30 | 30,50 | 31,80 | 31,20 | 31,20 | 0,656 | -5,31 | ✗ | Desv.trazabilidad resultado con sus datos de carga y area |
| C06 | 251 | 33,50 | 31,30 | 33,10 | 32,63 | 32,63 | 1,172 | -0,96 | ✗ | Desv.trazabilidad resultado con sus datos de carga y area |
| C06 | 262 | 33,10 | 33,52 | 32,70 | 33,11 | 33,11 | 0,410 | 0,48 | ✓ | |
| C06 | 263 | 34,00 | 32,20 | 32,50 | 32,90 | 32,90 | 0,964 | -0,15 | ✓ | |
| C06 | 266 | 33,40 | 32,10 | 31,40 | 32,30 | 32,30 | 1,015 | -1,97 | ✓ | |
| C06 | 269 | 34,50 | 34,00 | 34,50 | 34,33 | 34,33 | 0,289 | 4,20 | ✓ | |
| C06 | 273 | 33,16 | 32,70 | 32,00 | 32,63 | 32,62 | 0,584 | -1,00 | ✓ | |
| C06 | 280 | 34,10 | 34,20 | 33,90 | 34,06 | 34,07 | 0,153 | 3,39 | ✓ | |
| C06 | 285 | 33,90 | 33,60 | 34,70 | 34,10 | 34,07 | 0,569 | 3,39 | ✓ | |
| C06 | 299 | 34,60 | 34,00 | 34,80 | 34,46 | 34,47 | 0,416 | 4,61 | ✓ | |
| C06 | 301 | 34,10 | 34,50 | 35,50 | 34,70 | 34,70 | 0,721 | 5,32 | ✓ | |

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.

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

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

⁰⁴ 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:

| | $\forall X_{i1}$ | $\forall X_{i2}$ | $\forall X_{i3}$ | $\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$ |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| M (N/mm ²) | 33,06 | 32,94 | 32,85 | 32,95 | 32,95 |
| SD _L (---) | 1,43 | 1,72 | 1,64 | 1,47 | 1,47 |
| CV (%) | 4,33 | 5,21 | 5,00 | 4,45 | 4,45 |

- " $\forall X_{i,j}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD_L" 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:

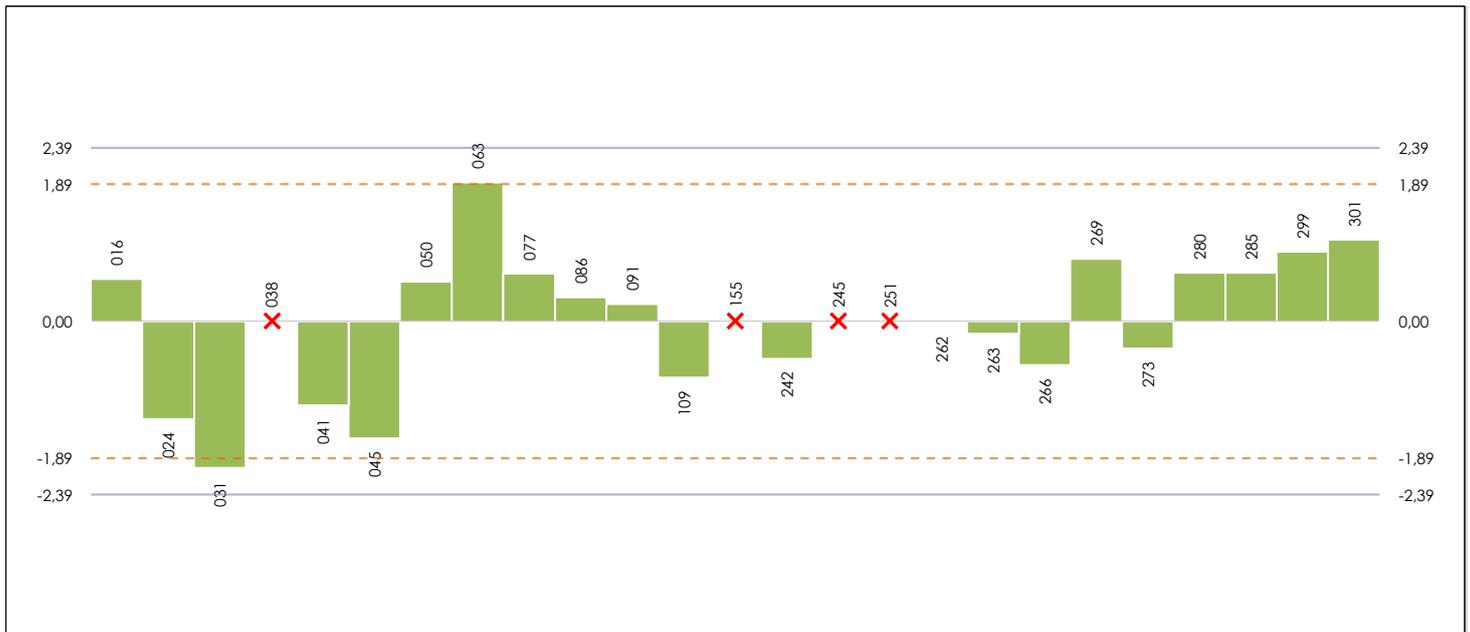
| | Y _r (%) | r (%) | Y _L (%) | Y _R (%) | R (%) |
|------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|
| Calculado | 2,358 | 6,602 | 4,240 | 4,852 | 13,585 |
| Referencia | 2,900 | 8,000 | | 3,100 | 11,700 |

- "Y_r" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "Y_L" varianza interlaboratorios.
- "Y_R" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm²)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

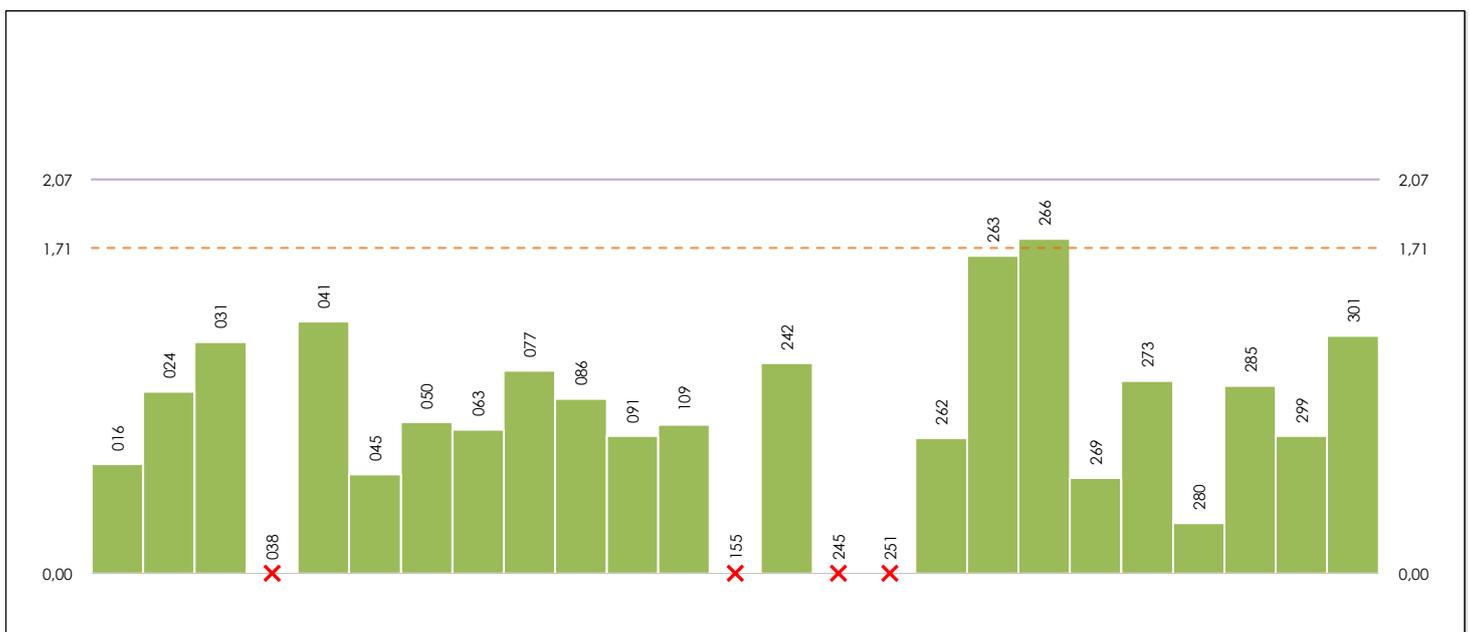
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



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.

RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm²)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{i arit} % | h _i | k _i | C _i | G _{Sim Inf} | G _{Sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | ¿Pasa B? |
|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| C06 | 016 | 33,641 | 34,300 | 33,900 | 33,900 | 33,947 | 0,332 | 2,45 | 0,58 | 0,57 | | | | | | ✓ |
| C06 | 024 | 30,900 | 31,900 | 31,000 | 31,300 | 31,267 | 0,551 | -5,64 | -1,35 | 0,95 | | | | | | ✓ |
| C06 | 031 | 31,000 | 30,400 | 29,600 | 30,300 | 30,333 | 0,702 | -8,46 | -2,02* | 1,22 | 0,147 | 2,021 | | 0,6312 | | ✓ |
| C06 | 038 | 30,300 | 29,800 | 30,100 | 30,100 | 30,067 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ✗ |
| C06 | 041 | 32,200 | 31,700 | 30,700 | 31,500 | 31,533 | 0,764 | -4,84 | -1,16 | 1,32 | | | | | | ✓ |
| C06 | 045 | 30,900 | 30,600 | 31,200 | 30,900 | 30,900 | 0,300 | -6,75 | -1,61 | 0,52 | | | | 0,6312 | | ✓ |
| C06 | 050 | 33,800 | 33,500 | 34,400 | 33,900 | 33,900 | 0,458 | 2,31 | 0,55 | 0,79 | | | | | | ✓ |
| C06 | 063 | 36,100 | 36,000 | 35,300 | 35,800 | 35,800 | 0,436 | 8,04 | 1,92* | 0,75 | 0,147 | 1,921 | | 0,7274 | | ✓ |
| C06 | 077 | 34,750 | 33,800 | 33,600 | 34,050 | 34,050 | 0,614 | 2,76 | 0,66 | 1,06 | | | | | | ✓ |
| C06 | 086 | 33,400 | 34,200 | 33,200 | 33,600 | 33,600 | 0,529 | 1,40 | 0,33 | 0,92 | | | | | | ✓ |
| C06 | 091 | 33,000 | 33,600 | 33,800 | 33,500 | 33,467 | 0,416 | 1,00 | 0,24 | 0,72 | | | | | | ✓ |
| C06 | 109 | 32,500 | 31,600 | 32,100 | 32,100 | 32,067 | 0,451 | -3,23 | -0,77 | 0,78 | | | | | | ✓ |
| C06 | 155 | 31,643 | 36,593 | 33,624 | 33,953 | 33,953 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ✗ |
| C06 | 242 | 32,589 | 32,968 | 31,723 | 32,427 | 32,427 | 0,638 | -2,14 | -0,51 | 1,10 | | | | | | ✓ |
| C06 | 245 | 31,300 | 30,500 | 31,800 | 31,200 | 31,200 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ✗ |
| C06 | 251 | 33,500 | 31,300 | 33,100 | 32,633 | 32,633 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ✗ |
| C06 | 262 | 33,100 | 33,520 | 32,700 | 33,107 | 33,107 | 0,410 | -0,09 | -0,02 | 0,71 | | | | | | ✓ |
| C06 | 263 | 34,000 | 32,200 | 32,500 | 32,900 | 32,900 | 0,964 | -0,71 | -0,17 | 1,67 | | | | | | ✓ |
| C06 | 266 | 33,400 | 32,100 | 31,400 | 32,300 | 32,300 | 1,015 | -2,52 | -0,60 | 1,76* | 0,147 | | | | | ✓ |
| C06 | 269 | 34,500 | 34,000 | 34,500 | 34,330 | 34,333 | 0,289 | 3,61 | 0,86 | 0,50 | | | | | | ✓ |
| C06 | 273 | 33,160 | 32,700 | 32,000 | 32,630 | 32,620 | 0,584 | -1,56 | -0,37 | 1,01 | | | | | | ✓ |
| C06 | 280 | 34,100 | 34,200 | 33,900 | 34,060 | 34,067 | 0,153 | 2,81 | 0,67 | 0,26 | | | | | | ✓ |
| C06 | 285 | 33,900 | 33,600 | 34,700 | 34,100 | 34,067 | 0,569 | 2,81 | 0,67 | 0,98 | | | | | | ✓ |
| C06 | 299 | 34,600 | 34,000 | 34,800 | 34,460 | 34,467 | 0,416 | 4,02 | 0,96 | 0,72 | | | | | | ✓ |
| C06 | 301 | 34,100 | 34,500 | 35,500 | 34,700 | 34,700 | 0,721 | 4,72 | 1,13 | 1,25 | | | | 0,7274 | | ✓ |

NOTAS:

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

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

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

| | $\sqrt{X_{i1}}$ | $\sqrt{X_{i2}}$ | $\sqrt{X_{i3}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| M (N/mm ²) | 33,32 | 33,11 | 32,98 | 33,14 | 33,14 |
| SD _L (---) | 1,32 | 1,38 | 1,66 | 1,39 | 1,39 |
| CV (%) | 3,96 | 4,18 | 5,03 | 4,19 | 4,19 |

- " $\sqrt{X_{i j}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD_L" 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:

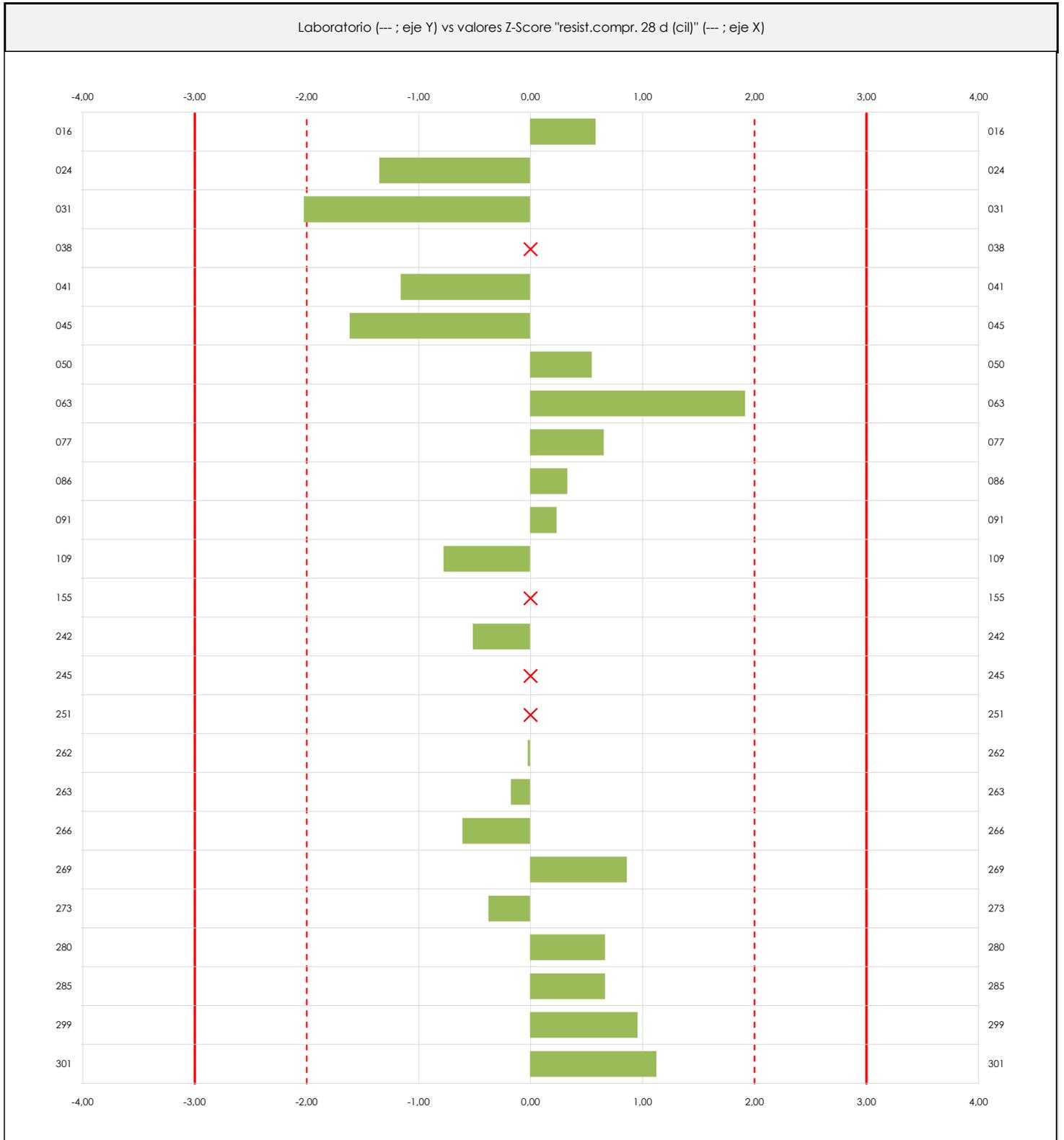
| | h | k | C | G _{Sim} | G _{Dob} |
|----|------|------|-------|------------------|------------------|
| 1% | 2,39 | 2,07 | 0,278 | 3,0310 | 0,3761 |
| 5% | 1,89 | 1,71 | 0,228 | 2,7330 | 0,4556 |

- "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_{Sim}" y "G_{Dob}" valores críticos de Grubbs

RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm²)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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

RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm²)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{i arit} % | ¿Pasa A? | ¿Pasa B? | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------|----------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| C06 | 016 | 33,64 | 34,30 | 33,90 | 33,90 | 33,95 | 0,332 | 2,45 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,585 | S |
| C06 | 024 | 30,90 | 31,90 | 31,00 | 31,30 | 31,27 | 0,551 | -5,64 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,348 | S |
| C06 | 031 | 31,00 | 30,40 | 29,60 | 30,30 | 30,33 | 0,702 | -8,46 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -2,021 | D |
| C06 | 038 | 30,30 | 29,80 | 30,10 | 30,10 | 30,07 | --- | --- | ✓ | X | X | AB | 0 | --- | --- |
| C06 | 041 | 32,20 | 31,70 | 30,70 | 31,50 | 31,53 | 0,764 | -4,84 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,155 | S |
| C06 | 045 | 30,90 | 30,60 | 31,20 | 30,90 | 30,90 | 0,300 | -6,75 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,612 | S |
| C06 | 050 | 33,80 | 33,50 | 34,40 | 33,90 | 33,90 | 0,458 | 2,31 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,551 | S |
| C06 | 063 | 36,10 | 36,00 | 35,30 | 35,80 | 35,80 | 0,436 | 8,04 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,921 | S |
| C06 | 077 | 34,75 | 33,80 | 33,60 | 34,05 | 34,05 | 0,614 | 2,76 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,659 | S |
| C06 | 086 | 33,40 | 34,20 | 33,20 | 33,60 | 33,60 | 0,529 | 1,40 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,335 | S |
| C06 | 091 | 33,00 | 33,60 | 33,80 | 33,50 | 33,47 | 0,416 | 1,00 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,239 | S |
| C06 | 109 | 32,50 | 31,60 | 32,10 | 32,10 | 32,07 | 0,451 | -3,23 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,771 | S |
| C06 | 155 | 31,64 | 36,59 | 33,62 | 33,95 | 33,95 | --- | --- | ✓ | X | X | AB | 0 | --- | --- |
| C06 | 242 | 32,59 | 32,97 | 31,72 | 32,43 | 32,43 | 0,638 | -2,14 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,511 | S |
| C06 | 245 | 31,30 | 30,50 | 31,80 | 31,20 | 31,20 | --- | --- | X | X | X | SD | | --- | --- |
| C06 | 251 | 33,50 | 31,30 | 33,10 | 32,63 | 32,63 | --- | --- | X | X | X | SD | | --- | --- |
| C06 | 262 | 33,10 | 33,52 | 32,70 | 33,11 | 33,11 | 0,410 | -0,09 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,021 | S |
| C06 | 263 | 34,00 | 32,20 | 32,50 | 32,90 | 32,90 | 0,964 | -0,71 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,170 | S |
| C06 | 266 | 33,40 | 32,10 | 31,40 | 32,30 | 32,30 | 1,015 | -2,52 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,603 | S |
| C06 | 269 | 34,50 | 34,00 | 34,50 | 34,33 | 34,33 | 0,289 | 3,61 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,864 | S |
| C06 | 273 | 33,16 | 32,70 | 32,00 | 32,63 | 32,62 | 0,584 | -1,56 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,372 | S |
| C06 | 280 | 34,10 | 34,20 | 33,90 | 34,06 | 34,07 | 0,153 | 2,81 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,671 | S |
| C06 | 285 | 33,90 | 33,60 | 34,70 | 34,10 | 34,07 | 0,569 | 2,81 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,671 | S |
| C06 | 299 | 34,60 | 34,00 | 34,80 | 34,46 | 34,47 | 0,416 | 4,02 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,960 | S |
| C06 | 301 | 34,10 | 34,50 | 35,50 | 34,70 | 34,70 | 0,721 | 4,72 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,128 | S |

NOTAS:

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

| | $\forall X_{i1}$ | $\forall X_{i2}$ | $\forall X_{i3}$ | $\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$ |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| M (N/mm ²) | 33,32 | 33,11 | 32,98 | 33,14 | 33,14 |
| SD _L (---) | 1,32 | 1,38 | 1,66 | 1,39 | 1,39 |
| CV (%) | 3,96 | 4,18 | 5,03 | 4,19 | 4,19 |

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

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

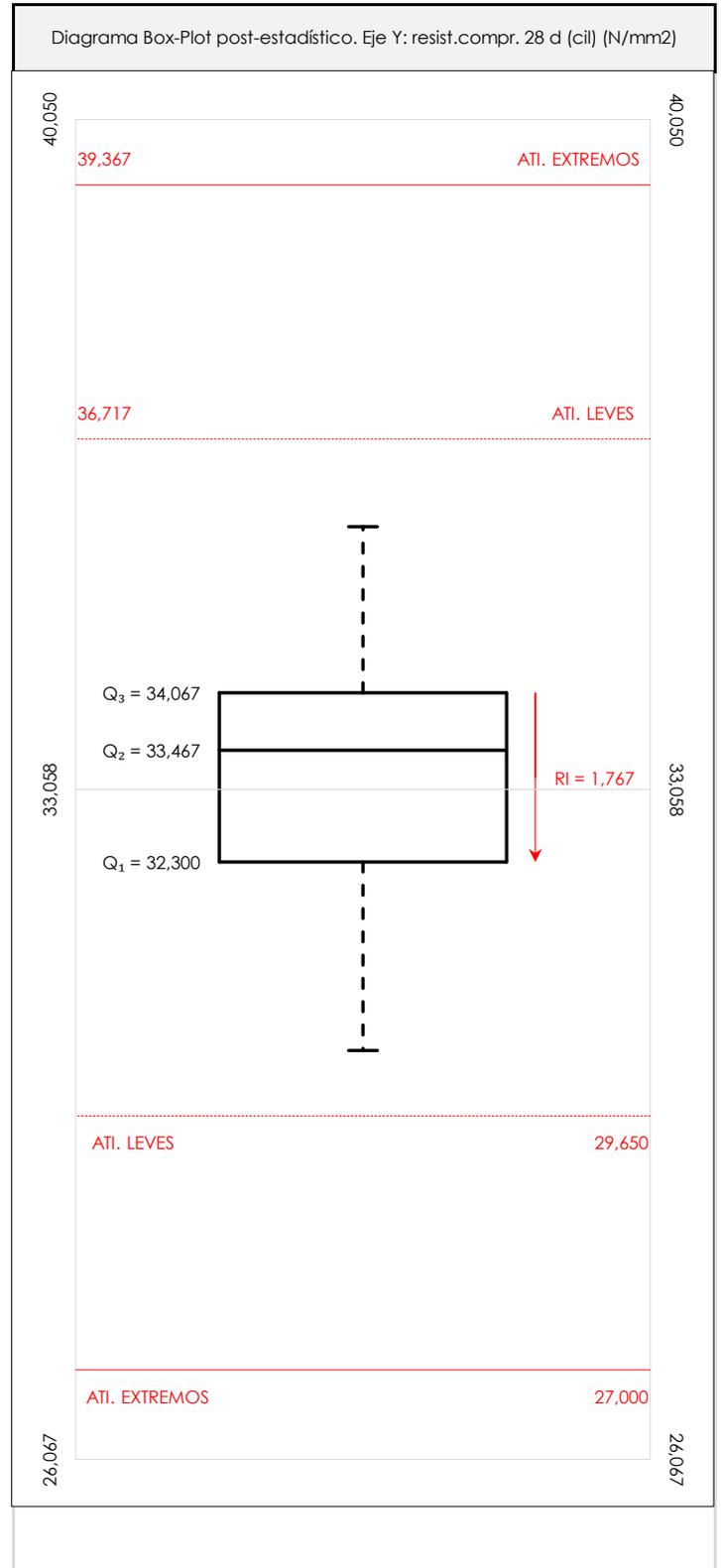
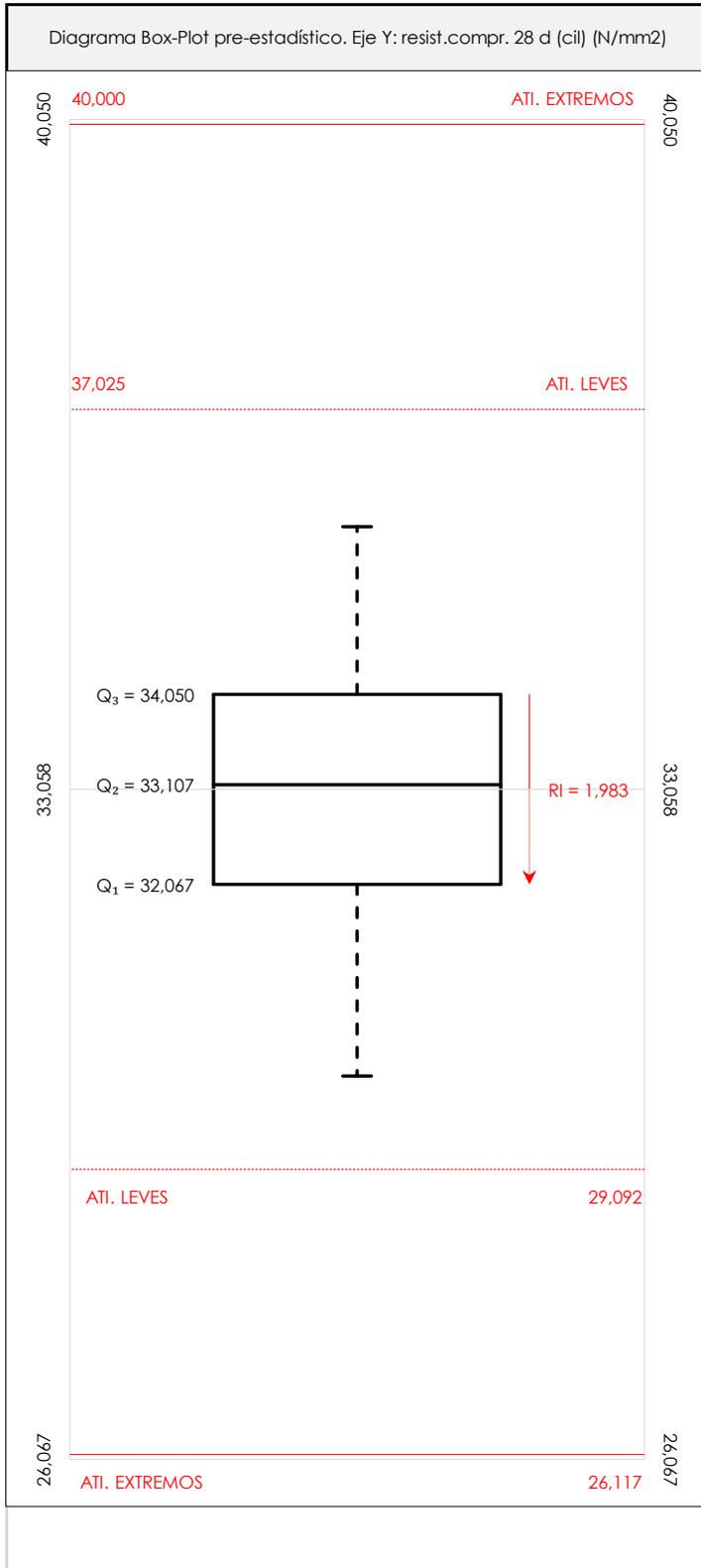
| | Y _r (%) | r (%) | Y _L (%) | Y _R (%) | R (%) |
|------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|
| Calculado | 1,744 | 4,884 | 4,062 | 4,421 | 12,379 |
| Referencia | 2,900 | 8,000 | | 3,100 | 11,700 |

- "Y_r" varianza de repetibilidad.
- "r" (%) repetibilidad.
- "Y_L" varianza interlaboratorios.
- "Y_R" varianza de reproducibilidad.
- "R" (%) reproducibilidad.

RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm²)

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 (Q₁; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q₂; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q₃; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f₃ y f₁ para el máximo y mínimo respectivamente; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f₃⁺ y f₁⁺ para el máximo y mínimo respectivamente; líneas continuas de color rojo).

RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm²)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "RESIST.COMPR. 28 D (CIL)", ha contado con la participación de un total de 25 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 4 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 2 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | ESTADISTICO | | | | |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| VARIABLES | X _{i 1} | X _{i 2} | X _{i 3} | $\bar{X}_{i lab}$ | $\bar{X}_{i arit}$ | X _{i 1} | X _{i 2} | X _{i 3} | $\bar{X}_{i lab}$ | $\bar{X}_{i arit}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 36,10 | 36,59 | 35,50 | 35,80 | 35,80 | 36,10 | 36,00 | 35,50 | 35,80 | 35,80 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 30,30 | 29,80 | 29,60 | 30,10 | 30,07 | 30,90 | 30,40 | 29,60 | 30,30 | 30,33 |
| Valor Promedio (M ; %) | 33,06 | 32,94 | 32,85 | 32,95 | 32,95 | 33,32 | 33,11 | 32,98 | 33,14 | 33,14 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 1,43 | 1,72 | 1,64 | 1,47 | 1,47 | 1,32 | 1,38 | 1,66 | 1,39 | 1,39 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| VARIABLES | γ_r (%) | r (%) | γ_L (%) | γ_R (%) | R (%) | γ_r (%) | r (%) | γ_L (%) | γ_R (%) | R (%) |
| Valor Calculado | 2,36 | 6,60 | 4,24 | 4,85 | 13,59 | 1,74 | 4,88 | 4,06 | 4,42 | 12,38 |
| 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_{sim} y G_{Dob} " de Grubbs, todos ellos adimensionales, obtenidos de las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios y del número de ensayos efectuados por cada uno de ellos:

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | ESTADISTICO | | | | |
|---------------------------|-----------------|------|-------|-----------|-----------|-------------|------|-------|-----------|-----------|
| VARIABLES | h | k | C | G_{sim} | G_{Dob} | h | k | C | G_{sim} | G_{Dob} |
| Nivel de Significación 1% | 2,39 | 2,07 | 0,278 | 3,031 | 0,3761 | 2,39 | 2,07 | 0,318 | 3,031 | 0,3761 |
| Nivel de Significación 5% | 1,89 | 1,71 | 0,228 | 2,733 | 0,4556 | 1,89 | 1,71 | 0,261 | 2,733 | 0,4556 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 20 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

INFORME DE ENSAYO HORMIGON

RESIST.COMPR. 28 D (CUB)

RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm²)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "resist.compr. 28 d (cub)", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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

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

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

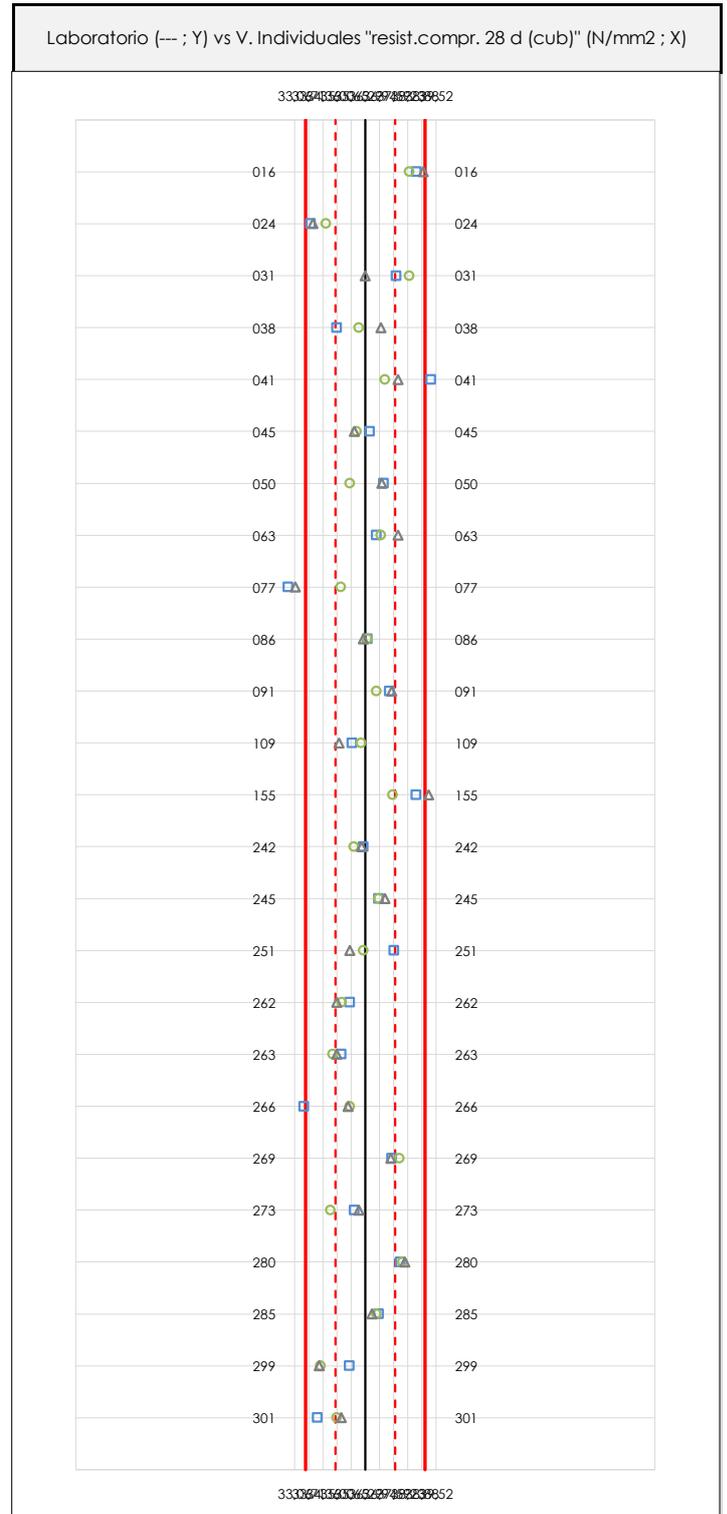
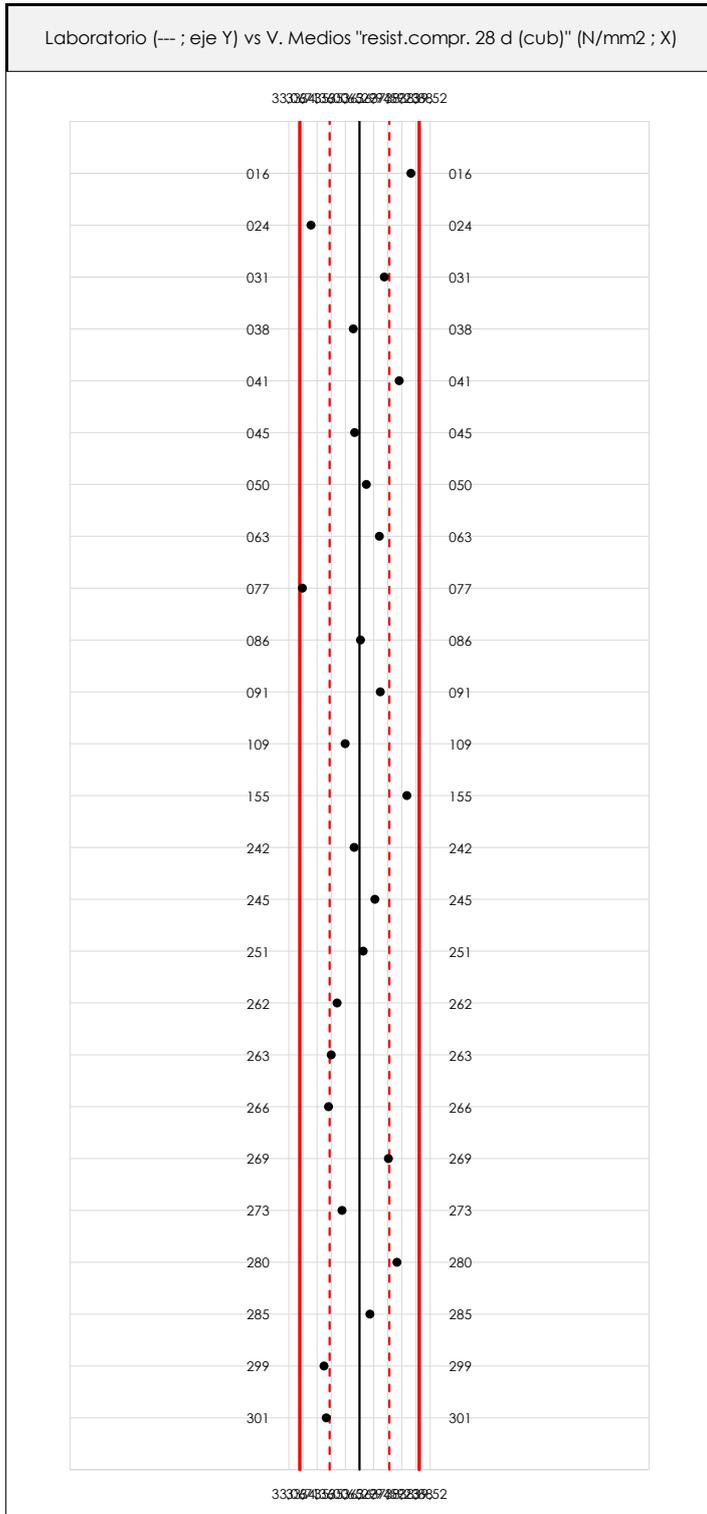
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

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

RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm²)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (36,29 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,66/34,93 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,02/33,57 ; 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_{i1}) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo (X_{i2}) con un círculo verde "○" y el tercero (X_{i3}) con un triángulo gris "△".

RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm²)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{i arit} % | ¿Pasa A? | Observaciones |
|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------|--|
| C06 | 016 | 38,63 | 38,31 | 38,95 | 38,63 | 38,63 | 0,320 | 6,44 | ✓ | |
| C06 | 024 | 33,80 | 34,50 | 33,90 | 34,10 | 34,07 | 0,379 | -6,14 | ✓ | |
| C06 | 031 | 37,70 | 38,30 | 36,30 | 37,40 | 37,43 | 1,026 | 3,14 | ✓ | |
| C06 | 038 | 35,00 | 36,00 | 37,00 | 36,00 | 36,00 | 1,000 | -0,81 | ✓ | |
| C06 | 041 | 39,30 | 37,20 | 37,80 | 38,10 | 38,10 | 1,082 | 4,97 | ✓ | |
| C06 | 045 | 36,50 | 35,90 | 35,80 | 36,10 | 36,07 | 0,379 | -0,63 | ✓ | |
| C06 | 050 | 37,14 | 35,60 | 37,05 | 36,60 | 36,60 | 0,864 | 0,83 | ✓ | |
| C06 | 063 | 36,80 | 37,00 | 37,80 | 37,20 | 37,20 | 0,529 | 2,49 | ✓ | |
| C06 | 077 | 32,76 | 35,17 | 33,09 | 33,67 | 33,67 | 1,307 | -7,22 | ✓ | Aclarar si probetas tuvieron rotura NO satisfactoria |
| C06 | 086 | 36,40 | 36,40 | 36,20 | 36,30 | 36,33 | 0,115 | 0,11 | ✓ | |
| C06 | 091 | 37,40 | 36,80 | 37,50 | 37,20 | 37,23 | 0,379 | 2,59 | ✓ | |
| C06 | 109 | 35,70 | 36,10 | 35,10 | 35,60 | 35,63 | 0,503 | -1,82 | ✓ | |
| C06 | 155 | 38,63 | 37,54 | 39,19 | 38,45 | 38,45 | 0,837 | 5,95 | ✓ | |
| C06 | 242 | 36,21 | 35,77 | 36,13 | 36,04 | 36,04 | 0,237 | -0,71 | ✓ | |
| C06 | 245 | 36,90 | 36,90 | 37,20 | 37,00 | 37,00 | 0,173 | 1,94 | ✓ | |
| C06 | 251 | 37,60 | 36,20 | 35,60 | 36,47 | 36,47 | 1,026 | 0,47 | ✓ | |
| C06 | 262 | 35,60 | 35,22 | 34,99 | 35,27 | 35,27 | 0,308 | -2,82 | ✓ | |
| C06 | 263 | 35,20 | 34,80 | 35,00 | 35,00 | 35,00 | 0,200 | -3,57 | ✓ | |
| C06 | 266 | 33,50 | 35,60 | 35,50 | 34,90 | 34,87 | 1,185 | -3,94 | ✓ | |
| C06 | 269 | 37,50 | 37,86 | 37,47 | 37,61 | 37,61 | 0,217 | 3,62 | ✓ | |
| C06 | 273 | 35,80 | 34,70 | 36,00 | 35,50 | 35,50 | 0,700 | -2,19 | ✓ | |
| C06 | 280 | 37,90 | 38,00 | 38,10 | 38,00 | 38,00 | 0,100 | 4,70 | ✓ | |
| C06 | 285 | 36,90 | 36,80 | 36,60 | 36,80 | 36,77 | 0,153 | 1,30 | ✓ | |
| C06 | 299 | 35,57 | 34,26 | 34,18 | 34,70 | 34,67 | 0,780 | -4,48 | ✓ | |
| C06 | 301 | 34,10 | 35,00 | 35,20 | 34,80 | 34,77 | 0,586 | -4,21 | ✓ | |

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.

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

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

⁰⁴ 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:

| | $\sqrt{X_{i1}}$ | $\sqrt{X_{i2}}$ | $\sqrt{X_{i3}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| M (N/mm ²) | 36,34 | 36,24 | 36,31 | 36,30 | 36,29 |
| SD _L (---) | 1,66 | 1,21 | 1,53 | 1,36 | 1,36 |
| CV (%) | 4,58 | 3,33 | 4,21 | 3,74 | 3,76 |

- " $\sqrt{X_{i j}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD_L" 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:

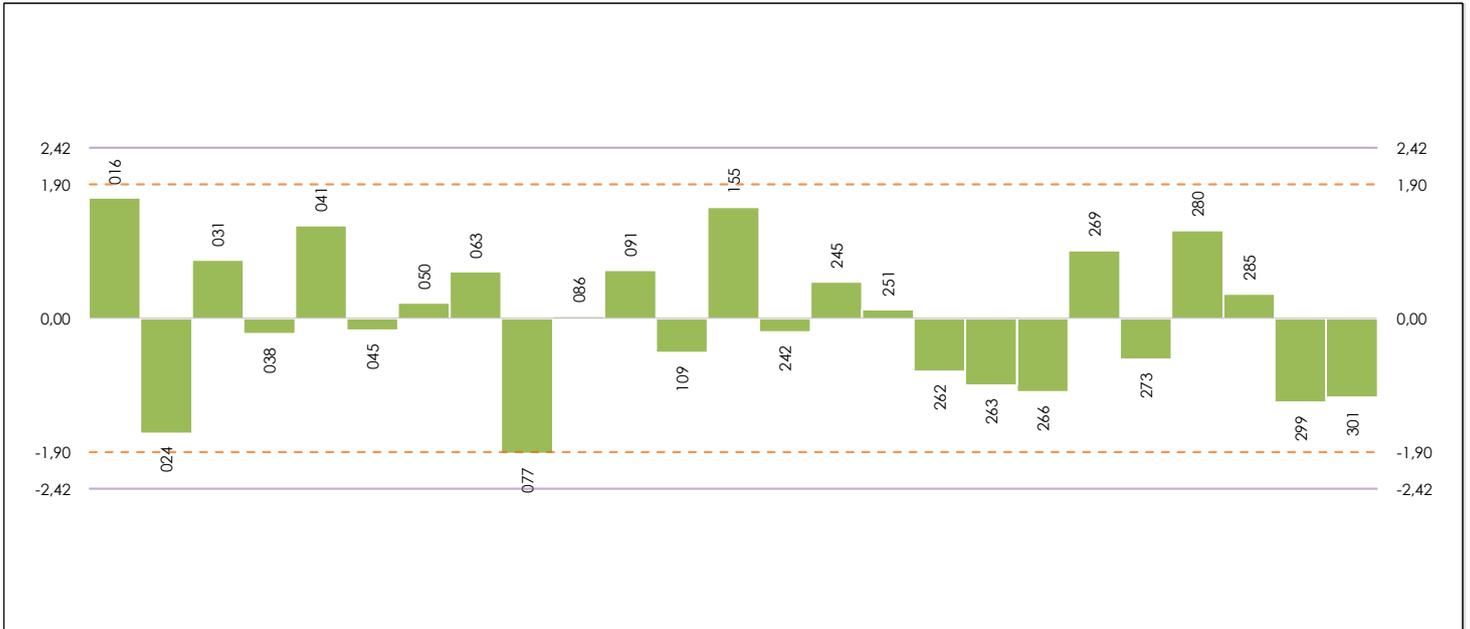
| | Y _r (%) | r (%) | Y _L (%) | Y _R (%) | R (%) |
|------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|
| Calculado | 1,881 | 5,268 | 3,600 | 4,062 | 11,374 |
| Referencia | 3,200 | 9,000 | | 4,700 | 13,200 |

- "Y_r" varianza de repetibilidad.
- "r" repetibilidad.
- "Y_L" varianza interlaboratorios.
- "Y_R" varianza de reproducibilidad.
- "R" reproducibilidad.

RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm²)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

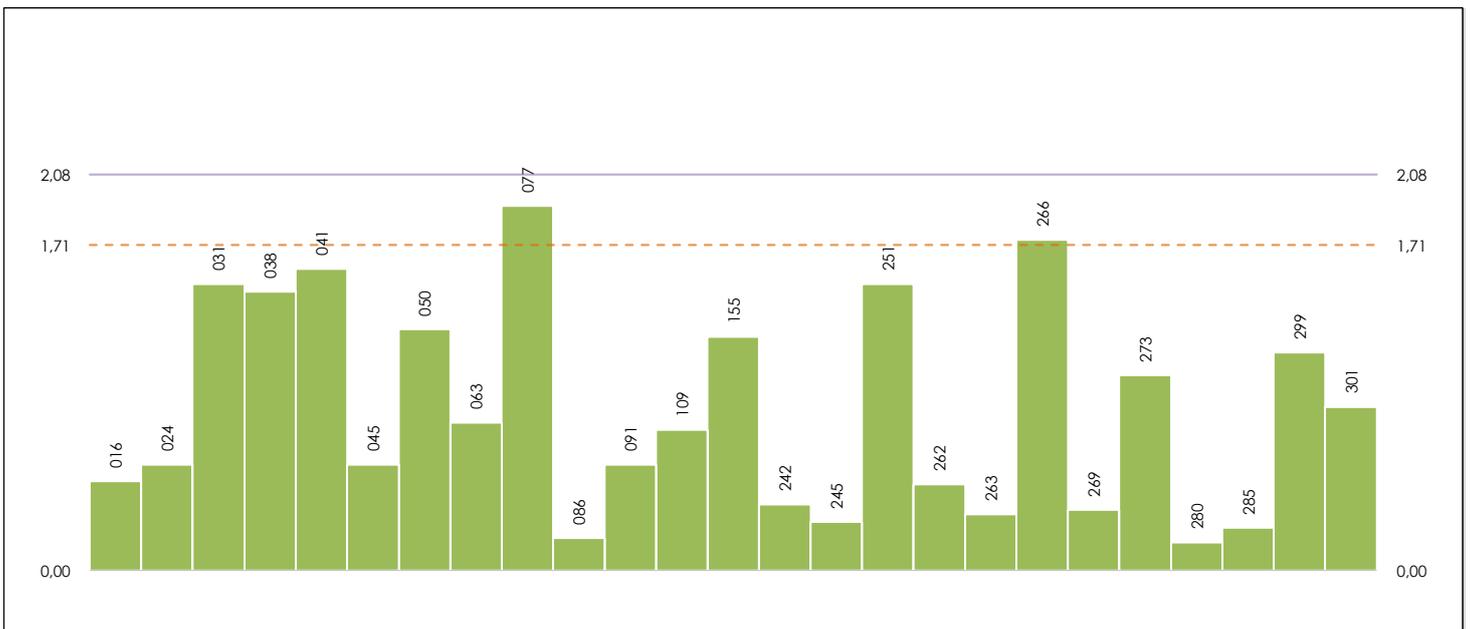
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



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.

RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm²)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{i arit} % | h _i | k _i | C _i | G _{Sim Inf} | G _{Sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | ¿Pasa B? |
|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| C06 | 016 | 38,631 | 38,311 | 38,951 | 38,633 | 38,631 | 0,320 | 6,44 | 1,71 | 0,47 | | | 1,712 | | 0,7540 | ✓ |
| C06 | 024 | 33,800 | 34,500 | 33,900 | 34,100 | 34,067 | 0,379 | -6,14 | -1,63 | 0,55 | | | | 0,7123 | | ✓ |
| C06 | 031 | 37,700 | 38,300 | 36,300 | 37,400 | 37,433 | 1,026 | 3,14 | 0,83 | 1,50 | | | | | | ✓ |
| C06 | 038 | 35,000 | 36,000 | 37,000 | 36,000 | 36,000 | 1,000 | -0,81 | -0,22 | 1,46 | | | | | | ✓ |
| C06 | 041 | 39,300 | 37,200 | 37,800 | 38,100 | 38,100 | 1,082 | 4,97 | 1,32 | 1,58 | | | | | | ✓ |
| C06 | 045 | 36,500 | 35,900 | 35,800 | 36,100 | 36,067 | 0,379 | -0,63 | -0,17 | 0,55 | | | | | | ✓ |
| C06 | 050 | 37,140 | 35,600 | 37,050 | 36,600 | 36,597 | 0,864 | 0,83 | 0,22 | 1,27 | | | | | | ✓ |
| C06 | 063 | 36,800 | 37,000 | 37,800 | 37,200 | 37,200 | 0,529 | 2,49 | 0,66 | 0,77 | | | | | | ✓ |
| C06 | 077 | 32,760 | 35,170 | 33,090 | 33,670 | 33,673 | 1,307 | -7,22 | -1,92* | 1,91* | 0,146 | 1,921 | | 0,7123 | | ✓ |
| C06 | 086 | 36,400 | 36,400 | 36,200 | 36,300 | 36,333 | 0,115 | 0,11 | 0,03 | 0,17 | | | | | | ✓ |
| C06 | 091 | 37,400 | 36,800 | 37,500 | 37,200 | 37,233 | 0,379 | 2,59 | 0,69 | 0,55 | | | | | | ✓ |
| C06 | 109 | 35,700 | 36,100 | 35,100 | 35,600 | 35,633 | 0,503 | -1,82 | -0,48 | 0,74 | | | | | | ✓ |
| C06 | 155 | 38,625 | 37,544 | 39,192 | 38,454 | 38,454 | 0,837 | 5,95 | 1,58 | 1,23 | | | | | 0,7540 | ✓ |
| C06 | 242 | 36,213 | 35,767 | 36,128 | 36,036 | 36,036 | 0,237 | -0,71 | -0,19 | 0,35 | | | | | | ✓ |
| C06 | 245 | 36,900 | 36,900 | 37,200 | 37,000 | 37,000 | 0,173 | 1,94 | 0,52 | 0,25 | | | | | | ✓ |
| C06 | 251 | 37,600 | 36,200 | 35,600 | 36,467 | 36,467 | 1,026 | 0,47 | 0,13 | 1,50 | | | | | | ✓ |
| C06 | 262 | 35,600 | 35,220 | 34,990 | 35,270 | 35,270 | 0,308 | -2,82 | -0,75 | 0,45 | | | | | | ✓ |
| C06 | 263 | 35,200 | 34,800 | 35,000 | 35,000 | 35,000 | 0,200 | -3,57 | -0,95 | 0,29 | | | | | | ✓ |
| C06 | 266 | 33,500 | 35,600 | 35,500 | 34,900 | 34,867 | 1,185 | -3,94 | -1,05 | 1,73* | 0,146 | | | | | ✓ |
| C06 | 269 | 37,500 | 37,860 | 37,470 | 37,610 | 37,610 | 0,217 | 3,62 | 0,96 | 0,32 | | | | | | ✓ |
| C06 | 273 | 35,800 | 34,700 | 36,000 | 35,500 | 35,500 | 0,700 | -2,19 | -0,58 | 1,03 | | | | | | ✓ |
| C06 | 280 | 37,900 | 38,000 | 38,100 | 38,000 | 38,000 | 0,100 | 4,70 | 1,25 | 0,15 | | | | | | ✓ |
| C06 | 285 | 36,900 | 36,800 | 36,600 | 36,800 | 36,767 | 0,153 | 1,30 | 0,35 | 0,22 | | | | | | ✓ |
| C06 | 299 | 35,570 | 34,260 | 34,180 | 34,700 | 34,670 | 0,780 | -4,48 | -1,19 | 1,14 | | | | | | ✓ |
| C06 | 301 | 34,100 | 35,000 | 35,200 | 34,800 | 34,767 | 0,586 | -4,21 | -1,12 | 0,86 | | | | | | ✓ |

NOTAS:

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

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

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

| | $\sqrt{X_{i1}}$ | $\sqrt{X_{i2}}$ | $\sqrt{X_{i3}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| M (N/mm ²) | 36,34 | 36,24 | 36,31 | 36,30 | 36,29 |
| SD _L (---) | 1,66 | 1,21 | 1,53 | 1,36 | 1,36 |
| CV (%) | 4,58 | 3,33 | 4,21 | 3,74 | 3,76 |

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD_L" 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:

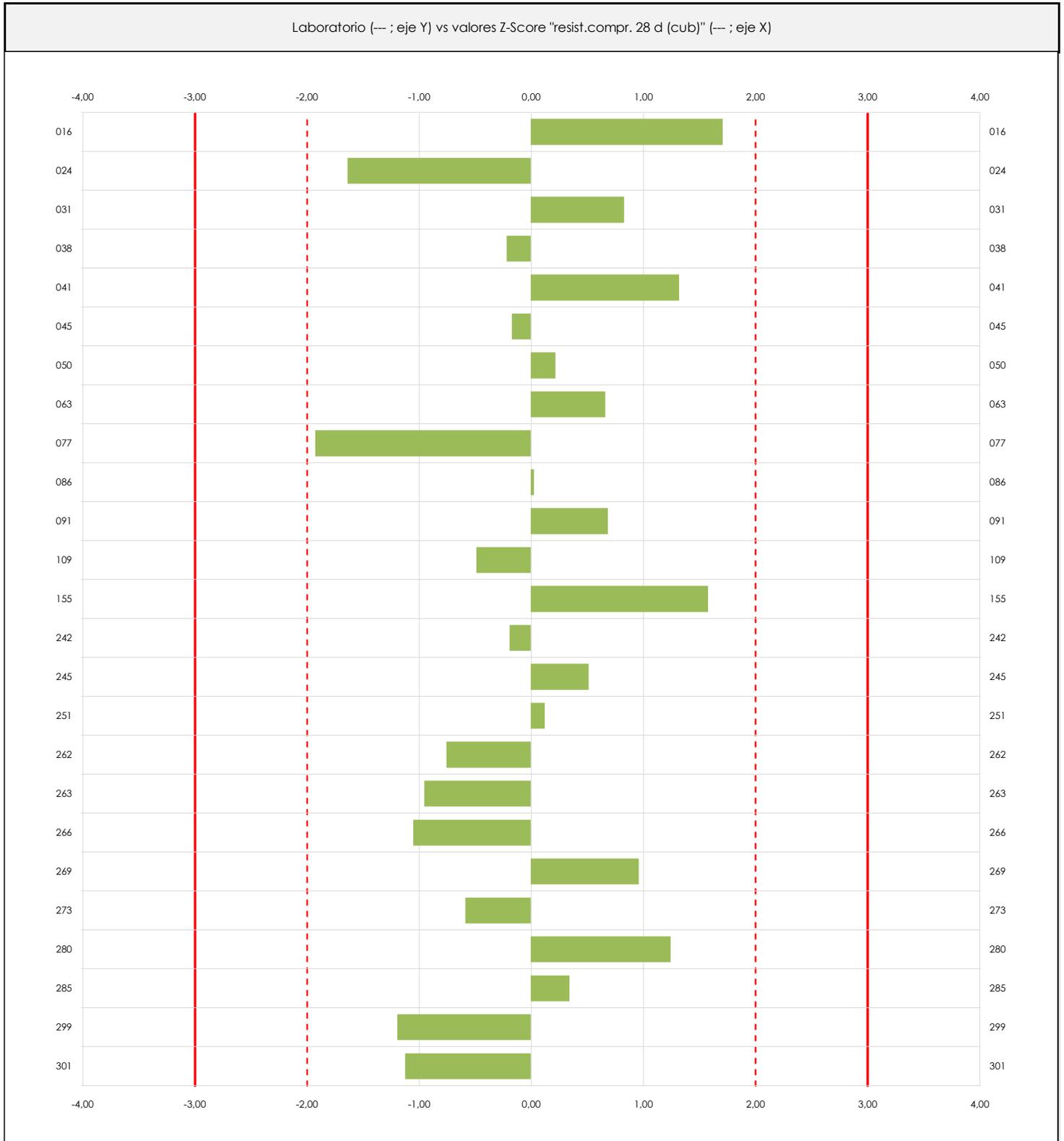
| | h | k | C | G _{Sim} | G _{Dob} |
|----|------|------|-------|------------------|------------------|
| 1% | 2,42 | 2,08 | 0,278 | 3,1350 | 0,4376 |
| 5% | 1,90 | 1,71 | 0,228 | 2,8220 | 0,5123 |

- "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_{Sim}" y "G_{Dob}" valores críticos de Grubbs

RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm²)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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

RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm²)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{crit}}$ | S _{Li} | D _{i crit} % | ¿Pasa A? | ¿Pasa B? | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------|----------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| C06 | 016 | 38,63 | 38,31 | 38,95 | 38,63 | 38,63 | 0,320 | 6,44 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,712 | S |
| C06 | 024 | 33,80 | 34,50 | 33,90 | 34,10 | 34,07 | 0,379 | -6,14 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,633 | S |
| C06 | 031 | 37,70 | 38,30 | 36,30 | 37,40 | 37,43 | 1,026 | 3,14 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,834 | S |
| C06 | 038 | 35,00 | 36,00 | 37,00 | 36,00 | 36,00 | 1,000 | -0,81 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,216 | S |
| C06 | 041 | 39,30 | 37,20 | 37,80 | 38,10 | 38,10 | 1,082 | 4,97 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,323 | S |
| C06 | 045 | 36,50 | 35,90 | 35,80 | 36,10 | 36,07 | 0,379 | -0,63 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,167 | S |
| C06 | 050 | 37,14 | 35,60 | 37,05 | 36,60 | 36,60 | 0,864 | 0,83 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,221 | S |
| C06 | 063 | 36,80 | 37,00 | 37,80 | 37,20 | 37,20 | 0,529 | 2,49 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,663 | S |
| C06 | 077 | 32,76 | 35,17 | 33,09 | 33,67 | 33,67 | 1,307 | -7,22 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,921 | S |
| C06 | 086 | 36,40 | 36,40 | 36,20 | 36,30 | 36,33 | 0,115 | 0,11 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,028 | S |
| C06 | 091 | 37,40 | 36,80 | 37,50 | 37,20 | 37,23 | 0,379 | 2,59 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,688 | S |
| C06 | 109 | 35,70 | 36,10 | 35,10 | 35,60 | 35,63 | 0,503 | -1,82 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,485 | S |
| C06 | 155 | 38,63 | 37,54 | 39,19 | 38,45 | 38,45 | 0,837 | 5,95 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,582 | S |
| C06 | 242 | 36,21 | 35,77 | 36,13 | 36,04 | 36,04 | 0,237 | -0,71 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,190 | S |
| C06 | 245 | 36,90 | 36,90 | 37,20 | 37,00 | 37,00 | 0,173 | 1,94 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,517 | S |
| C06 | 251 | 37,60 | 36,20 | 35,60 | 36,47 | 36,47 | 1,026 | 0,47 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,126 | S |
| C06 | 262 | 35,60 | 35,22 | 34,99 | 35,27 | 35,27 | 0,308 | -2,82 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,751 | S |
| C06 | 263 | 35,20 | 34,80 | 35,00 | 35,00 | 35,00 | 0,200 | -3,57 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,949 | S |
| C06 | 266 | 33,50 | 35,60 | 35,50 | 34,90 | 34,87 | 1,185 | -3,94 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,046 | S |
| C06 | 269 | 37,50 | 37,86 | 37,47 | 37,61 | 37,61 | 0,217 | 3,62 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,964 | S |
| C06 | 273 | 35,80 | 34,70 | 36,00 | 35,50 | 35,50 | 0,700 | -2,19 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,582 | S |
| C06 | 280 | 37,90 | 38,00 | 38,10 | 38,00 | 38,00 | 0,100 | 4,70 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,249 | S |
| C06 | 285 | 36,90 | 36,80 | 36,60 | 36,80 | 36,77 | 0,153 | 1,30 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,346 | S |
| C06 | 299 | 35,57 | 34,26 | 34,18 | 34,70 | 34,67 | 0,780 | -4,48 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,191 | S |
| C06 | 301 | 34,10 | 35,00 | 35,20 | 34,80 | 34,77 | 0,586 | -4,21 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,120 | S |

NOTAS:

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

| | $\sqrt{X_{i1}}$ | $\sqrt{X_{i2}}$ | $\sqrt{X_{i3}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{crit}}}$ |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| M (N/mm ²) | 36,34 | 36,24 | 36,31 | 36,30 | 36,29 |
| SD _L (---) | 1,66 | 1,21 | 1,53 | 1,36 | 1,36 |
| CV (%) | 4,58 | 3,33 | 4,21 | 3,74 | 3,76 |

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

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

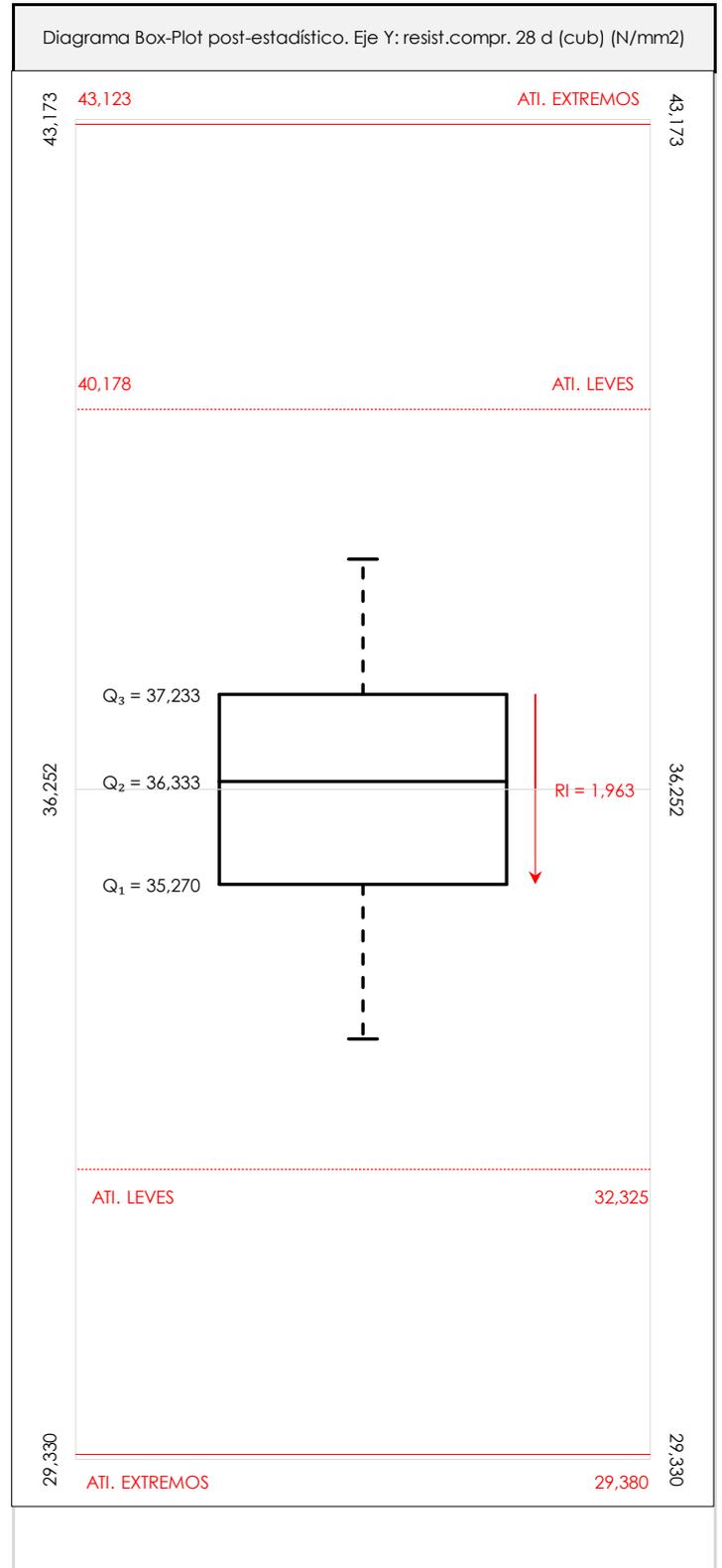
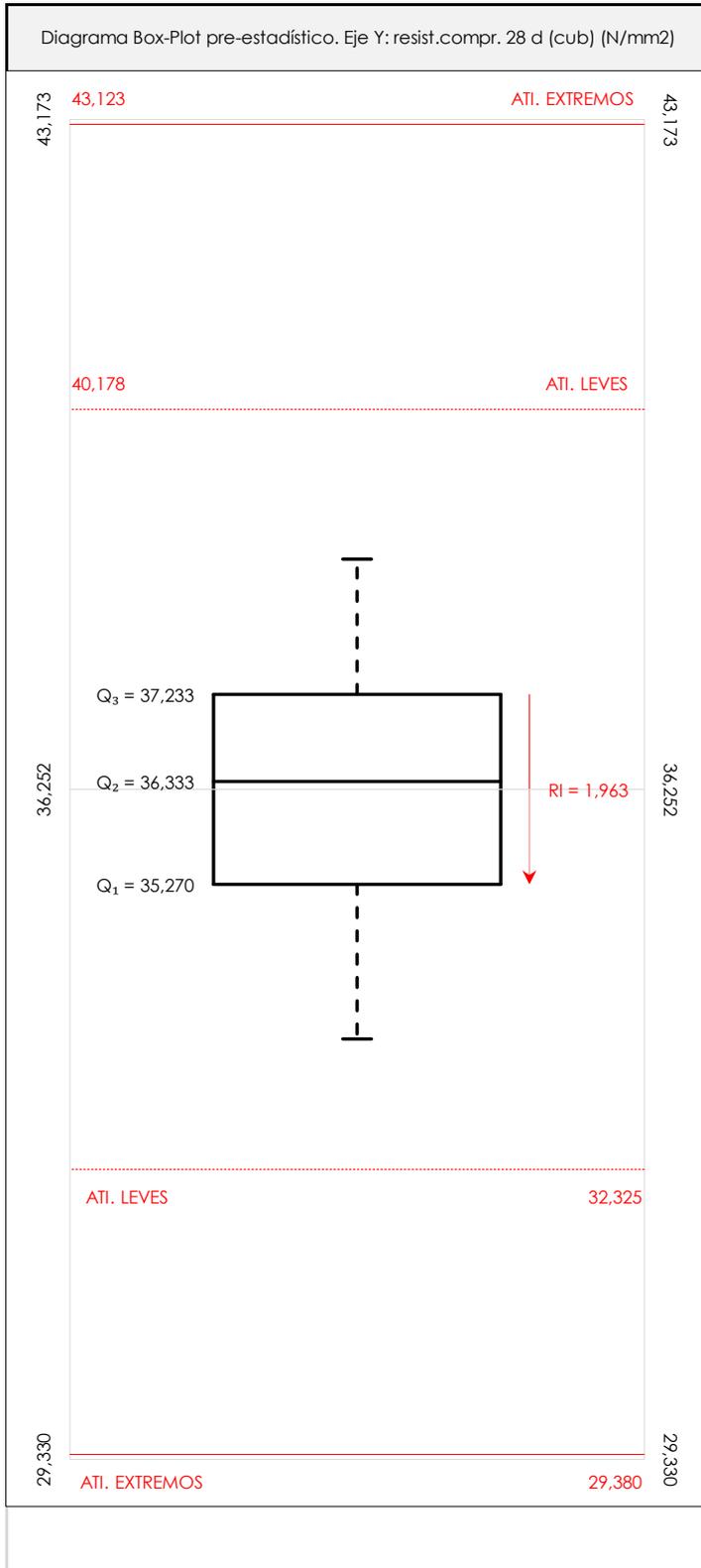
| | Y _r (%) | r (%) | Y _L (%) | Y _R (%) | R (%) |
|------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|
| Calculado | 1,881 | 5,268 | 3,600 | 4,062 | 11,374 |
| Referencia | 3,200 | 9,000 | | 4,700 | 13,200 |

- "Y_r" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "Y_L" varianza interlaboratorios.
- "Y_R" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm²)

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 (Q₁ ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q₂ ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q₃ ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f₃ y f₁ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f₃⁺ y f₁⁺ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm²)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "RESIST.COMPR. 28 D (CUB)", ha contado con la participación de un total de 25 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 _{i 1} | X _{i 2} | X _{i 3} | $\bar{X}_{i lab}$ | $\bar{X}_{i arit}$ | X _{i 1} | X _{i 2} | X _{i 3} | $\bar{X}_{i lab}$ | $\bar{X}_{i arit}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 39,30 | 38,31 | 39,19 | 38,63 | 38,63 | 39,30 | 38,31 | 39,19 | 38,63 | 38,63 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 32,76 | 34,26 | 33,09 | 33,67 | 33,67 | 32,76 | 34,26 | 33,09 | 33,67 | 33,67 |
| Valor Promedio (M ; %) | 36,34 | 36,24 | 36,31 | 36,30 | 36,29 | 36,34 | 36,24 | 36,31 | 36,30 | 36,29 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 1,66 | 1,21 | 1,53 | 1,36 | 1,36 | 1,66 | 1,21 | 1,53 | 1,36 | 1,36 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| VARIABLES | γ_r (%) | r (%) | γ_L (%) | γ_R (%) | R (%) | γ_r (%) | r (%) | γ_L (%) | γ_R (%) | R (%) |
| Valor Calculado | 1,88 | 5,27 | 3,60 | 4,06 | 11,37 | 1,88 | 5,27 | 3,60 | 4,06 | 11,37 |
| Valor Referencia | 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} |
| Nivel de Significación 1% | 2,42 | 2,08 | 0,278 | 3,135 | 0,4376 | 2,42 | 2,08 | 0,278 | 3,135 | 0,4376 |
| Nivel de Significación 5% | 1,90 | 1,71 | 0,228 | 2,822 | 0,5123 | 1,90 | 1,71 | 0,228 | 2,822 | 0,5123 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 25 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.

INFORME DE ENSAYO HORMIGON

DENSIDAD HORM.ENDUR

DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "densidad horm.endur", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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

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

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

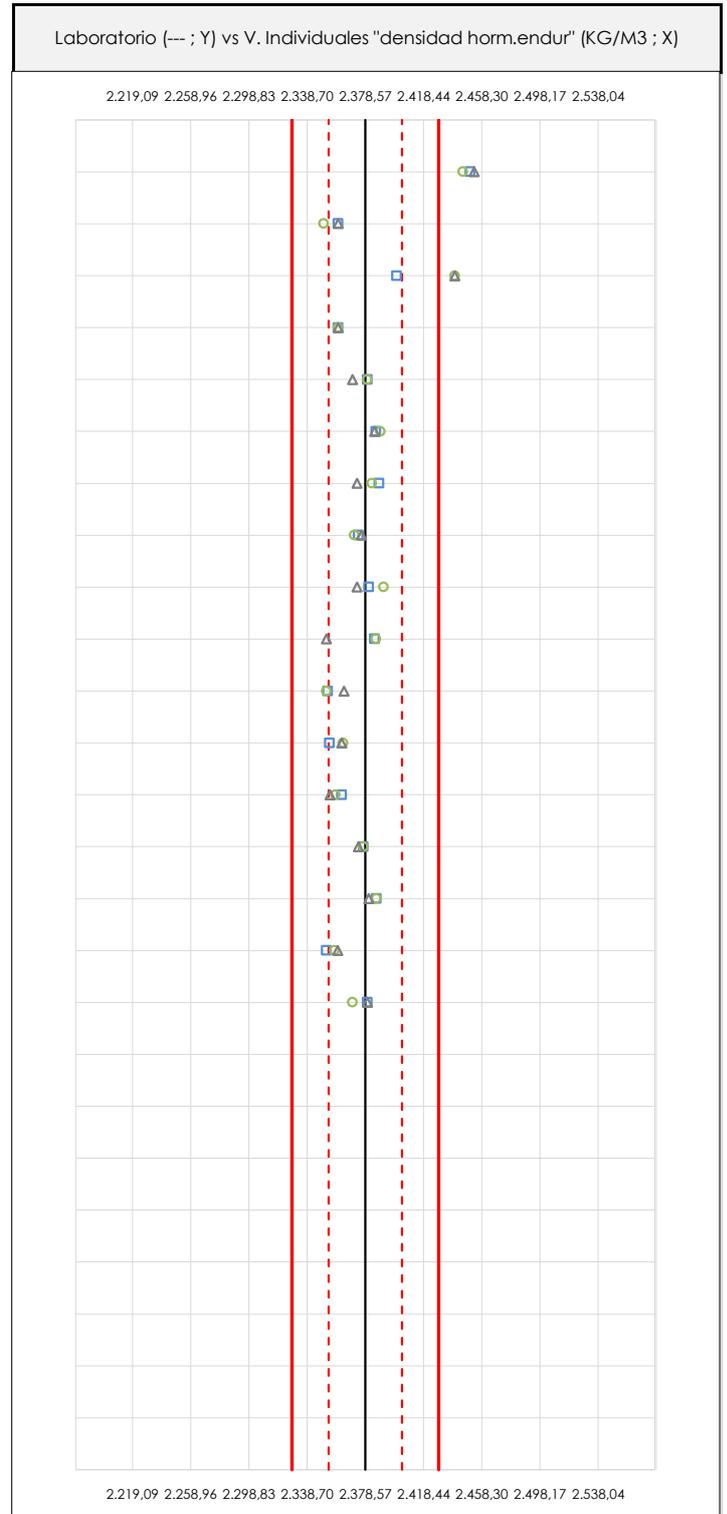
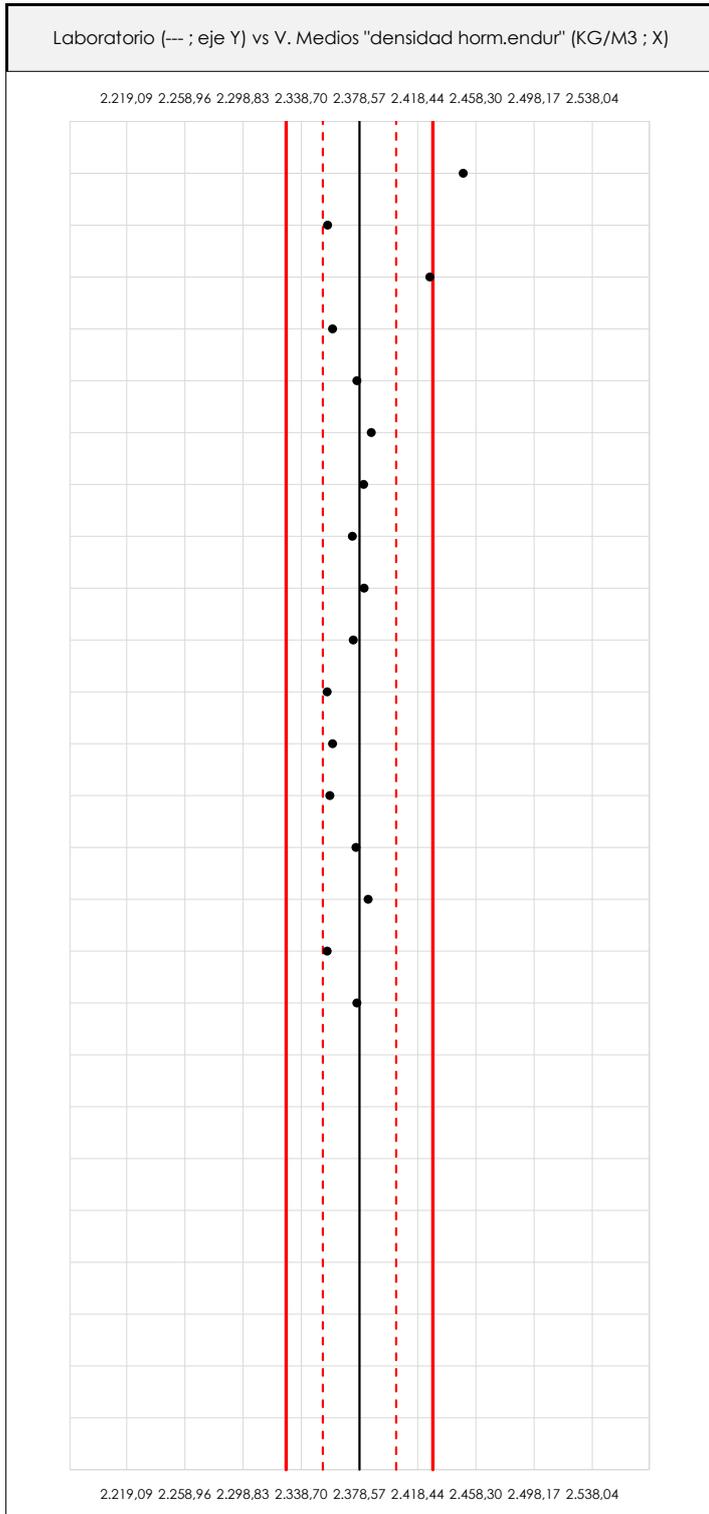
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

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

DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (2.378,57 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (2.403,69/2.353,45 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (2.428,81/2.328,32 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero (X_{i_1}) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo (X_{i_2}) con un círculo verde "○" y el tercero (X_{i_3}) con un triángulo gris "△".

DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | ¿Pasa A? | Observaciones |
|--------|-----|----------|----------|----------|-------------------------|--------------------------|----------|----------------------|----------|---|
| C06 | 016 | 2.450,37 | 2.445,33 | 2.453,04 | 2.449,58 | 2.449,58 | 3,914 | 2,99 | X | Desv.trazabilidad resultado con dato volumen prob.sumergida |
| C06 | 024 | 2.360,00 | 2.350,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.356,67 | 5,774 | -0,92 | X | Calculo por métodos geometricos no pesadas sumergidas |
| C06 | 031 | 2.400,00 | 2.440,00 | 2.440,00 | 2.430,00 | 2.426,67 | 23,094 | 2,02 | X | Calculo por métodos geometricos no pesadas sumergidas |
| C06 | 038 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | 0,000 | -0,78 | X | Calculo por métodos geometricos no pesadas sumergidas |
| C06 | 063 | 2.380,00 | 2.380,00 | 2.370,00 | 2.380,00 | 2.376,67 | 5,774 | -0,08 | ✓ | |
| C06 | 086 | 2.386,00 | 2.389,00 | 2.385,00 | 2.387,00 | 2.386,67 | 2,082 | 0,34 | ✓ | |
| C06 | 091 | 2.388,00 | 2.383,00 | 2.373,00 | 2.381,00 | 2.381,33 | 7,638 | 0,12 | ✓ | |
| C06 | 109 | 2.374,00 | 2.371,00 | 2.376,00 | 2.374,00 | 2.373,67 | 2,517 | -0,21 | ✓ | |
| C06 | 242 | 2.380,95 | 2.391,15 | 2.373,02 | 2.381,71 | 2.381,71 | 9,088 | 0,13 | X | Desv.trazabilidad resultado con dato volumen prob.sumergida |
| C06 | 245 | 2.385,00 | 2.386,00 | 2.352,00 | 2.374,33 | 2.374,33 | 19,348 | -0,18 | ✓ | |
| C06 | 251 | 2.353,00 | 2.352,00 | 2.364,00 | 2.356,00 | 2.356,33 | 6,658 | -0,93 | ✓ | |
| C06 | 262 | 2.354,14 | 2.363,34 | 2.362,43 | 2.359,97 | 2.359,97 | 5,069 | -0,78 | ✓ | |
| C06 | 263 | 2.362,42 | 2.358,15 | 2.354,28 | 2.358,28 | 2.358,28 | 4,071 | -0,85 | ✓ | |
| C06 | 266 | 2.377,20 | 2.377,40 | 2.373,90 | 2.376,20 | 2.376,17 | 1,966 | -0,10 | ✓ | |
| C06 | 269 | 2.386,26 | 2.386,32 | 2.381,02 | 2.384,53 | 2.384,53 | 3,043 | 0,25 | ✓ | |
| C06 | 299 | 2.351,90 | 2.357,60 | 2.359,70 | 2.356,40 | 2.356,40 | 4,036 | -0,93 | ✓ | |
| C06 | 301 | 2.380,00 | 2.370,00 | 2.380,00 | 2.380,00 | 2.376,67 | 5,774 | -0,08 | ✓ | |

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.

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

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

⁰⁴ 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:

| | $\forall X_{i1}$ | $\forall X_{i2}$ | $\forall X_{i3}$ | $\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$ |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| M (KG/M3) | 2378,19 | 2380,02 | 2377,49 | 2379,35 | 2378,57 |
| SD _L (---) | 23,45 | 27,03 | 27,76 | 25,37 | 25,12 |
| CV (%) | 0,99 | 1,14 | 1,17 | 1,07 | 1,06 |

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

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

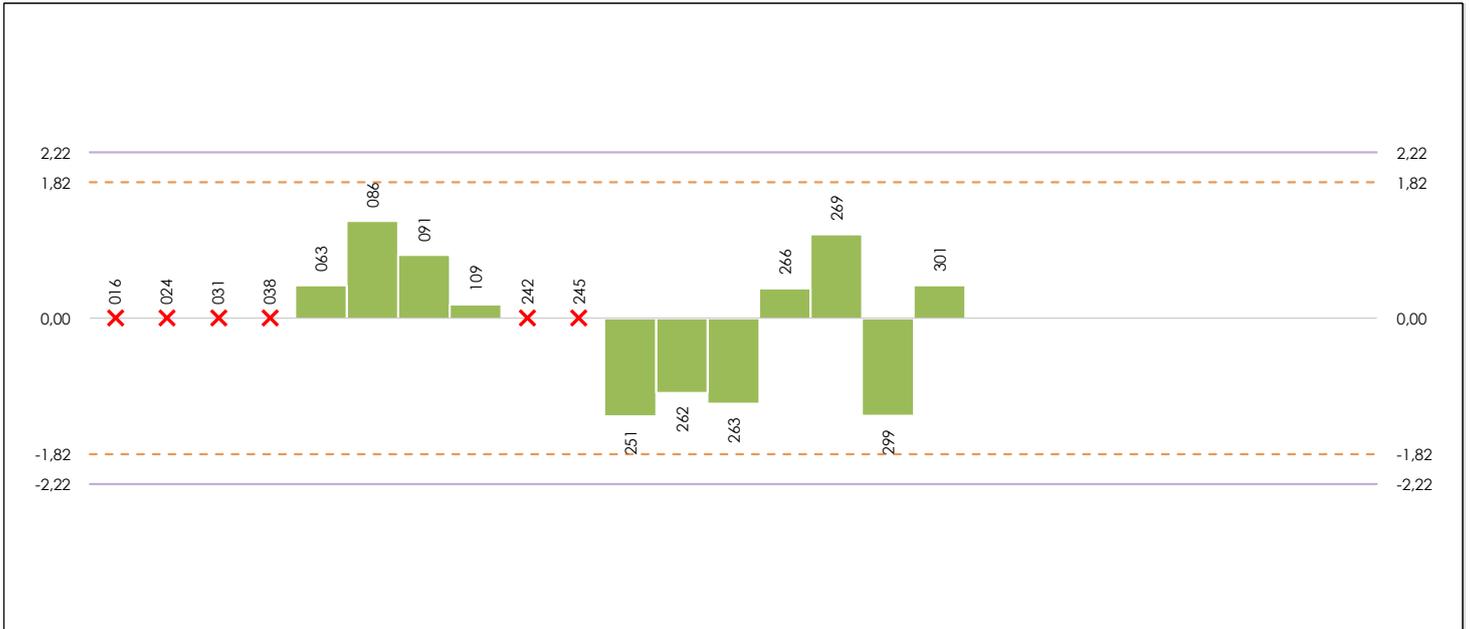
| | s_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R |
|------------|---------|--------|---------|---------|--------|
| Calculado | 75,917 | 24,151 | 605,776 | 681,693 | 72,371 |
| Referencia | 40,960 | 18,000 | | 112,360 | 30,000 |

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

DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

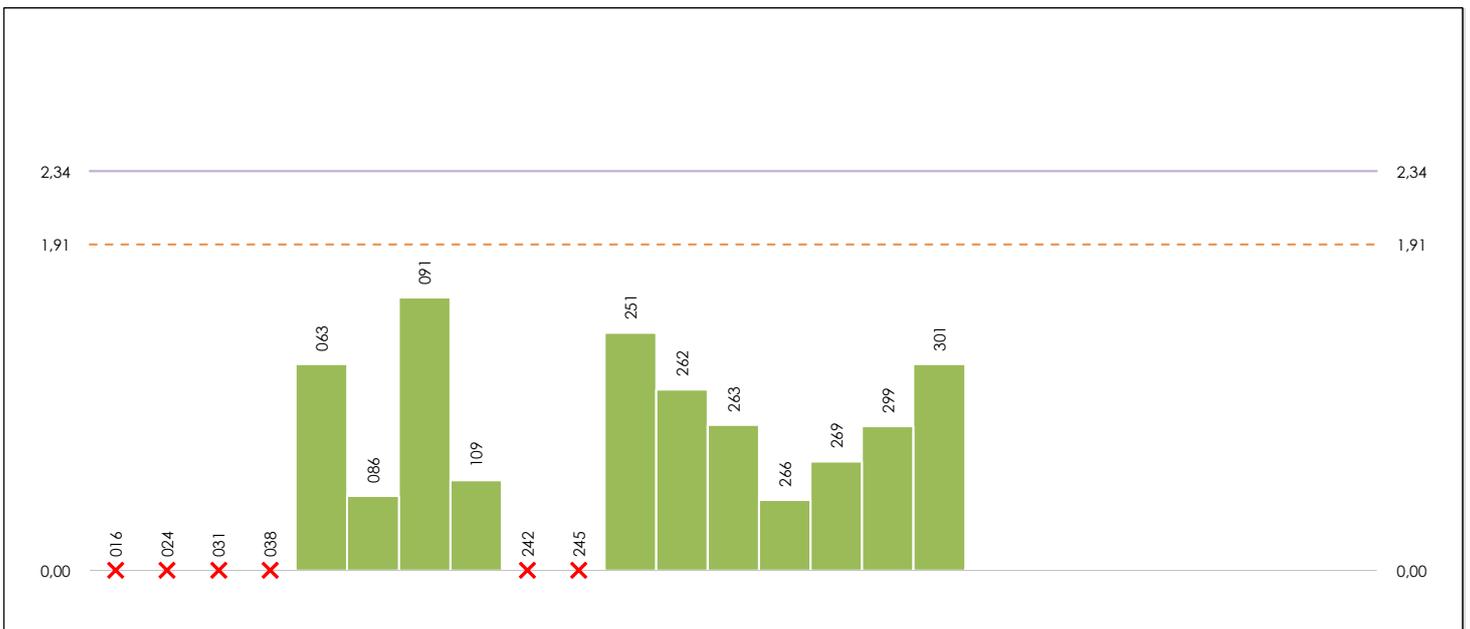
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



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.

DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{i arit} % | h _i | k _i | C _i | G _{Sim Inf} | G _{Sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | ¿Pasa B? |
|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| C06 | 016 | 2.450,37 | 2.445,33 | 2.453,04 | 2.449,58 | 2.449,58 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |
| C06 | 024 | 2.360,00 | 2.350,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.356,67 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |
| C06 | 031 | 2.400,00 | 2.440,00 | 2.440,00 | 2.430,00 | 2.426,67 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |
| C06 | 038 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |
| C06 | 063 | 2.380,00 | 2.380,00 | 2.370,00 | 2.380,00 | 2.376,67 | 5,774 | 0,22 | 0,44 | 1,21 | --- | --- | --- | --- | --- | ✓ |
| C06 | 086 | 2.386,00 | 2.389,00 | 2.385,00 | 2.387,00 | 2.386,67 | 2,082 | 0,64 | 1,31 | 0,44 | --- | 1,308 | --- | 0,6371 | --- | ✓ |
| C06 | 091 | 2.388,00 | 2.383,00 | 2.373,00 | 2.381,00 | 2.381,33 | 7,638 | 0,41 | 0,85 | 1,60 | --- | --- | --- | --- | --- | ✓ |
| C06 | 109 | 2.374,00 | 2.371,00 | 2.376,00 | 2.374,00 | 2.373,67 | 2,517 | 0,09 | 0,19 | 0,53 | --- | --- | --- | --- | --- | ✓ |
| C06 | 242 | 2.380,95 | 2.391,15 | 2.373,02 | 2.381,71 | 2.381,71 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |
| C06 | 245 | 2.385,00 | 2.386,00 | 2.352,00 | 2.374,33 | 2.374,33 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |
| C06 | 251 | 2.353,00 | 2.352,00 | 2.364,00 | 2.356,00 | 2.356,33 | 6,658 | -0,64 | -1,31 | 1,39 | --- | 1,311 | --- | 0,5820 | --- | ✓ |
| C06 | 262 | 2.354,14 | 2.363,34 | 2.362,43 | 2.359,97 | 2.359,97 | 5,069 | -0,49 | -1,00 | 1,06 | --- | --- | --- | --- | --- | ✓ |
| C06 | 263 | 2.362,42 | 2.358,15 | 2.354,28 | 2.358,28 | 2.358,28 | 4,071 | -0,56 | -1,14 | 0,85 | --- | --- | --- | --- | --- | ✓ |
| C06 | 266 | 2.377,20 | 2.377,40 | 2.373,90 | 2.376,20 | 2.376,17 | 1,966 | 0,20 | 0,40 | 0,41 | --- | --- | --- | --- | --- | ✓ |
| C06 | 269 | 2.386,26 | 2.386,32 | 2.381,02 | 2.384,53 | 2.384,53 | 3,043 | 0,55 | 1,12 | 0,64 | --- | --- | --- | 0,6371 | --- | ✓ |
| C06 | 299 | 2.351,90 | 2.357,60 | 2.359,70 | 2.356,40 | 2.356,40 | 4,036 | -0,64 | -1,30 | 0,84 | --- | --- | --- | 0,5820 | --- | ✓ |
| C06 | 301 | 2.380,00 | 2.370,00 | 2.380,00 | 2.380,00 | 2.376,67 | 5,774 | 0,22 | 0,44 | 1,21 | --- | --- | --- | --- | --- | ✓ |

NOTAS:

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

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

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

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:

| | $\sqrt{X_{i1}}$ | $\sqrt{X_{i2}}$ | $\sqrt{X_{i3}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ | $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| M (KG/M3) | 2372,08 | 2371,62 | 2370,85 | 2372,13 | 2371,52 |
| SD _L (---) | 14,11 | 12,59 | 9,72 | 12,02 | 11,59 |
| CV (%) | 0,59 | 0,53 | 0,41 | 0,51 | 0,49 |

- " $\sqrt{X_{i j}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD_L" 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:

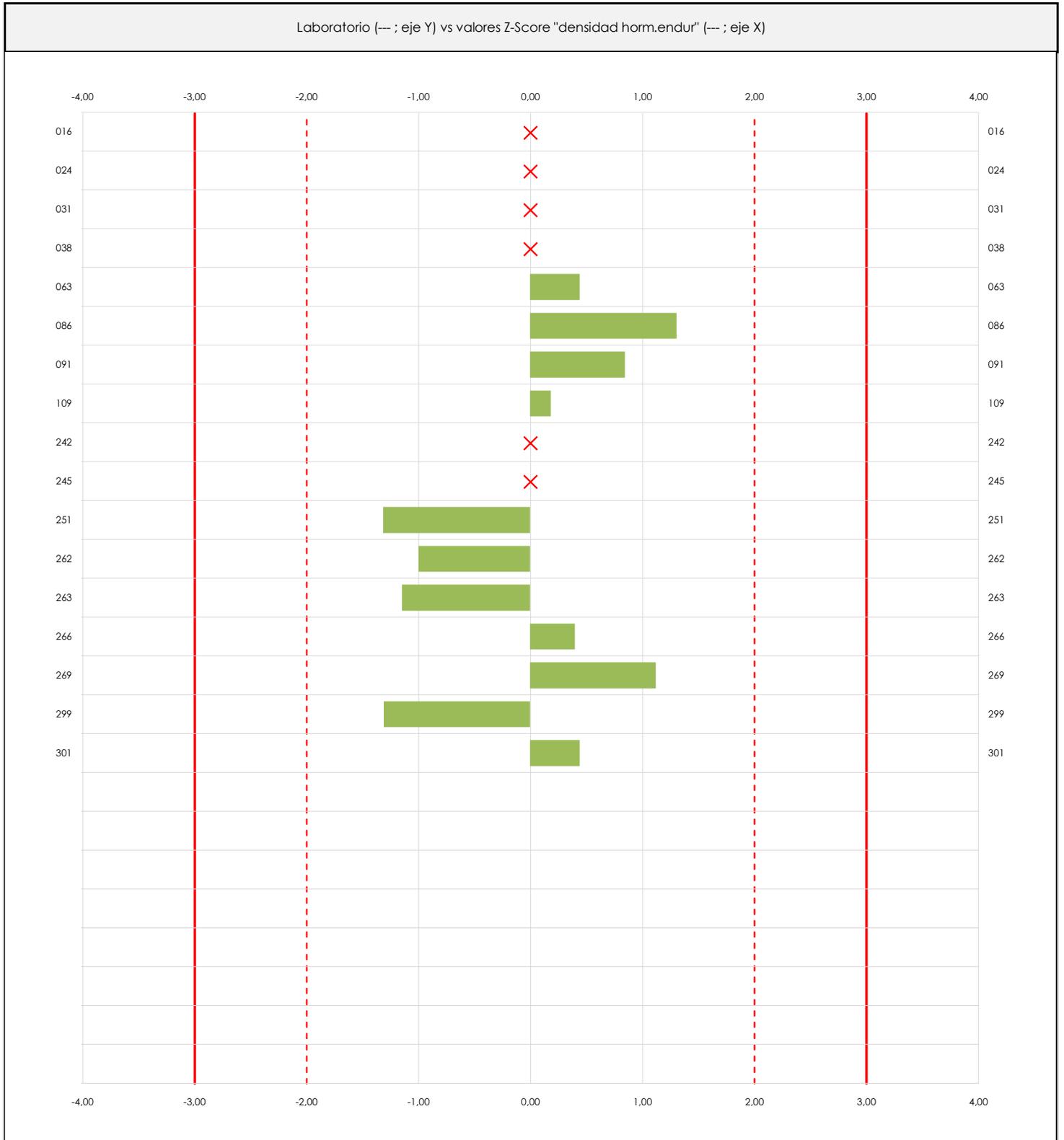
| | h | k | C | G _{Sim} | G _{Dob} |
|----|------|------|-------|------------------|------------------|
| 1% | 2,22 | 2,34 | 0,532 | 2,5640 | 0,1448 |
| 5% | 1,82 | 1,91 | 0,434 | 2,3550 | 0,2213 |

- "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_{Sim}" y "G_{Dob}" valores críticos de Grubbs

DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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

DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Código | Lab | X ₁ | X ₂ | X ₃ | $\bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{L i} | D _{i arit} % | ¿Pasa A? | ¿Pasa B? | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|--------|-----|----------------|----------------|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|----------|----------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| C06 | 016 | 2.450,37 | 2.445,33 | 2.453,04 | 2.449,58 | 2.449,58 | --- | --- | X | X | X | SD | --- | --- | --- |
| C06 | 024 | 2.360,00 | 2.350,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.356,67 | --- | --- | X | X | X | SD | --- | --- | --- |
| C06 | 031 | 2.400,00 | 2.440,00 | 2.440,00 | 2.430,00 | 2.426,67 | --- | --- | X | X | X | SD | --- | --- | --- |
| C06 | 038 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | 2.360,00 | --- | --- | X | X | X | SD | --- | --- | --- |
| C06 | 063 | 2.380,00 | 2.380,00 | 2.370,00 | 2.380,00 | 2.376,67 | 5,774 | 0,22 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,445 | S |
| C06 | 086 | 2.386,00 | 2.389,00 | 2.385,00 | 2.387,00 | 2.386,67 | 2,082 | 0,64 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,308 | S |
| C06 | 091 | 2.388,00 | 2.383,00 | 2.373,00 | 2.381,00 | 2.381,33 | 7,638 | 0,41 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,847 | S |
| C06 | 109 | 2.374,00 | 2.371,00 | 2.376,00 | 2.374,00 | 2.373,67 | 2,517 | 0,09 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,186 | S |
| C06 | 242 | 2.380,95 | 2.391,15 | 2.373,02 | 2.381,71 | 2.381,71 | --- | --- | X | X | X | SD | --- | --- | --- |
| C06 | 245 | 2.385,00 | 2.386,00 | 2.352,00 | 2.374,33 | 2.374,33 | --- | --- | ✓ | X | X | AN | 0 | --- | --- |
| C06 | 251 | 2.353,00 | 2.352,00 | 2.364,00 | 2.356,00 | 2.356,33 | 6,658 | -0,64 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,311 | S |
| C06 | 262 | 2.354,14 | 2.363,34 | 2.362,43 | 2.359,97 | 2.359,97 | 5,069 | -0,49 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,997 | S |
| C06 | 263 | 2.362,42 | 2.358,15 | 2.354,28 | 2.358,28 | 2.358,28 | 4,071 | -0,56 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,142 | S |
| C06 | 266 | 2.377,20 | 2.377,40 | 2.373,90 | 2.376,20 | 2.376,17 | 1,966 | 0,20 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,401 | S |
| C06 | 269 | 2.386,26 | 2.386,32 | 2.381,02 | 2.384,53 | 2.384,53 | 3,043 | 0,55 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,124 | S |
| C06 | 299 | 2.351,90 | 2.357,60 | 2.359,70 | 2.356,40 | 2.356,40 | 4,036 | -0,64 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,305 | S |
| C06 | 301 | 2.380,00 | 2.370,00 | 2.380,00 | 2.380,00 | 2.376,67 | 5,774 | 0,22 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,445 | S |

NOTAS:

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

| | $\forall X_{i_1}$ | $\forall X_{i_2}$ | $\forall X_{i_3}$ | $\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$ | $\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$ |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| M (KG/M3) | 2372,08 | 2371,62 | 2370,85 | 2372,13 | 2371,52 |
| SD _L (---) | 14,11 | 12,59 | 9,72 | 12,02 | 11,59 |
| CV (%) | 0,59 | 0,53 | 0,41 | 0,51 | 0,49 |

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

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

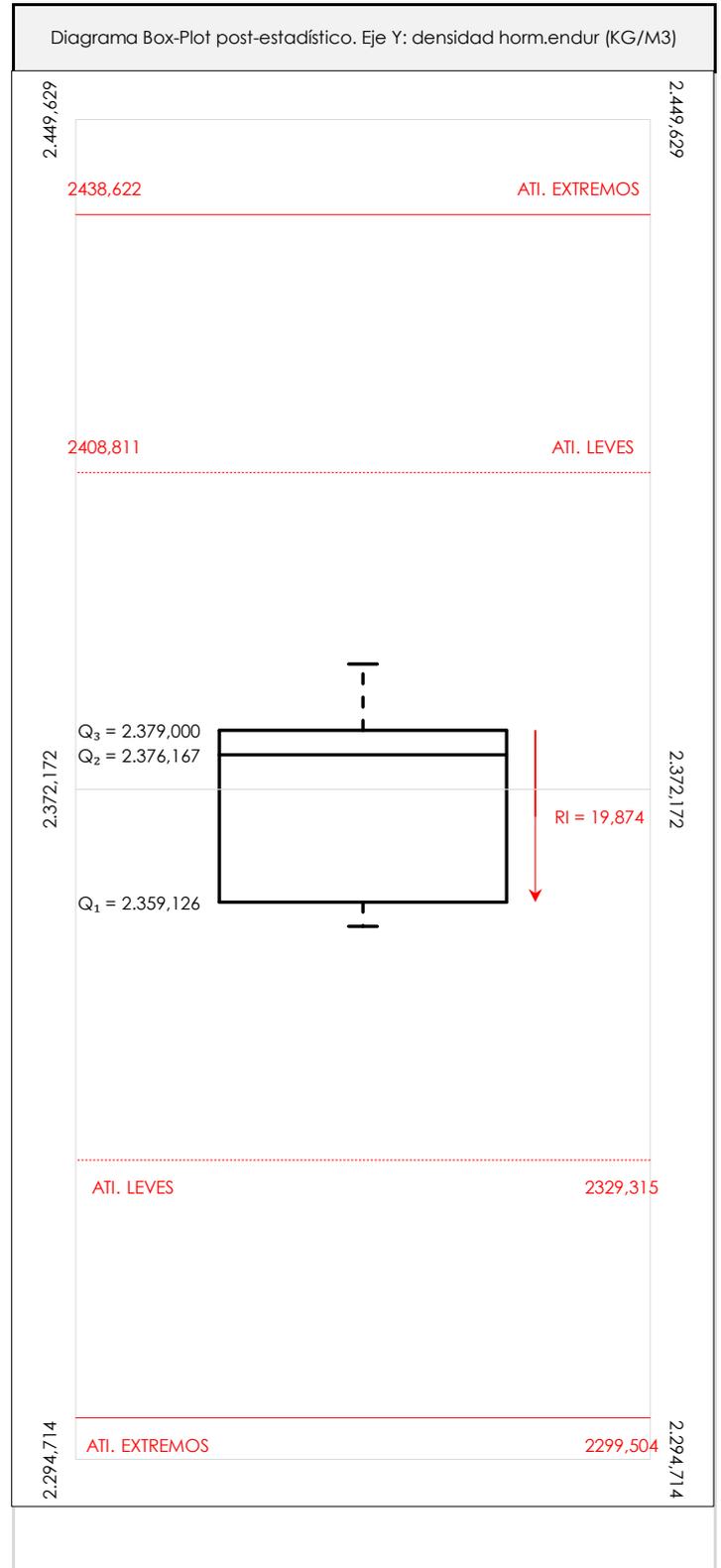
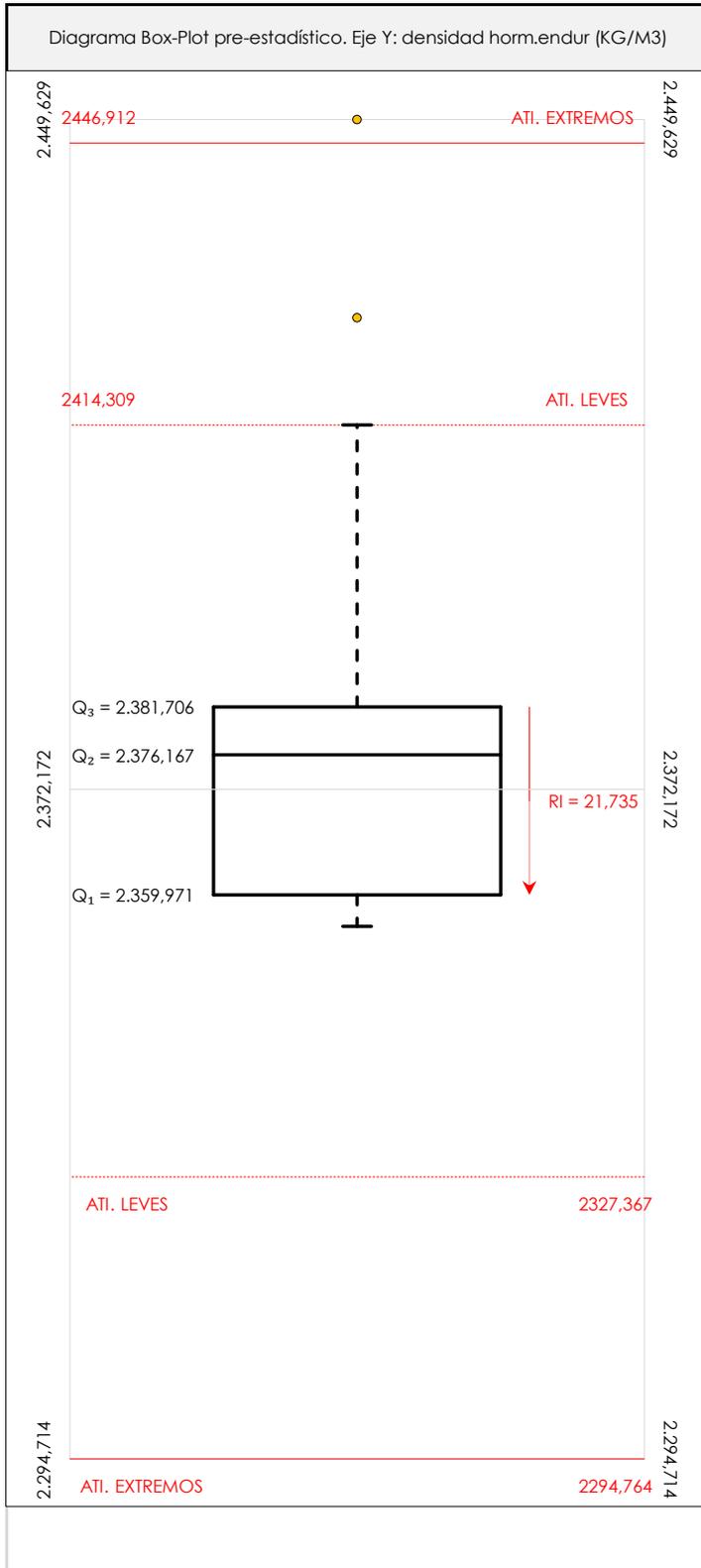
| | S _r ² | r | S _L ² | S _R ² | R |
|------------|-----------------------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| Calculado | 22,879 | 13,258 | 126,588 | 149,467 | 33,888 |
| Referencia | 40,960 | 18,000 | | 112,360 | 30,000 |

- "S_r²" varianza de repetibilidad.
- "r" repetibilidad.
- "S_L²" varianza interlaboratorios.
- "S_R²" varianza de reproducibilidad.
- "R" reproducibilidad.

DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

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 (Q₁ ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q₂ ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q₃ ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f₃ y f₁ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f₃⁺ y f₁⁺ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "DENSIDAD HORM.ENDUR", ha contado con la participación de un total de 17 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 6 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 5 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | ESTADISTICO | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|-------------------|--------------------|-------------|----------|----------|-------------------|--------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | $\bar{X}_{i lab}$ | $\bar{X}_{i arit}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | $\bar{X}_{i lab}$ | $\bar{X}_{i arit}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 2450,37 | 2445,33 | 2453,04 | 2449,58 | 2449,58 | 2388,00 | 2389,00 | 2385,00 | 2387,00 | 2386,67 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 2351,90 | 2350,00 | 2352,00 | 2356,00 | 2356,33 | 2351,90 | 2352,00 | 2354,28 | 2356,00 | 2356,33 |
| Valor Promedio (M ; %) | 2378,19 | 2380,02 | 2377,49 | 2379,35 | 2378,57 | 2372,08 | 2371,62 | 2370,85 | 2372,13 | 2371,52 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 23,45 | 27,03 | 27,76 | 25,37 | 25,12 | 14,11 | 12,59 | 9,72 | 12,02 | 11,59 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R |
| Valor Calculado | 75,92 | 24,15 | 605,78 | 681,69 | 72,37 | 22,88 | 13,26 | 126,59 | 149,47 | 33,89 |
| Valor Referencia | 40,96 | 18,00 | | 112,36 | 30,00 | 40,96 | 18,00 | | 112,36 | 30,00 |

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | ESTADISTICO | | | | |
|----------------------------------|-----------------|------|-------|-----------|-----------|-------------|------|-------|-----------|-----------|
| VARIABLES | h | k | C | G_{sim} | G_{Dob} | h | k | C | G_{sim} | G_{Dob} |
| Nivel de Significación 1% | 2,22 | 2,34 | 0,532 | 2,564 | 0,1448 | 2,22 | 2,34 | 0,684 | 2,564 | 0,1448 |
| Nivel de Significación 5% | 1,82 | 1,91 | 0,434 | 2,355 | 0,2213 | 1,82 | 1,91 | 0,570 | 2,355 | 0,2213 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 11 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.

6. 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 EILA23 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 6.1. Evaluación global a nivel de Central 06

| Cód. Lab. | Asentamiento (Cono Abrams) | | | Resistencia compresión a 28 días (CILINDRICAS) | | | Resistencia compresión a 28 días (CÚBICAS) | | | Densidad saturada | | |
|-----------|----------------------------|-------|--------|--|-------|-------|--|-------|-------|-------------------|-------|-------|
| | ZSCORE | INTER | INTRA | ZSCORE | INTER | INTRA | ZSCORE | INTER | INTRA | ZSCORE | INTER | INTRA |
| 016 | S | 0,000 | 18,76 | S | 0,332 | 3,03 | S | 0,320 | 6,44 | SD | 3,914 | 2,99 |
| 024 | S | 0,000 | -4,99 | S | 0,551 | -5,10 | S | 0,379 | -6,14 | SD | 5,774 | -0,92 |
| 031 | S | 0,000 | -4,99 | D | 0,702 | -7,94 | S | 1,026 | 3,14 | SD | 23,09 | 2,02 |
| 038 | S | 7,071 | -8,95 | AB | 0,252 | 8,75 | S | 1,000 | -0,81 | SD | 0,000 | -0,78 |
| 041 | S | 0,000 | -20,83 | S | 0,764 | -4,29 | S | 1,082 | 4,97 | NP | -- | -- |
| 045 | S | 0,000 | 10,84 | S | 0,300 | -6,22 | S | 0,379 | -0,63 | NP | -- | -- |
| 050 | S | 0,000 | 10,84 | S | 0,458 | 2,89 | S | 0,864 | 0,83 | NP | -- | -- |
| 063 | AB | 35,35 | -23,63 | S | 0,436 | 8,66 | S | 0,529 | 2,49 | S | 5,774 | -0,08 |
| 077 | S | 0,000 | -12,91 | S | 0,614 | 3,34 | S | 1,307 | -7,22 | NP | -- | -- |
| 086 | S | 0,000 | 2,93 | S | 0,529 | 1,98 | S | 0,115 | 0,11 | S | 2,082 | 0,34 |
| 091 | S | 0,000 | -12,91 | S | 0,416 | 1,57 | S | 0,379 | 2,59 | S | 7,638 | 0,12 |
| 109 | S | 0,000 | -4,99 | S | 0,451 | -2,68 | S | 0,503 | -1,82 | S | 2,517 | -0,21 |
| 155 | S | 7,071 | 6,88 | AB | 2,492 | 3,05 | S | 0,837 | 5,95 | NP | -- | -- |
| 242 | S | 0,000 | 2,93 | S | 0,638 | -1,58 | S | 0,237 | -0,71 | SD | --- | --- |
| 245 | S | 0,000 | 2,93 | SD | 0,656 | -5,31 | S | 0,173 | 1,94 | AN | 19,34 | -0,18 |
| 251 | S | 0,000 | 18,76 | SD | 1,172 | -0,96 | S | 1,026 | 0,47 | S | 6,658 | -0,93 |
| 262 | S | 0,000 | 2,93 | S | 0,410 | -0,48 | S | 0,308 | -2,82 | S | 5,069 | -0,78 |
| 263 | S | 7,071 | -1,03 | S | 0,964 | -0,15 | S | 0,200 | -3,57 | S | 4,071 | -0,85 |
| 266 | AB | 14,14 | -11,58 | S | 1,015 | -1,97 | S | 1,185 | -3,94 | S | 1,966 | -0,10 |
| 269 | S | 7,071 | -1,03 | S | 0,289 | 4,20 | S | 0,217 | 3,62 | S | 3,043 | 0,25 |
| 273 | S | 0,000 | 2,93 | S | 0,584 | -1,00 | S | 0,700 | -2,19 | NP | -- | -- |
| 280 | S | 0,000 | 18,76 | S | 0,153 | 3,39 | S | 0,100 | 4,70 | NP | -- | -- |

| Cód. Lab. | Asentamiento (Cono Abrams) | | | Resistencia compresión a 28 días (CILINDRICAS) | | | Resistencia compresión a 28 días (CÚBICAS) | | | Densidad saturada | | |
|------------|----------------------------|-------|--------|--|-------|-------|--|-------|-------|-------------------|-------|-------|
| | ZSCORE | INTER | INTRA | ZSCORE | INTER | INTRA | ZSCORE | INTER | INTRA | ZSCORE | INTER | INTRA |
| 285 | S | 0,000 | -20,83 | S | 0,569 | 3,39 | S | 0,153 | 1,30 | NP | -- | -- |
| 299 | S | 7,071 | -8,95 | S | 0,416 | 4,61 | S | 0,780 | -4,48 | S | 4,036 | -0,93 |
| 301 | S | 0,000 | 2,93 | S | 0,721 | 5,32 | S | 0,586 | -4,21 | S | 5,774 | -0,08 |

Descartado (SD, ver página 15); (--) no participa NP.

ZSCORE.- Evaluación z-score

Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I);

INTER.- Desviación entre los resultados del laboratorio.

Si está sombreado corresponde a la evaluación de Mandel. Aberrante (AB); Anómalo (AN)

INTRA.- Desviación entre los resultados de todo el grupo de laboratorios sin descartes.

Si está sombreado corresponde a la evaluación de Mandel. Aberrante (AB); Anómalo (AN)

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 x 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 C06
MEDIAS DE LOS ENSAYOS EVALUADOS (descartados valores aberrantes/anómalos)

| | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Asentamiento | Media Central 126 mm | Desviación 14 mm | Coef. Variación 11 % |
| Resistencia 28 días <i>Probetas CILINDRICAS</i> | Media Central 33,1 N/mm ² | Desviación 1,4 N/mm ² | Coef. Variación 4 % |
| Resistencia a 28 días <i>Probetas CÚBICAS</i> | Media Central 36,3 N/mm ² | Desviación 1,4 N/mm ² | Coef. Variación 4 % |
| Densidad saturada | Media Central 2.371 kg/m ³ | Desviación 12 kg/m ³ | Coef. Variación 0 % |

REPETIBILIDAD- REPRODUCIBILIDAD (descartados valores aberrantes/anómalos)

| ENSAYOS | REPETIBILIDAD | | INTERLABORATORIOS | REPRODUCIBILIDAD | |
|---|-----------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|
| | Sr ² | r | | SL ² | SR ² |
| Asentamiento | 10,87 | 9,14 | 199,60 | 210,47 | 40,21 |
| <i>Ref. UNE 12390-2</i> | <i>Sr²=16,81</i> | <i>r= 11</i> | <i>SL</i> | <i>SR²= 64</i> | <i>22</i> |
| Resistencia a 28 días <i>Pobretas Cilíndricas</i> | 1,74% | 4,88% | 4,06 | 4,42% | 12,38% |
| <i>Ref. UNE 12390-3</i> | <i>γr= 2,9%</i> | <i>8,0%</i> | <i>γL (%)</i> | <i>γR= 3,1%</i> | <i>11,7%</i> |
| Resistencia a 28 días <i>Pobretas Cúbicas</i> | 1,88% | 5,27% | 3,60 | 4,06% | 11,37% |
| <i>Ref. UNE 12390-3</i> | <i>γr= 3,2%</i> | <i>9,0%</i> | <i>γL (%)</i> | <i>γR= 4,7%</i> | <i>13,20%</i> |
| Densidad saturada | 22,88 | 13,26 | 126,59 | 149,47 | 33,89 |
| <i>Ref. UNE 12390-7</i> | <i>40,96</i> | <i>18,00</i> | | <i>112,36</i> | <i>30,00</i> |
| ENSAYOS | Sr² | r | SL² | SR² | R |

7. 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

Juan Queipo de Llano

COORDINADORES AUTONÓMICOS

Miguel Ángel

Santos Amaya

Junta de Andalucía



Carlos Cuerda Sierra

Junta de Andalucía



Ana Rico Oliván

Gobierno de Aragón



Esperanza Jarauta Pérez

Gobierno de Aragón



Juan Carlos Cortina Villar

Principado de Asturias



Ana Carolina Álvarez Cañete

Principado de Asturias



Yolanda Garvía Blázquez

Govern de les Illes Balears



Inmaculada Alcolecha Fuente

Govern de les Illes Balears



Javier Jubera Pérez.

Gobierno de Canarias



Yolanda Regalado

Comunidad Autónoma de Cantabria



Agustí Careta Pons

Generalitat de Catalunya



Marta Iniesto Alba

Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha



María del Mar Domínguez Sierra

Junta de Castilla y León



Pilar Marinero Diez

Junta de Castilla y León



José Ángel Rena Sánchez

Junta de Extremadura



M^a José Paniagua Mateos

Xunta de Galicia



Israel López García

Comunidad Autónoma de La Rioja



Isabel García Larache

Comunidad Autónoma de Madrid



Antonio Azcona Sanz

Comunidad Autónoma de Madrid



Teresa Barceló Clemares

Comunidad Autónoma de la Región de Murcia



M^a Carmen Mazkiarán López de Goikoetxea

Gobierno de Navarra



Juan José Palencia Guillen

Generalitat Valenciana



Manuel Ozores Pastor

Generalitat Valenciana



Elvira Salazar Martínez

Gobierno Vasco



Alberto Apaolaza Sáez de Viteri

Gobierno Vasco



Ane Hernández Pérez de Guereñu

Gobierno Vasco



ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN PROGRAMA ESPECÍFICO EILA HORMIGONES 2023

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



CENTRALES DE HORMIGÓN COLABORADORAS:

- HORMIGONES CREACONS S.L. Alcalá de Guadaira (Sevilla)
- HORPRESOL, S.L. Juncaril-Albolote (Granada)
- GENERAL DE HORMIGONES, S.A. Llovio - Ribadesella (Asturias)
- HORMIGONES ARGA La Cartuja (Zaragoza)
- INTEDHOR, S.L. Alcázar de San Juan (Ciudad Real)
- CONCRETARIS Valladolid
- PROMOTORA MEDITERRANEA 2 SA Montcada (Barcelona)
- HORMIGONES CARLET, S.A. Carlet (Valencia)

- HORMIGONES ALBA QUERCUS, S.L. Mérida (Cáceres)
- PREBETONG HORMIGONES, S.A. Arteixo (A Coruña)
- AUXILIAR IBERICA, S.A. Palma de Mallorca
- HORMICEMEX SA Alaior (Menorca)
- SUMINISTROS IBIZA Ibiza
- HORCASA – Hormigones Canarios, S.L. Las Palmas de G.C.
- PREBETONG HORMIGONES S.A Tenerife
- CEMEX San Fernando de Henares (Madrid)
- HORMISSA, HORMIGONES DEL SURESTE, S.A. Murcia
- HORMIGONES ARGÁ, S.A. Orcoyen (Navarra)
- HORMIGONES PREMEZCLADOS ÁLAVA, S.A. (HOPREMASA) Vitoria-Gasteiz

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 2023:

JUNTA DE ANDALUCIA

| | | |
|-----|---|-----------|
| 1. | LAB. ANDALUZ DE ENSAYOS DE CONSTRUCCION SRL (LAENSA) – (SE) | AND-L-002 |
| 2. | CEMOSA (CO) | AND-L-003 |
| 3. | CEMOSA (JA) | AND-L-013 |
| 4. | CEMOSA (MA) | AND-L-018 |
| 5. | GEOLEN (SE) | AND-L-020 |
| 6. | SERGEYCO ANDALUCIA SL (CA) | AND-L-046 |
| 7. | LABSON (CO) | AND-L-054 |
| 8. | GEOTECNICA DEL SUR (GR) | AND-L-059 |
| 9. | CEMOSA (SE) | AND-L-074 |
| 10. | CEMOSA (GR) | AND-L-076 |
| 11. | GEOTECNICA DEL SUR (CA) | AND-L-077 |
| 12. | TCAL (CO) | AND-L-108 |
| 13. | IACC(GR) | AND-L-120 |

| | |
|--|-----------|
| 14. CONCADIZ (CA) | AND-L-125 |
| 15. LTE (GR) | AND-L-149 |
| 16. LABORATORIO ENSAPROC (CO) | AND-L-150 |
| 17. ELABORA (SE) | AND-L-155 |
| 18. INECCA INGENIERIA Y CONTROL, SL (MA) | AND-L-164 |
| 19. EVINTES CALIDAD, SLL (AL) | AND-L-186 |
| 20. SGS TECNOS (GR) | AND-L-191 |
| 21. LTE (SE) | AND-L-206 |
| 22. LTE (MA) | AND-L-210 |
| 23. SIGMAC (MA) | AND-L-221 |
| 24. SGS TECNOS (MA) | AND-L-237 |
| 25. CEMOSA (AL-Viator) | AND-L-258 |
| 26. EQA LABORATORIO SL (GR) | AND-L-269 |
| 27. SGS TECNOS (AL) | AND-L-277 |
| 28. CEMOSA (AL-Cuevas) | AND-L-299 |
| 29. LAB. OFICIAL CORDOBA | (oficial) |
| 30. LAB. OFICIAL GRANADA | (oficial) |
| 31. LAB. OFICIAL SEVILLA | (oficial) |

GOBIERNO DE ARAGÓN

| | |
|---|---------------------|
| 1. Igeo-2, S.L. -Delegación de Huesca | ARA-L-002 |
| 2. Laboratorio de Ensayos Técnicos, SA (ENSAYA) - Zaragoza | ARA-L-005 |
| 3. Control 7, SAU - Zaragoza | ARA-L-006 |
| 4. Pretersa-Prenavisa Estructuras de Hormigón, S.L. | ARA-L-007 |
| 5. Geodeser Alcañiz (Geotecnia, Desarrollo y Servicios, S.A.) | ARA-L-008 |
| 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. HORMIPERGA | Laboratorio Central |

PRINCIPADO DE ASTURIAS

| | |
|---|---------------------|
| 1. Laboratorio Asturiano de Control Técnico, SAL (LACOTEC) | AST-L-020 |
| 2. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obras S.A. (CEMOSA) | AST-L-023 |
| 3. Laboratorio Asturiano Calidad Edificación del Principado de Asturias | (oficial) |
| 4. JUAN ROCES S.A. | Laboratorio Central |
| 5. CENTRO DE ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS (CADESA) | 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 Ibiza SA | BAL-L-013 |
| 8. SGS Tecnos, SA- Delegación Menorca | BAL-L-014 |
| 9. Laboratorio de Carreteras - Consell de Mallorca | (oficial) |

GOBIERNO DE CANARIAS

| | |
|--|-----------|
| 1. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación Santa Cruz de Tenerife | CNR-L-001 |
| 2. Controles Externos de la Calidad Canarias, SL | CNR-L-003 |
| 3. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación de Las Palmas | CNR-L-006 |
| 4. 3. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación de La Palma | CNR-L-007 |
| 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. Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.- Delegación Fuerteventura | CNR-L-035 |
| 9. Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.- Delegación de Tenerife | CNR-L-043 |
| 10. Consultores Control Tres, S.L. | CNR-L-044 |
| 11. Laboratorio de ensayo son destructivos Altante SLU | CNR-L-045 |
| 12. Servicios de Laboratorios y Calidad de la Construcción. Consejería de Obras Públicas y Transportes - Delegación Tenerife | (oficial) |
| 13. 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. HONGOMAR SA | Laboratorio Central |
| 5. CANTERAS DE SANTANDER (CANDESA) | Laboratorio Central |

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. Sergeycos Castilla- La Mancha | 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-043 |
| 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. SGS Tecnos, SA- Delegación Guadalajara | CLM-L-038 |
| 9. Impello Desarrollo SL | CLM-L-037 |
| 10. 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. Investigación y Control de Calidad (INCOSA) | CYL-L-015 |
| 4. Centro de Estudio de Materiales y Control De Obra S.A(CEMOSA)- Delegación Valladolid | CYL-L-017 |
| 5. EPTISA Servicios de Ingeniería SL - Delegación de León | CYL-L-025 |
| 6. Cenilesa Ingeniería y Calidad SL | CYL-L-044 |
| 7. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA(CEMOSA)- Delegación Zamora | CYL-L-055 |
| 8. Laboratorios técnica y Estudios, S.L. (LTE) | CYL-L-058 |
| 9. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA (CEMOSA)- Delegación Salamanca | CYL-L-062 |
| 10. TPF Getinsa Euroestudios SL | CYL-L-068 |
| 11. Demarcación De Carreteras del Estado en Castilla y León occidental (MITMA) | (oficial) |
| 12. Centro de Control de Calidad de Burgos. Dirección General de Carreteras e Infraestructuras. Junta de Castilla y León | (oficial) |
| 13. Centro de Control de Calidad de Valladolid. Dirección General de Carreteras e Infraestructuras. Junta de Castilla y León | (oficial) |
| 14. GEDHOSA ZARATAN | Laboratorio Central |

GENERALITAT DE CATALUNYA

| | |
|--|---------------------|
| 1. Eptisa Enginyeria I Serveis, Sau. Delegacion Cerdanyola | CAT-L-002 |
| 2. Assaigs I Control Laboratoris, Sa | CAT-L-004 |
| 3. Applus Norcontrol, Slu. Delegacion Rubi | CAT-L-012 |
| 4. Eptisa Enginyeria I Serveis, Sau. Delegacion Vila-seca | CAT-L-018 |
| 5. Applus Norcontrol, Slu. Delegacion Reus | CAT-L-023 |
| 6. Eptisa Enginyeria I Serveis, Sau. Delegacion Fornells | CAT-L-026 |
| 7. Centre D'estudis de la Construcció I Anàlisi de Materials, Slu (CECAM) | CAT-L-027 |
| 8. Lostec, Sa | CAT-L-028 |
| 9. Laboratori D'assaigs Per A La Construcció, SL (SATEC) | CAT-L-037 |
| 10. Consultors Tècnics de la Construcció a Catalunya, SL (CONSULTEC) | CAT-L-043 |
| 11. Labocat Calidad, SL. Delegacion Terrassa | CAT-L-054 |
| 12. Geotècnia I Control de Qualitat, Sa | CAT-L-056 |
| 13. Laboratorios de Control de la Resistencia del Hormigón SL (LCRH). Delegación Barcelona | CAT-L-057 |
| 14. Laboratorios de Control de la Resistencia del Hormigón SL. Delegación Gerona | CAT-L-062 |
| 15. Lgai Technological Center, Sa | CAT-L-068 |
| 16. Applus Norcontrol, Slu. Delegacion Sils | CAT-L-069 |
| 17. Bac Engineering Consultancy Group, SL. Delegacion Cubelles | CAT-L-104 |
| 18. Tpf Getinsa Euroestudios, SL. Delegacion Barberá del Vallés | CAT-L-109 |
| 19. Tpf Getinsa Euroestudios, SL. Delegación Vila-seca | CAT-L-111 |
| 20. Bac Engineering Consultancy Group, SL. Delegacion Sant Just | CAT-L-114 |
| 21. 2020 FSQ QUALITAT, SL | CAT-L-115 |
| 22. Geoplanning Estudis Geotècnics, SL (ICEC) | CAT-L-116 |
| 23. S3 CDQ (Xavier Semino Barba) | CAT-L-119 |
| 24. Labocat Calidad, Sl. Delegacion Constantí | CAT-L-120 |
| 25. PROMSA | Laboratorio Central |

JUNTA DE EXTREMADURA

| | |
|---|-----------|
| 1. Intromac | EXT-L-007 |
| 2. Elaborex, Calidad en la Construcción SL-Delegación Badajoz | EXT-L-014 |
| 3. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL | EXT-L-029 |
| 4. Ensaproex | EXT-L-032 |

XUNTA DE GALICIA

| | |
|---|-----------|
| 1. Control y Estudios, SL (CYE) | GAL-L-005 |
| 2. Galaicontrol, SL (Arteixo) | GAL-L-014 |
| 3. Investigación y Control Lugo SL (INVECO) | GAL-L-016 |

| | |
|--|-----------|
| 4. Applus Norcontrol, SL (Sada) | GAL-L-018 |
| 5. Galaicontrol, SL (Vigo) | GAL-L-021 |
| 6. Ingeniería, geotecnia y calidad SL (IG Calidad) | GAL-L-028 |
| 7. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de La Coruña | GAL-L-034 |
| 8. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de Vigo | GAL-L-035 |
| 9. 3C Calidad y Control, SCOOP Galega | GAL-L-044 |
| 10. Enmacosa Consultoría Técnica SA | GAL-L-056 |

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA

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

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

| | |
|--|---------------------|
| 1. Geotecnia y Medio Ambiente 2000 SL (GMD 2000) | MAD-L-002 |
| 2. Euroconsult SA | MAD-L-004 |
| 3. Cepasa Ensayos Geotécnicos SA | MAD-L-005 |
| 4. Ciesm Intevia SAU | MAD-L-019 |
| 5. Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) | MAD-L-030 |
| 6. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A (CEMOSA) | MAD-L-036 |
| 7. Control de Obras Públicas y Edificación, SL | MAD-L-046 |
| 8. Geotécnia y calidad en la construcción, SLL | MAD-L-050 |
| 9. Esgeyco SL | MAD-L-053 |
| 10. Control de Estructuras y Geotecnia SL (CEyGE) | MAD-L-061 |
| 11. Laboratorio de Control de Calidad e Ingeniería, S.L. (CCI) | MAD-L-064 |
| 12. Control de estructuras y suelos SA (CONES) | MAD-L-065 |
| 13. Adamas Control y Geotecnia S.L.L | MAD-L-066 |
| 14. Laboratorio Oficial para Ensayo de Materiales de Construcción - LOEMCO | MAD-L-077 |
| 15. Labiker Ingeniería y Control de Calidad SL | MAD-L-080 |
| 16. Centro Investigación Materiales (CIMAT) | MAD-L-082 |
| 17. V2 Geotecnia y Control SL. | MAD-L-088 |
| 18. Auscultación Control Ensayos SL | MAD-L-089 |
| 19. Arolab Ingeniería y Control de Calidad SL | MAD-L-090 |
| 20. CEDEX, Centro de Estudios del Transporte | (oficial) |
| 21. MAHORSA | 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) | MUR-L-005 |
| 3. Inversiones de Murcia, S.L., HORYSU- Delegación de Cartagena | MUR-L-006 |
| 4. Inversiones de Murcia, S.L., HORYSU-Delegación de Espinardo | MUR-L-007 |
| 5. ITC laboratorio de ensayos, S.L.L. | MUR-L-018 |
| 6. Massalia Ingenieros, S.L. | MUR-L-019 |
| 7. Técnica y Calidad de Proyectos Industriales, S.L (TYC PROYECTOS) | MUR-L-021 |
| 8. INGEOLAB Calidad en Obra S.L. | MUR-L-022 |
| 9. Serrano Aznar Obras Públicas SL | MUR-L-023 |
| 10. Geotecnia del Sur, SA | MUR-L-025 |
| 11. Laboratorio Ensaproc | MUR-L-026 |
| 12. HORMISSA | Laboratorio Central |
| 13. GRUPO ALJEMA RELOSA SLU | Laboratorio Central |

GOBIERNO DE NAVARRA

| | |
|---|---------------------|
| 1. Laboratorios Entecsa, SA | NAV-L-001 |
| 2. Laboratorio de Ensayos Navarra SA (LABENSA) | NAV-L-003 |
| 3. Laboratorio de Edificación del Instituto Científico y Tecnológico de la E.T.S. Arquitectura e Ingeniería de Edificación de Navarra | NAV-L-004 |
| 4. GEEA Geólogos S.L- Delegación Estella | NAV-L-005 |
| 5. GEEA Geólogos S.L- Delegación Pamplona | NAV-L-008 |
| 6. Laboratorio Ensaproc SL | NAV-L-015 |
| 7. Investigación y Control de Calidad (INCOSA) | NAV-L-017 |
| 8. Laboratorio de Control de Calidad Departamento Cohesión Territorial Gobierno de Navarra | (oficial) |
| 9. HORMIGONES ARGÁ BERIAIN | Laboratorio Central |

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, SLU | 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 |
| 15. Sondeos, Obras y Estudios Geotécnicos, S.A. (INTECOM) | VAL-L-065 |
| 16. HORMIFER INGENIERIA DEL HORMIGON Y ACERO SL | VAL-L-079 |
| 17. HORMAR XXI | Laboratorio Central |
| 18. CANTERA LA TORRETA SAU | Laboratorio Central |

GOBIERNO 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. Applus Norcontrol, S.L.U. | PVS-L-012 |
| 8. Fundación Tecnalia Research and Innovation | PVS-L-013 |
| 9. Entecsa Bilbao S.L | PVS-L-034 |
| 10. Laboratorios de control de la resistencia del hormigon | PVS-L-036 |
| 11. Laboratorio General de la Diputación Foral de Álava | (oficial) |

AENOR

| | |
|--------------------------------------|------------|
| 1. OGERCO | País Vasco |
| 2. HONGOMAR S.A. | Cantabria |
| 3. HORMIGONES RELOSA | Murcia |