

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr100 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

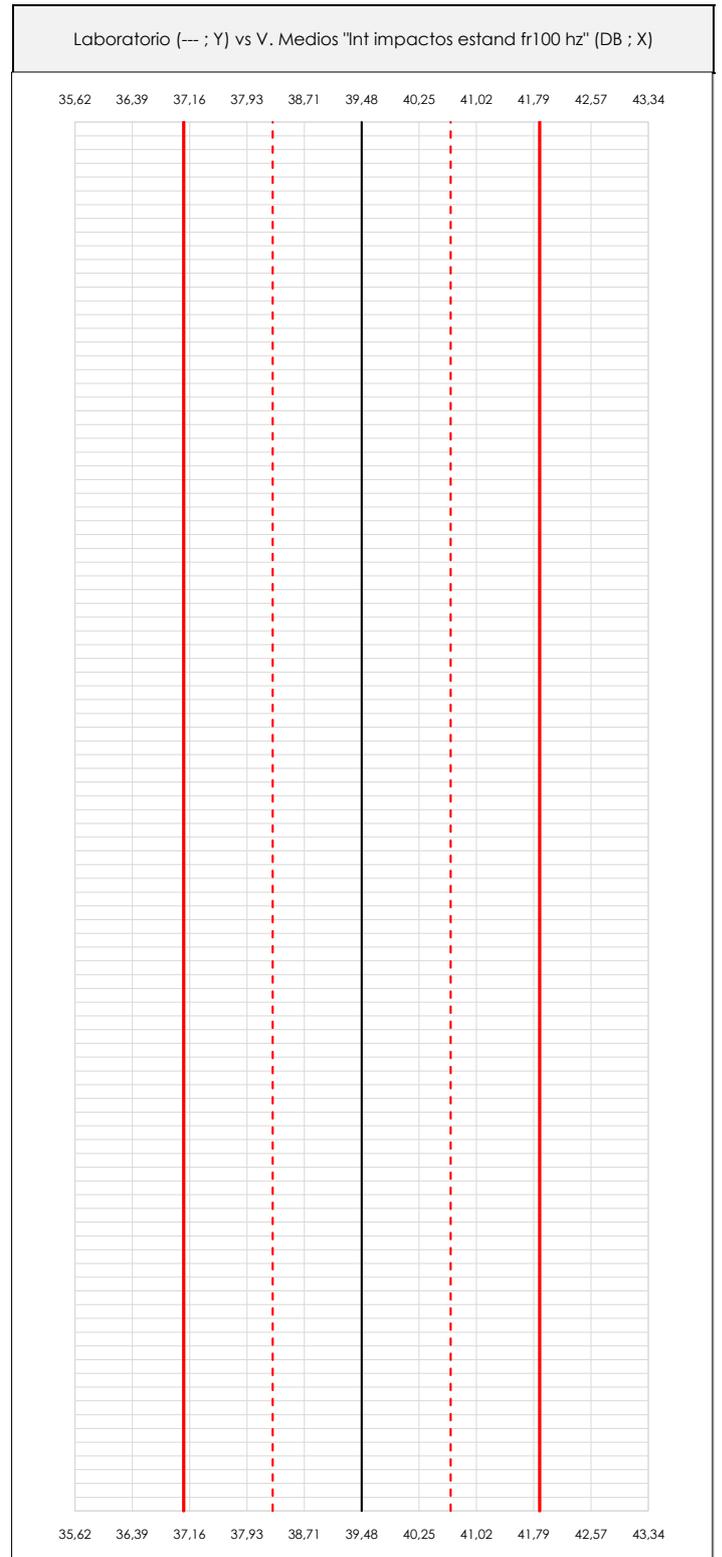
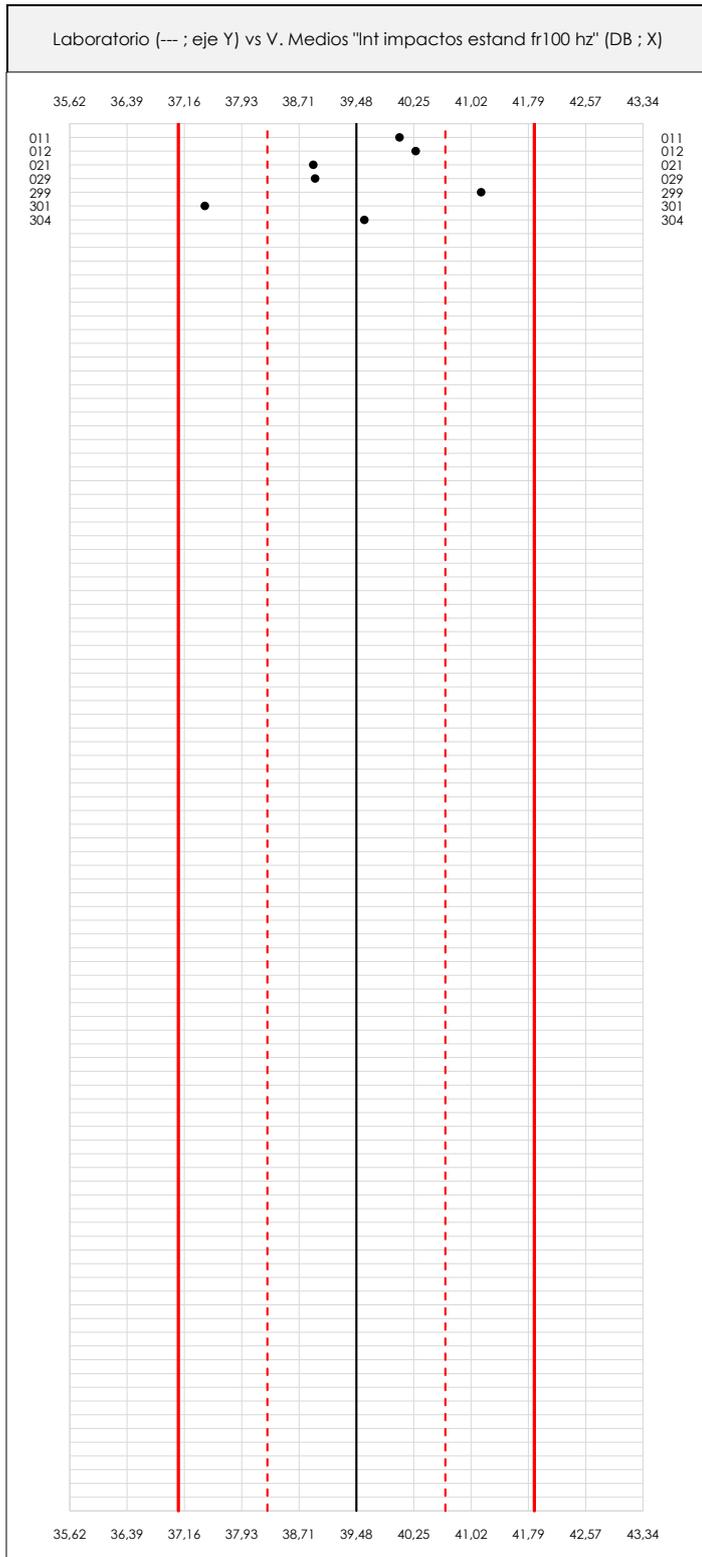
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

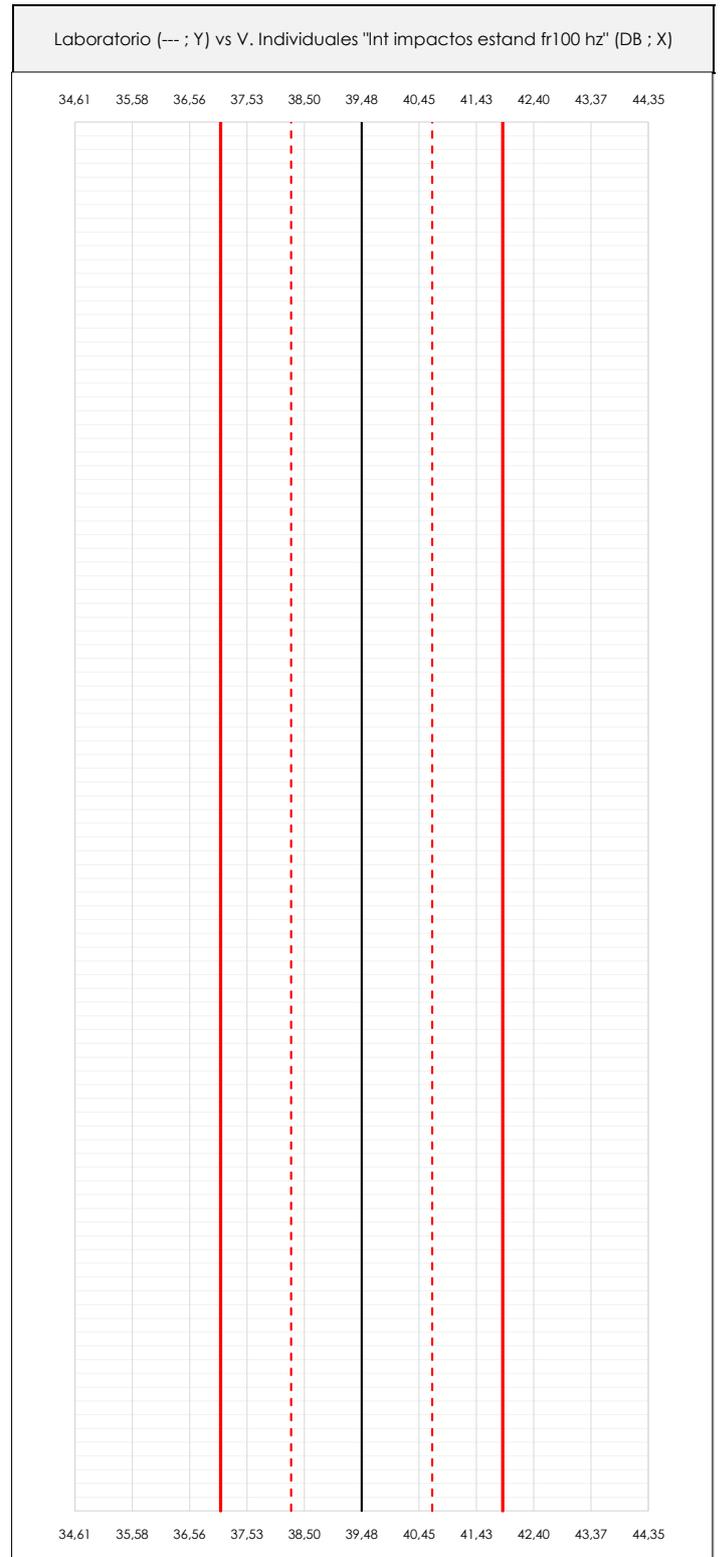
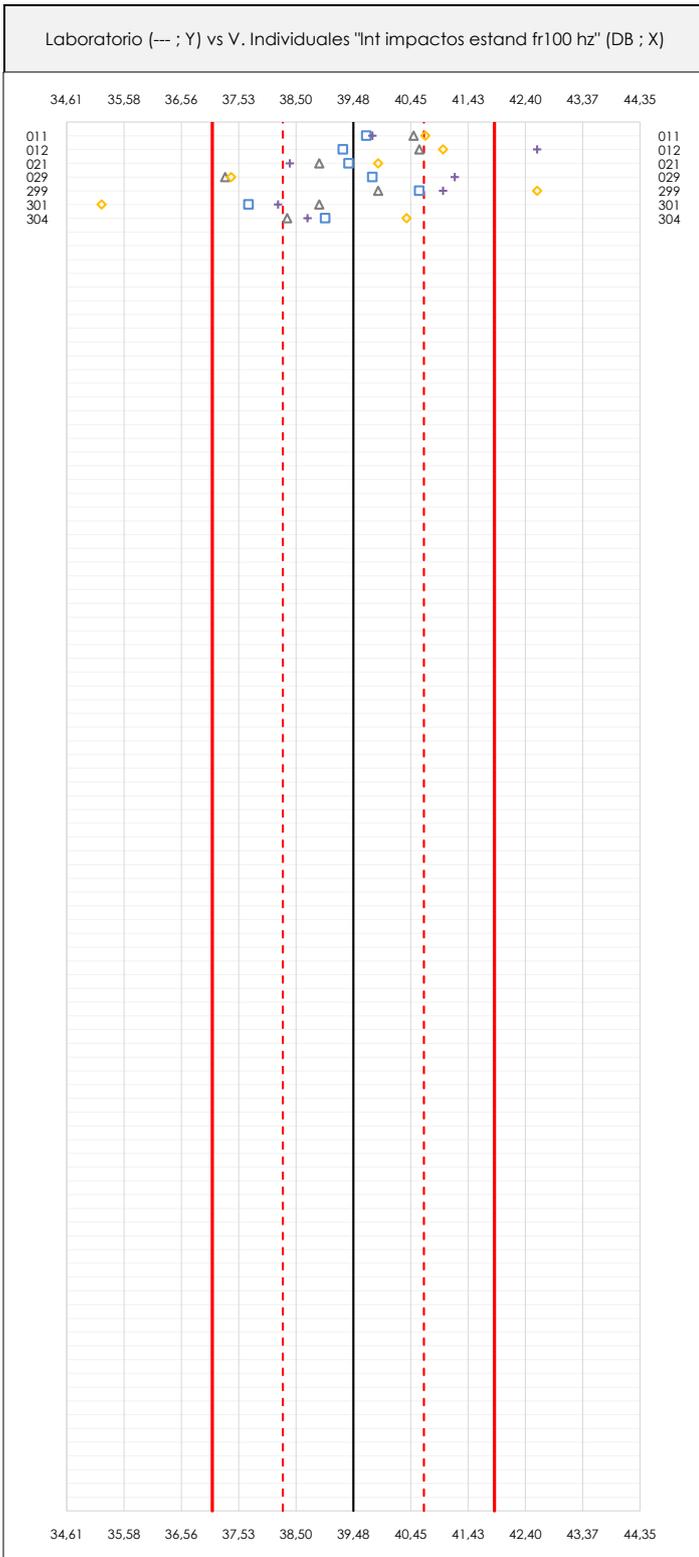
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (39,48 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (40,68/38,28 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (41,88/37,08 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (39,48 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (40,68/38,28 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (41,88/37,08 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

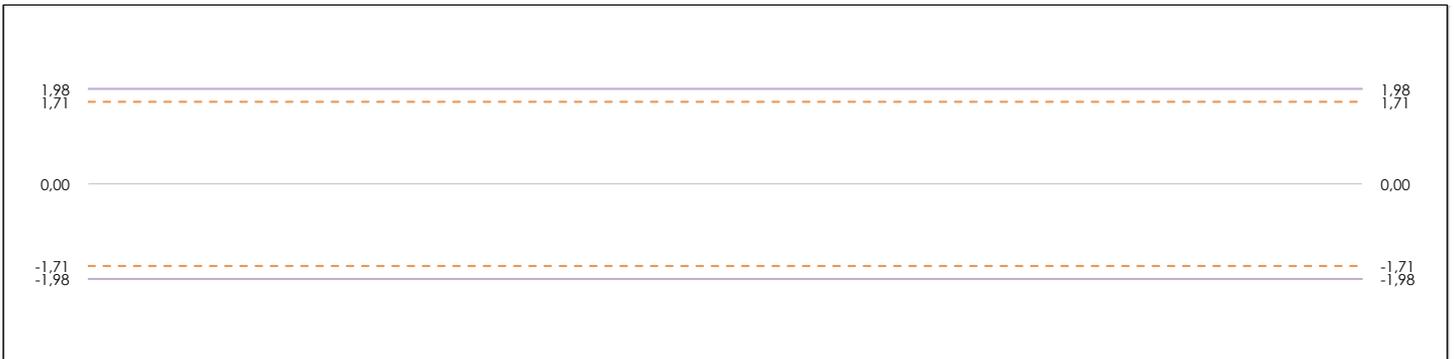
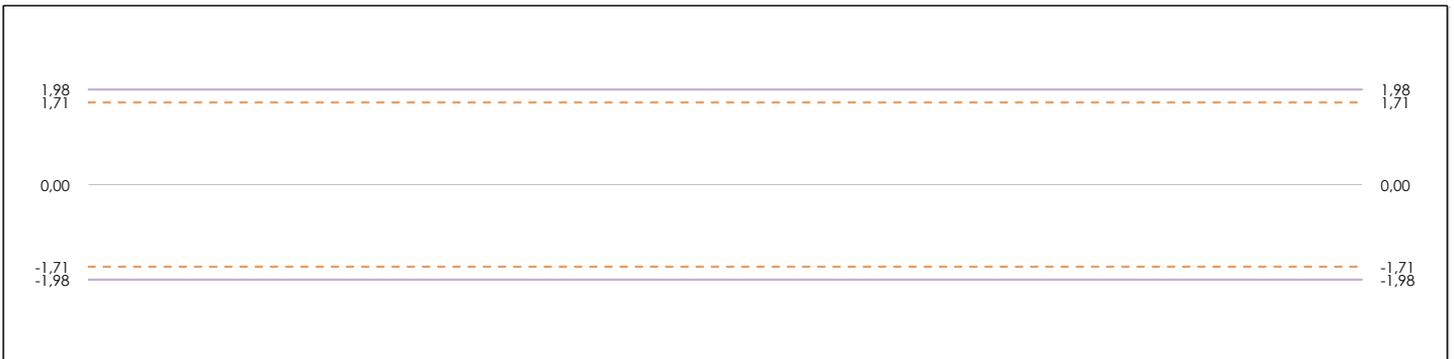
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 39,70 | 39,600 | 40,500 | 40,700 | 39,800 | 40,060 | 0,503 | 1,47 | 0,48 | 0,38 | | | | | | ✓ |
| 12 | 39,30 | 37,900 | 40,600 | 41,000 | 42,600 | 40,280 | 1,777 | 2,03 | 0,67 | 1,33 | | | | | 0,4545 | ✓ |
| 21 | 39,40 | 37,900 | 38,900 | 39,900 | 38,400 | 38,900 | 0,791 | -1,47 | -0,48 | 0,59 | | | | 0,3196 | | ✓ |
| 29 | 39,80 | <40,1 | 37,300 | 37,400 | 41,200 | 38,925 | 1,907 | -1,40 | -0,46 | 1,43 | | | | | | ✓ |
| 299 | 40,60 | 41,700 | 39,900 | 42,600 | 41,000 | 41,160 | 1,036 | 4,26 | 1,40 | 0,78 | | | 1,403 | | 0,4545 | ✓ |
| 301 | 37,70 | 37,200 | 38,900 | 35,200 | 38,200 | 37,440 | 1,401 | -5,16 | -1,70 | 1,05 | | 1,701 | | 0,3196 | | ✓ |
| 304 | 39,00 | 41,500 | 38,354 | 40,384 | 38,697 | 39,587 | 1,318 | 0,27 | 0,09 | 0,99 | | | | | | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

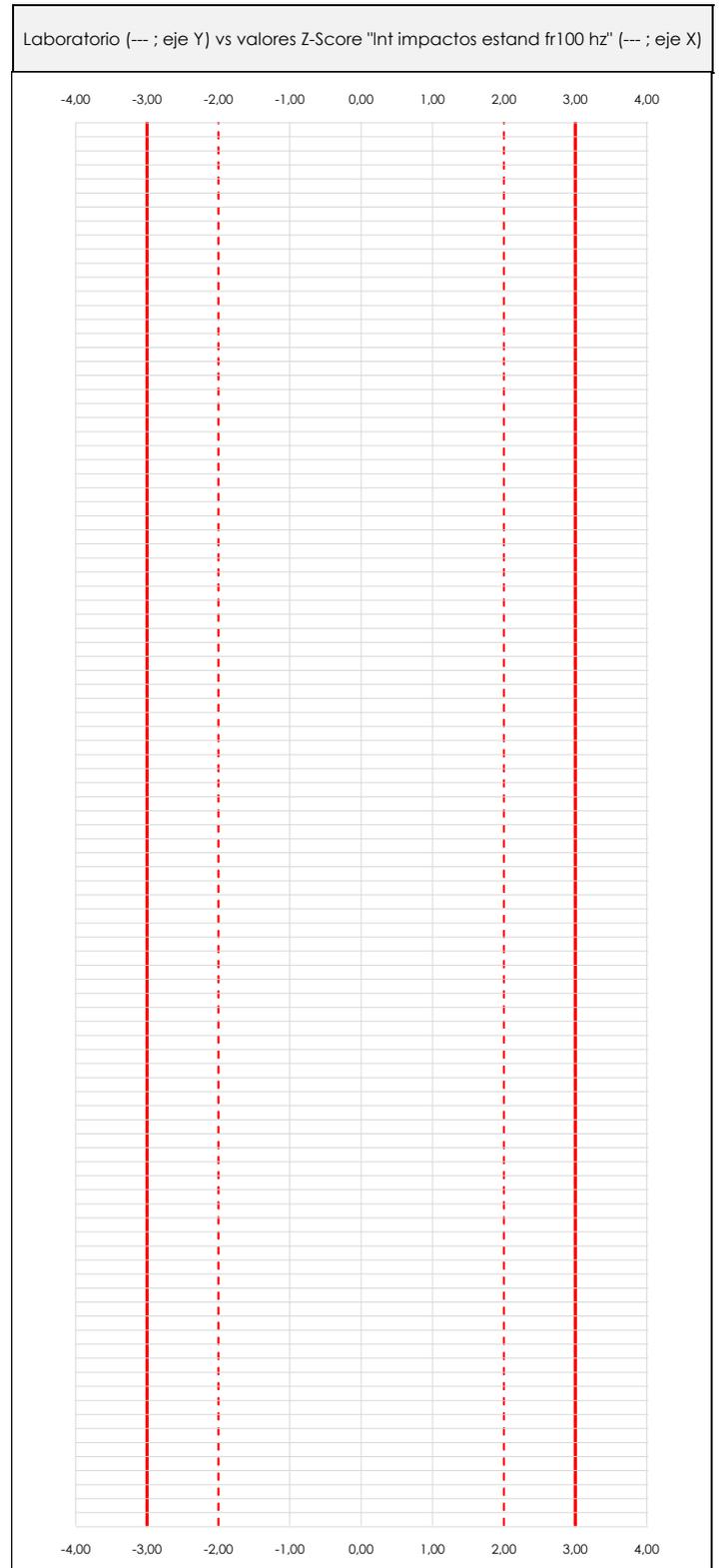
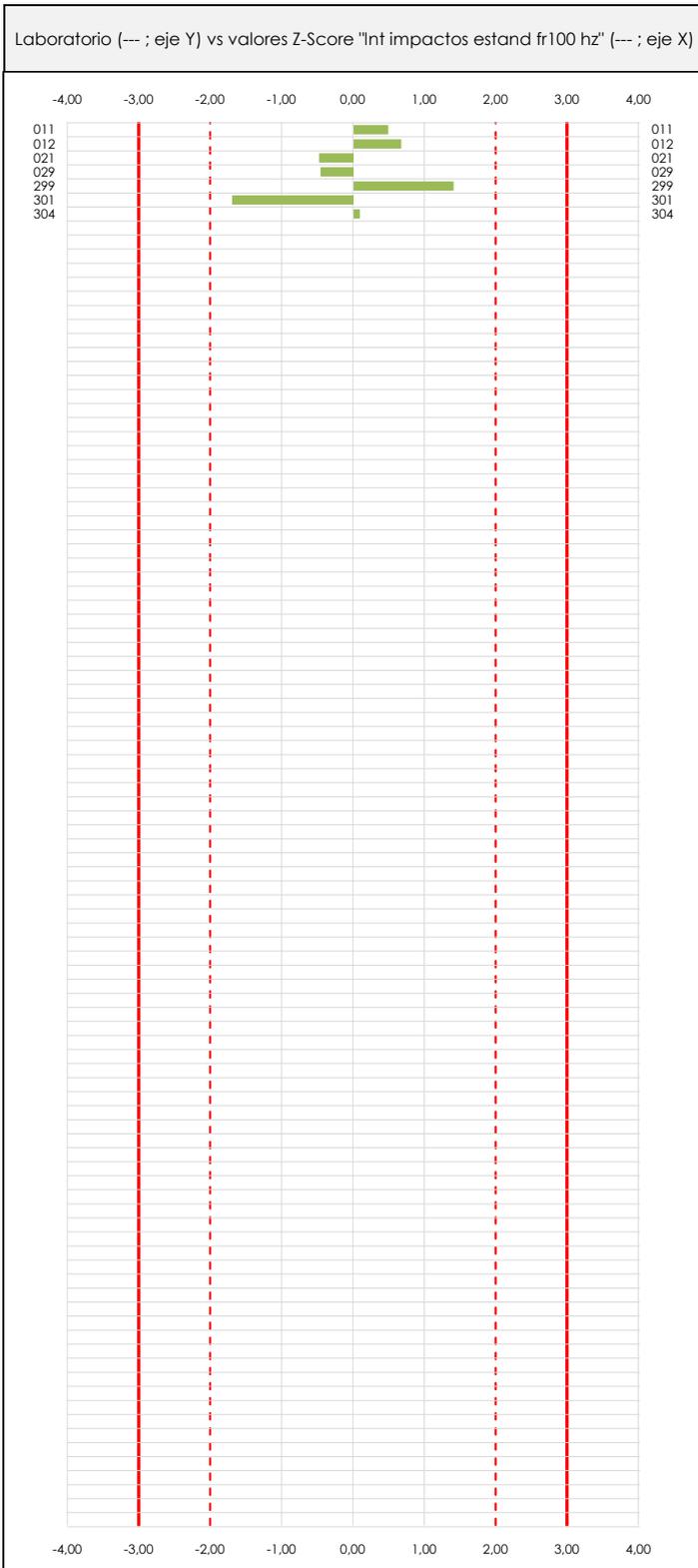
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 39,70 | 39,60 | 40,50 | 40,70 | 39,80 | 40,06 | 0,503 | 1,47 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,485 | S |
| 12 | 39,30 | 37,90 | 40,60 | 41,00 | 42,60 | 40,28 | 1,777 | 2,03 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,669 | S |
| 21 | 39,40 | 37,90 | 38,90 | 39,90 | 38,40 | 38,90 | 0,791 | -1,47 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,483 | S |
| 29 | 39,80 | <40,1 | 37,30 | 37,40 | 41,20 | 38,93 | 1,907 | -1,40 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,462 | S |
| 299 | 40,60 | 41,70 | 39,90 | 42,60 | 41,00 | 41,16 | 1,036 | 4,26 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,403 | S |
| 301 | 37,70 | 37,20 | 38,90 | 35,20 | 38,20 | 37,44 | 1,401 | -5,16 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,701 | S |
| 304 | 39,00 | 41,50 | 38,35 | 40,38 | 38,70 | 39,59 | 1,318 | 0,27 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,090 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

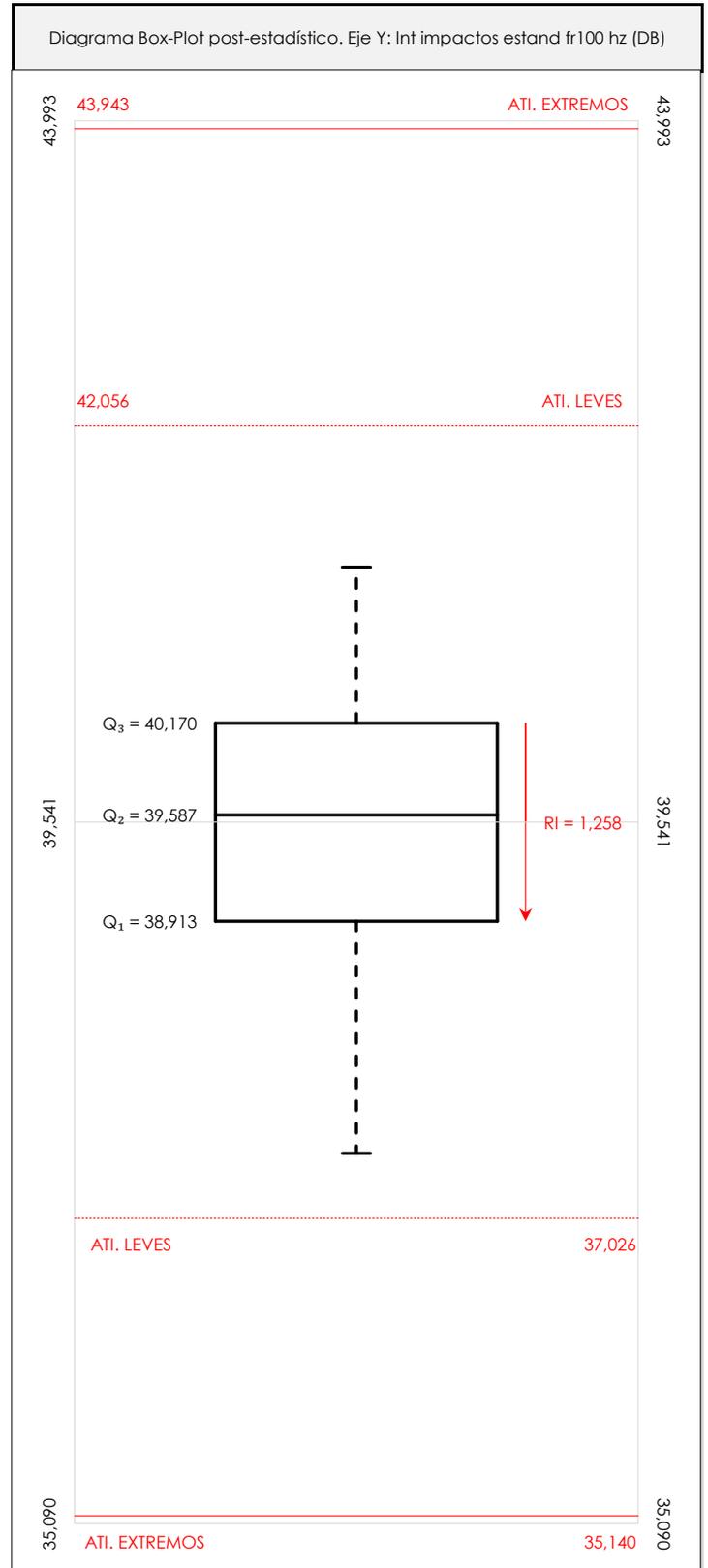
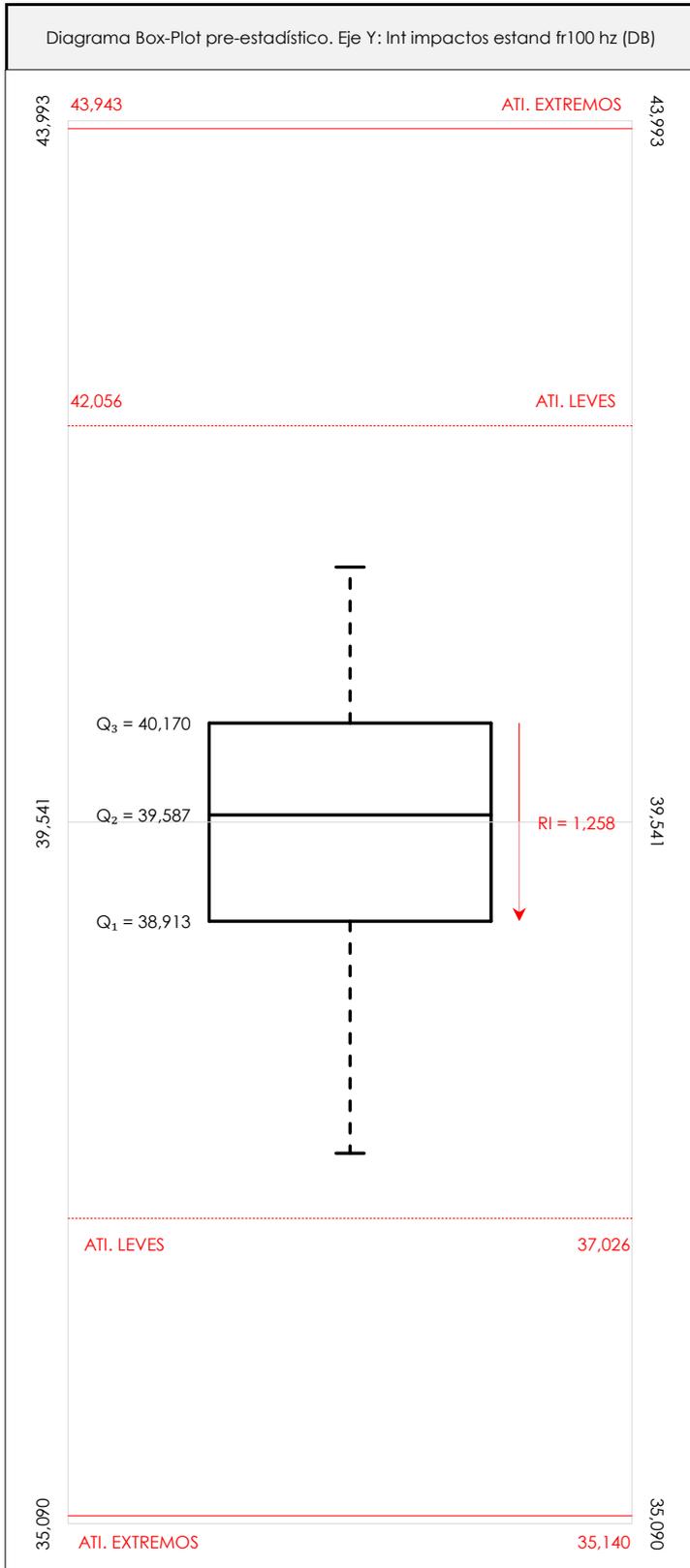
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 40,60 | 41,70 | 40,60 | 42,60 | 42,60 | 41,16 | 40,60 | 41,70 | 40,60 | 42,60 | 42,60 | 41,16 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 37,70 | 37,20 | 37,30 | 35,20 | 38,20 | 37,44 | 37,70 | 37,20 | 37,30 | 35,20 | 38,20 | 37,44 |
| Valor Promedio (M ; %) | 39,36 | 39,30 | 39,21 | 39,60 | 39,99 | 39,48 | 39,36 | 39,30 | 39,21 | 39,60 | 39,99 | 39,48 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 0,89 | 1,95 | 1,20 | 2,49 | 1,67 | 1,20 | 0,89 | 1,95 | 1,20 | 2,49 | 1,67 | 1,20 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,03 |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | | |
| Valor Calculado | 1,709 | 3,624 | 1,117 | 2,826 | 4,659 | 1,709 | 3,624 | 1,117 | 2,826 | 4,659 | | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr125 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

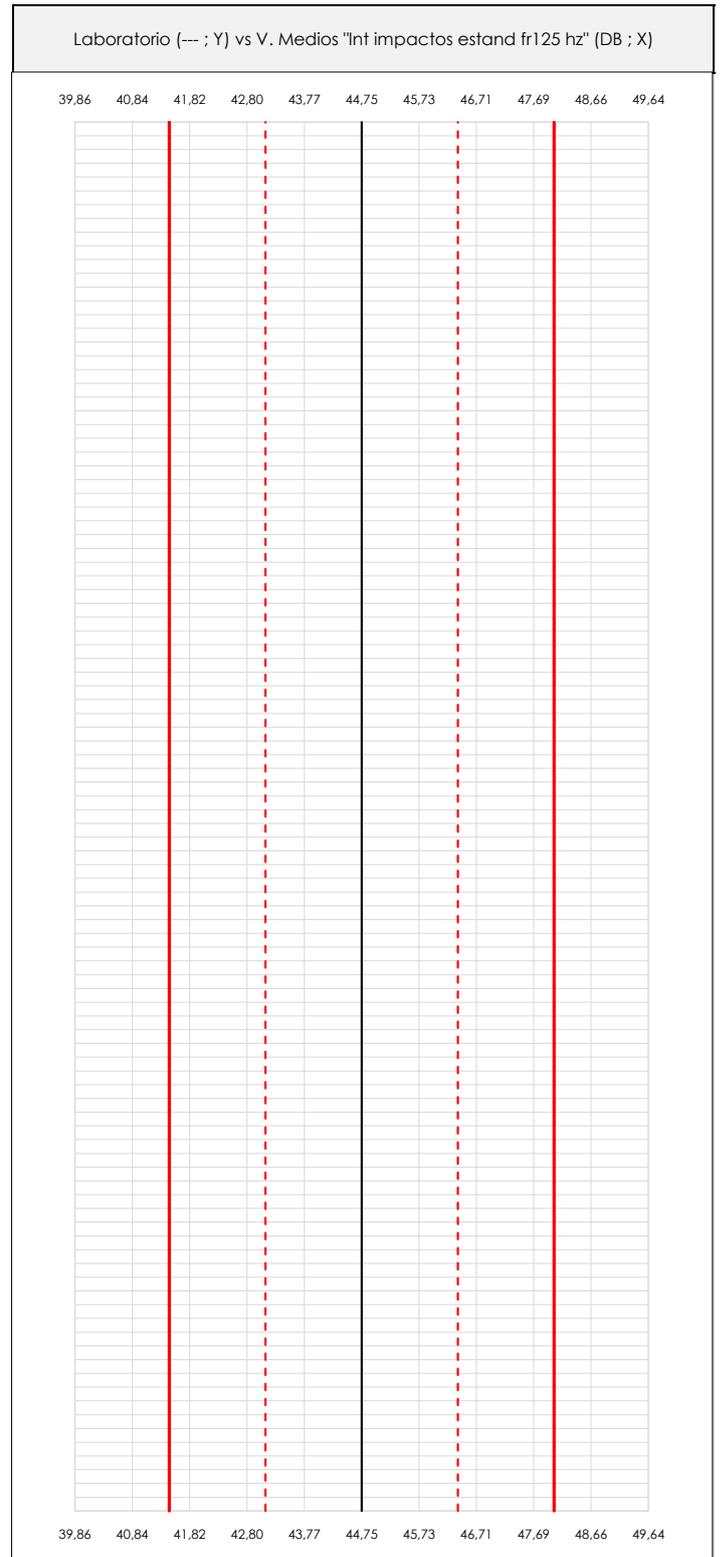
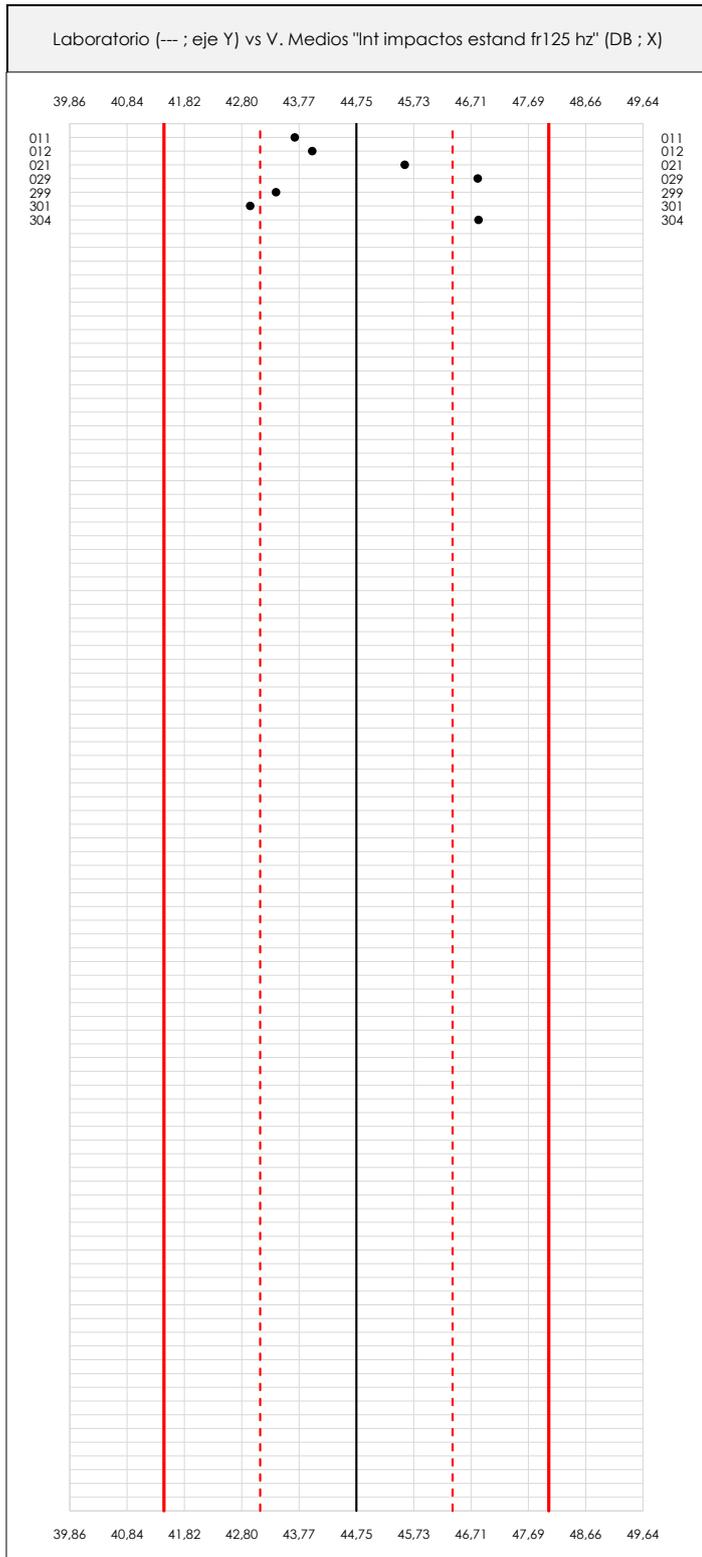
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

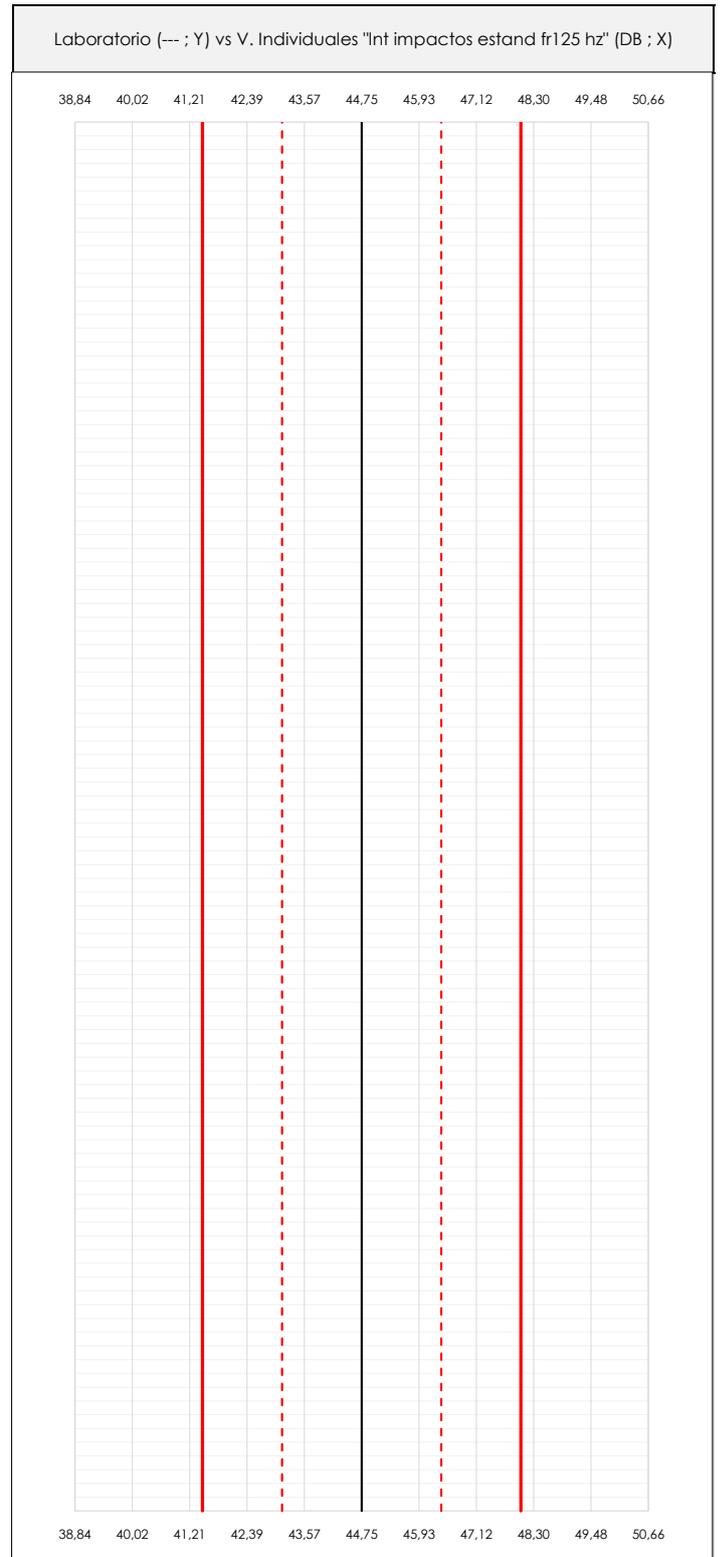
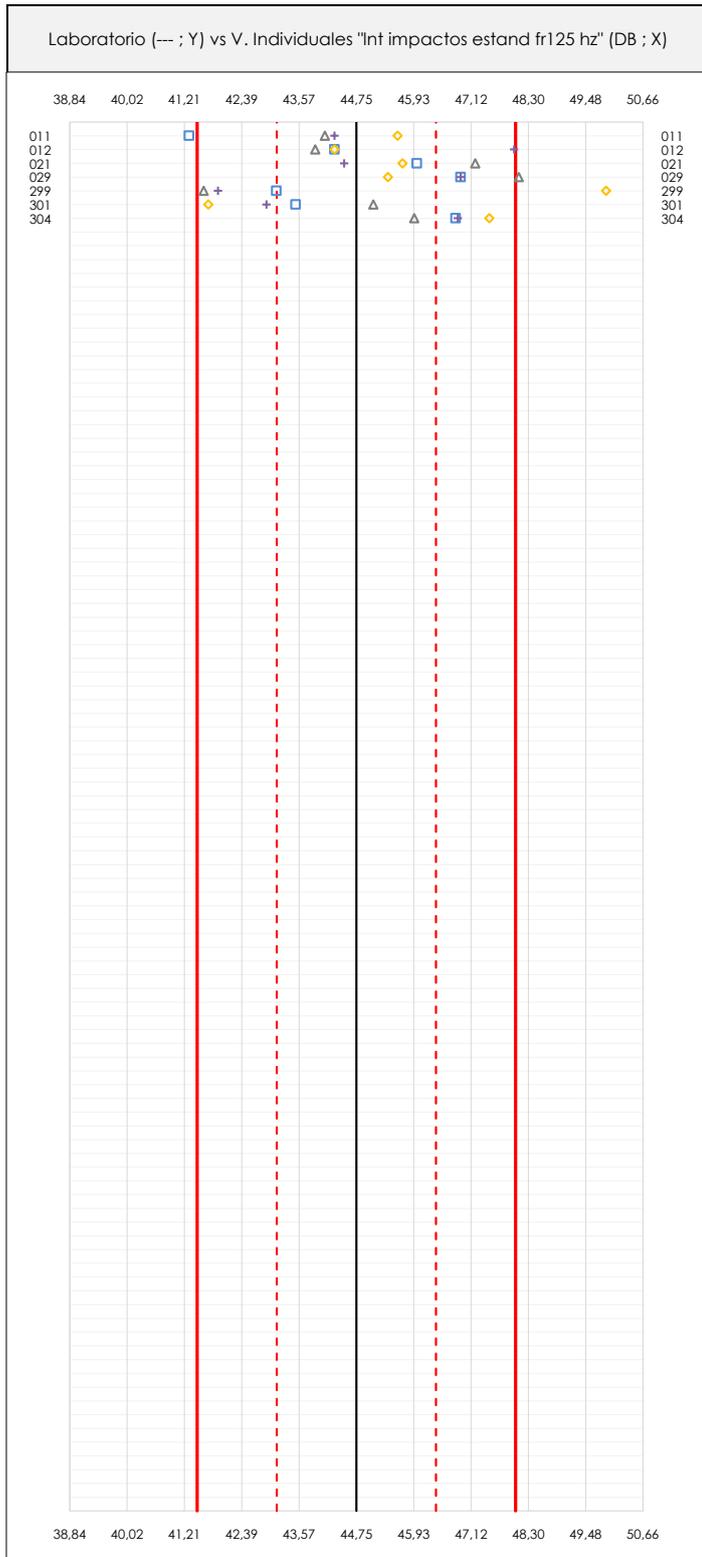
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (44,75 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (46,39/43,11 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,03/41,47 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (44,75 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (46,39/43,11 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,03/41,47 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

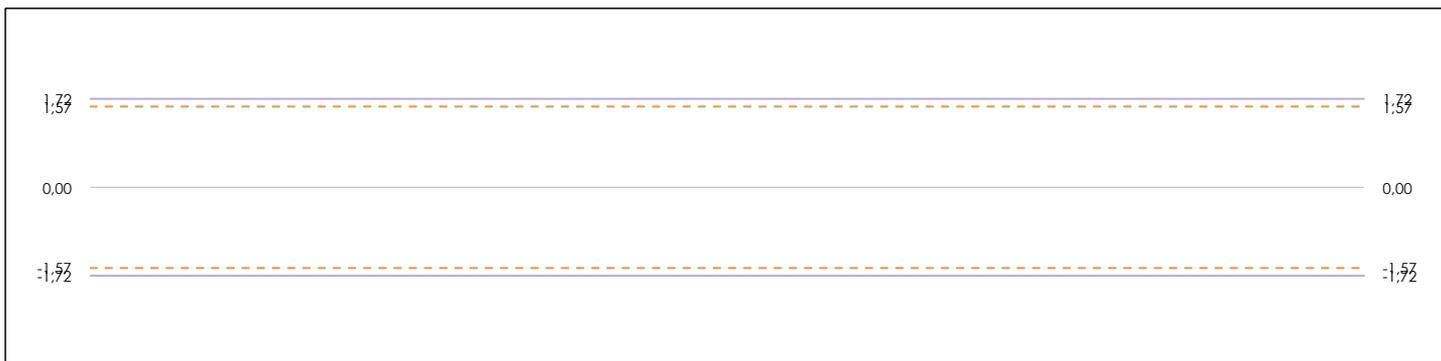
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

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 de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 41,30 | 43,200 | 44,100 | 45,600 | 44,300 | 43,700 | 1,592 | -3,27 | -0,82 | 1,30 | | | | 0,0813 | | ✓ |
| 12 | 44,30 | 39,500 | 43,900 | 44,300 | 48,000 | 44,000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ✗ |
| 21 | 46,00 | 44,500 | 47,200 | 45,700 | 44,500 | 45,580 | 1,134 | 0,89 | 0,23 | 0,93 | | | | | | ✓ |
| 29 | 46,90 | <44,9 | 48,100 | 45,400 | 46,900 | 46,825 | 1,106 | 3,65 | 0,92 | 0,90 | | | | 0,2883 | | ✓ |
| 299 | 43,10 | 40,400 | 41,600 | 49,900 | 41,900 | 43,380 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ✗ |
| 301 | 43,50 | 41,500 | 45,100 | 41,700 | 42,900 | 42,940 | 1,466 | -4,95 | -1,25 | 1,20 | | 1,249 | | 0,0813 | | ✓ |
| 304 | 46,80 | 47,100 | 45,942 | 47,490 | 46,844 | 46,835 | 0,570 | 3,67 | 0,93 | 0,46 | | | 0,927 | | 0,2883 | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

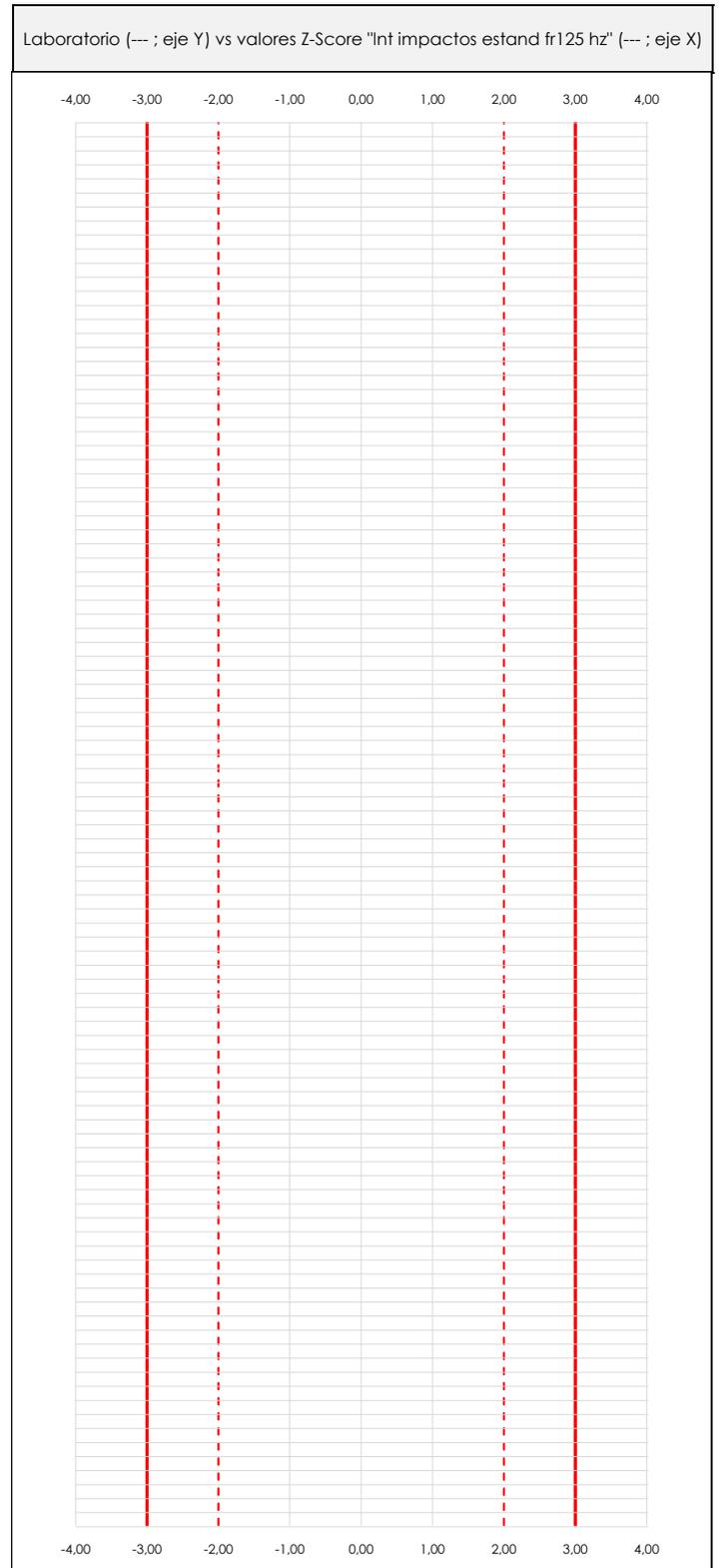
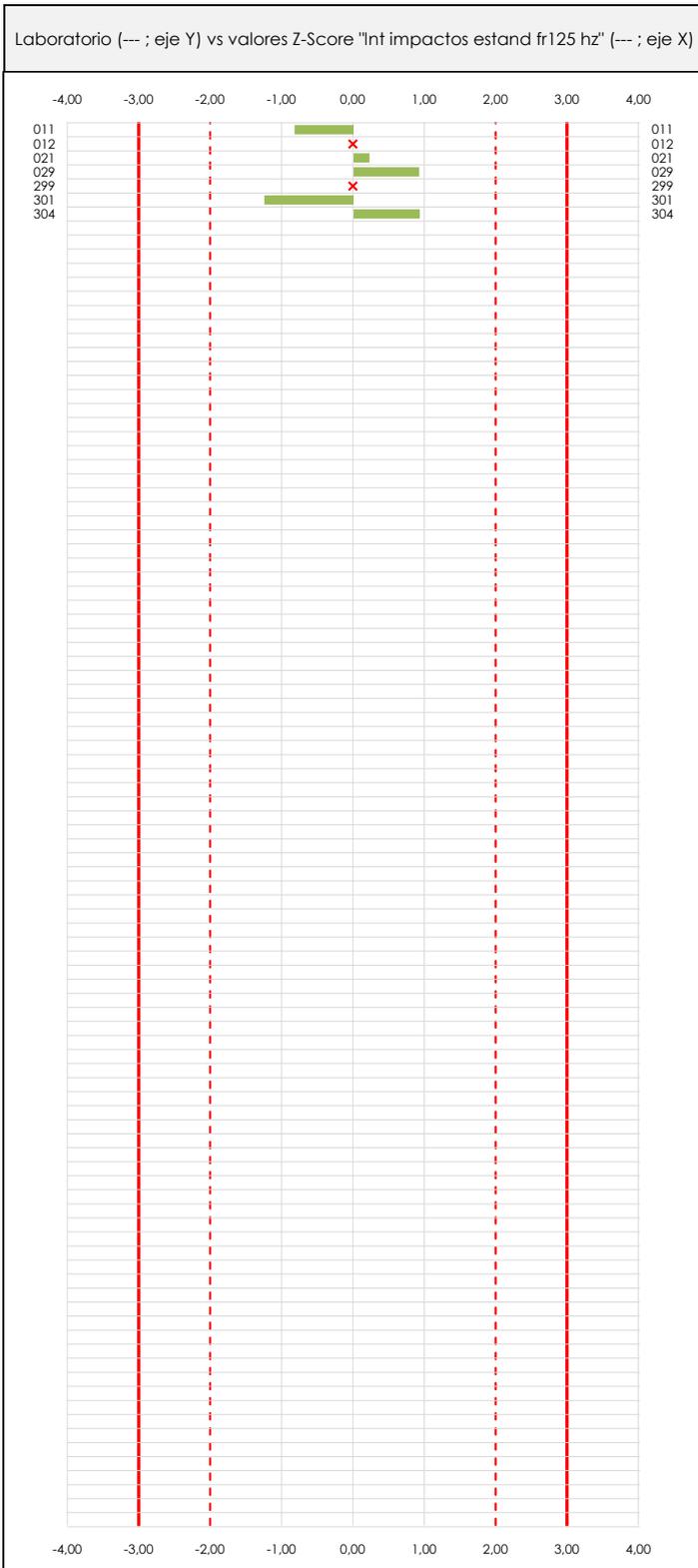
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 41,30 | 43,20 | 44,10 | 45,60 | 44,30 | 43,70 | 1,592 | -3,27 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,825 | S |
| 12 | 44,30 | 39,50 | 43,90 | 44,30 | 48,00 | 44,00 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AN | 1 | --- | --- |
| 21 | 46,00 | 44,50 | 47,20 | 45,70 | 44,50 | 45,58 | 1,134 | 0,89 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,226 | S |
| 29 | 46,90 | <44,9 | 48,10 | 45,40 | 46,90 | 46,83 | 1,106 | 3,65 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,921 | S |
| 299 | 43,10 | 40,40 | 41,60 | 49,90 | 41,90 | 43,38 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AN | 0 | --- | --- |
| 301 | 43,50 | 41,50 | 45,10 | 41,70 | 42,90 | 42,94 | 1,466 | -4,95 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,249 | S |
| 304 | 46,80 | 47,10 | 45,94 | 47,49 | 46,84 | 46,84 | 0,570 | 3,67 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,927 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

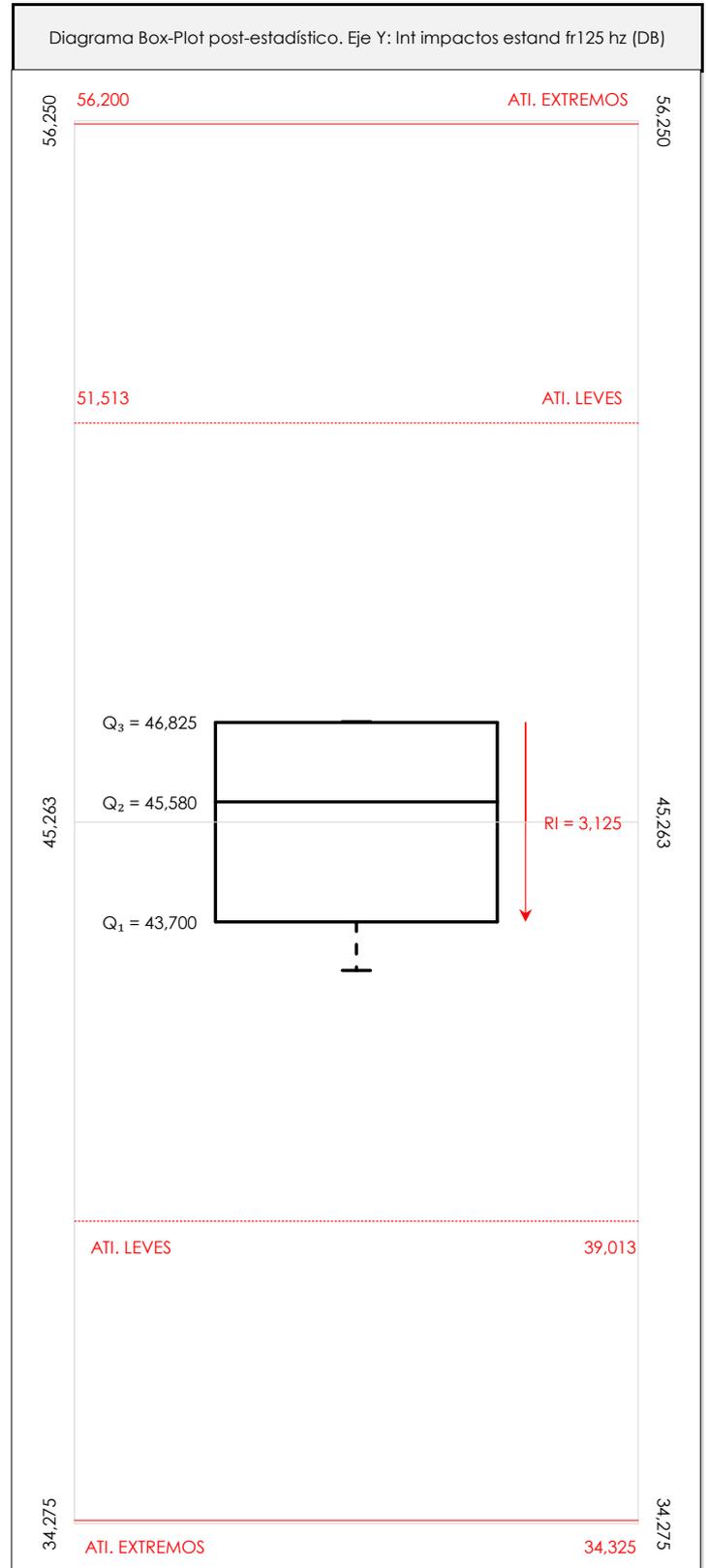
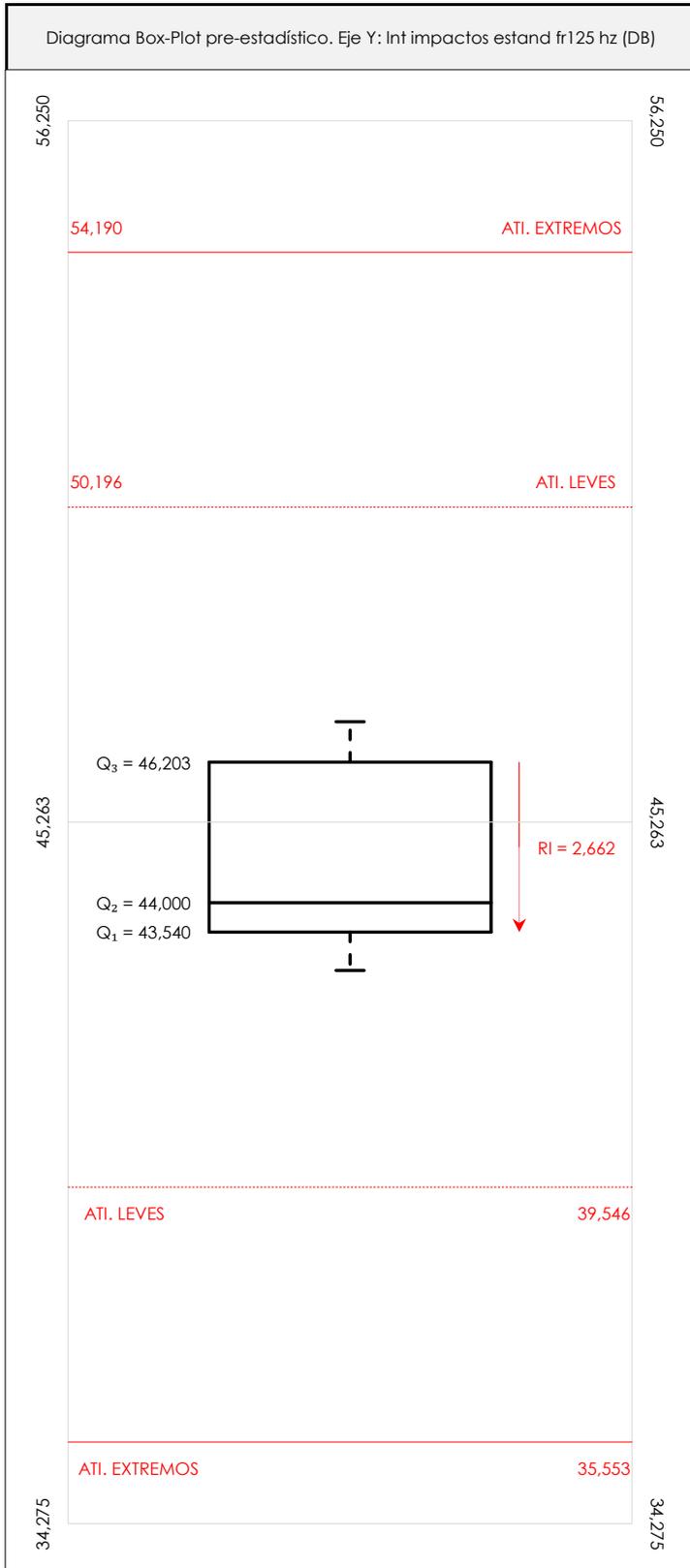
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 46,90 | 47,10 | 48,10 | 49,90 | 48,00 | 46,84 | 46,90 | 47,10 | 48,10 | 47,49 | 46,90 | 46,84 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 41,30 | 39,50 | 41,60 | 41,70 | 41,90 | 42,94 | 41,30 | 41,50 | 44,10 | 41,70 | 42,90 | 42,94 |
| Valor Promedio (M ; %) | 44,56 | 42,70 | 45,13 | 45,73 | 45,05 | 44,75 | 44,90 | 44,08 | 46,09 | 45,18 | 45,09 | 45,18 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 2,10 | 2,82 | 2,19 | 2,55 | 2,26 | 1,64 | 2,44 | 2,36 | 1,60 | 2,12 | 1,74 | 1,79 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | |
| Valor Calculado | 4,523 | 5,895 | 1,691 | 6,214 | 6,910 | | 1,518 | 3,415 | 2,878 | 4,396 | 5,812 | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,72 | 1,65 | 0,508 | 1,764 | 0,0018 | 1,72 | 1,65 | 0,633 | 1,764 | 0,0018 |
| Nivel de Significación 5% | 1,57 | 1,46 | 0,431 | 1,715 | 0,0090 | 1,57 | 1,46 | 0,544 | 1,715 | 0,0090 |

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

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr160 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

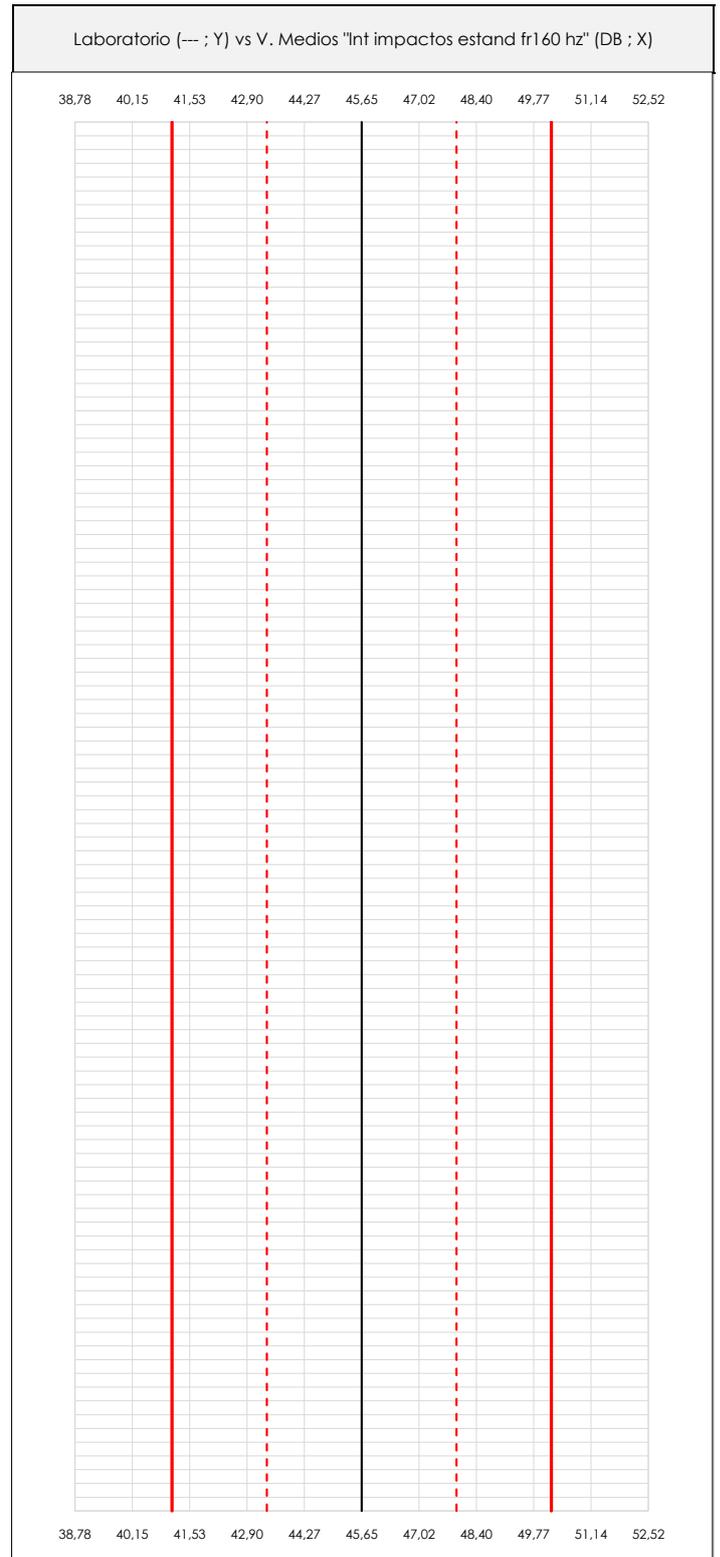
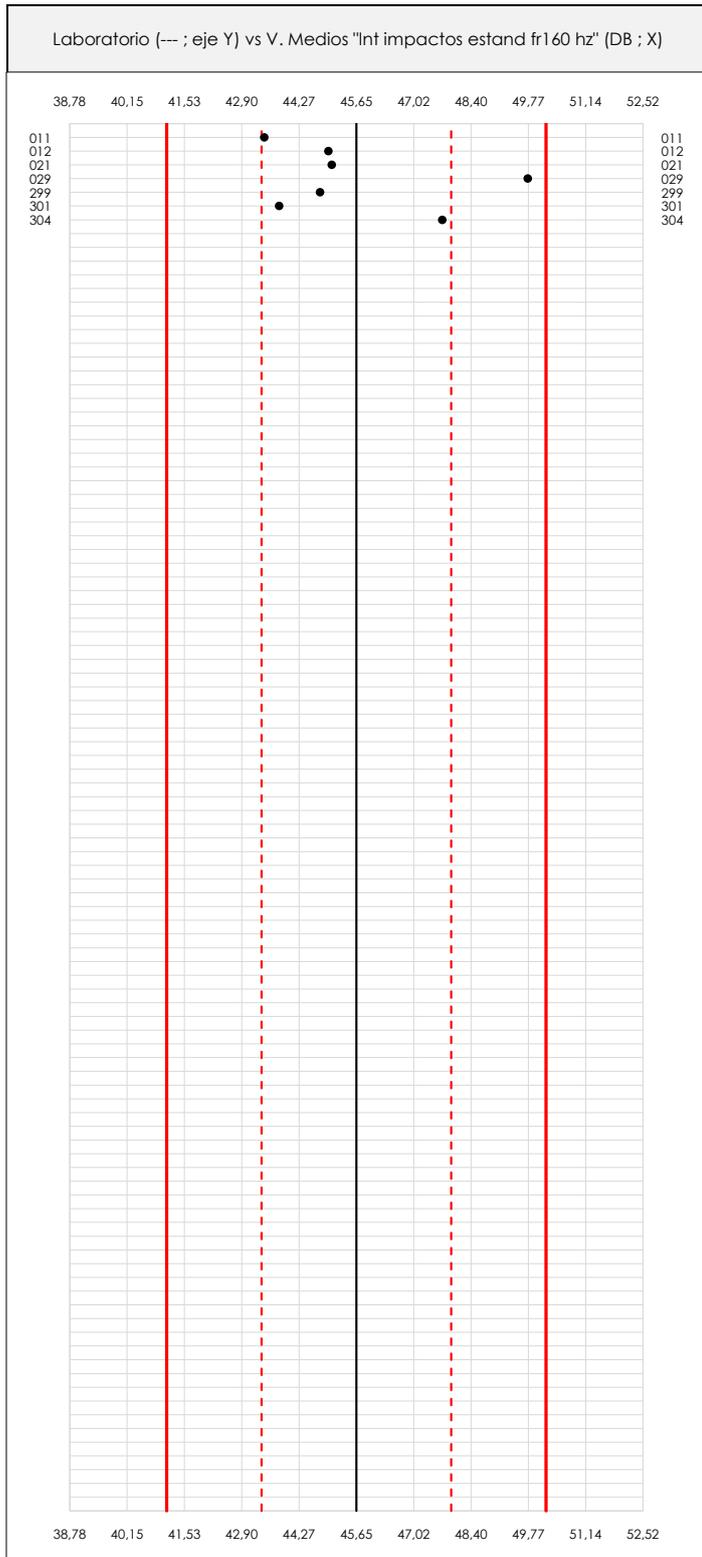
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

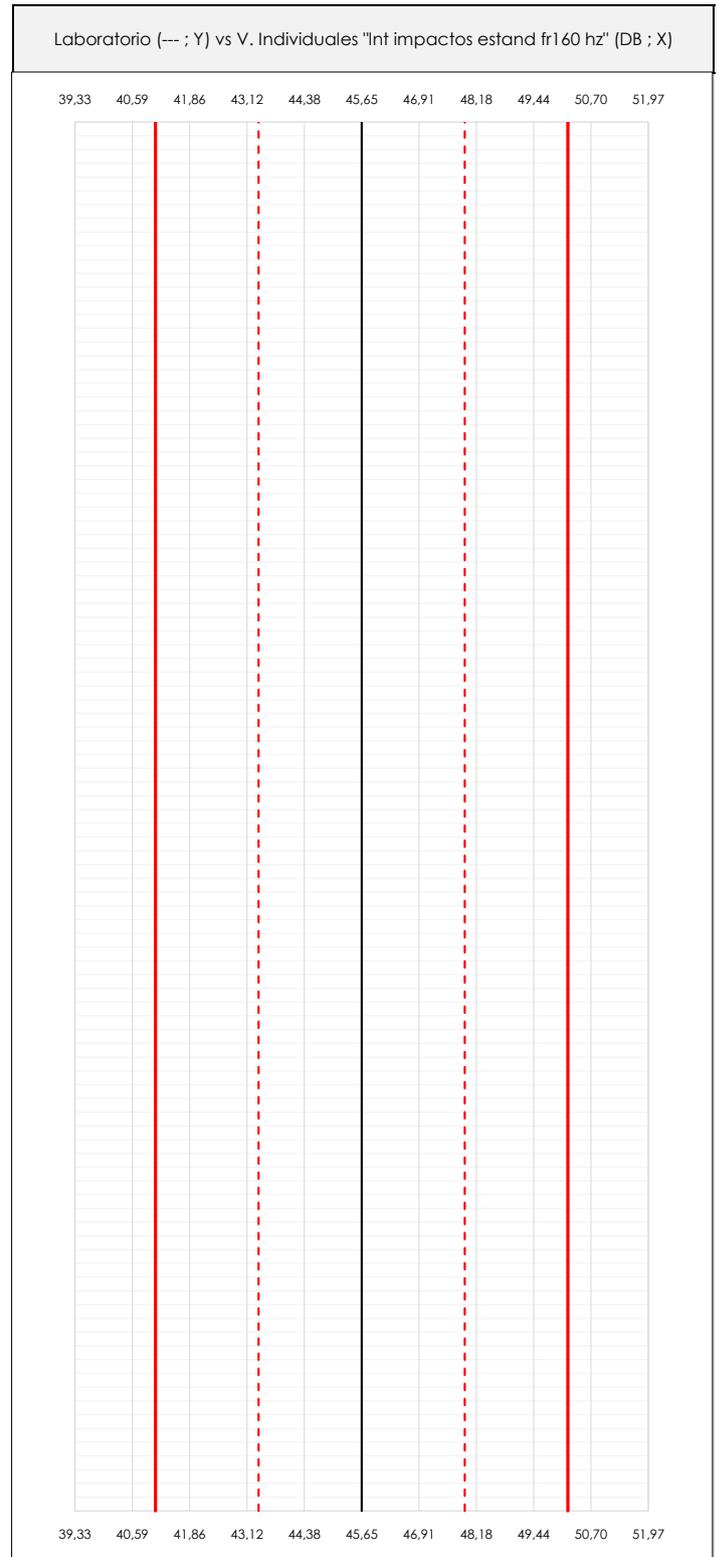
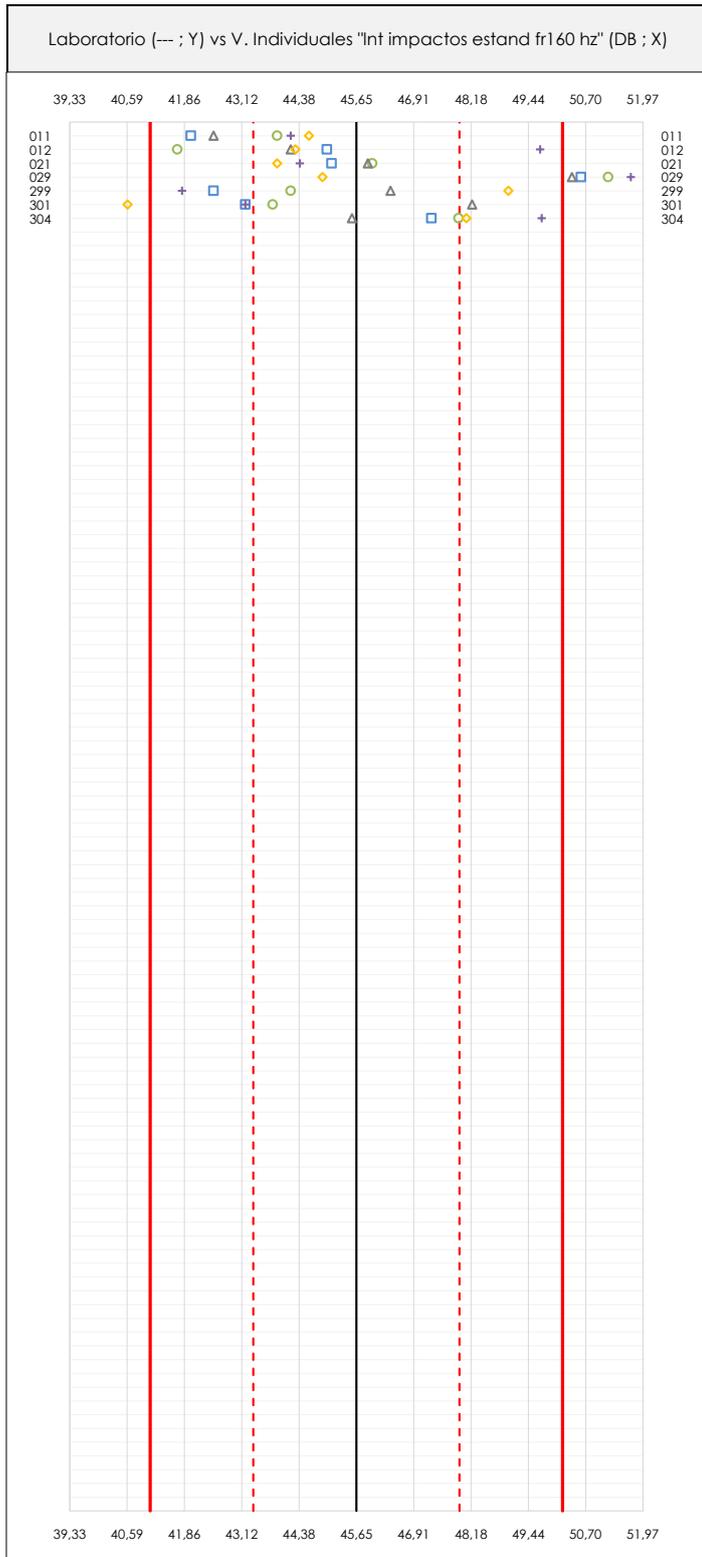
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,65 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,92/43,37 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (50,19/41,10 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,65 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,92/43,37 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (50,19/41,10 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

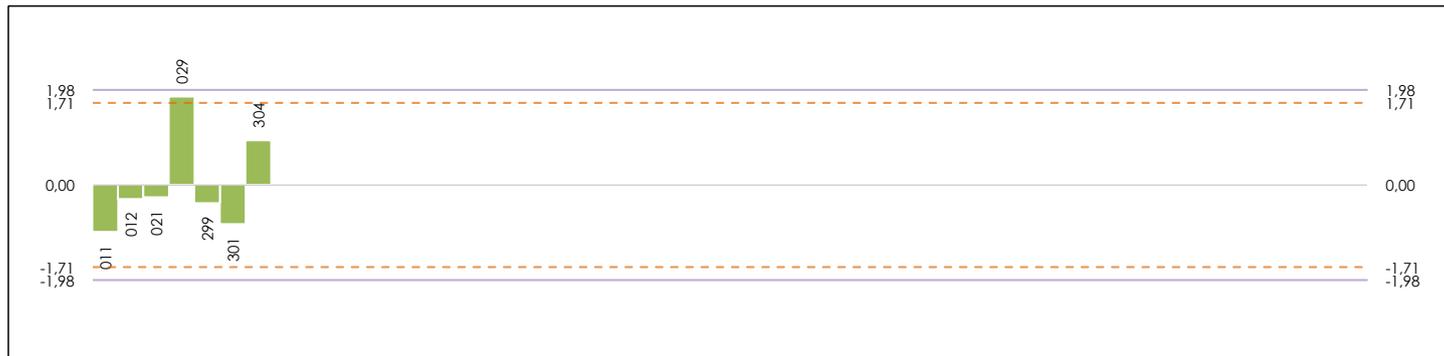
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

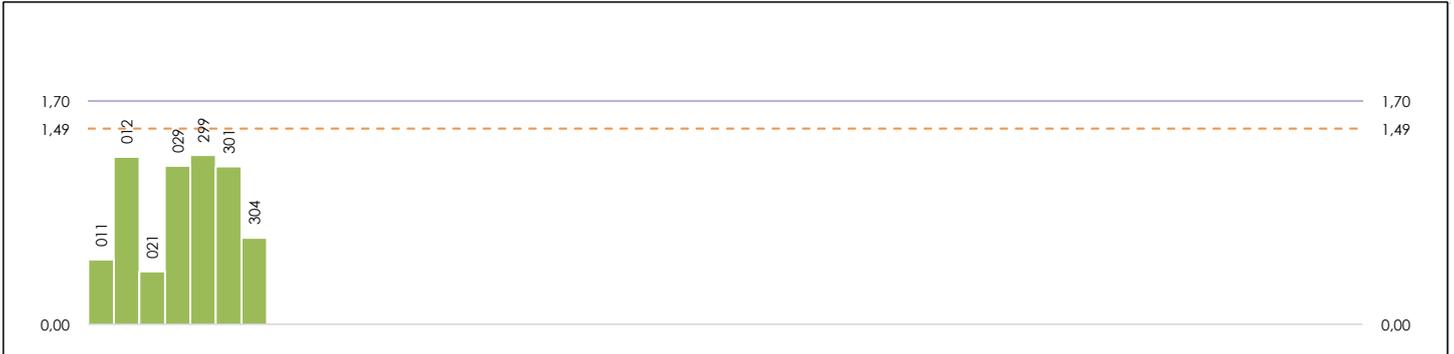
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 42,00 | 43,900 | 42,500 | 44,600 | 44,200 | 43,440 | 1,128 | -4,84 | -0,97 | 0,49 | | 0,971 | | 0,6267 | | ✓ |
| 12 | 45,00 | 41,700 | 44,200 | 44,300 | 49,700 | 44,980 | 2,920 | -1,46 | -0,29 | 1,27 | | | | | | ✓ |
| 21 | 45,10 | 46,000 | 45,900 | 43,900 | 44,400 | 45,060 | 0,918 | -1,29 | -0,26 | 0,40 | | | | | | ✓ |
| 29 | 50,60 | 51,200 | 50,400 | 44,900 | 51,700 | 49,760 | 2,765 | 9,01 | 1,81* | 1,20 | 0,236 | | 1,809 | | 0,0709 | ✓ |
| 299 | 42,50 | 44,200 | 46,400 | 49,000 | 41,800 | 44,780 | 2,952 | -1,90 | -0,38 | 1,29 | | | | | | ✓ |
| 301 | 43,20 | 43,800 | 48,200 | 40,600 | 43,200 | 43,800 | 2,753 | -4,05 | -0,81 | 1,20 | | | | 0,6267 | | ✓ |
| 304 | 47,30 | 47,900 | 45,550 | 48,073 | 49,731 | 47,711 | 1,507 | 4,52 | 0,91 | 0,66 | | | | | 0,0709 | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

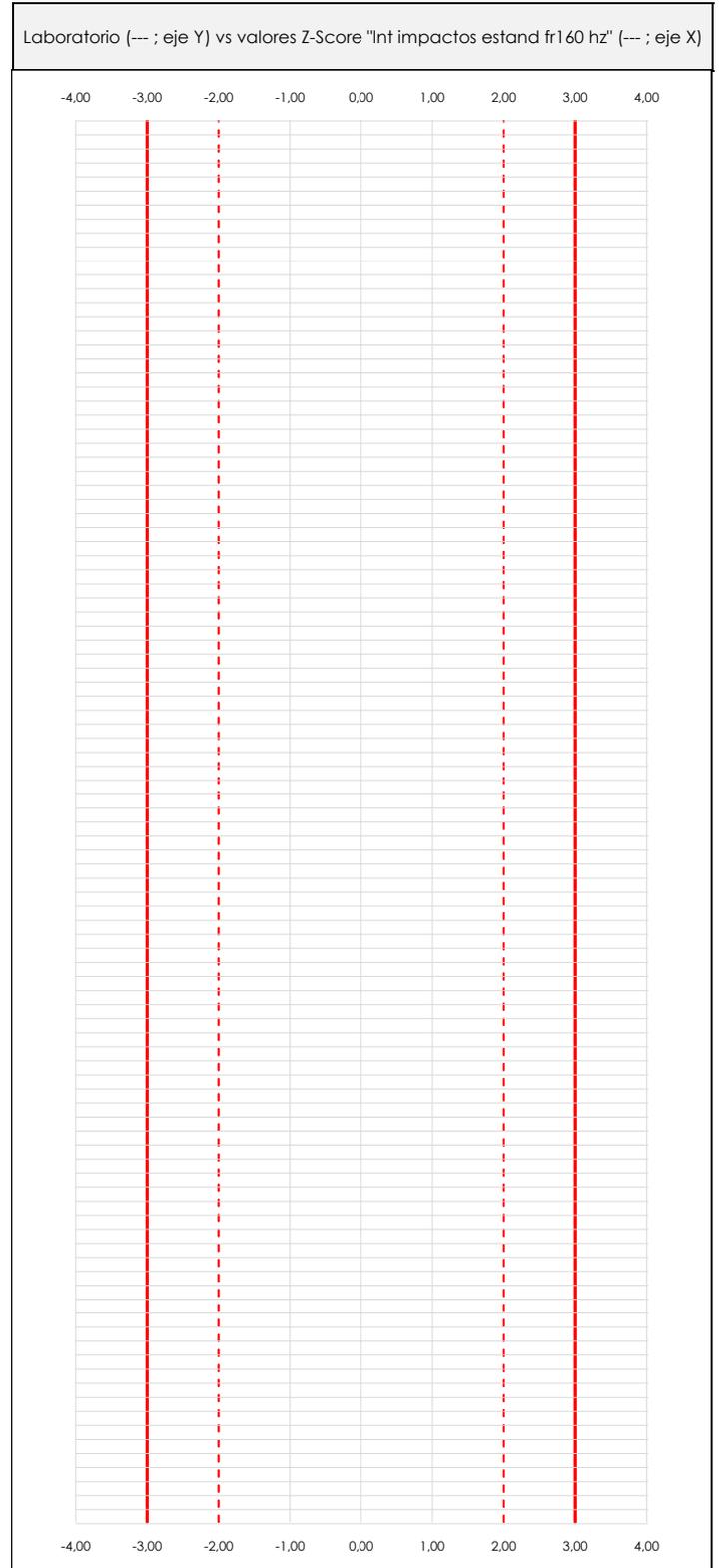
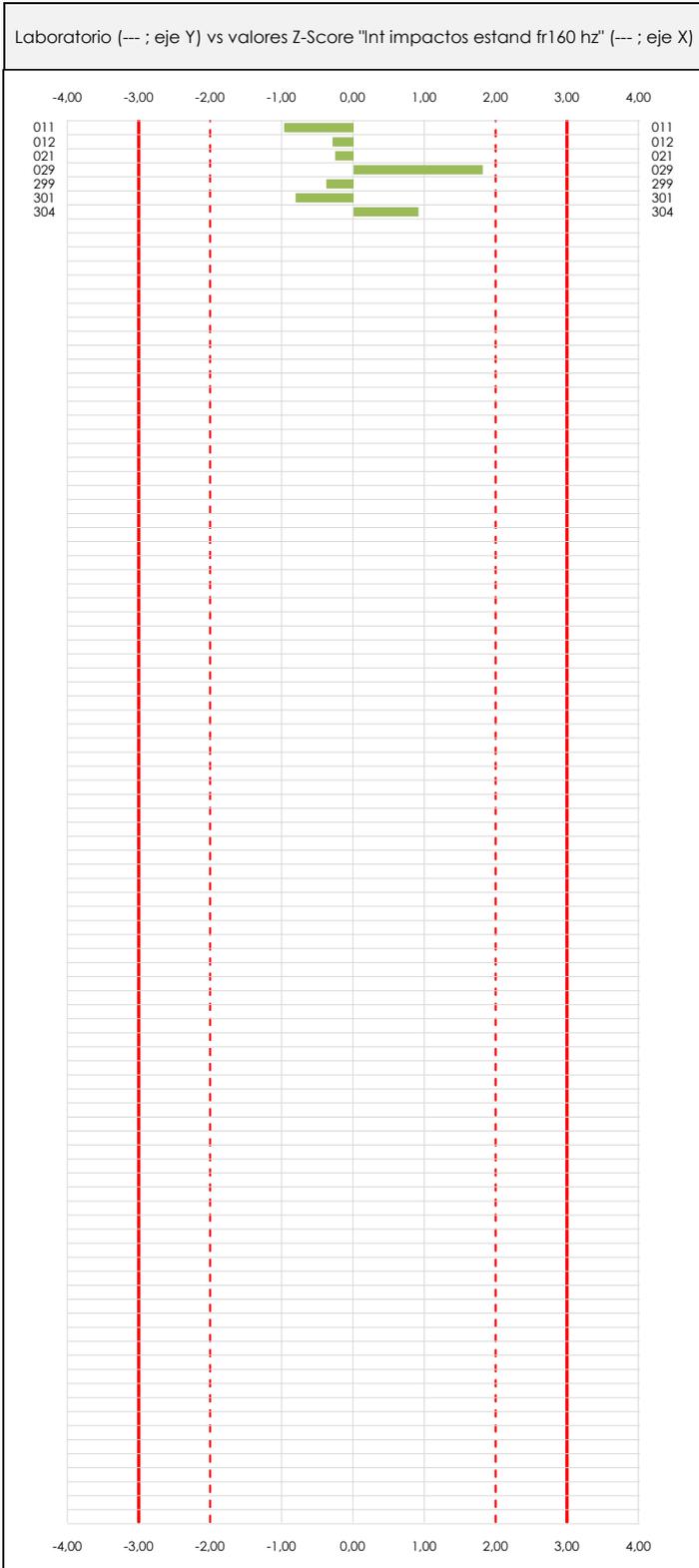


SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 42,00 | 43,90 | 42,50 | 44,60 | 44,20 | 43,44 | 1,128 | -4,84 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,971 | S |
| 12 | 45,00 | 41,70 | 44,20 | 44,30 | 49,70 | 44,98 | 2,920 | -1,46 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,294 | S |
| 21 | 45,10 | 46,00 | 45,90 | 43,90 | 44,40 | 45,06 | 0,918 | -1,29 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,258 | S |
| 29 | 50,60 | 51,20 | 50,40 | 44,90 | 51,70 | 49,76 | 2,765 | 9,01 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,809 | S |
| 299 | 42,50 | 44,20 | 46,40 | 49,00 | 41,80 | 44,78 | 2,952 | -1,90 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,382 | S |
| 301 | 43,20 | 43,80 | 48,20 | 40,60 | 43,20 | 43,80 | 2,753 | -4,05 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,813 | S |
| 304 | 47,30 | 47,90 | 45,55 | 48,07 | 49,73 | 47,71 | 1,507 | 4,52 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,908 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de Infraestructuras para la Calidad de la Edificación

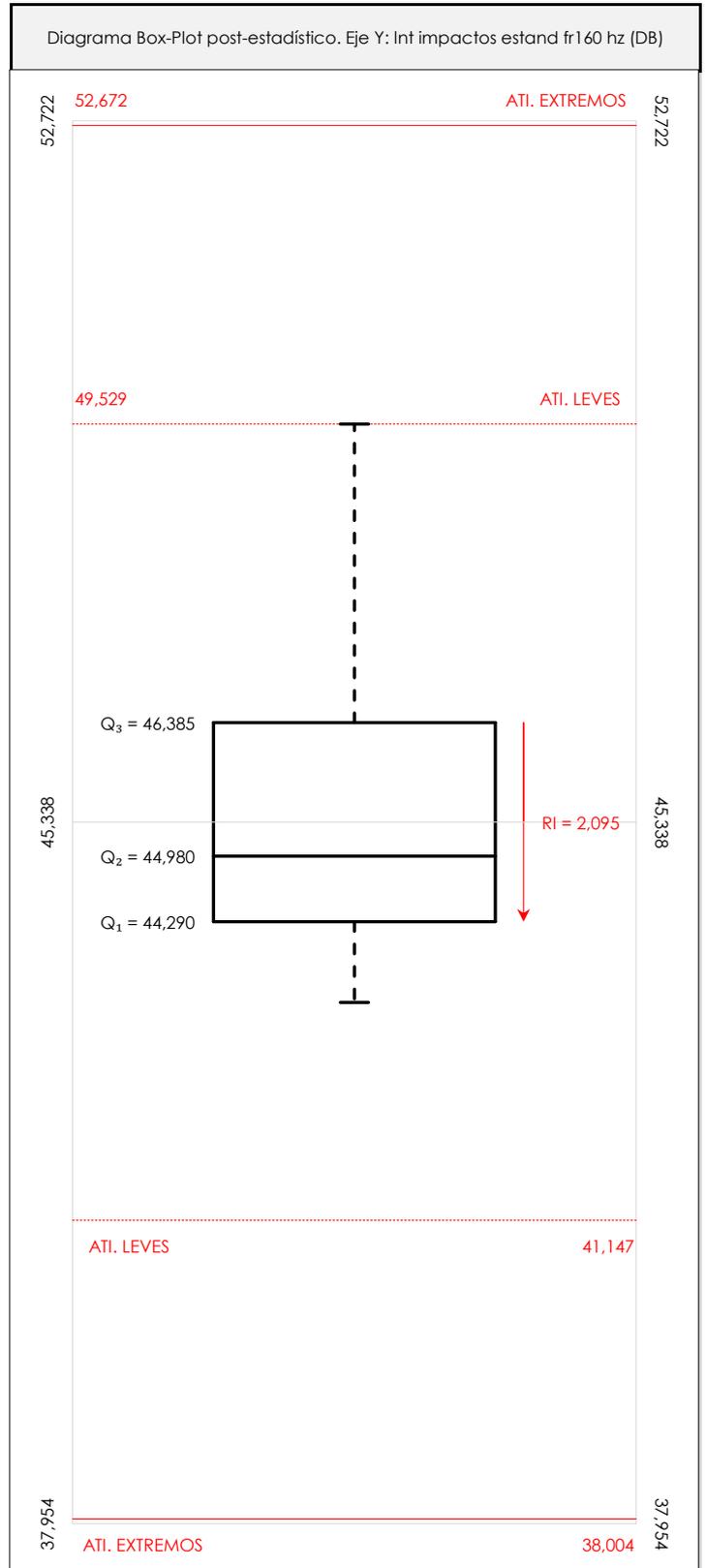
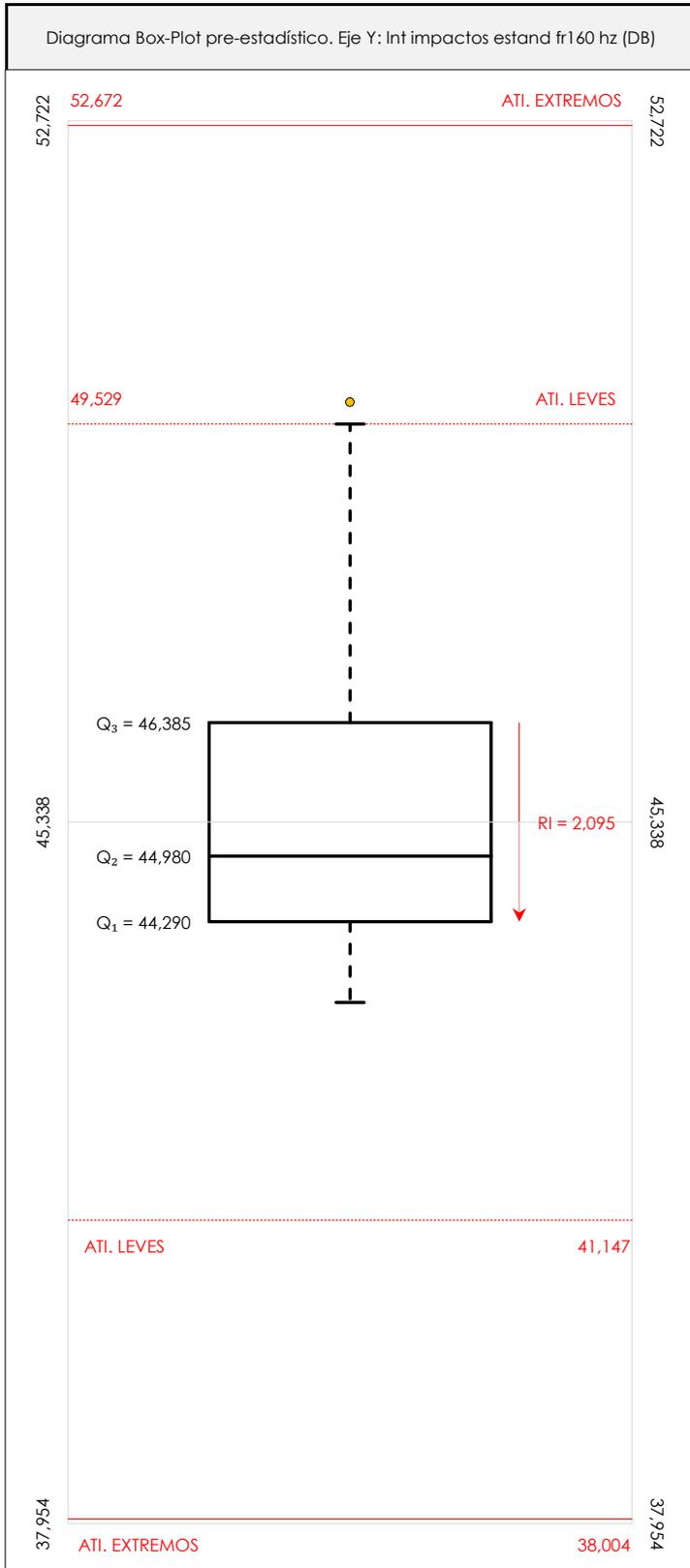
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 50,60 | 51,20 | 50,40 | 49,00 | 51,70 | 49,76 | 50,60 | 51,20 | 50,40 | 49,00 | 51,70 | 49,76 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 42,00 | 41,70 | 42,50 | 40,60 | 41,80 | 43,44 | 42,00 | 41,70 | 42,50 | 40,60 | 41,80 | 43,44 |
| Valor Promedio (M ; %) | 45,10 | 45,53 | 46,16 | 45,05 | 46,39 | 45,65 | 45,10 | 45,53 | 46,16 | 45,05 | 46,39 | 45,65 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 3,03 | 3,16 | 2,58 | 2,79 | 3,88 | 2,27 | 3,03 | 3,16 | 2,58 | 2,79 | 3,88 | 2,27 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,05 |
| 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 | 5,264 | 6,360 | 4,114 | 9,378 | 8,488 | 5,264 | 6,360 | 4,114 | 9,378 | 8,488 | | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

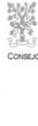
Respecto a los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística recogida en la ISO 17025, sobre las dispersiones de los resultados individuales y su media, en forma de varianzas o desviaciones estándar, también conocida como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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr200 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

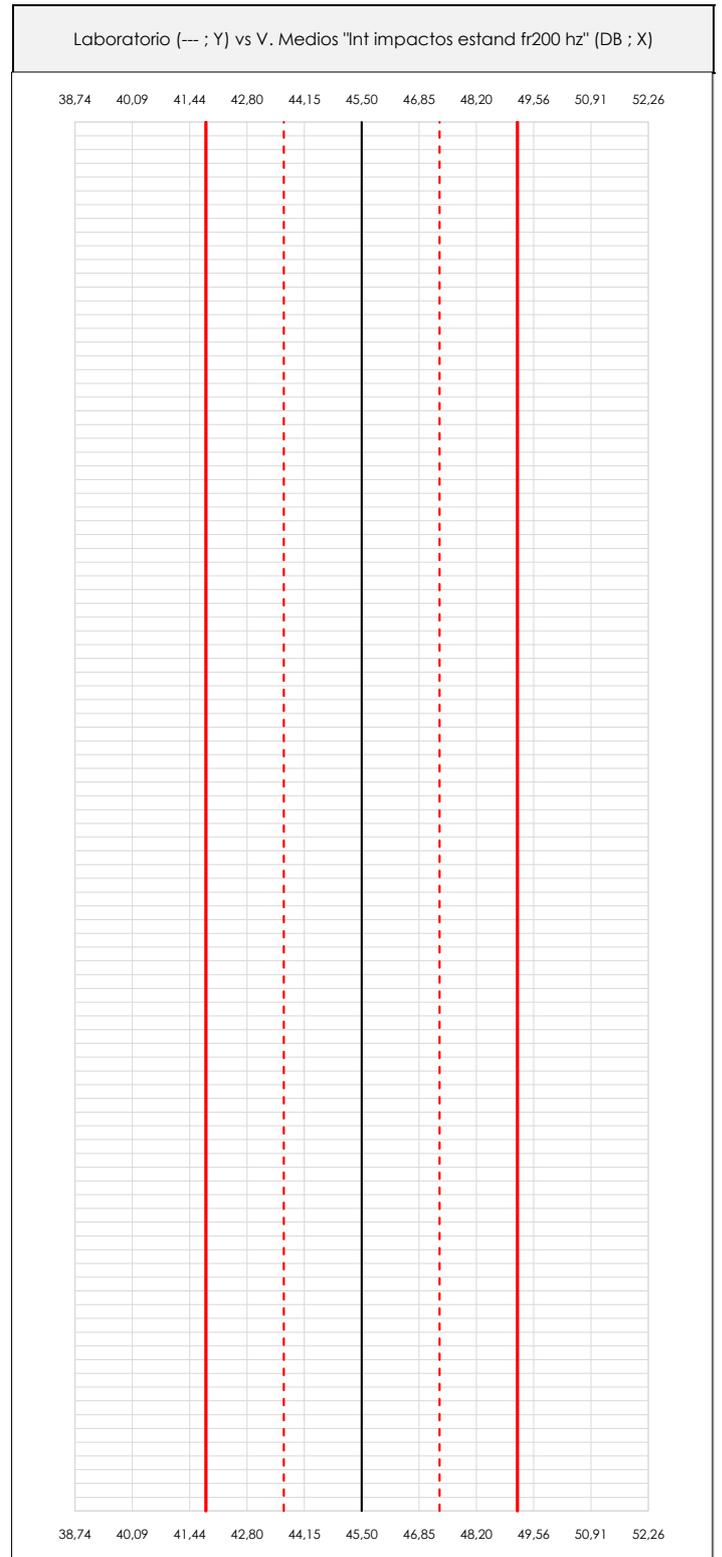
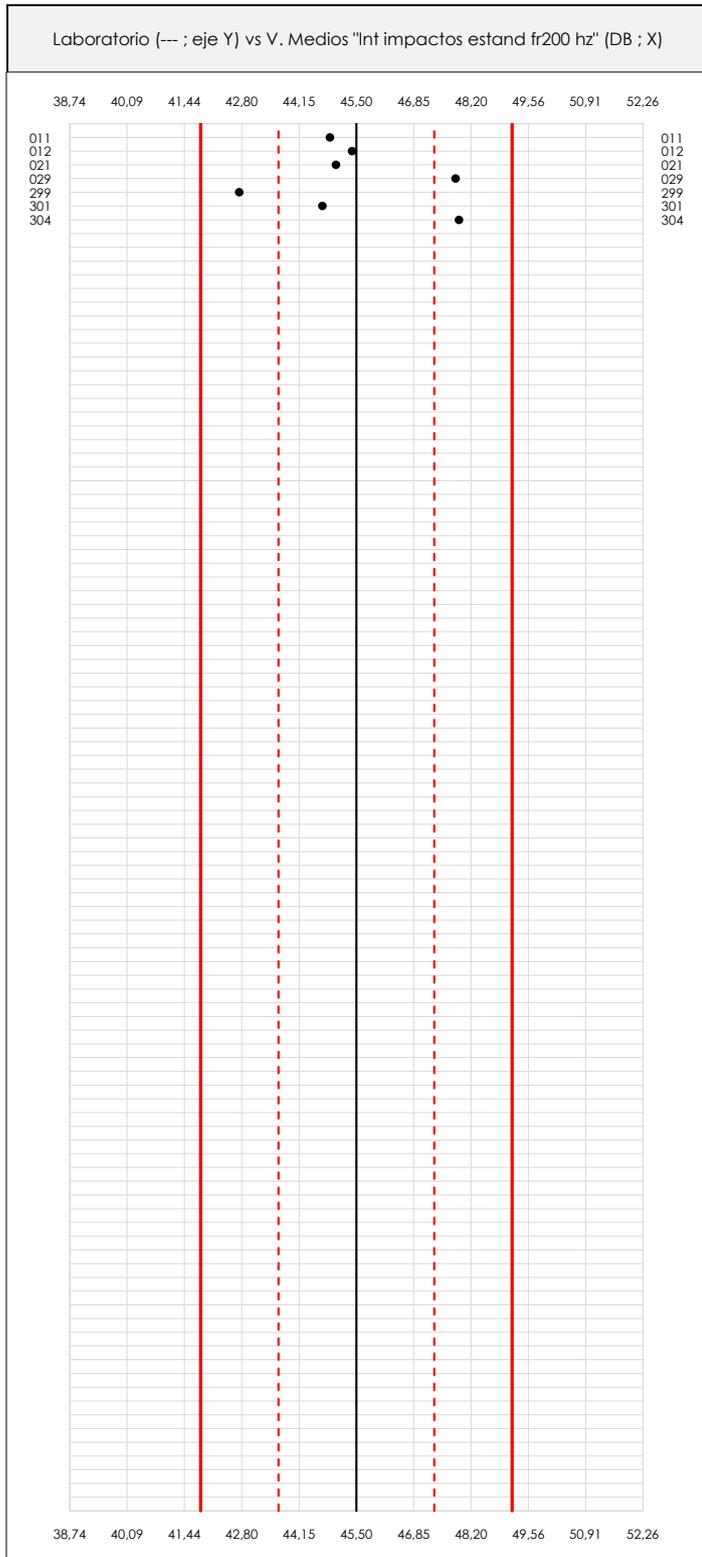
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

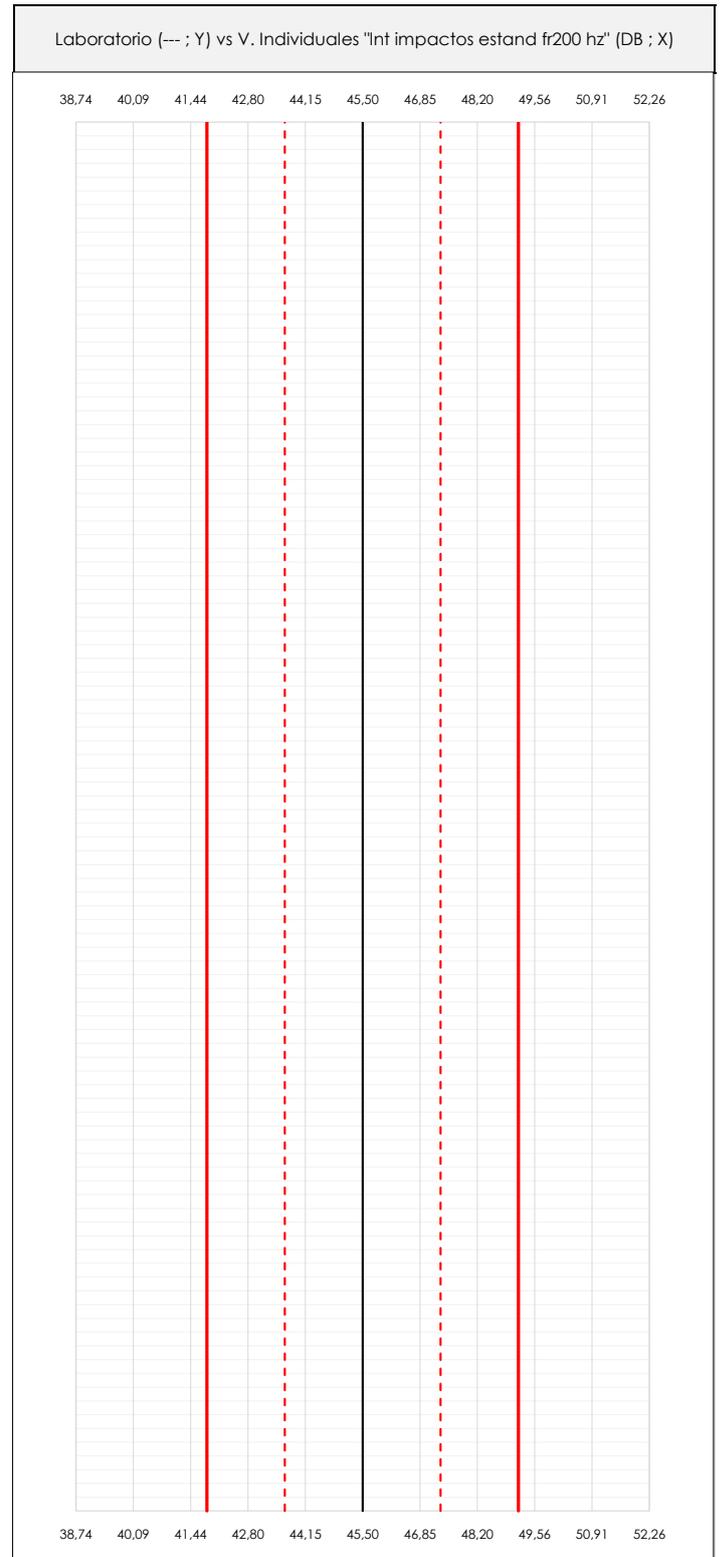
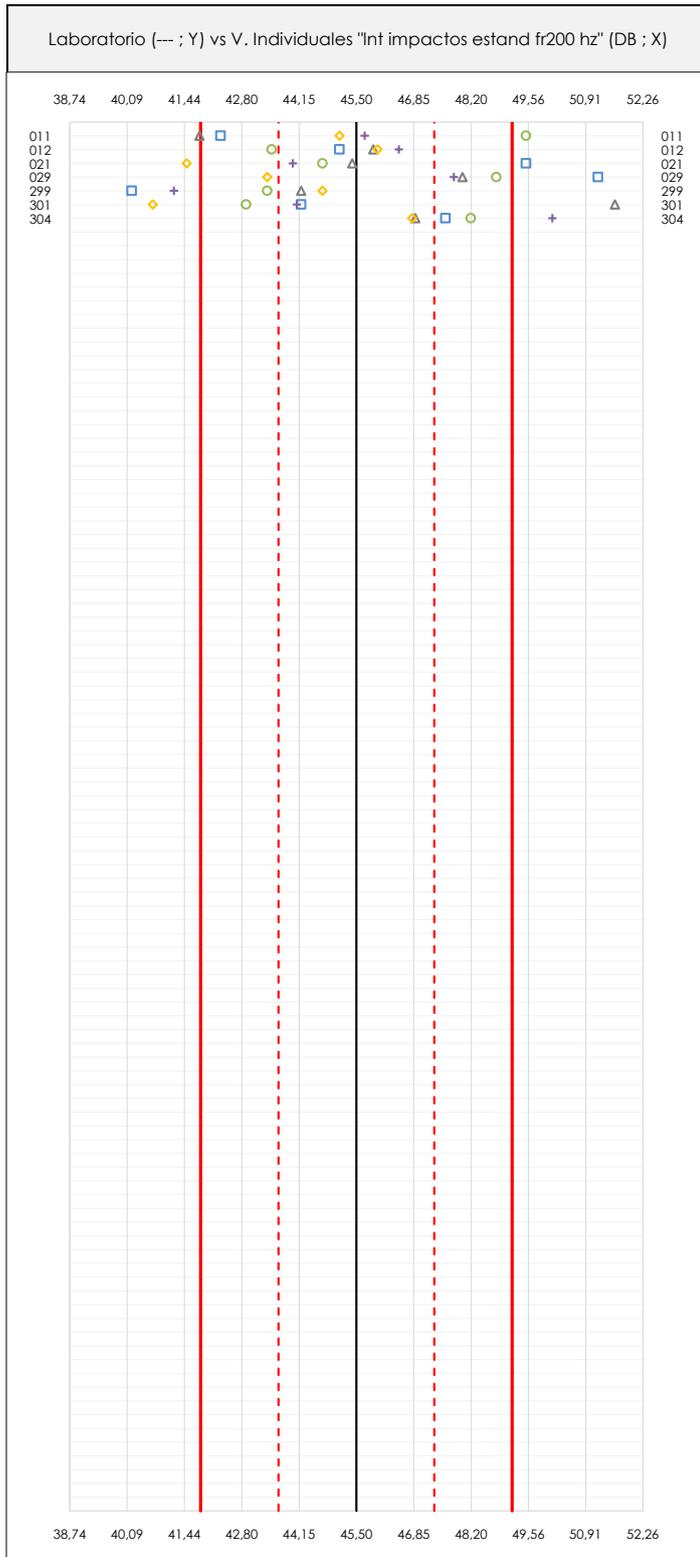
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,50 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,34/43,66 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,17/41,83 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,50 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,34/43,66 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,17/41,83 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | Pasa A | Observaciones |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|----------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 42,30 | 49,50 | 41,80 | 45,10 | 45,70 | 44,88 | 3,091 | -1,36 | ✓ | |
| 12 | 45,10 | 43,50 | 45,90 | 46,00 | 46,50 | 45,40 | 1,175 | -0,22 | ✓ | |
| 21 | 49,50 | 44,70 | 45,40 | 41,50 | 44,00 | 45,02 | 2,905 | -1,06 | ✓ | |
| 29 | 51,20 | 48,80 | 48,00 | 43,40 | 47,80 | 47,84 | 2,826 | 5,14 | ✓ | |
| 299 | 40,20 | 43,40 | 44,20 | 44,70 | 41,20 | 42,74 | 1,951 | -6,07 | ✓ | |
| 301 | 44,20 | 42,90 | 51,60 | 40,70 | 44,10 | 44,70 | 4,107 | -1,76 | ✓ | |
| 304 | 47,60 | 48,20 | 46,89 | 46,81 | 50,12 | 47,92 | 1,352 | 5,33 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} " con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " 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.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

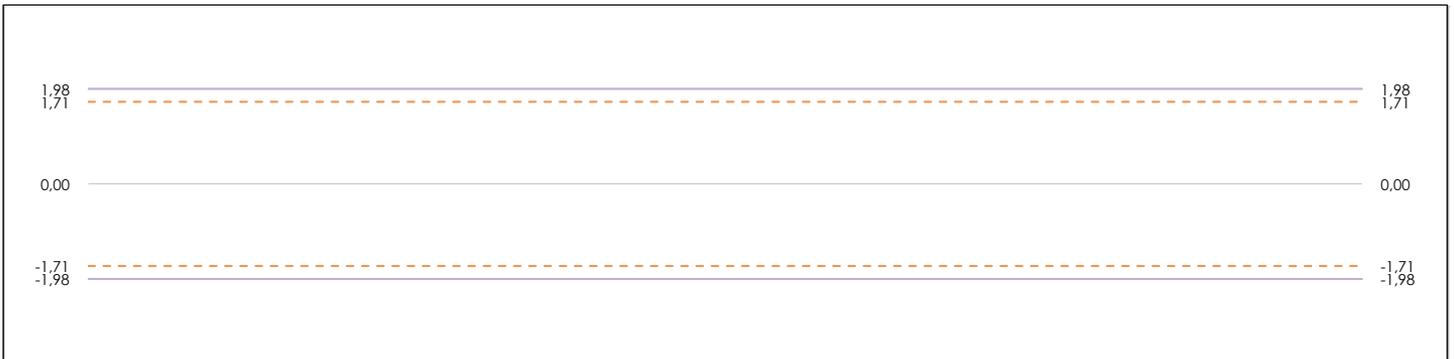
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 42,30 | 49,500 | 41,800 | 45,100 | 45,700 | 44,880 | 3,091 | -1,36 | -0,34 | 1,16 | | | | | | ✓ |
| 12 | 45,10 | 43,500 | 45,900 | 46,000 | 46,500 | 45,400 | 1,175 | -0,22 | -0,05 | 0,44 | | | | | | ✓ |
| 21 | 49,50 | 44,700 | 45,400 | 41,500 | 44,000 | 45,020 | 2,905 | -1,06 | -0,26 | 1,09 | | | | | | ✓ |
| 29 | 51,20 | 48,800 | 48,000 | 43,400 | 47,800 | 47,840 | 2,826 | 5,14 | 1,27 | 1,06 | | | | 0,2150 | | ✓ |
| 299 | 40,20 | 43,400 | 44,200 | 44,700 | 41,200 | 42,740 | 1,951 | -6,07 | -1,50 | 0,73 | | 1,503 | | 0,4664 | | ✓ |
| 301 | 44,20 | 42,900 | 51,600 | 40,700 | 44,100 | 44,700 | 4,107 | -1,76 | -0,44 | 1,54* | 0,338 | | | 0,4664 | | ✓ |
| 304 | 47,60 | 48,200 | 46,891 | 46,813 | 50,121 | 47,925 | 1,352 | 5,33 | 1,32 | 0,51 | | | 1,320 | | 0,2150 | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

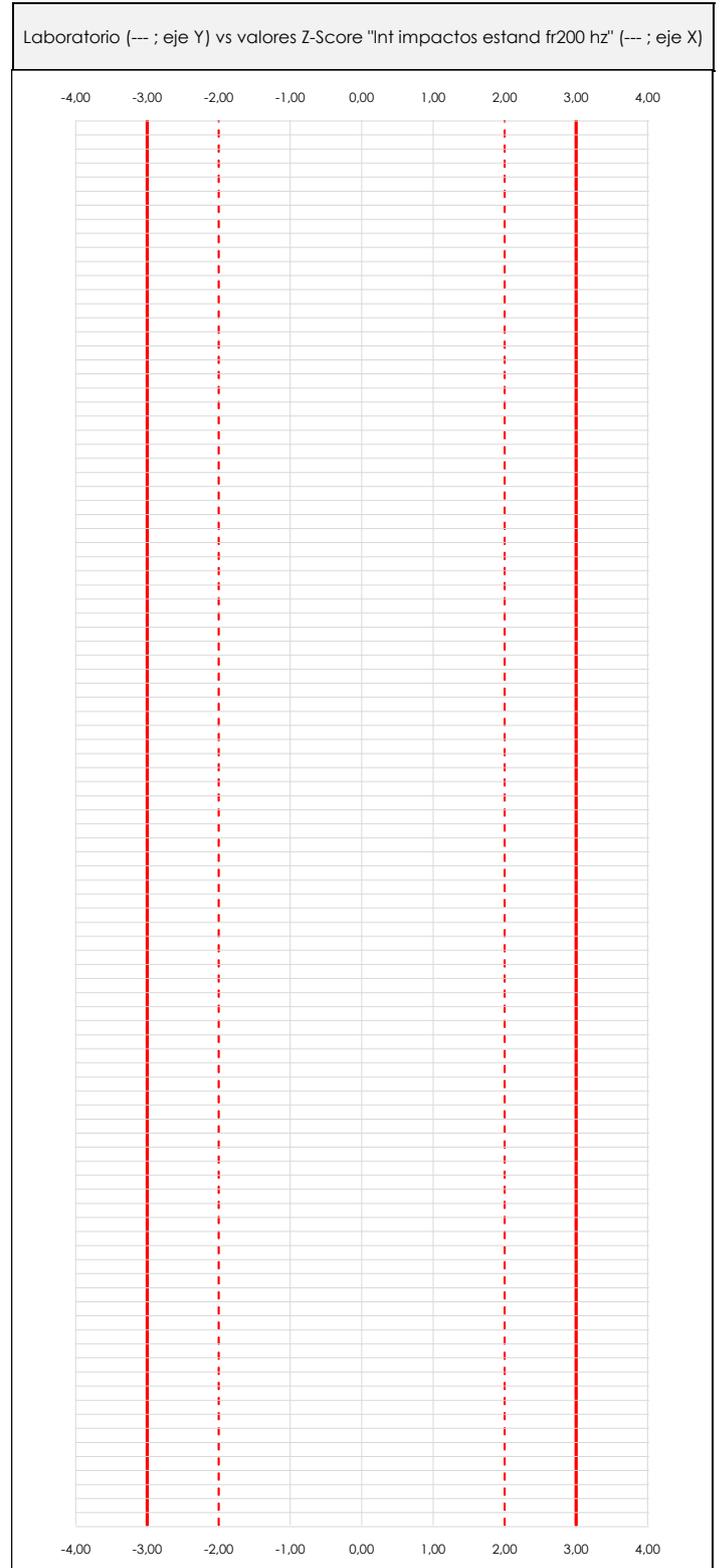
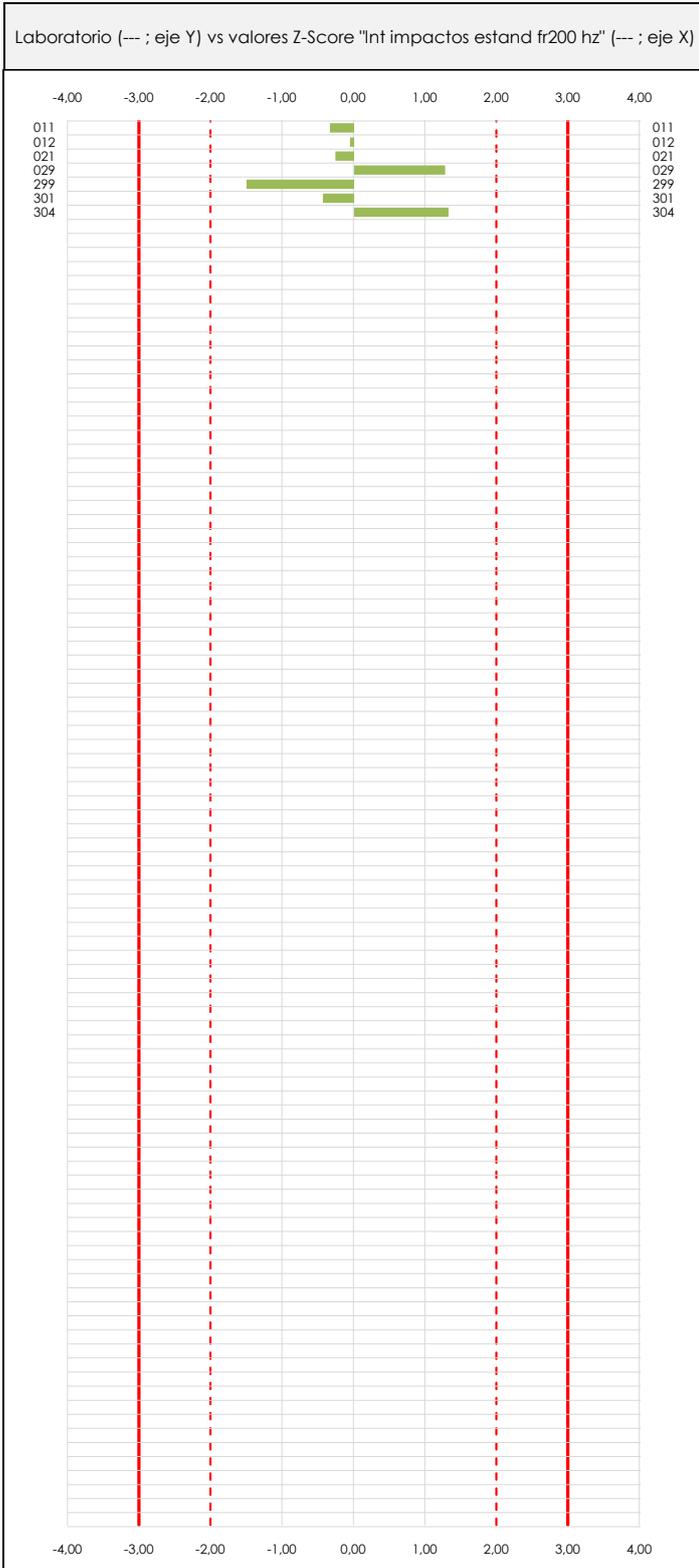
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 42,30 | 49,50 | 41,80 | 45,10 | 45,70 | 44,88 | 3,091 | -1,36 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,338 | S |
| 12 | 45,10 | 43,50 | 45,90 | 46,00 | 46,50 | 45,40 | 1,175 | -0,22 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,055 | S |
| 21 | 49,50 | 44,70 | 45,40 | 41,50 | 44,00 | 45,02 | 2,905 | -1,06 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,262 | S |
| 29 | 51,20 | 48,80 | 48,00 | 43,40 | 47,80 | 47,84 | 2,826 | 5,14 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,274 | S |
| 299 | 40,20 | 43,40 | 44,20 | 44,70 | 41,20 | 42,74 | 1,951 | -6,07 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,503 | S |
| 301 | 44,20 | 42,90 | 51,60 | 40,70 | 44,10 | 44,70 | 4,107 | -1,76 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,436 | S |
| 304 | 47,60 | 48,20 | 46,89 | 46,81 | 50,12 | 47,92 | 1,352 | 5,33 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,320 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

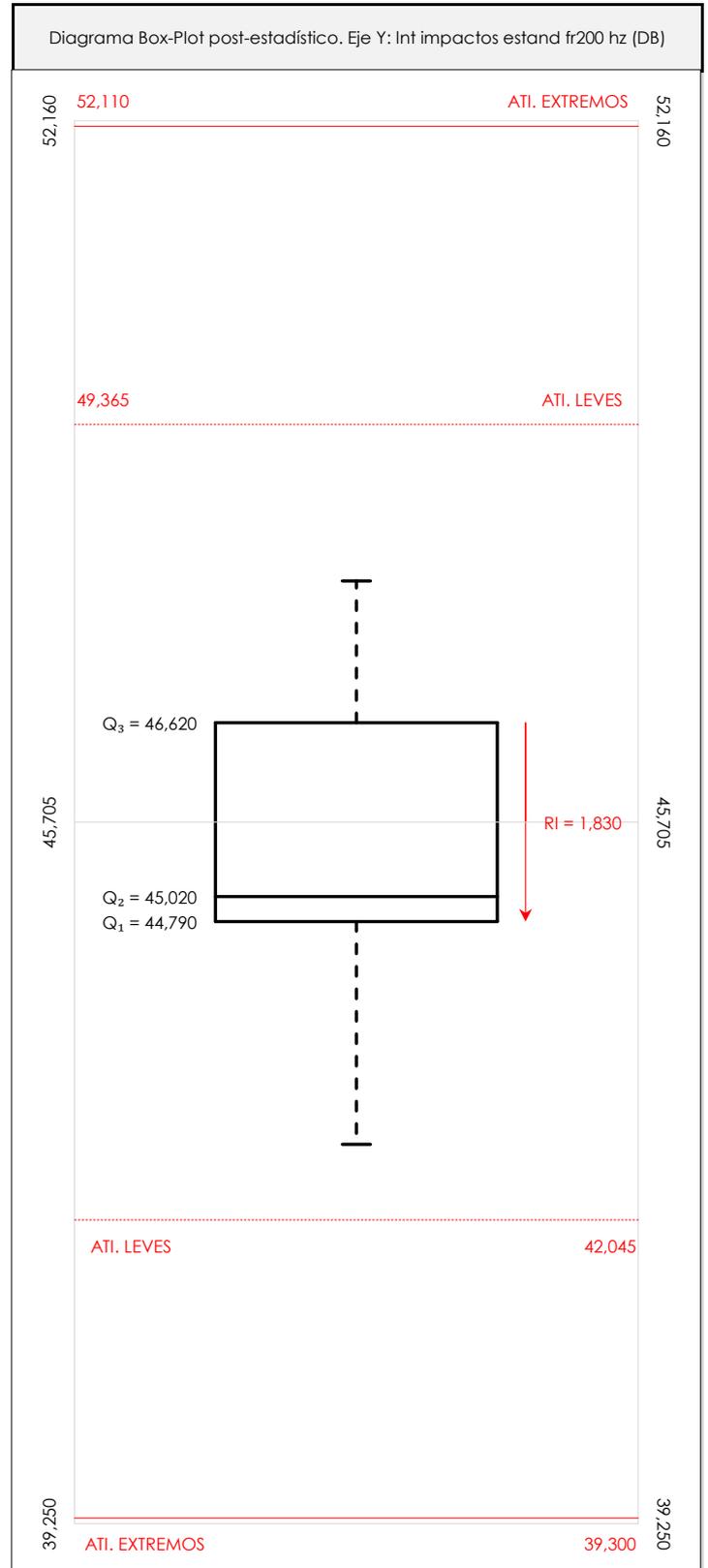
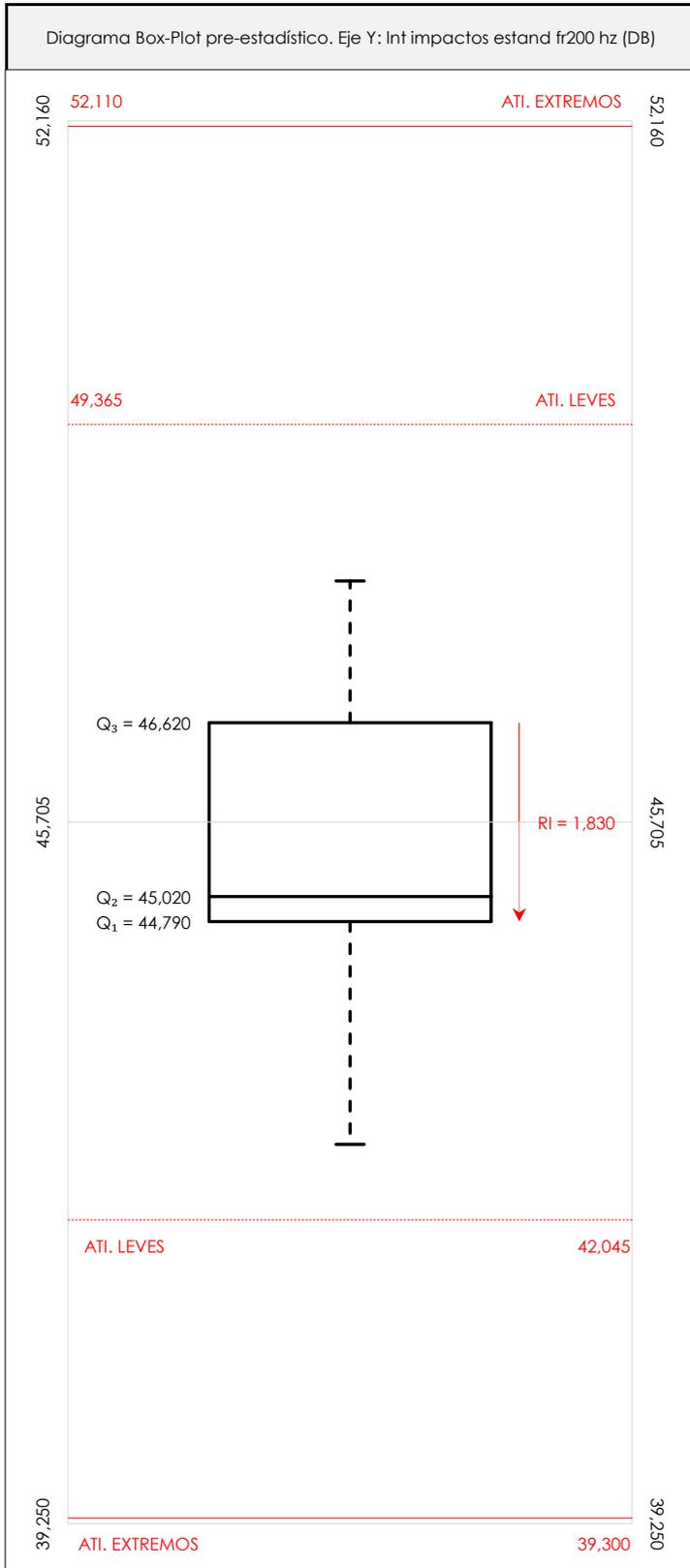
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES 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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 51,20 | 49,50 | 51,60 | 46,81 | 50,12 | 47,92 | 51,20 | 49,50 | 51,60 | 46,81 | 50,12 | 47,92 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 40,20 | 42,90 | 41,80 | 40,70 | 41,20 | 42,74 | 40,20 | 42,90 | 41,80 | 40,70 | 41,20 | 42,74 |
| Valor Promedio (M ; %) | 45,73 | 45,86 | 46,26 | 44,03 | 45,63 | 45,50 | 45,73 | 45,86 | 46,26 | 44,03 | 45,63 | 45,50 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 3,93 | 2,86 | 3,08 | 2,28 | 2,89 | 1,84 | 3,93 | 2,86 | 3,08 | 2,28 | 2,89 | 1,84 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,09 | 0,06 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,09 | 0,06 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,04 |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | |
| Valor Calculado | 7,122 | 7,398 | 1,949 | 9,071 | 8,348 | | 7,122 | 7,398 | 1,949 | 9,071 | 8,348 | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr250 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

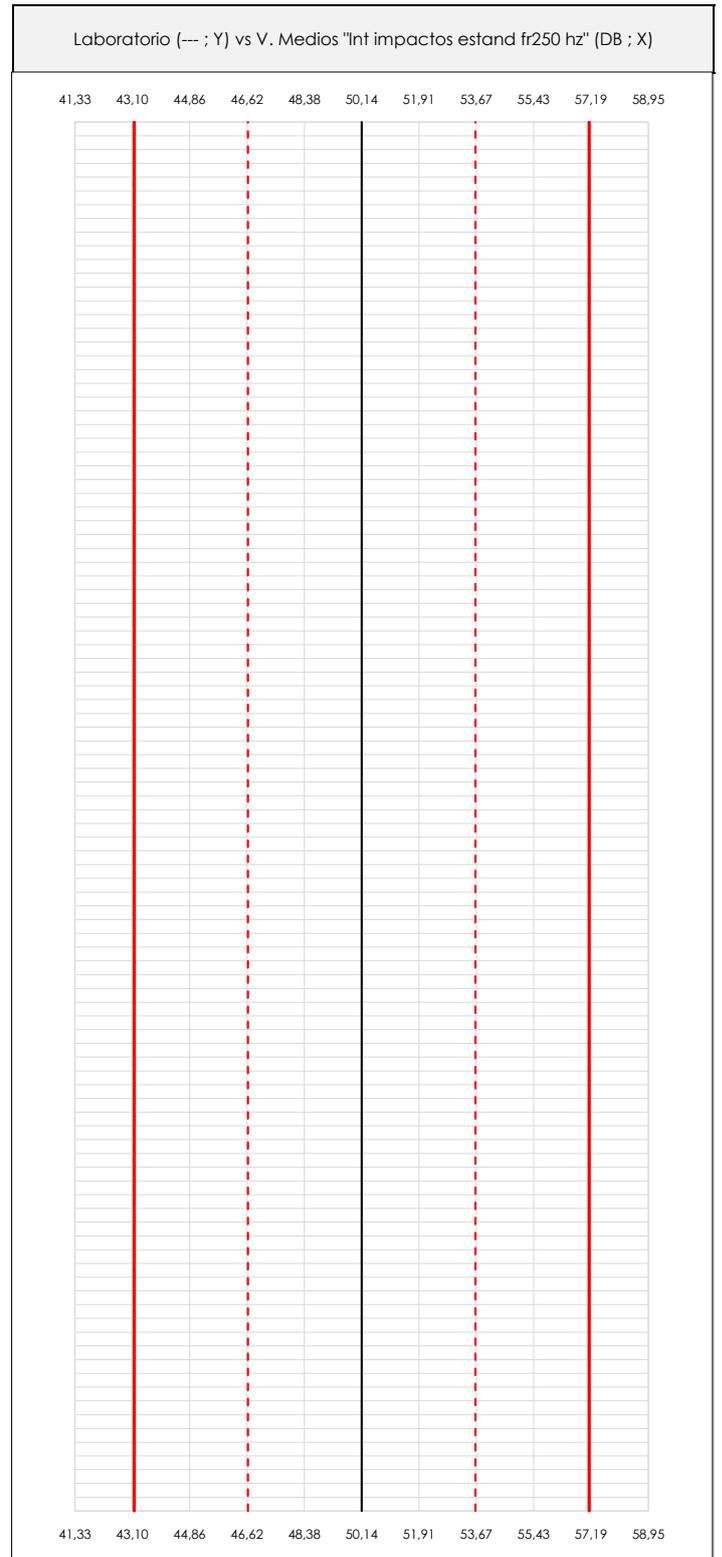
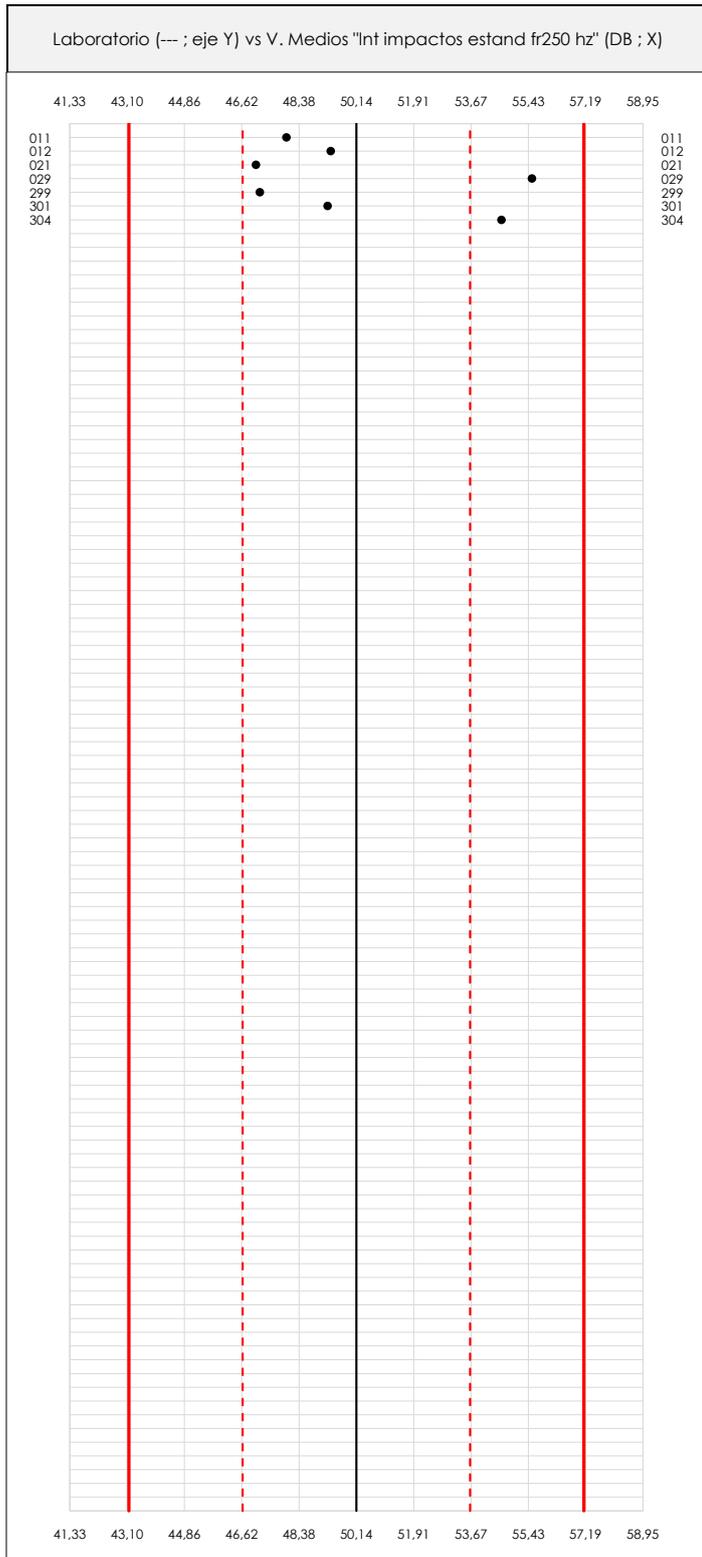
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

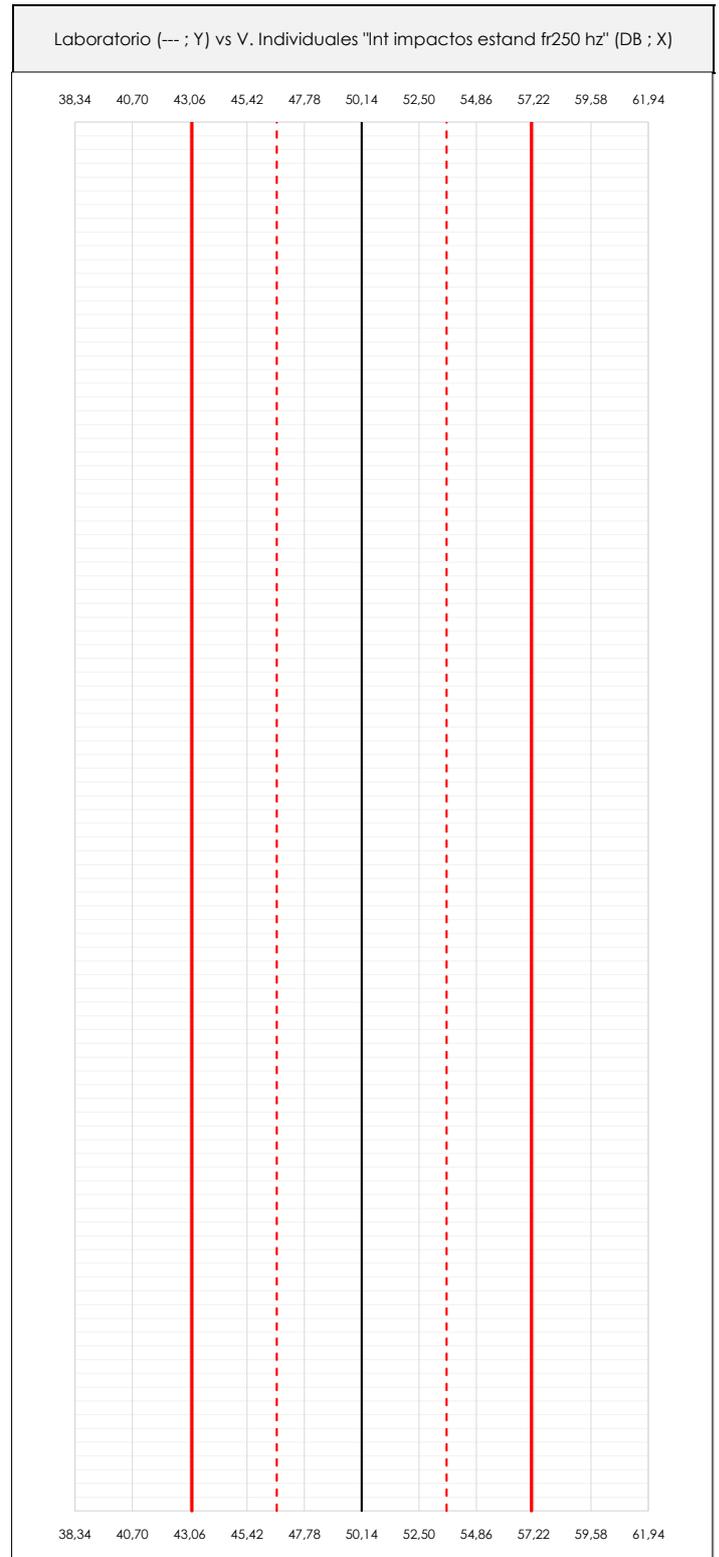
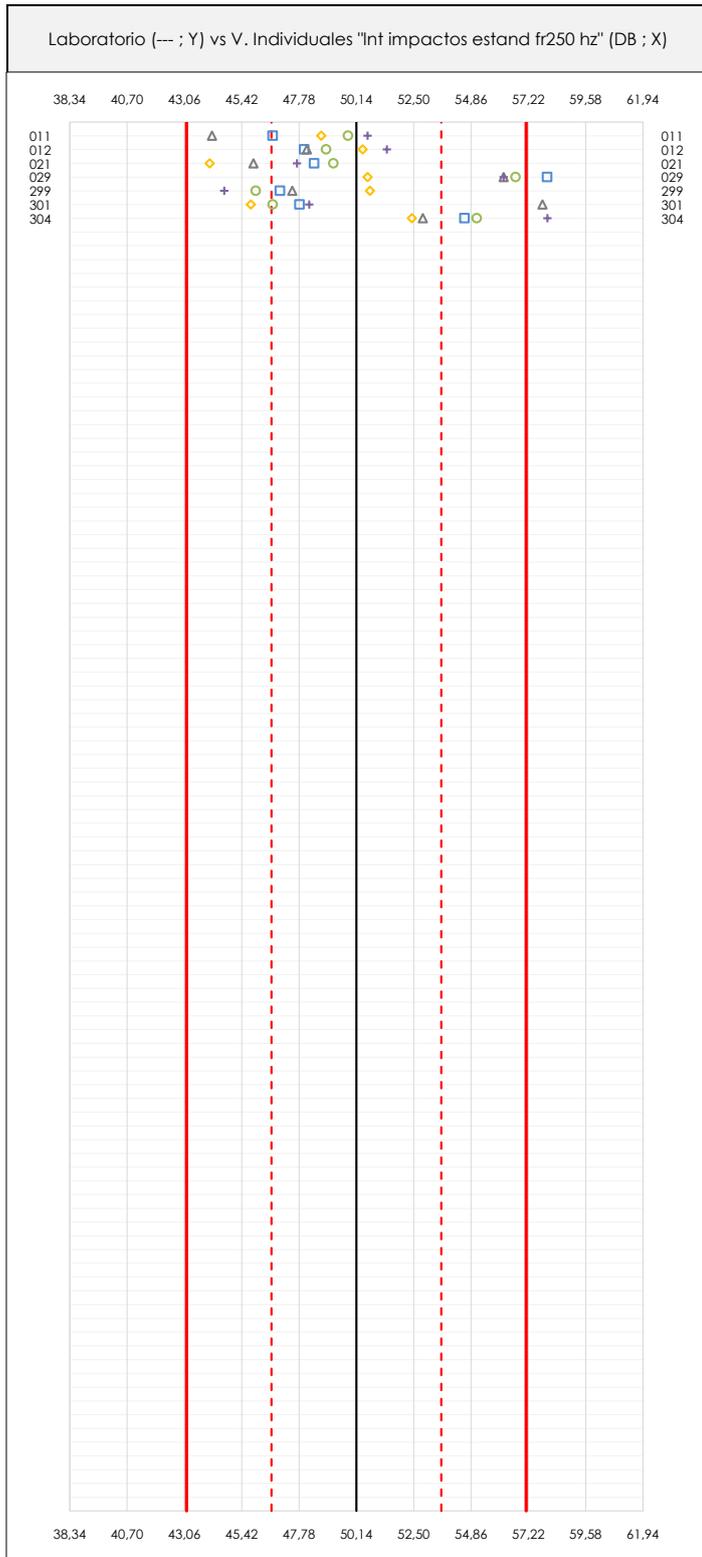
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (50,14 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,64/46,65 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (57,13/43,15 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (50,14 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,64/46,65 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (57,13/43,15 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | Pasa A | Observaciones |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|----------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 46,70 | 49,80 | 44,20 | 48,70 | 50,60 | 48,00 | 2,580 | -4,27 | ✓ | |
| 12 | 48,00 | 48,90 | 48,10 | 50,40 | 51,40 | 49,36 | 1,491 | -1,56 | ✓ | |
| 21 | 48,40 | 49,20 | 45,90 | 44,10 | 47,70 | 47,06 | 2,055 | -6,15 | ✓ | |
| 29 | 58,00 | 56,70 | 56,20 | 50,60 | 56,20 | 55,54 | 2,858 | 10,76 | ✓ | |
| 299 | 47,00 | 46,00 | 47,50 | 50,70 | 44,70 | 47,18 | 2,240 | -5,91 | ✓ | |
| 301 | 47,80 | 46,70 | 57,80 | 45,80 | 48,20 | 49,26 | 4,866 | -1,76 | ✓ | |
| 304 | 54,60 | 55,10 | 52,88 | 52,43 | 58,01 | 54,60 | 2,209 | 8,90 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " 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.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

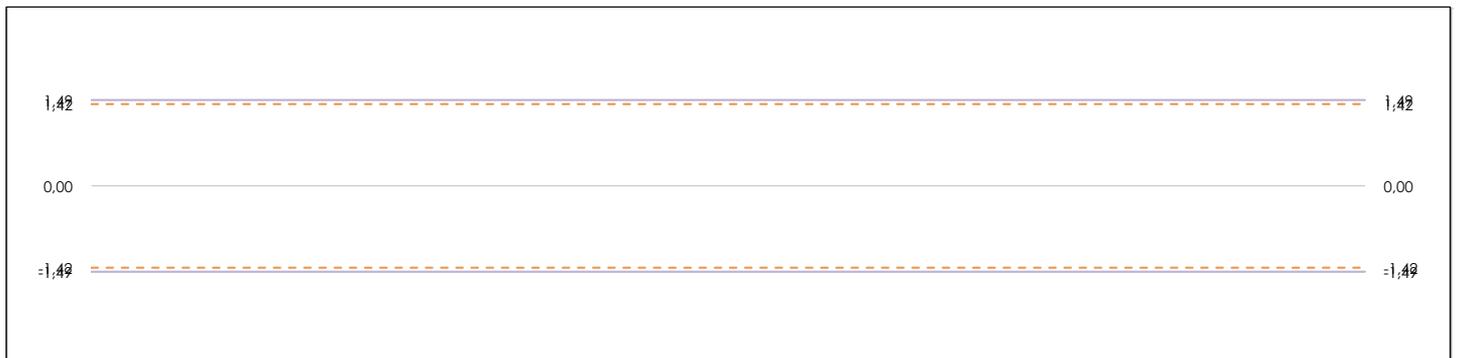
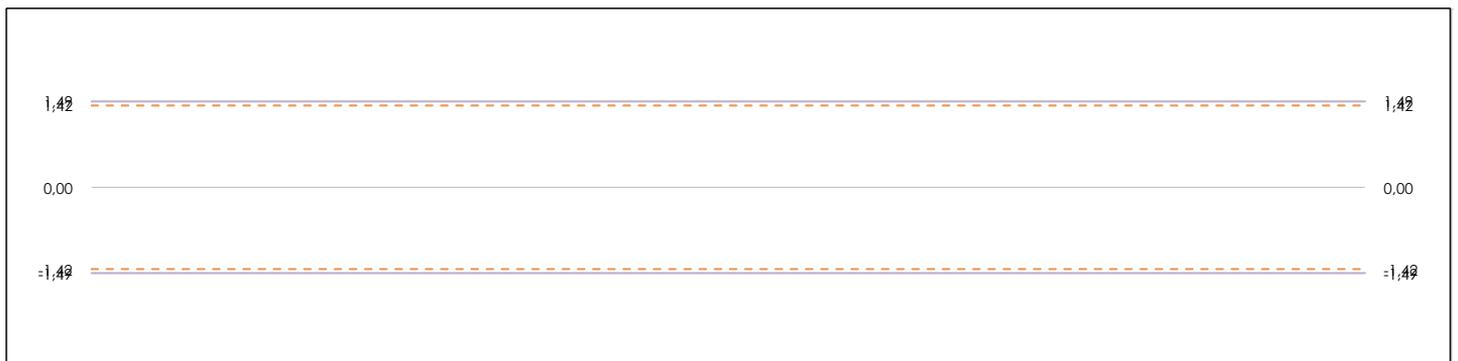
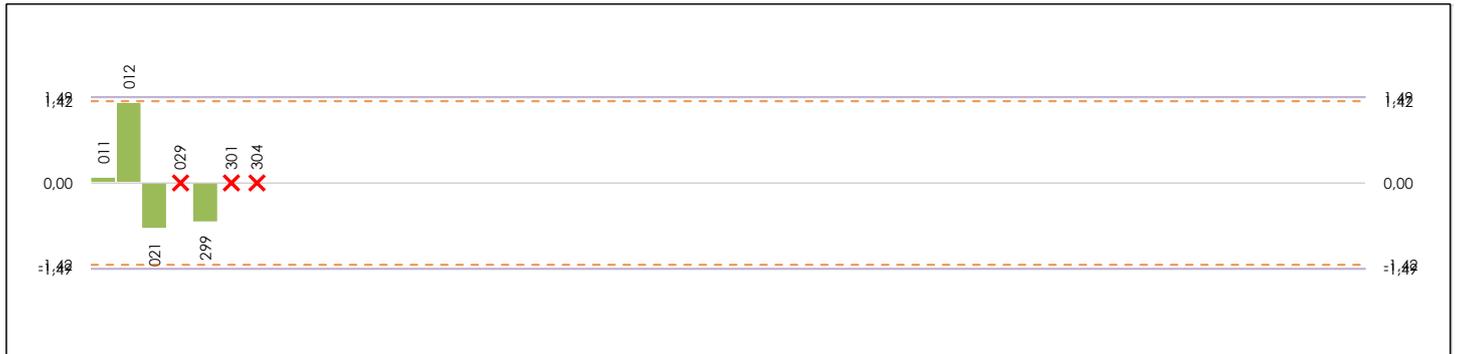
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B | |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|---|
| 11 | 46,70 | 49,800 | 44,200 | 48,700 | 50,600 | 48,000 | 2,580 | 0,21 | 0,09 | 1,21 | | | | | 0,0021 | ✓ | |
| 12 | 48,00 | 48,900 | 48,100 | 50,400 | 51,400 | 49,360 | 1,491 | 3,05 | 1,38 | 0,70 | | | 1,378 | | 0,0021 | ✓ | |
| 21 | 48,40 | 49,200 | 45,900 | 44,100 | 47,700 | 47,060 | 2,055 | -1,75 | -0,79 | 0,97 | | 0,793 | | 0,2748 | | ✓ | |
| 29 | 58,00 | 56,700 | 56,200 | 50,600 | 56,200 | 55,540 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |
| 299 | 47,00 | 46,000 | 47,500 | 50,700 | 44,700 | 47,180 | 2,240 | -1,50 | -0,68 | 1,05 | | | | 0,2748 | | ✓ | |
| 301 | 47,80 | 46,700 | 57,800 | 45,800 | 48,200 | 49,260 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |
| 304 | 54,60 | 55,100 | 52,882 | 52,432 | 58,008 | 54,604 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | X |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

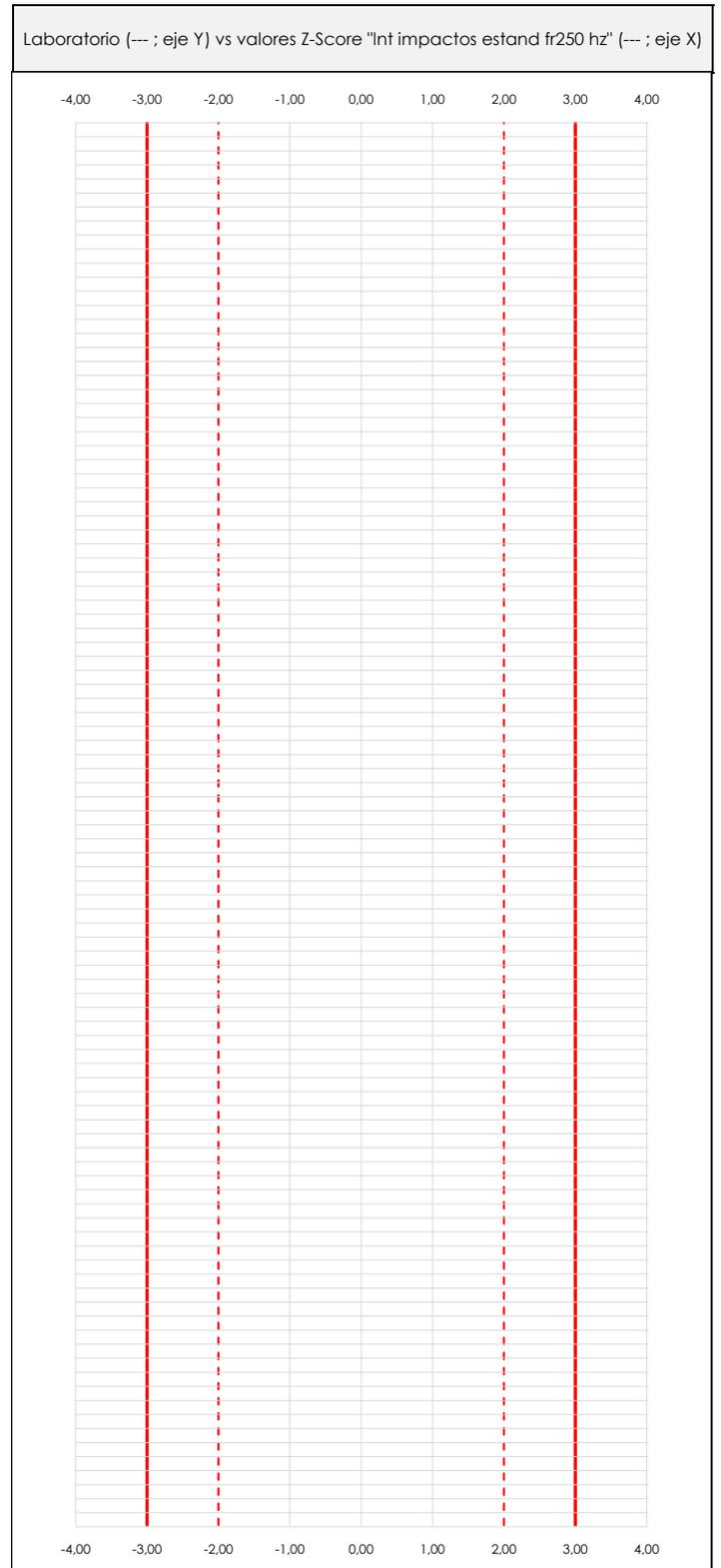
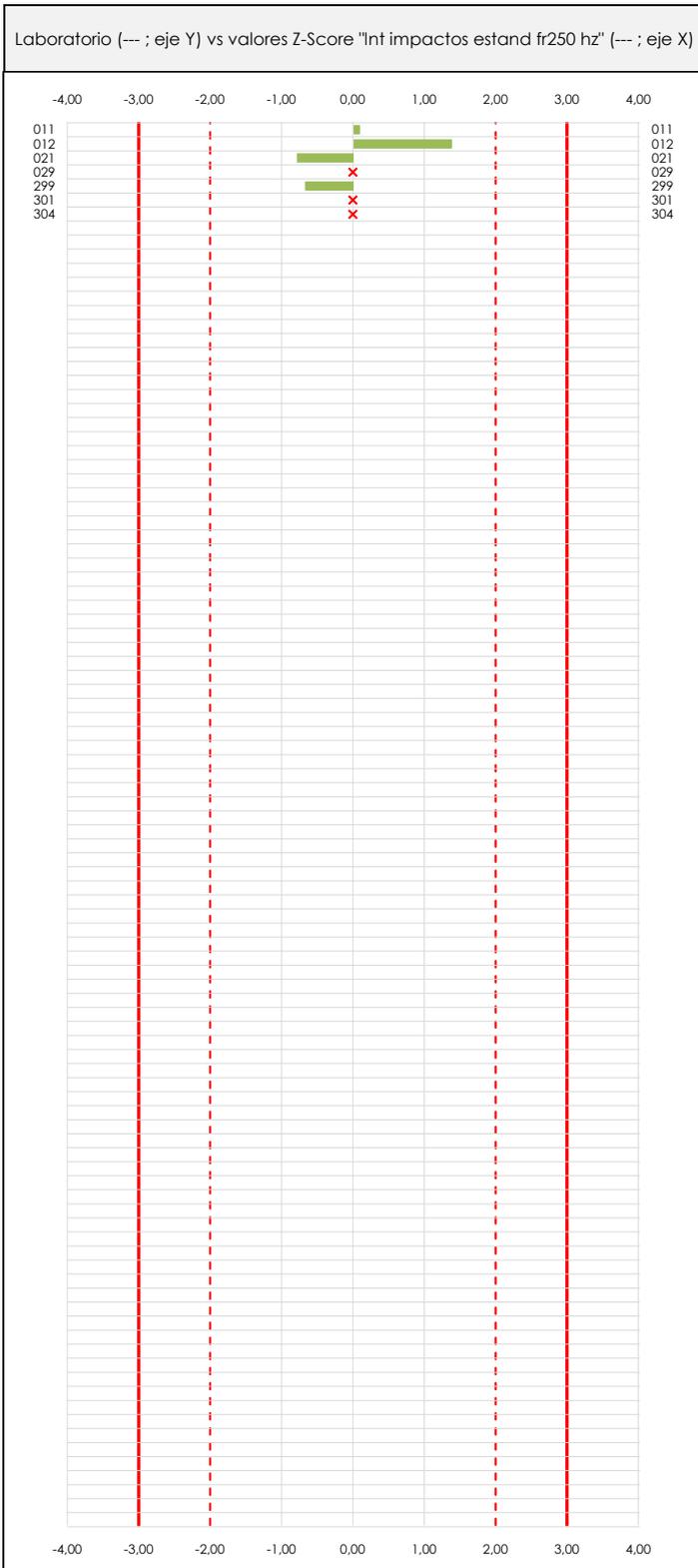
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 46,70 | 49,80 | 44,20 | 48,70 | 50,60 | 48,00 | 2,580 | 0,21 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,094 | S |
| 12 | 48,00 | 48,90 | 48,10 | 50,40 | 51,40 | 49,36 | 1,491 | 3,05 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,378 | S |
| 21 | 48,40 | 49,20 | 45,90 | 44,10 | 47,70 | 47,06 | 2,055 | -1,75 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,793 | S |
| 29 | 58,00 | 56,70 | 56,20 | 50,60 | 56,20 | 55,54 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AN | 0 | --- | --- |
| 299 | 47,00 | 46,00 | 47,50 | 50,70 | 44,70 | 47,18 | 2,240 | -1,50 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,680 | S |
| 301 | 47,80 | 46,70 | 57,80 | 45,80 | 48,20 | 49,26 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AN | 0 | --- | --- |
| 304 | 54,60 | 55,10 | 52,88 | 52,43 | 58,01 | 54,60 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AN | 0 | --- | --- |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

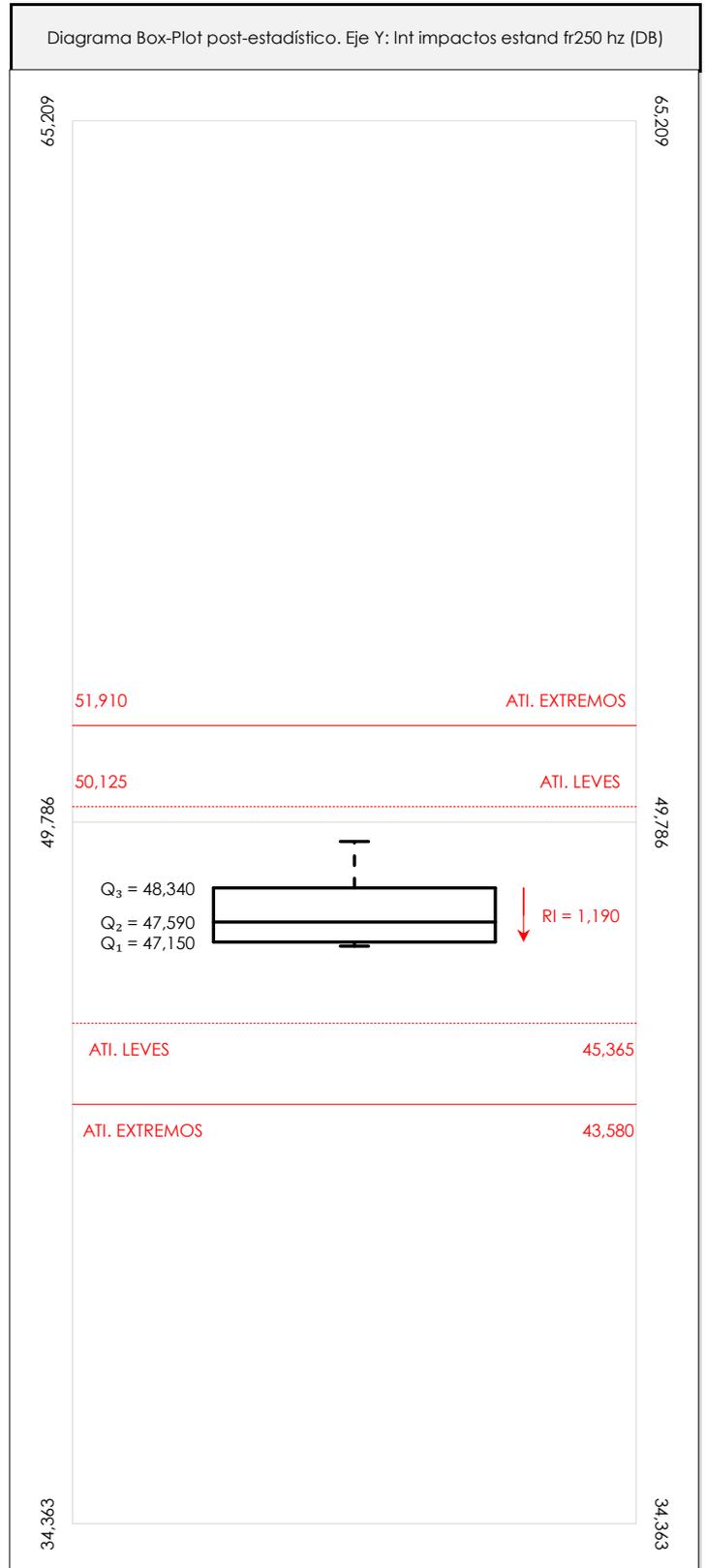
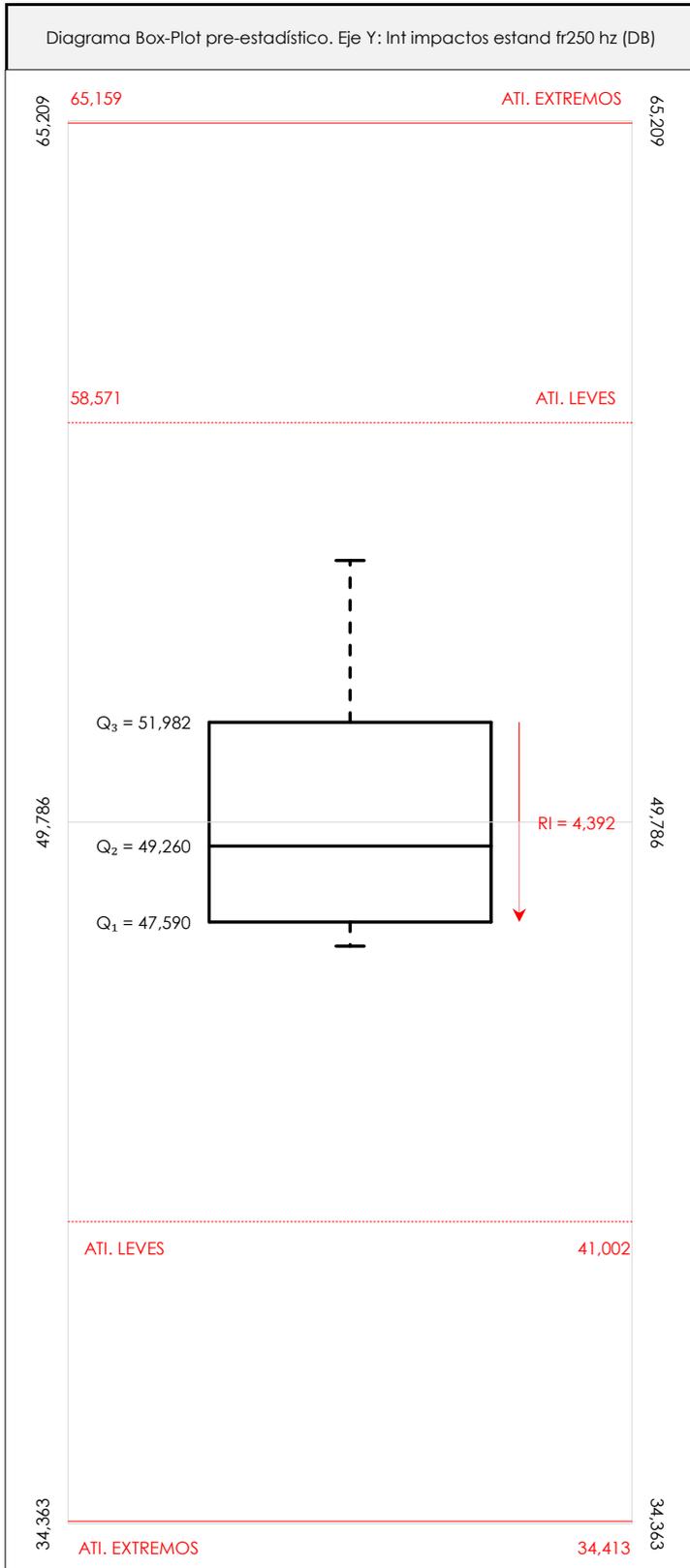
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES 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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 3 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 3 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} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 58,00 | 56,70 | 57,80 | 52,43 | 58,01 | 55,54 | 48,40 | 49,80 | 48,10 | 50,70 | 51,40 | 49,36 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 46,70 | 46,00 | 44,20 | 44,10 | 44,70 | 47,06 | 46,70 | 46,00 | 44,20 | 44,10 | 44,70 | 47,06 |
| Valor Promedio (M ; %) | 50,07 | 50,34 | 50,37 | 48,96 | 50,97 | 50,14 | 47,53 | 48,48 | 46,43 | 48,48 | 48,60 | 47,90 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 4,40 | 4,06 | 5,27 | 2,99 | 4,74 | 3,50 | 0,81 | 1,69 | 1,75 | 3,05 | 3,05 | 1,06 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,09 | 0,08 | 0,10 | 0,06 | 0,09 | 0,07 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,02 |
| 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 | 7,835 | 7,759 | 10,650 | 18,485 | 11,917 | | 4,530 | 5,899 | 0,216 | 4,745 | 6,038 | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,49 | 1,60 | 0,508 | 1,496 | 0,0000 | 1,49 | 1,60 | 0,721 | 1,496 | 0,0000 |
| Nivel de Significación 5% | 1,42 | 1,44 | 0,431 | 1,481 | 0,0002 | 1,42 | 1,44 | 0,629 | 1,481 | 0,0002 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 4 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)****Introducción****Criterios de análisis establecidos****SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr315 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

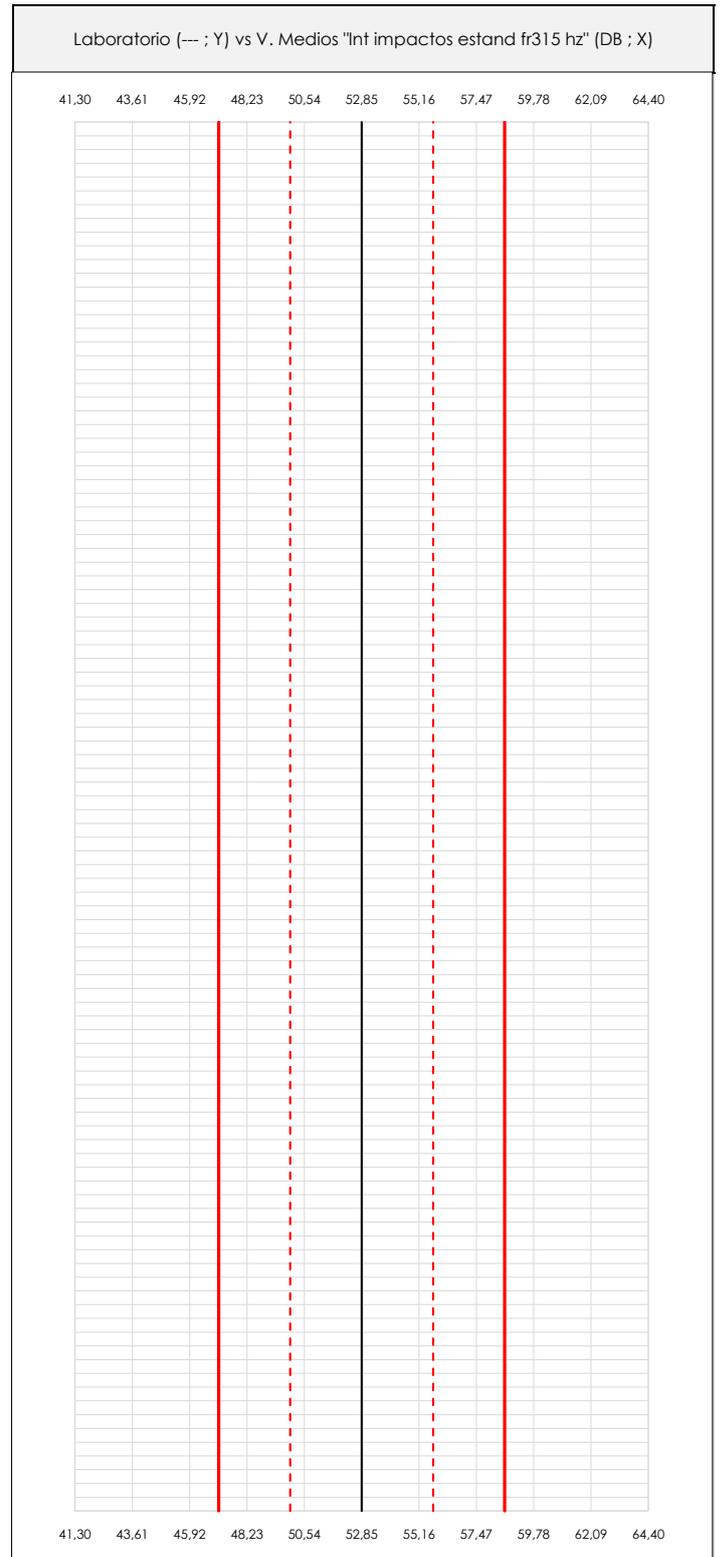
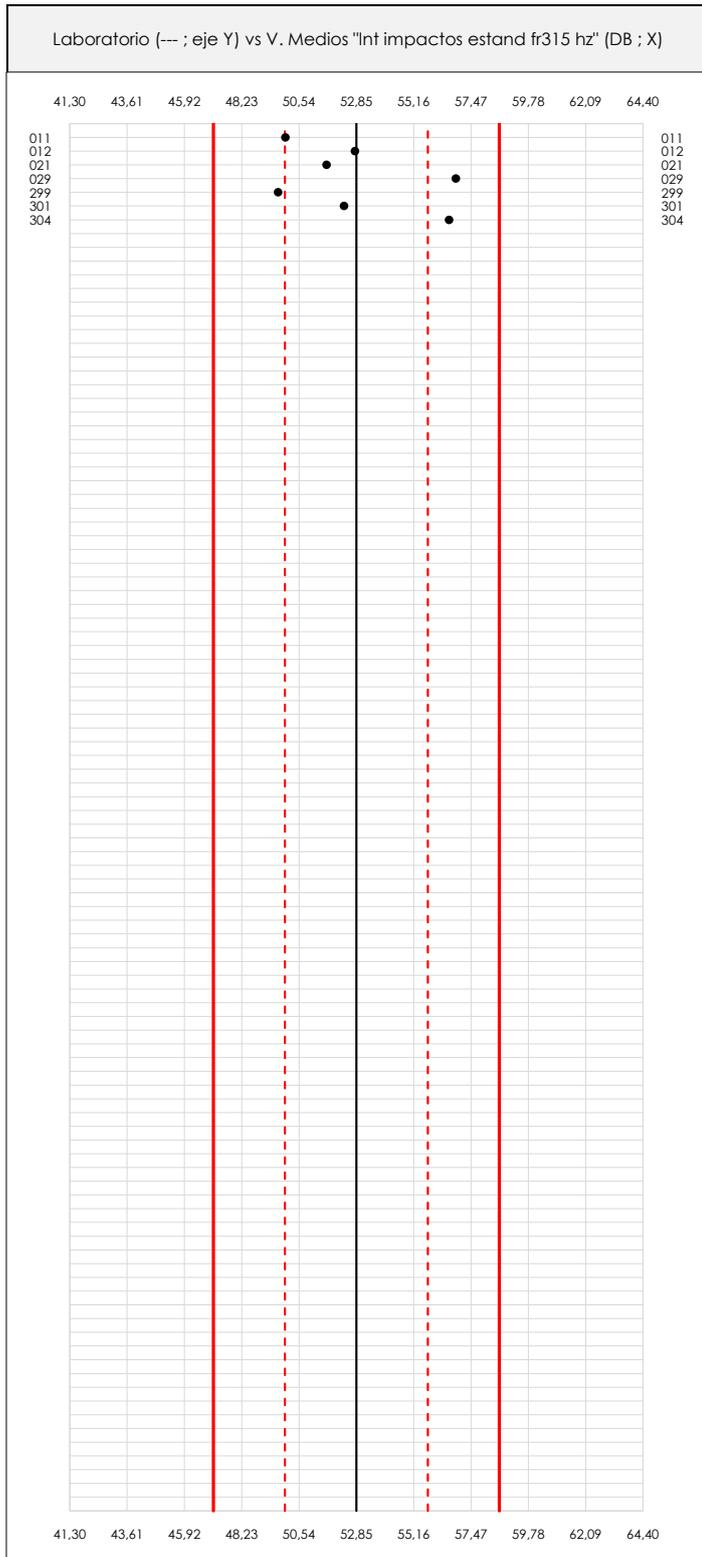
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

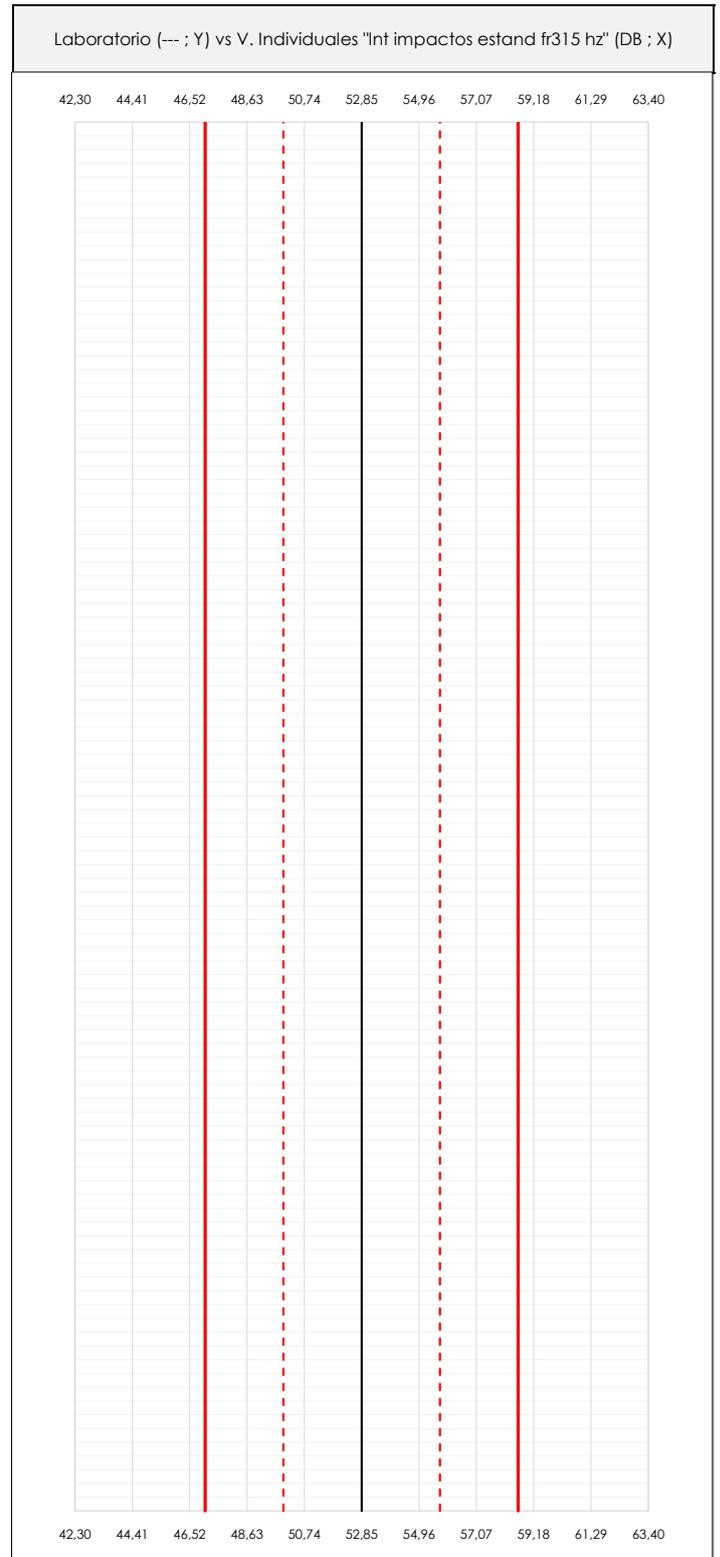
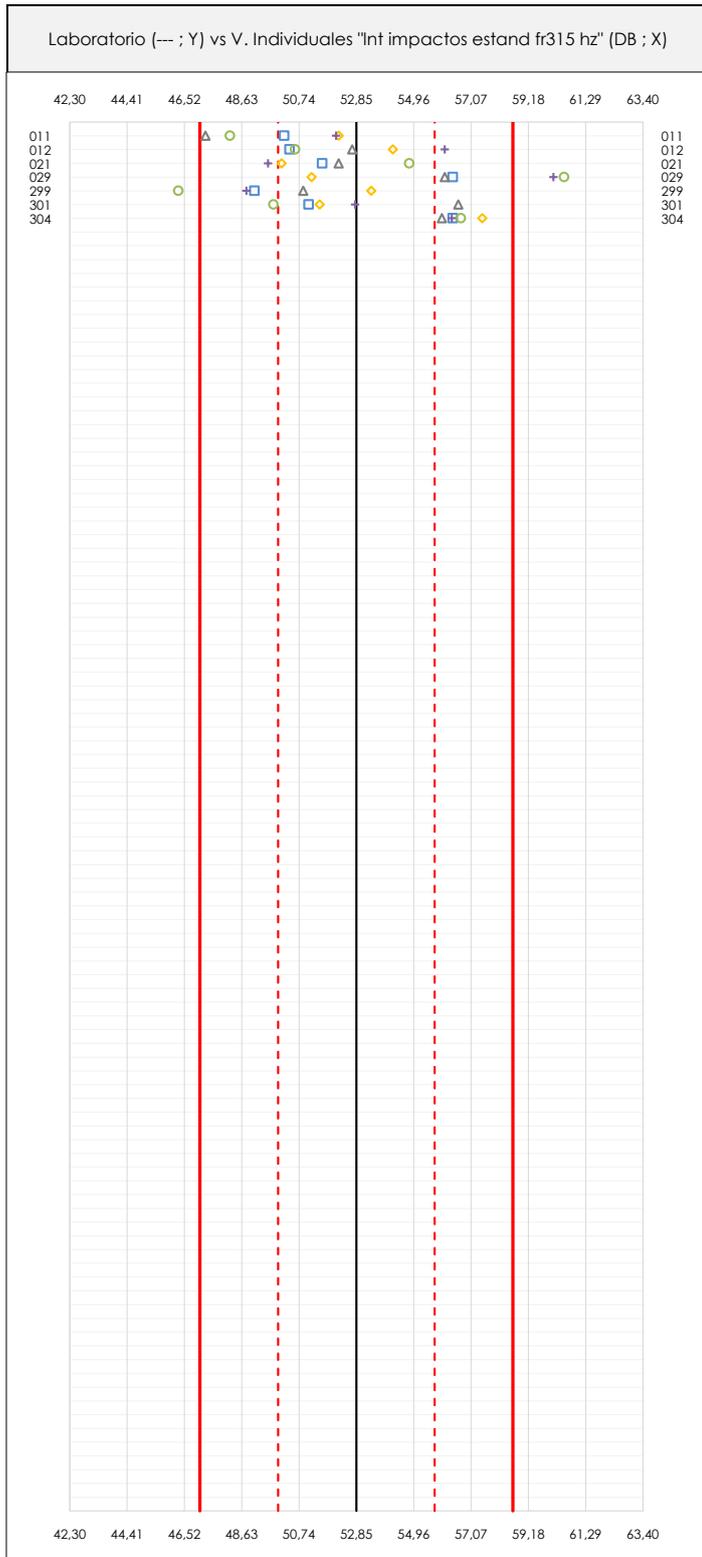
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,85 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (55,73/49,97 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (58,61/47,09 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,85 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (55,73/49,97 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (58,61/47,09 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | Pasa A | Observaciones |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|----------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 50,20 | 48,20 | 47,30 | 52,20 | 52,10 | 50,00 | 2,226 | -5,40 | ✓ | |
| 12 | 50,40 | 50,60 | 52,70 | 54,20 | 56,10 | 52,80 | 2,422 | -0,10 | ✓ | |
| 21 | 51,60 | 54,80 | 52,20 | 50,10 | 49,60 | 51,66 | 2,051 | -2,26 | ✓ | |
| 29 | 56,40 | 60,50 | 56,10 | 51,20 | 60,10 | 56,86 | 3,761 | 7,58 | ✓ | |
| 299 | 49,10 | 46,30 | 50,90 | 53,40 | 48,80 | 49,70 | 2,639 | -5,97 | ✓ | |
| 301 | 51,10 | 49,80 | 56,60 | 51,50 | 52,80 | 52,36 | 2,601 | -0,93 | ✓ | |
| 304 | 56,40 | 56,70 | 56,00 | 57,48 | 56,36 | 56,59 | 0,557 | 7,07 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} " con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " 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.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

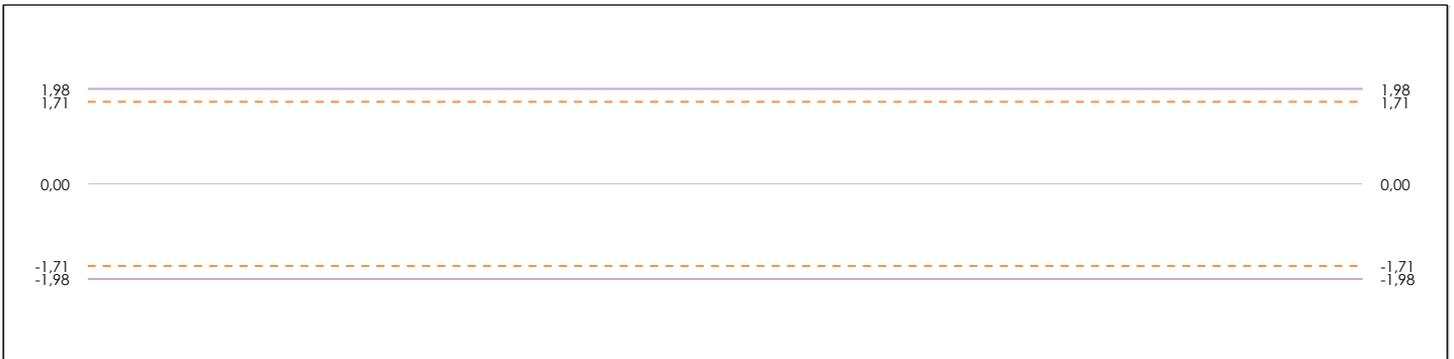
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

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 de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 50,20 | 48,200 | 47,300 | 52,200 | 52,100 | 50,000 | 2,226 | -5,40 | -0,99 | 0,90 | | | | 0,4918 | | ✓ |
| 12 | 50,40 | 50,600 | 52,700 | 54,200 | 56,100 | 52,800 | 2,422 | -0,10 | -0,02 | 0,97 | | | | | | ✓ |
| 21 | 51,60 | 54,800 | 52,200 | 50,100 | 49,600 | 51,660 | 2,051 | -2,26 | -0,41 | 0,83 | | | | | | ✓ |
| 29 | 56,40 | 60,500 | 56,100 | 51,200 | 60,100 | 56,860 | 3,761 | 7,58 | 1,39 | 1,51* | 0,327 | | 1,391 | | 0,1558 | ✓ |
| 299 | 49,10 | 46,300 | 50,900 | 53,400 | 48,800 | 49,700 | 2,639 | -5,97 | -1,09 | 1,06 | | 1,095 | | 0,4918 | | ✓ |
| 301 | 51,10 | 49,800 | 56,600 | 51,500 | 52,800 | 52,360 | 2,601 | -0,93 | -0,17 | 1,05 | | | | | | ✓ |
| 304 | 56,40 | 56,700 | 56,003 | 57,483 | 56,361 | 56,589 | 0,557 | 7,07 | 1,30 | 0,22 | | | | | 0,1558 | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

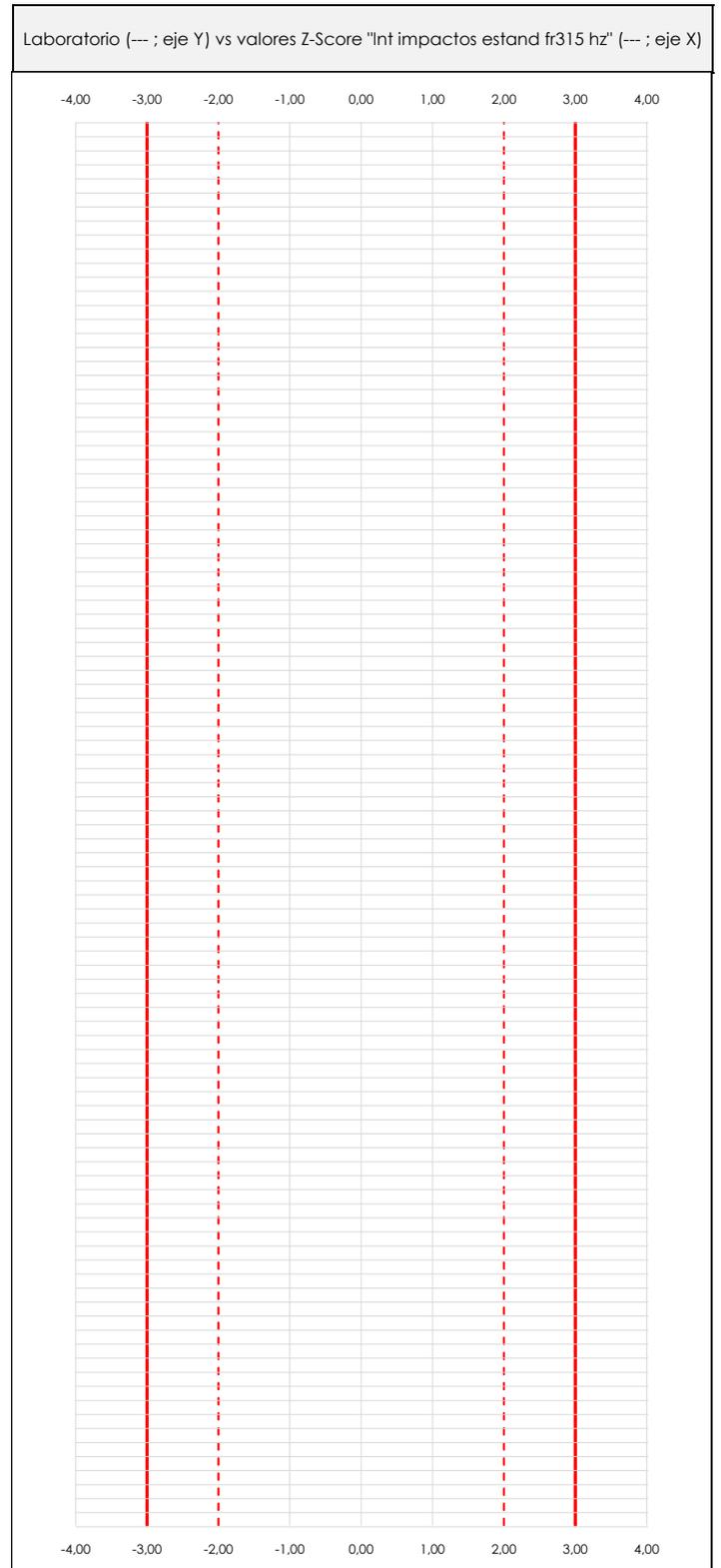
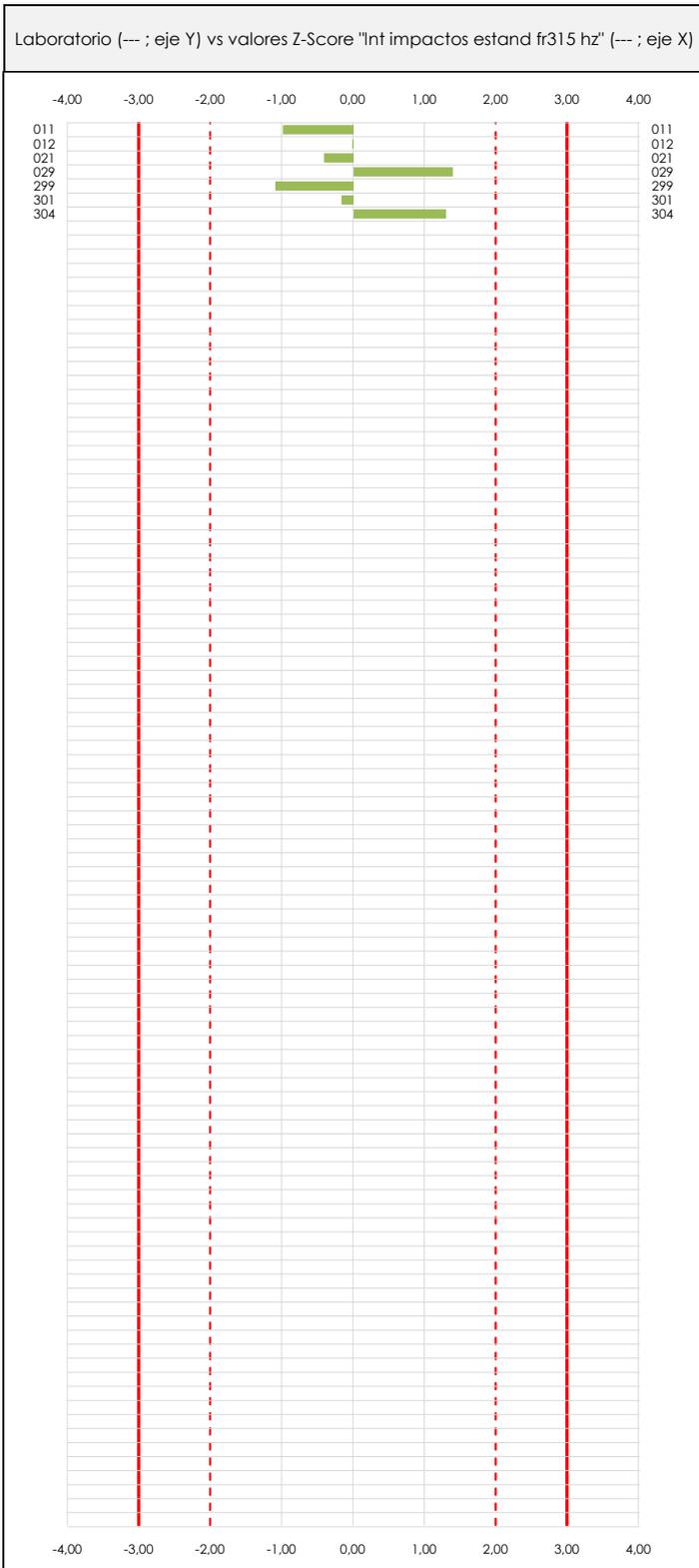
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 50,20 | 48,20 | 47,30 | 52,20 | 52,10 | 50,00 | 2,226 | -5,40 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,991 | S |
| 12 | 50,40 | 50,60 | 52,70 | 54,20 | 56,10 | 52,80 | 2,422 | -0,10 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,018 | S |
| 21 | 51,60 | 54,80 | 52,20 | 50,10 | 49,60 | 51,66 | 2,051 | -2,26 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,414 | S |
| 29 | 56,40 | 60,50 | 56,10 | 51,20 | 60,10 | 56,86 | 3,761 | 7,58 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,391 | S |
| 299 | 49,10 | 46,30 | 50,90 | 53,40 | 48,80 | 49,70 | 2,639 | -5,97 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,095 | S |
| 301 | 51,10 | 49,80 | 56,60 | 51,50 | 52,80 | 52,36 | 2,601 | -0,93 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,171 | S |
| 304 | 56,40 | 56,70 | 56,00 | 57,48 | 56,36 | 56,59 | 0,557 | 7,07 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,297 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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].

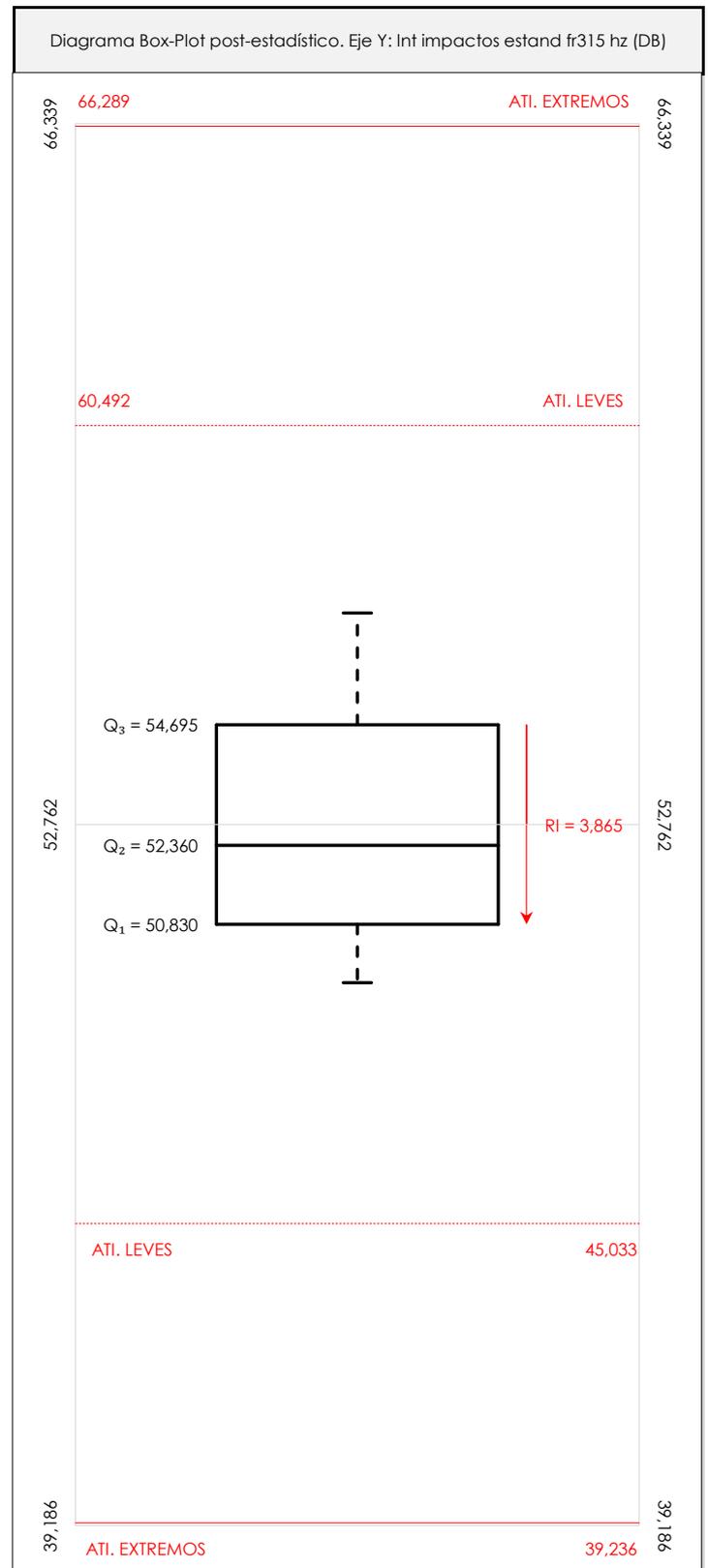
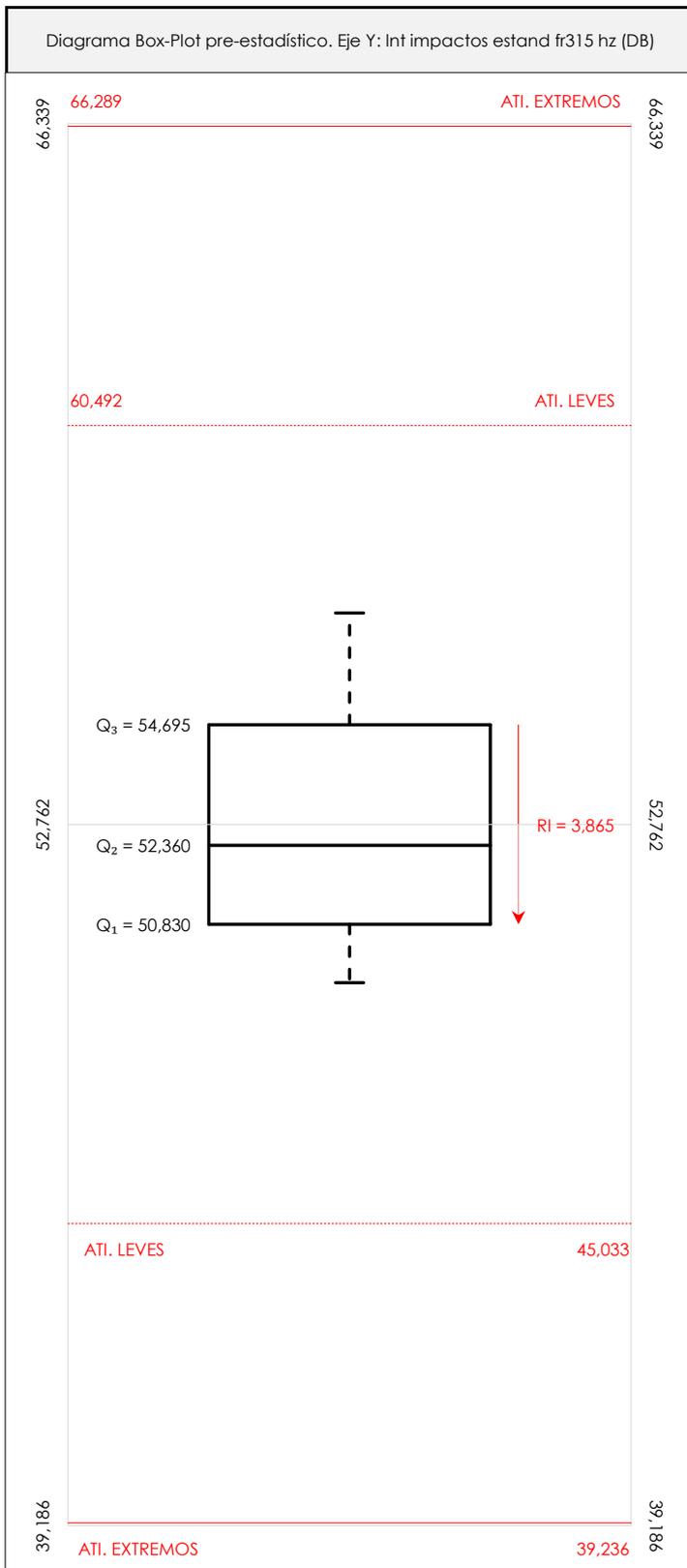
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**CSIC**
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICASINSTITUTO
DE
EDUCACIÓN
SUPERIOR
ROJA**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)****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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 56,40 | 60,50 | 56,60 | 57,48 | 60,10 | 56,86 | 56,40 | 60,50 | 56,60 | 57,48 | 60,10 | 56,86 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 49,10 | 46,30 | 47,30 | 50,10 | 48,80 | 49,70 | 49,10 | 46,30 | 47,30 | 50,10 | 48,80 | 49,70 |
| Valor Promedio (M ; %) | 52,17 | 52,41 | 53,11 | 52,87 | 53,69 | 52,85 | 52,17 | 52,41 | 53,11 | 52,87 | 53,69 | 52,85 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 2,99 | 5,08 | 3,39 | 2,45 | 4,04 | 2,88 | 2,99 | 5,08 | 3,39 | 2,45 | 4,04 | 2,88 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,06 | 0,10 | 0,06 | 0,05 | 0,08 | 0,05 | 0,06 | 0,10 | 0,06 | 0,05 | 0,08 | 0,05 |
| 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 | 6,173 | 6,887 | 7,060 | 13,233 | 10,083 | 6,173 | 6,887 | 7,060 | 13,233 | 10,083 | | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr400 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

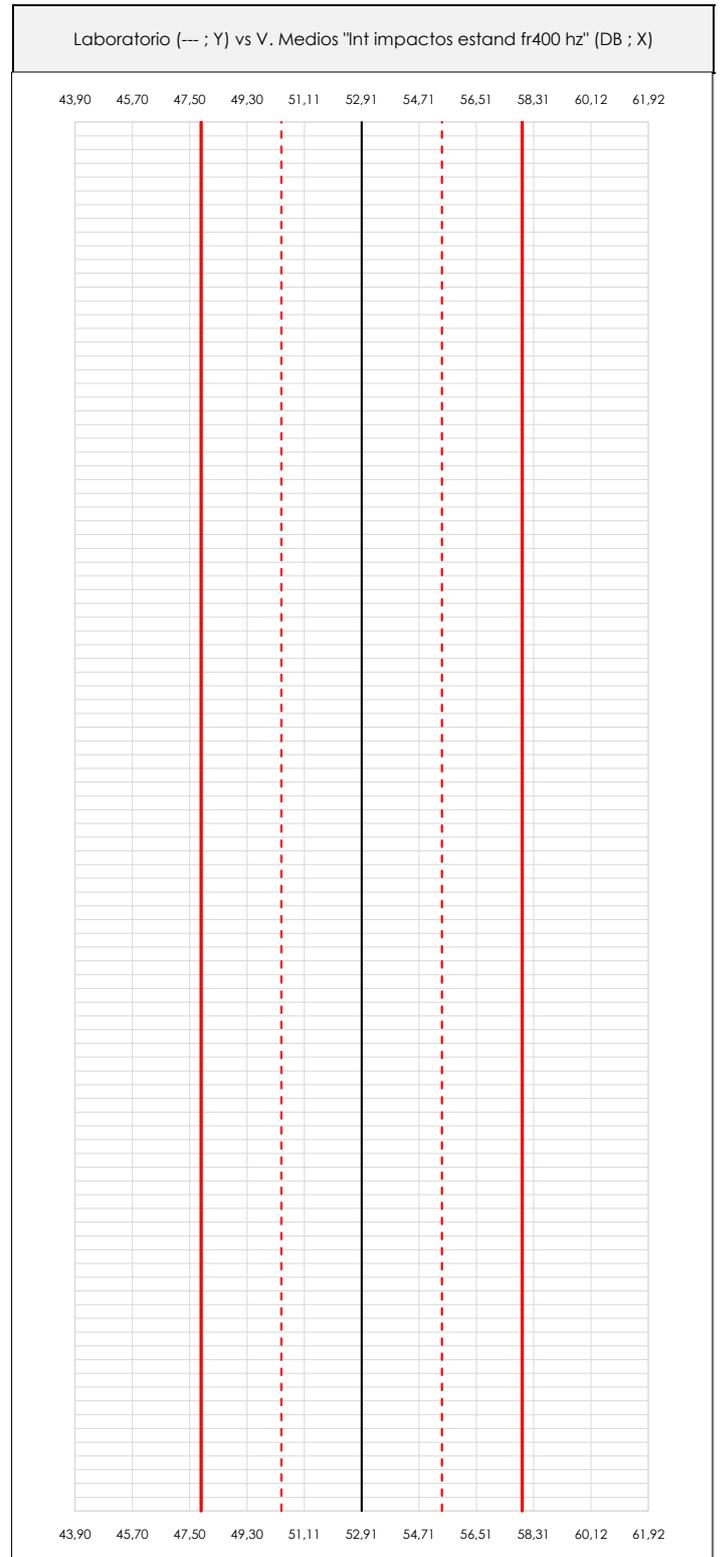
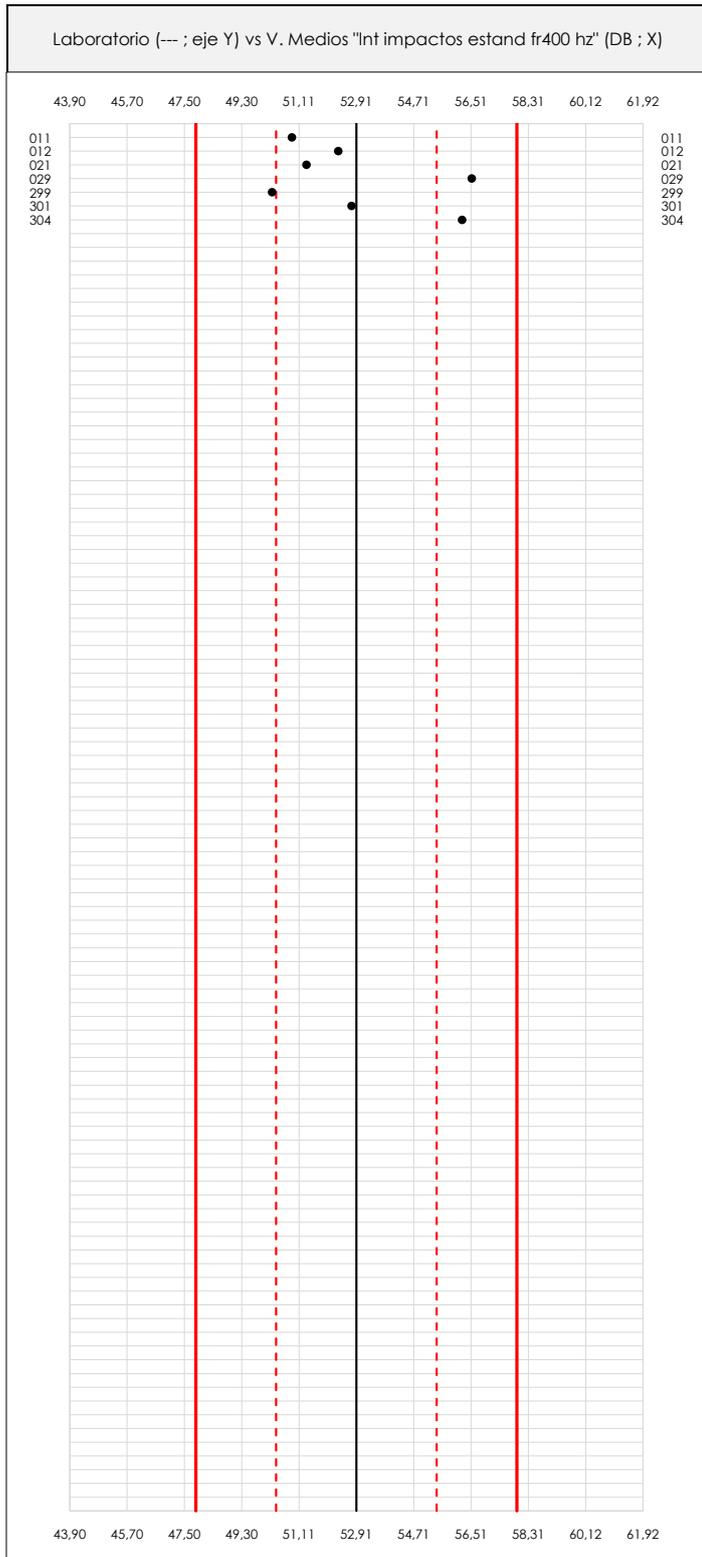
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

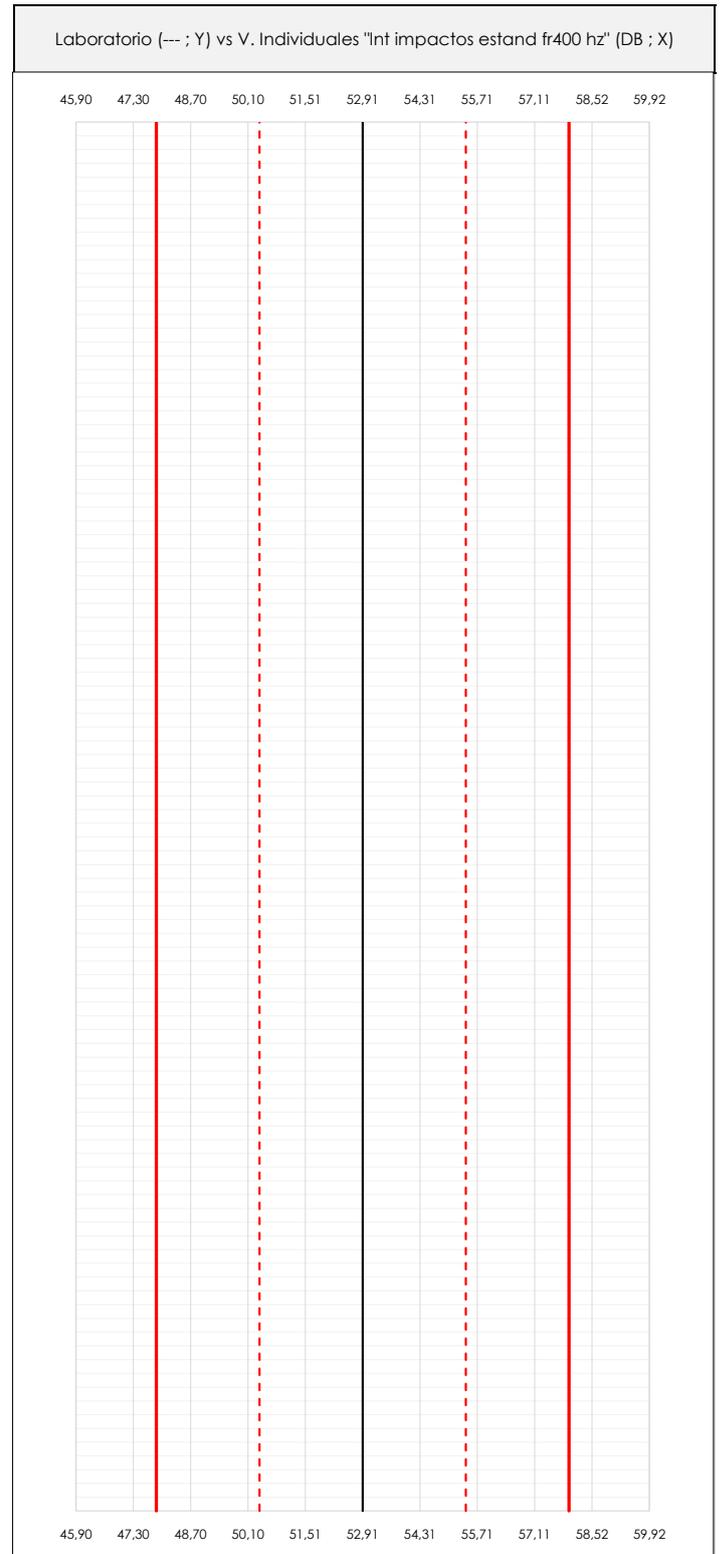
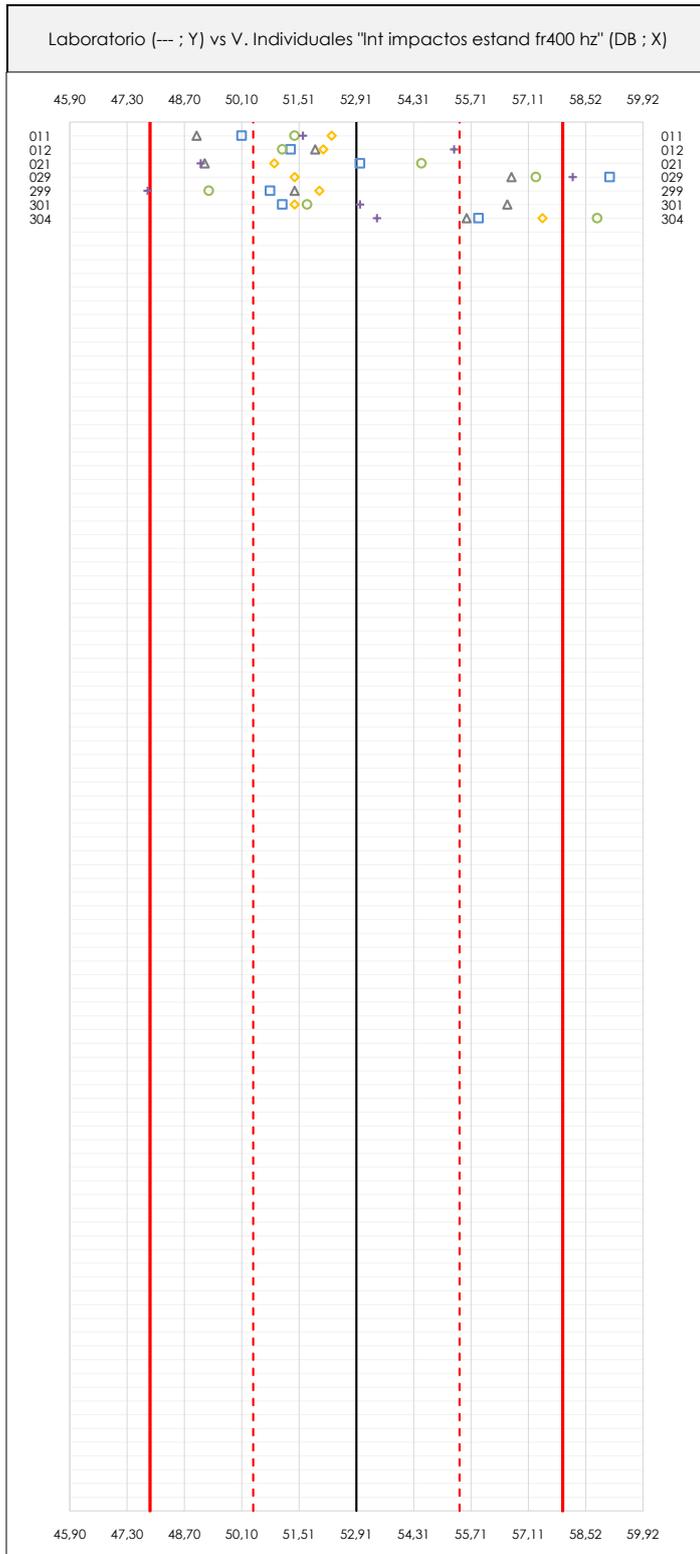
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,91 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (55,43/50,39 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (57,95/47,86 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,91 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (55,43/50,39 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (57,95/47,86 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | 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 |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 50,10 | 51,400 | 49,000 | 52,300 | 51,600 | 50,880 | 1,318 | -3,83 | -0,80 | 0,62 | | | | 0,5942 | | ✓ |
| 12 | 51,30 | 51,100 | 51,900 | 52,100 | 55,300 | 52,340 | 1,705 | -1,07 | -0,23 | 0,80 | | | | | | ✓ |
| 21 | 53,00 | 54,500 | 49,200 | 50,900 | 49,100 | 51,340 | 2,373 | -2,96 | -0,62 | 1,12 | | | | | | ✓ |
| 29 | 59,10 | 57,300 | 56,700 | 51,400 | 58,200 | 56,540 | 3,014 | 6,87 | 1,44 | 1,42 | | 1,440 | | 0,1110 | | ✓ |
| 299 | 50,80 | 49,300 | 51,400 | 52,000 | 47,800 | 50,260 | 1,702 | -5,00 | -1,05 | 0,80 | | 1,050 | | 0,5942 | | ✓ |
| 301 | 51,10 | 51,700 | 56,600 | 51,400 | 53,000 | 52,760 | 2,266 | -0,28 | -0,06 | 1,07 | | | | | | ✓ |
| 304 | 55,90 | 58,800 | 55,603 | 57,458 | 53,414 | 56,235 | 2,034 | 6,29 | 1,32 | 0,96 | | | | 0,1110 | | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " 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 airtmética interlaboratorios.

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

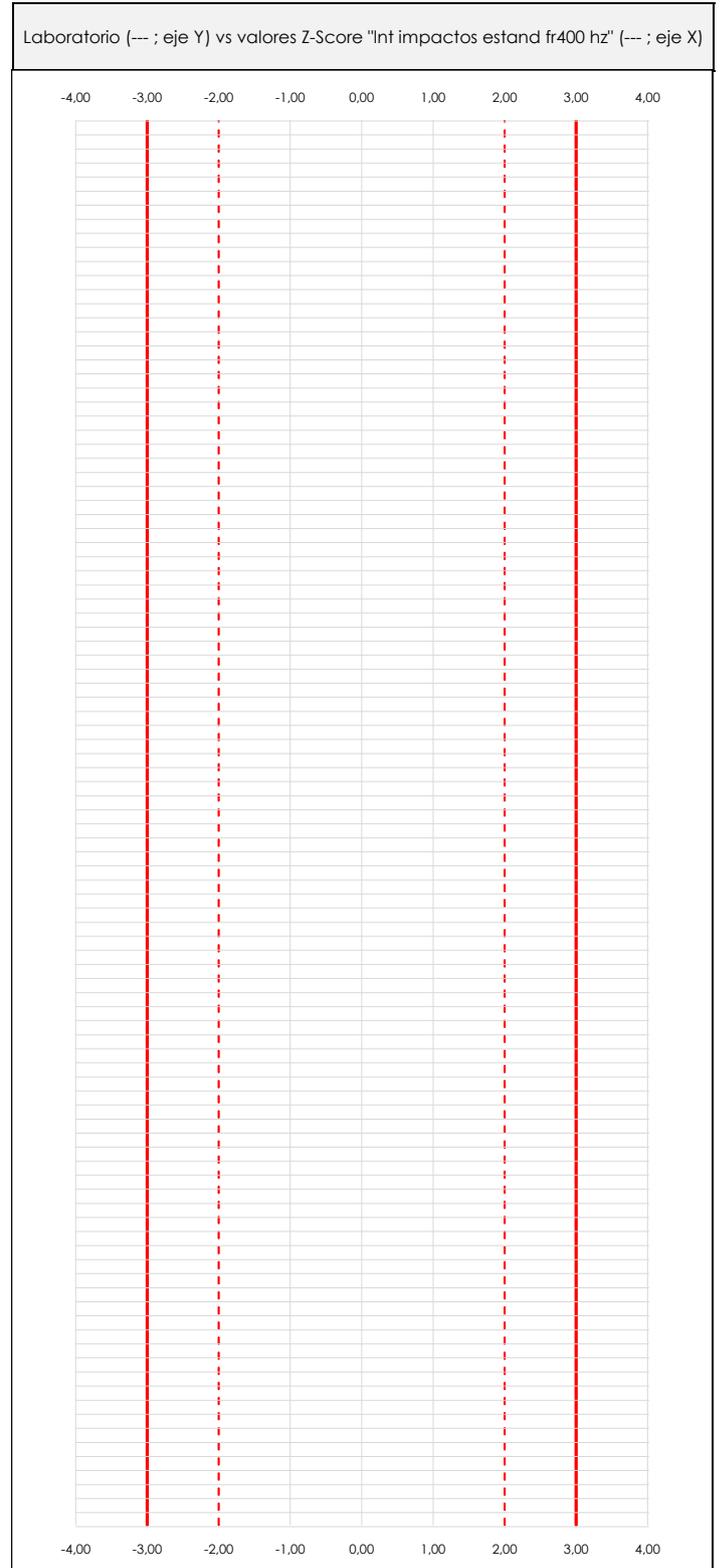
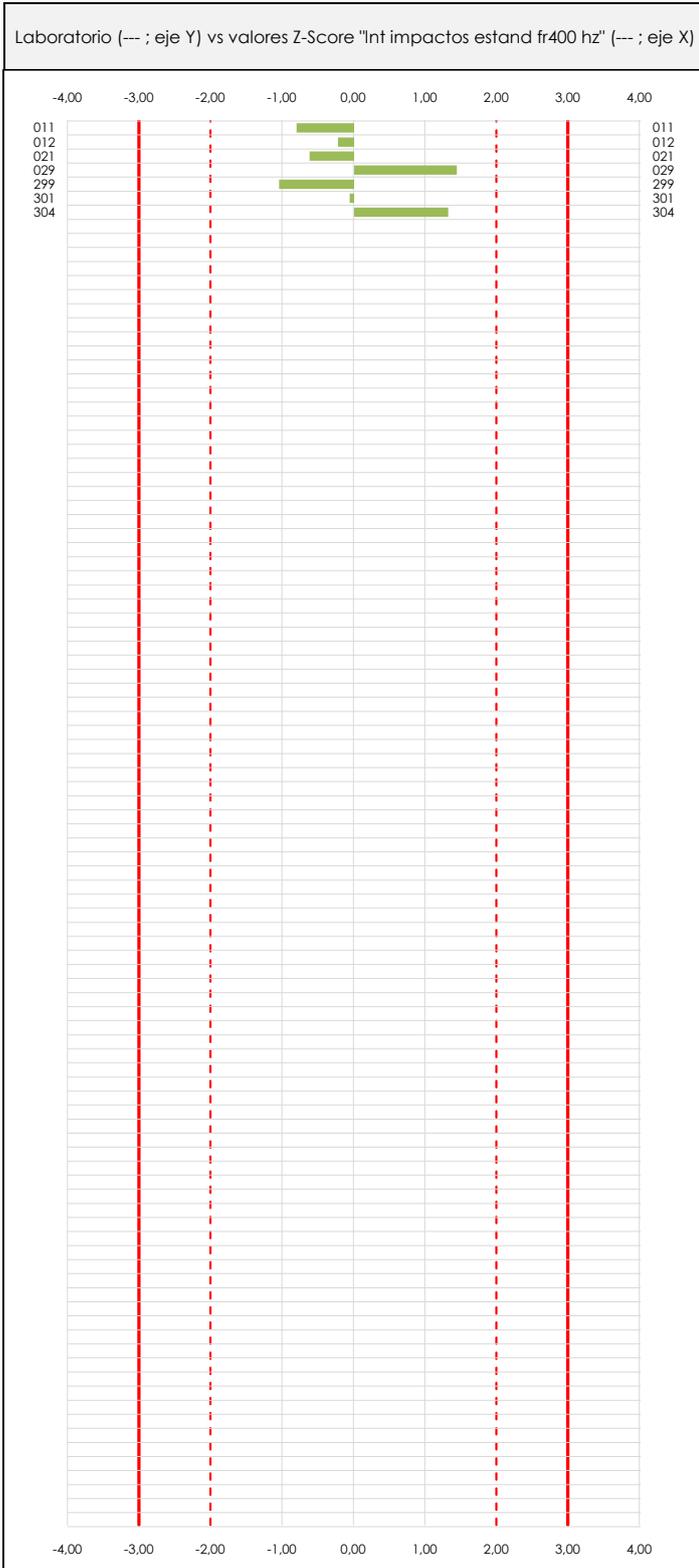
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 50,10 | 51,40 | 49,00 | 52,30 | 51,60 | 50,88 | 1,318 | -3,83 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,804 | S |
| 12 | 51,30 | 51,10 | 51,90 | 52,10 | 55,30 | 52,34 | 1,705 | -1,07 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,225 | S |
| 21 | 53,00 | 54,50 | 49,20 | 50,90 | 49,10 | 51,34 | 2,373 | -2,96 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,621 | S |
| 29 | 59,10 | 57,30 | 56,70 | 51,40 | 58,20 | 56,54 | 3,014 | 6,87 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,440 | S |
| 299 | 50,80 | 49,30 | 51,40 | 52,00 | 47,80 | 50,26 | 1,702 | -5,00 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,050 | S |
| 301 | 51,10 | 51,70 | 56,60 | 51,40 | 53,00 | 52,76 | 2,266 | -0,28 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,059 | S |
| 304 | 55,90 | 58,80 | 55,60 | 57,46 | 53,41 | 56,23 | 2,034 | 6,29 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,319 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

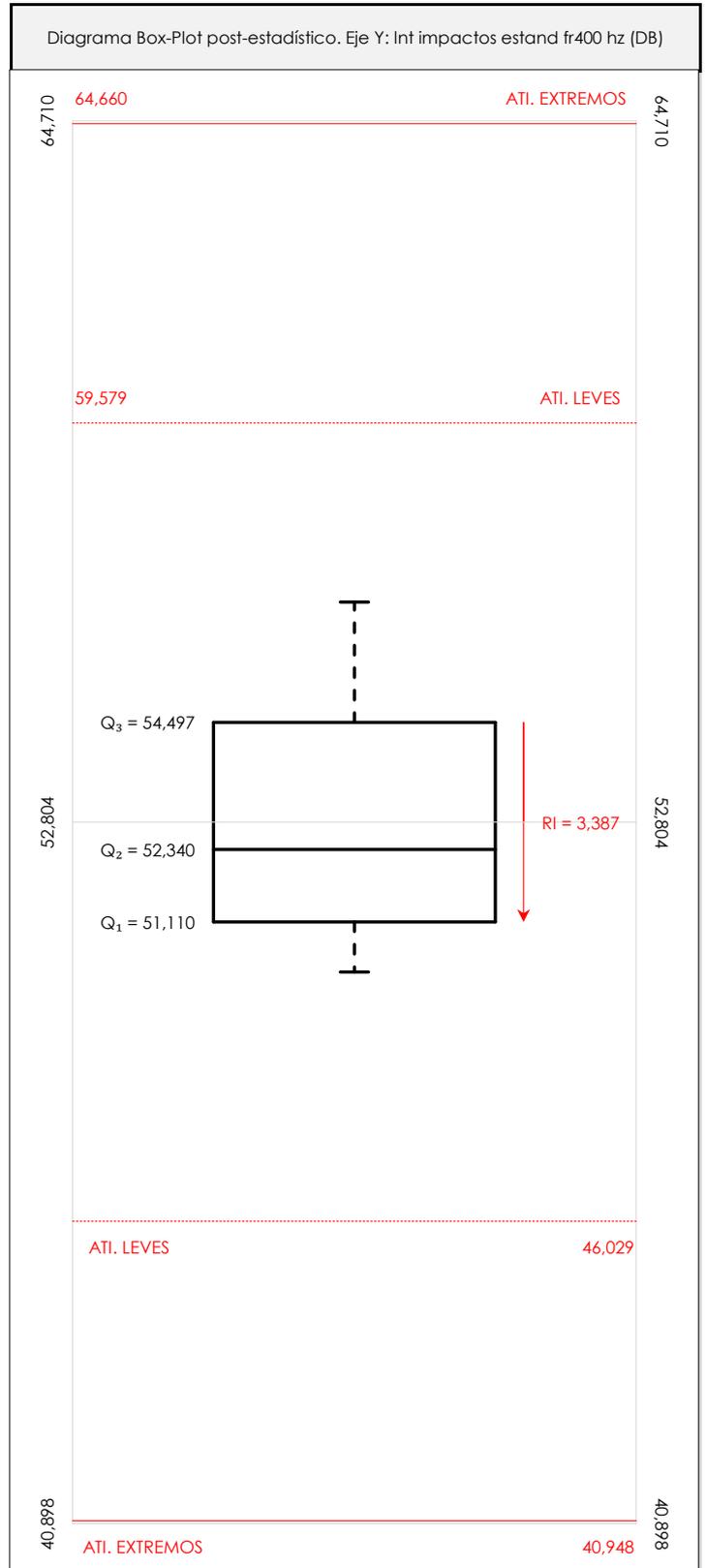
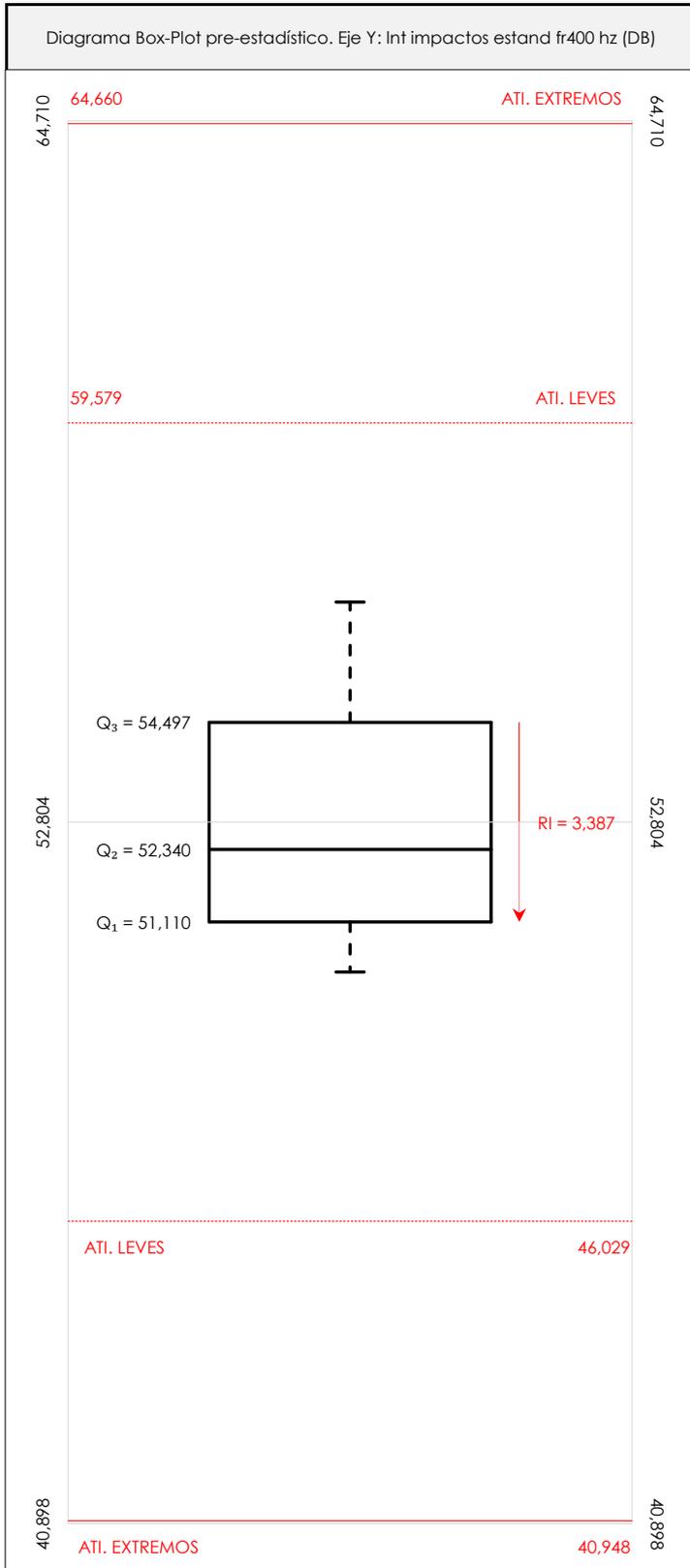
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES 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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 59,10 | 58,80 | 56,70 | 57,46 | 58,20 | 56,54 | 59,10 | 58,80 | 56,70 | 57,46 | 58,20 | 56,54 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 50,10 | 49,30 | 49,00 | 50,90 | 47,80 | 50,26 | 50,10 | 49,30 | 49,00 | 50,90 | 47,80 | 50,26 |
| Valor Promedio (M ; %) | 53,04 | 53,44 | 52,91 | 52,51 | 52,63 | 52,91 | 53,04 | 53,44 | 52,91 | 52,51 | 52,63 | 52,91 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 3,30 | 3,53 | 3,36 | 2,24 | 3,55 | 2,52 | 3,30 | 3,53 | 3,36 | 2,24 | 3,55 | 2,52 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,05 |
| 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 | 4,504 | 5,883 | 5,464 | 9,968 | 8,751 | | 4,504 | 5,883 | 5,464 | 9,968 | 8,751 | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr500 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

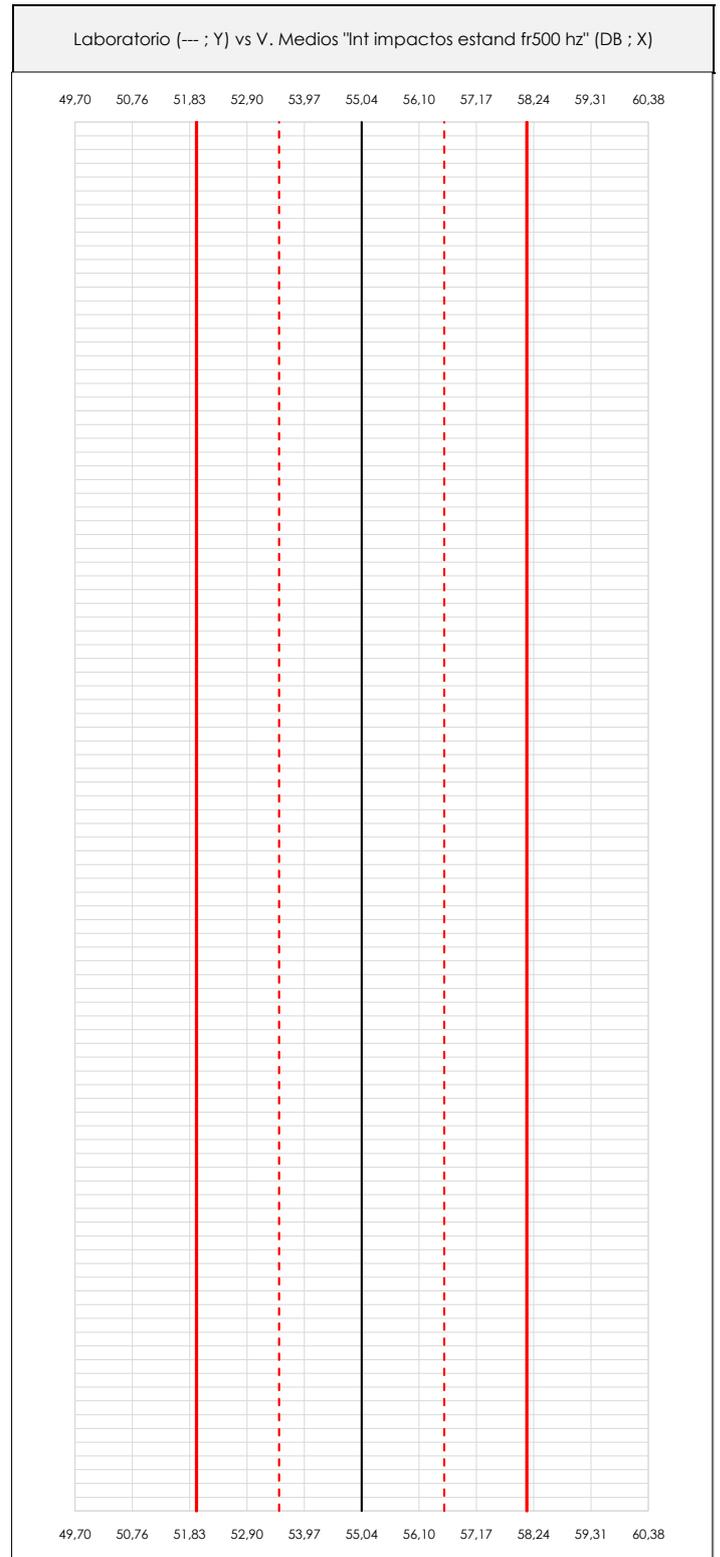
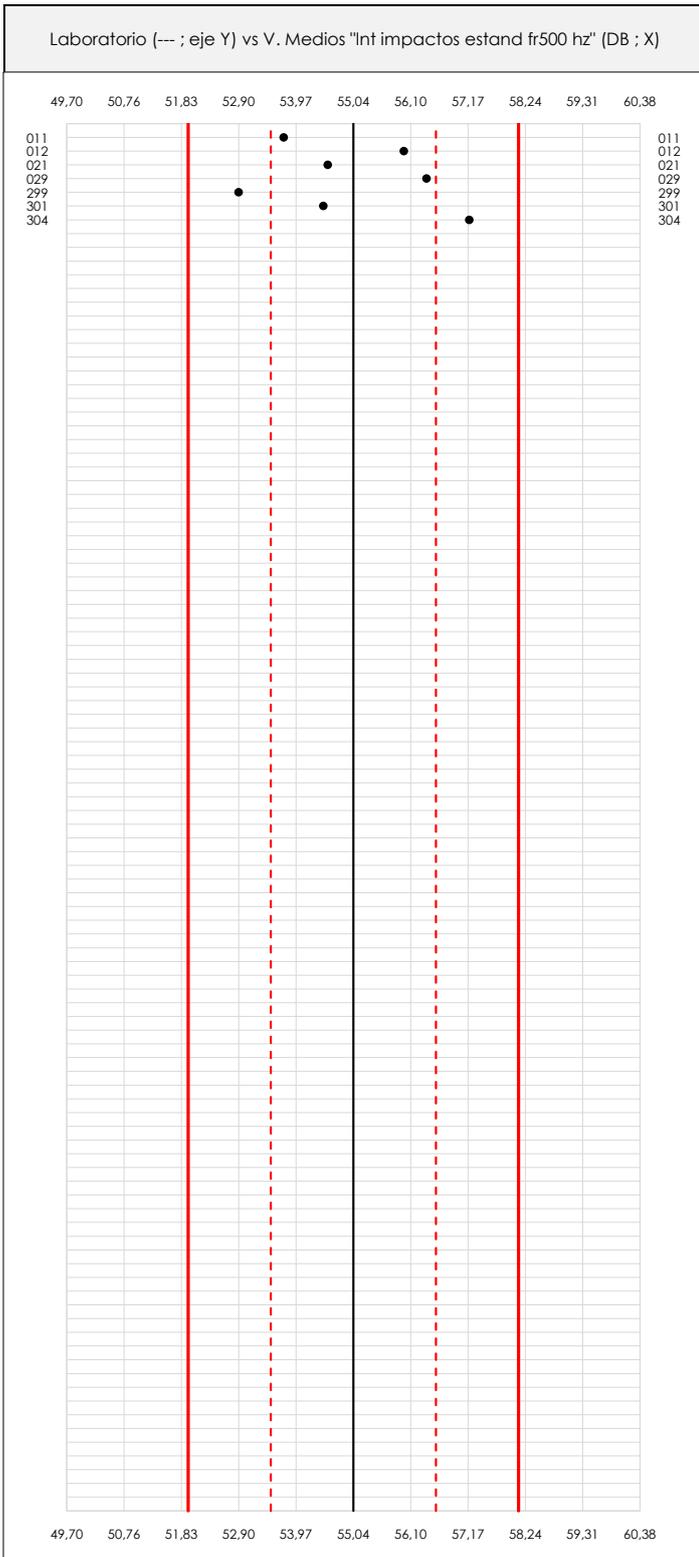
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

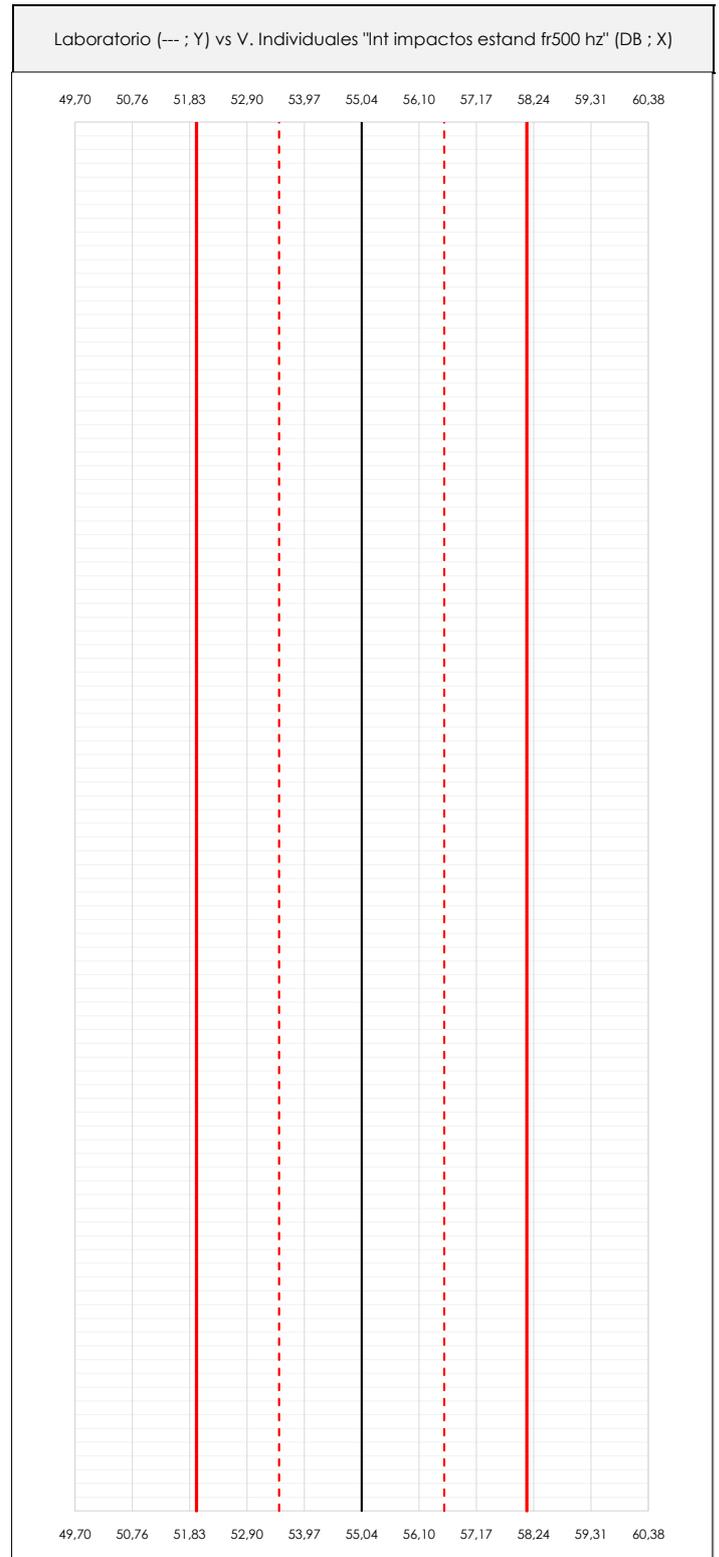
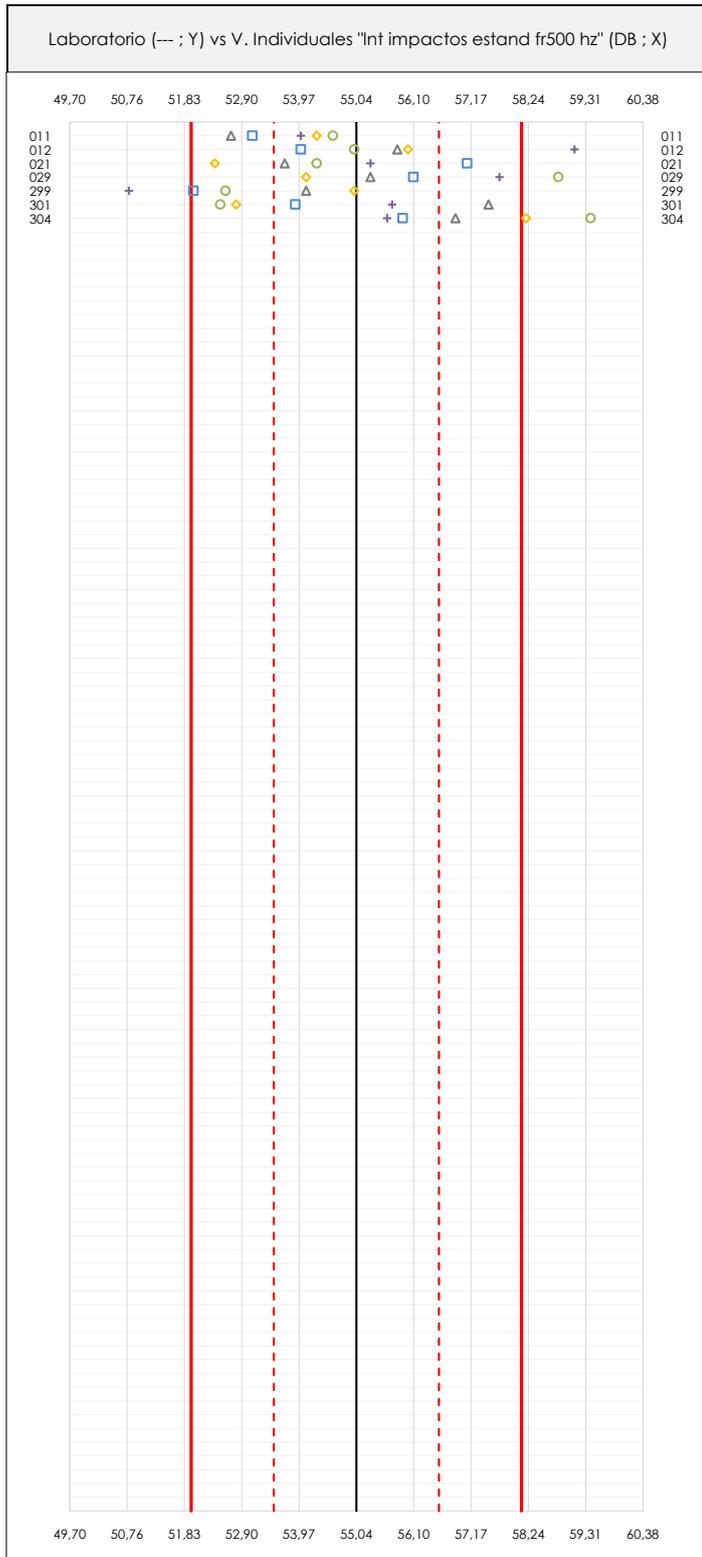
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (55,04 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (56,58/53,50 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (58,11/51,96 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (55,04 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (56,58/53,50 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (58,11/51,96 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | Pasa A | Observaciones |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|----------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 53,10 | 54,60 | 52,70 | 54,30 | 54,00 | 53,74 | 0,808 | -2,36 | ✓ | |
| 12 | 54,00 | 55,00 | 55,80 | 56,00 | 59,10 | 55,98 | 1,914 | 1,71 | ✓ | |
| 21 | 57,10 | 54,30 | 53,70 | 52,40 | 55,30 | 54,56 | 1,766 | -0,87 | ✓ | |
| 29 | 56,10 | 58,80 | 55,30 | 54,10 | 57,70 | 56,40 | 1,873 | 2,48 | ✓ | |
| 299 | 52,00 | 52,60 | 54,10 | 55,00 | 50,80 | 52,90 | 1,670 | -3,88 | ✓ | |
| 301 | 53,90 | 52,50 | 57,50 | 52,80 | 55,70 | 54,48 | 2,103 | -1,01 | ✓ | |
| 304 | 55,90 | 59,40 | 56,88 | 58,20 | 55,61 | 57,20 | 1,593 | 3,93 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " 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.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

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 de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 53,10 | 54,600 | 52,700 | 54,300 | 54,000 | 53,740 | 0,808 | -2,36 | -0,84 | 0,47 | | | | 0,3941 | | ✓ |
| 12 | 54,00 | 55,000 | 55,800 | 56,000 | 59,100 | 55,980 | 1,914 | 1,71 | 0,61 | 1,11 | | | | | | ✓ |
| 21 | 57,10 | 54,300 | 53,700 | 52,400 | 55,300 | 54,560 | 1,766 | -0,87 | -0,31 | 1,03 | | | | | | ✓ |
| 29 | 56,10 | 58,800 | 55,300 | 54,100 | 57,700 | 56,400 | 1,873 | 2,48 | 0,89 | 1,09 | | | | 0,3655 | | ✓ |
| 299 | 52,00 | 52,600 | 54,100 | 55,000 | 50,800 | 52,900 | 1,670 | -3,88 | -1,39 | 0,97 | | 1,389 | | 0,3941 | | ✓ |
| 301 | 53,90 | 52,500 | 57,500 | 52,800 | 55,700 | 54,480 | 2,103 | -1,01 | -0,36 | 1,22 | | | | | | ✓ |
| 304 | 55,90 | 59,400 | 56,881 | 58,196 | 55,611 | 57,198 | 1,593 | 3,93 | 1,40 | 0,93 | | | 1,404 | 0,3655 | | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

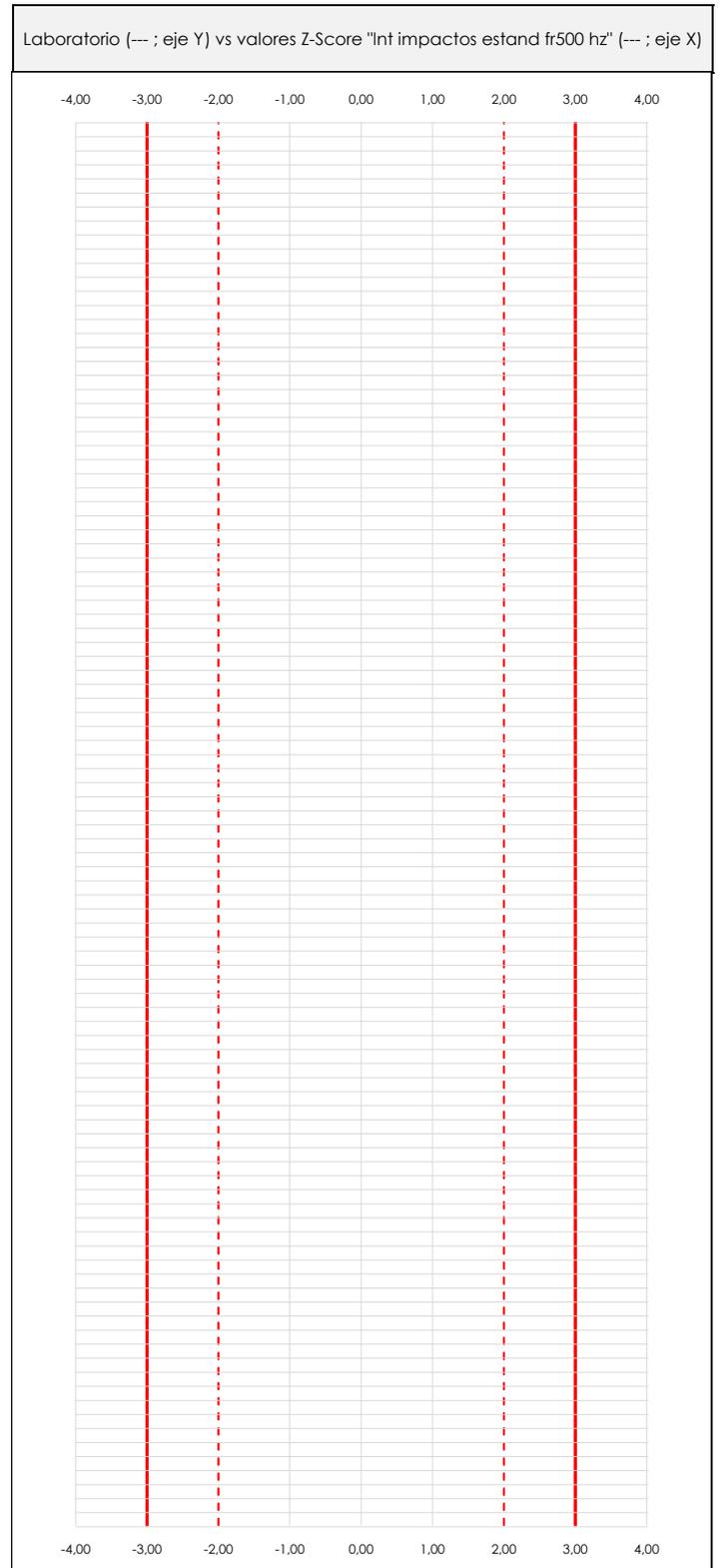
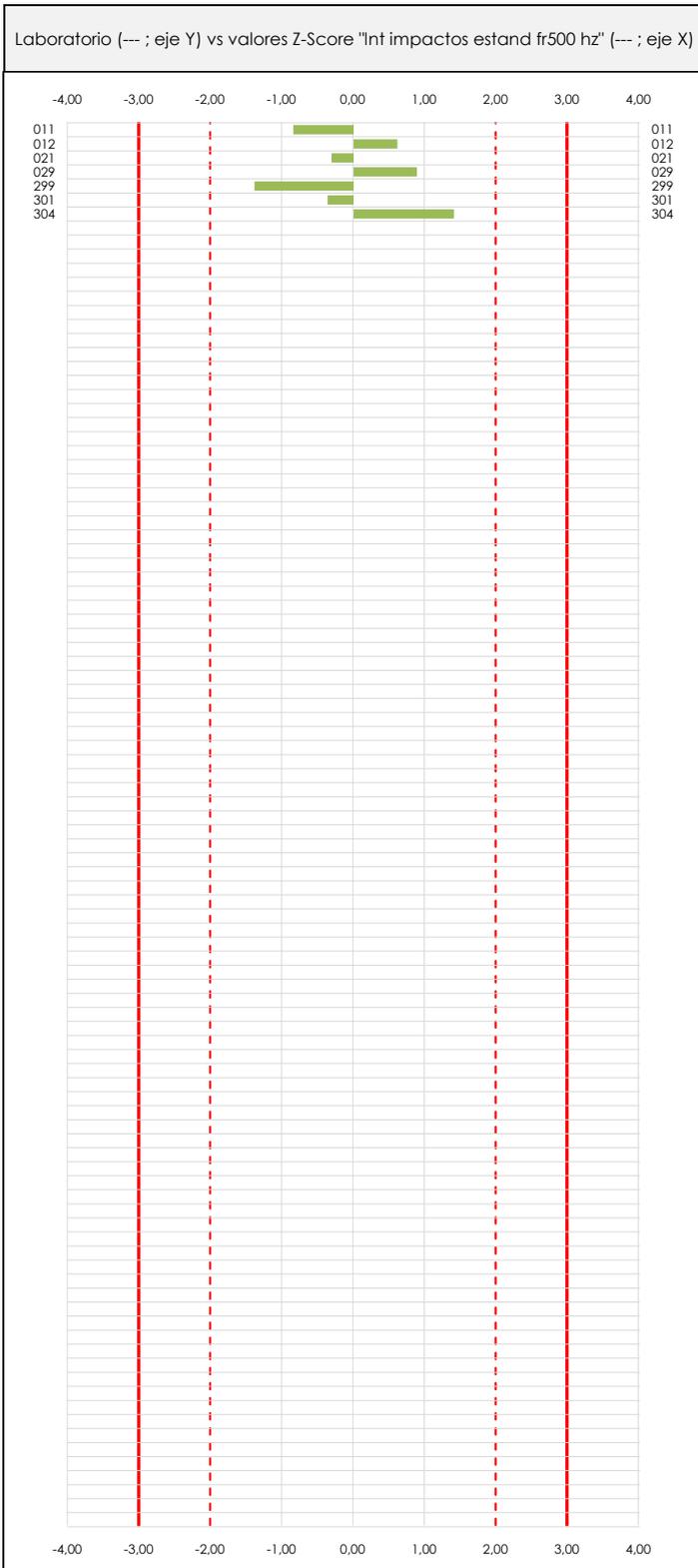
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 53,10 | 54,60 | 52,70 | 54,30 | 54,00 | 53,74 | 0,808 | -2,36 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,843 | S |
| 12 | 54,00 | 55,00 | 55,80 | 56,00 | 59,10 | 55,98 | 1,914 | 1,71 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,613 | S |
| 21 | 57,10 | 54,30 | 53,70 | 52,40 | 55,30 | 54,56 | 1,766 | -0,87 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,310 | S |
| 29 | 56,10 | 58,80 | 55,30 | 54,10 | 57,70 | 56,40 | 1,873 | 2,48 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,886 | S |
| 299 | 52,00 | 52,60 | 54,10 | 55,00 | 50,80 | 52,90 | 1,670 | -3,88 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,389 | S |
| 301 | 53,90 | 52,50 | 57,50 | 52,80 | 55,70 | 54,48 | 2,103 | -1,01 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,362 | S |
| 304 | 55,90 | 59,40 | 56,88 | 58,20 | 55,61 | 57,20 | 1,593 | 3,93 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,404 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

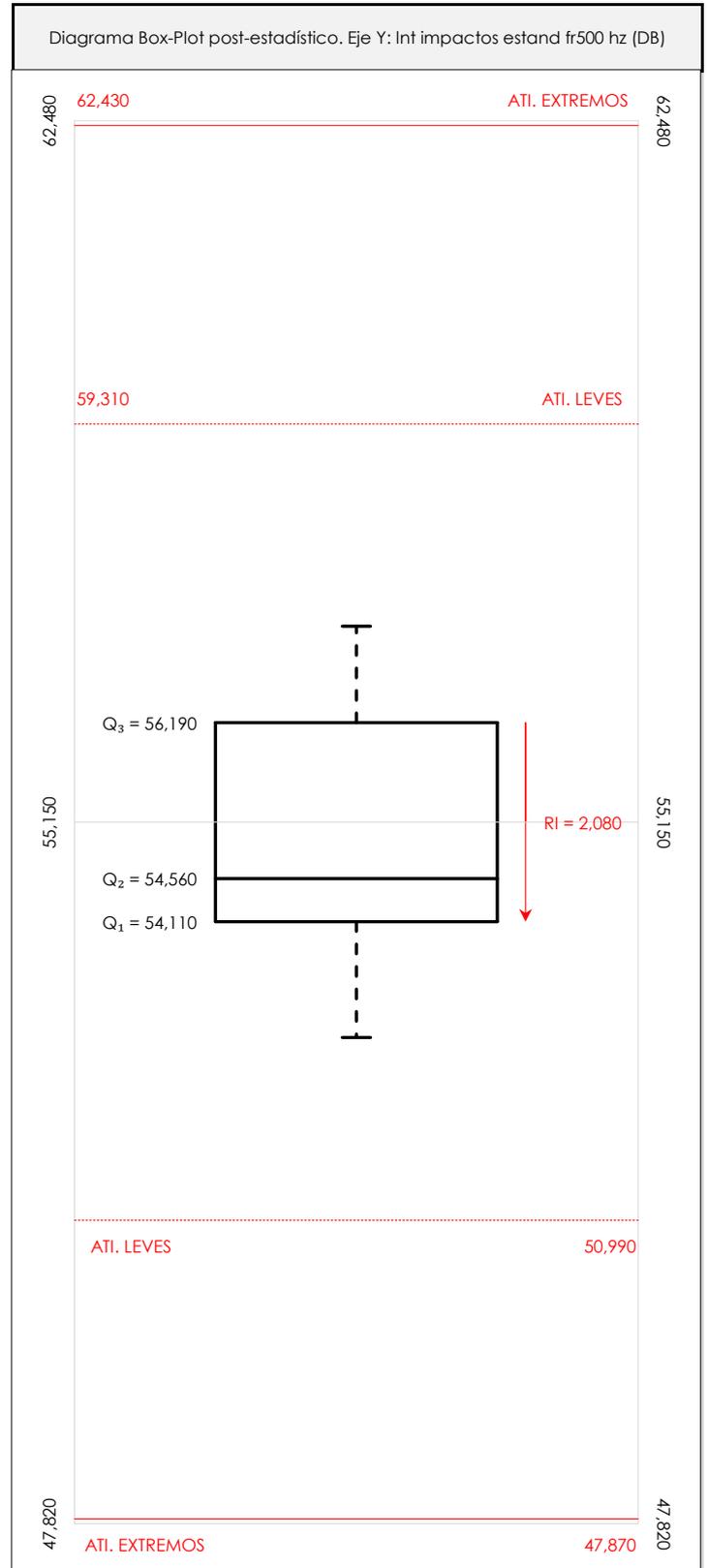
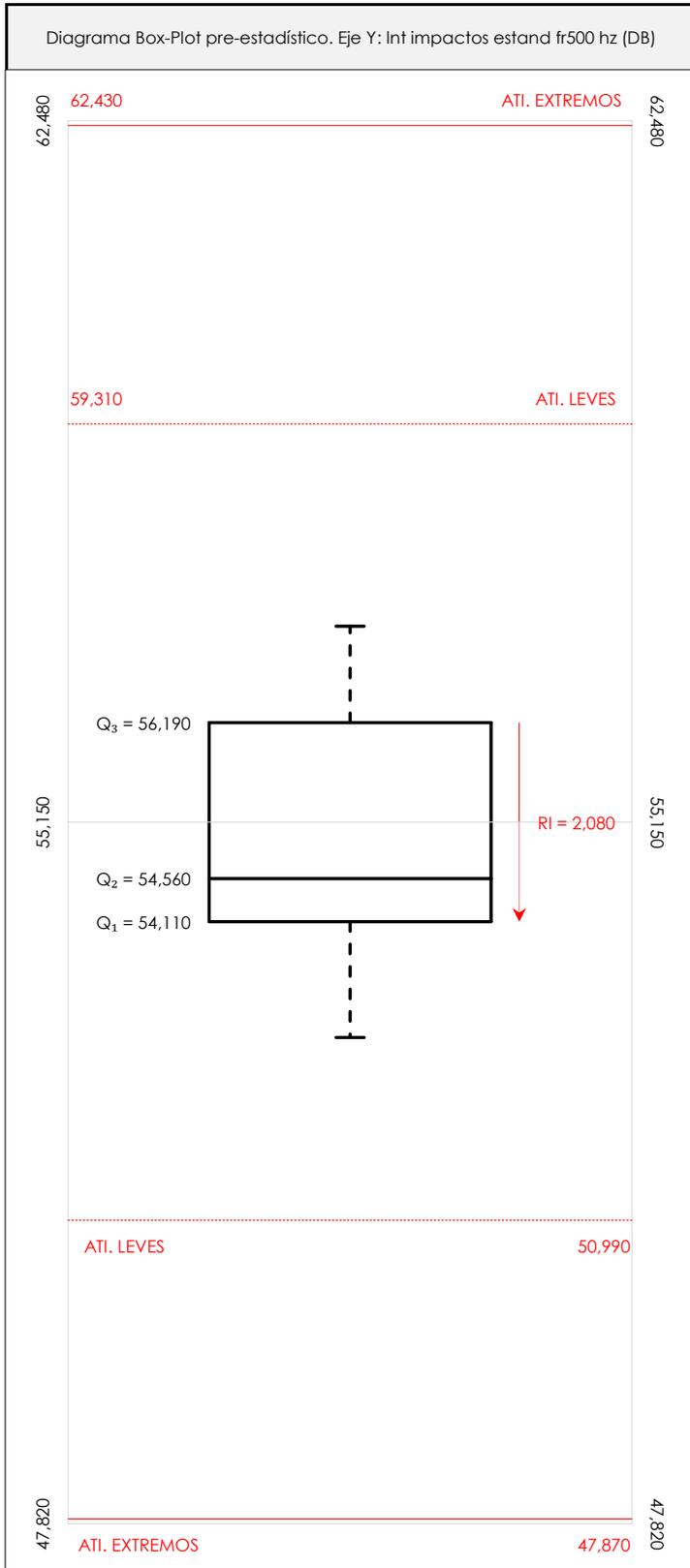
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES 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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|---------|---------|-------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | | | |
| Valor Máximo (max ; %) | 57,10 | 59,40 | 57,50 | 58,20 | 59,10 | 57,20 | 57,10 | 59,40 | 57,50 | 58,20 | 59,10 | 57,20 | | | |
| Valor Mínimo (min ; %) | 52,00 | 52,50 | 52,70 | 52,40 | 50,80 | 52,90 | 52,00 | 52,50 | 52,70 | 52,40 | 50,80 | 52,90 | | | |
| Valor Promedio (M ; %) | 54,59 | 55,31 | 55,14 | 54,69 | 55,46 | 55,04 | 54,59 | 55,31 | 55,14 | 54,69 | 55,46 | 55,04 | | | |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 1,83 | 2,76 | 1,74 | 1,98 | 2,65 | 1,54 | 1,83 | 2,76 | 1,74 | 1,98 | 2,65 | 1,54 | | | |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | | | |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R |
| Valor Calculado | 2,956 | 4,766 | 1,776 | 4,732 | 6,030 | 2,956 | 4,766 | 1,776 | 4,732 | 6,030 | 2,956 | 4,766 | 1,776 | 4,732 | 6,030 |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr630 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

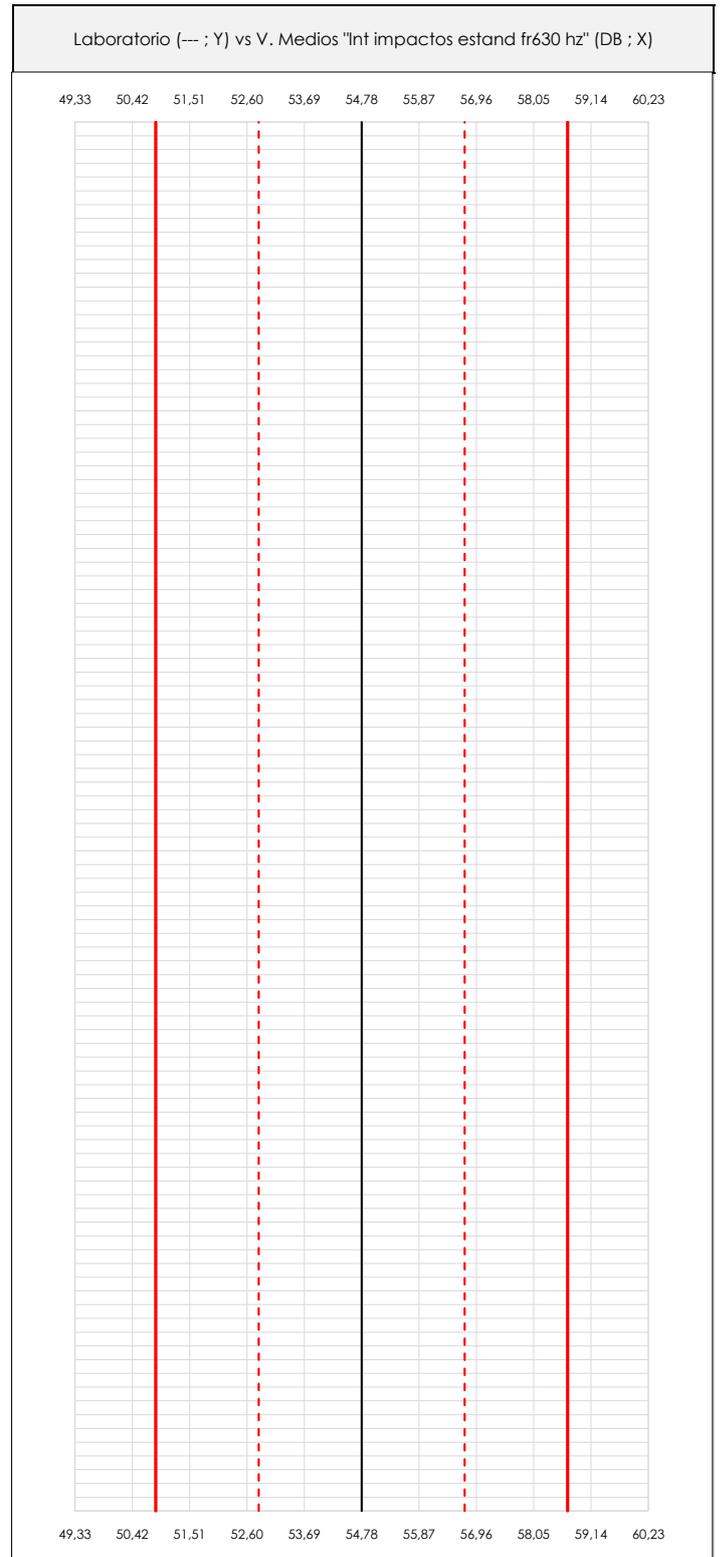
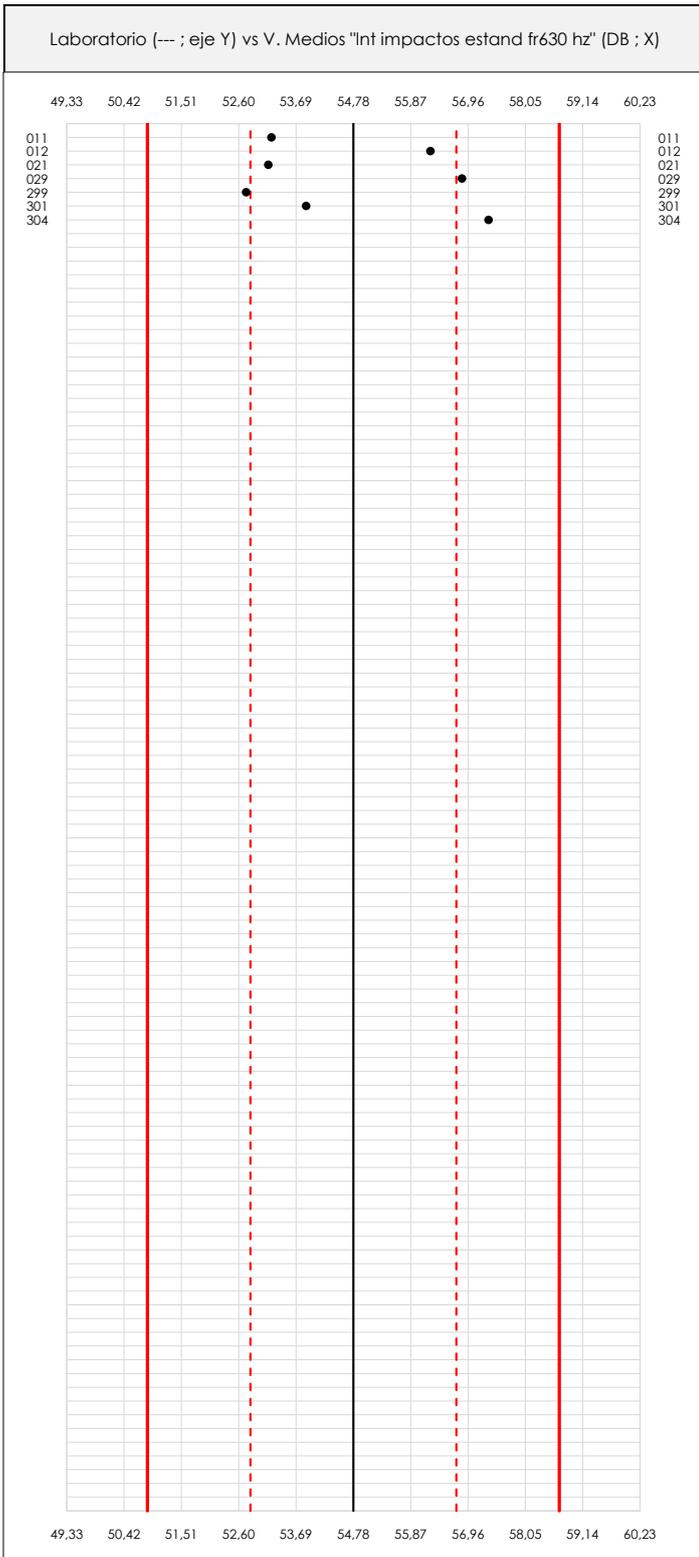
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

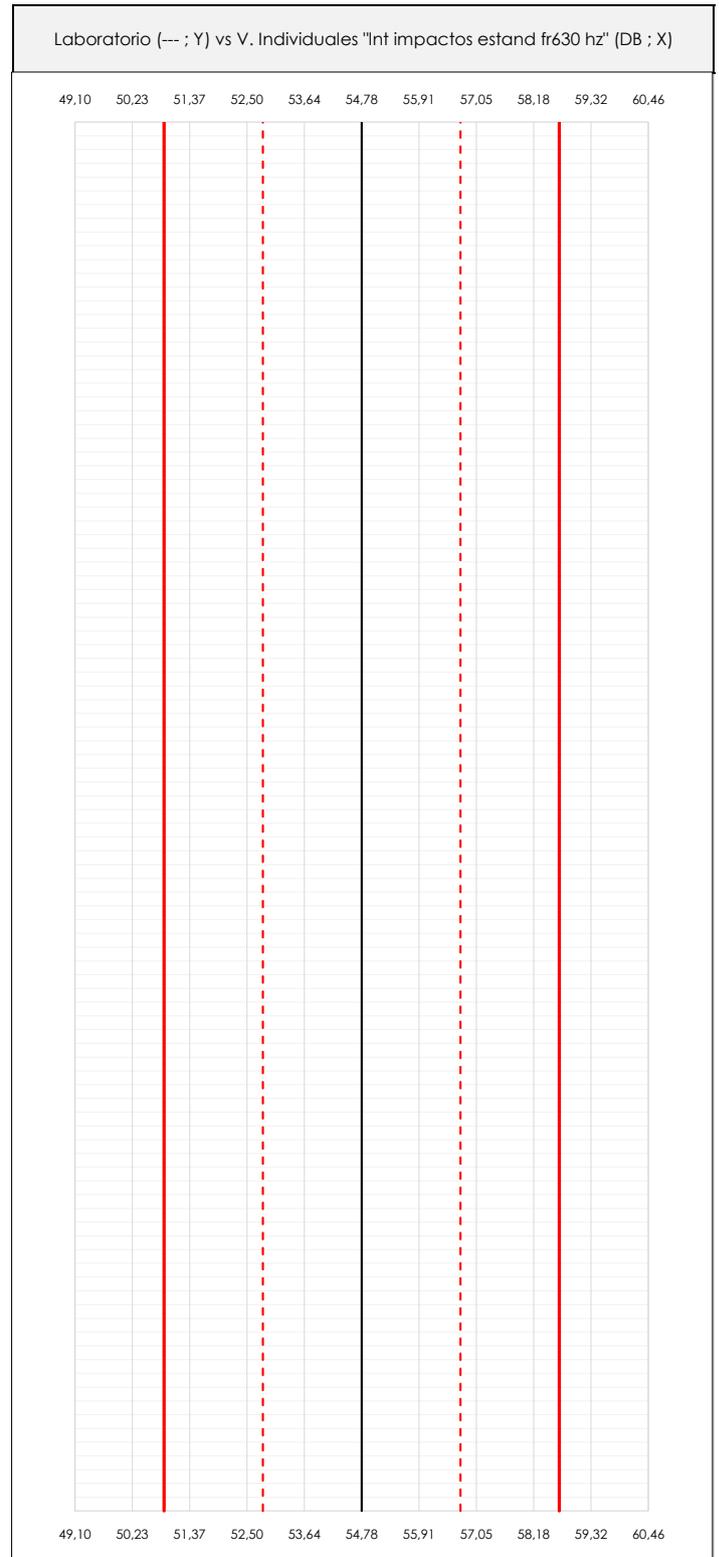
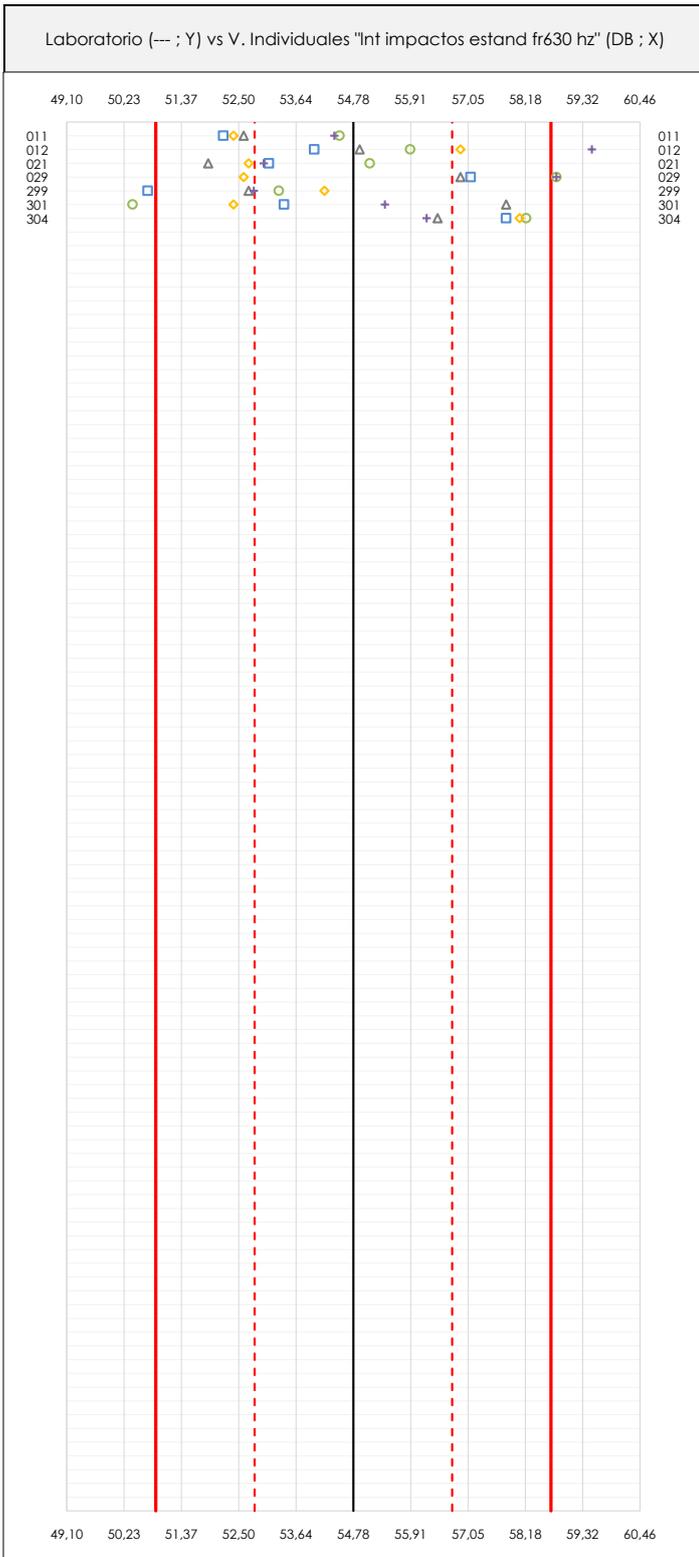
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (54,78 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (56,73/52,82 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (58,69/50,86 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (54,78 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (56,73/52,82 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (58,69/50,86 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | Pasa A | Observaciones |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|----------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 52,20 | 54,50 | 52,60 | 52,40 | 54,40 | 53,22 | 1,132 | -2,84 | ✓ | |
| 12 | 54,00 | 55,90 | 54,90 | 56,90 | 59,50 | 56,24 | 2,121 | 2,67 | ✓ | |
| 21 | 53,10 | 55,10 | 51,90 | 52,70 | 53,00 | 53,16 | 1,182 | -2,95 | ✓ | |
| 29 | 57,10 | 58,80 | 56,90 | 52,60 | 58,80 | 56,84 | 2,536 | 3,77 | ✓ | |
| 299 | 50,70 | 53,30 | 52,70 | 54,20 | 52,80 | 52,74 | 1,286 | -3,72 | ✓ | |
| 301 | 53,40 | 50,40 | 57,80 | 52,40 | 55,40 | 53,88 | 2,838 | -1,63 | ✓ | |
| 304 | 57,80 | 58,20 | 56,44 | 58,07 | 56,23 | 57,35 | 0,940 | 4,70 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " 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.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 52,20 | 54,500 | 52,600 | 52,400 | 54,400 | 53,220 | 1,132 | -2,84 | -0,79 | 0,61 | | | | | | ✓ |
| 12 | 54,00 | 55,900 | 54,900 | 56,900 | 59,500 | 56,240 | 2,121 | 2,67 | 0,75 | 1,14 | | | | | | ✓ |
| 21 | 53,10 | 55,100 | 51,900 | 52,700 | 53,000 | 53,160 | 1,182 | -2,95 | -0,83 | 0,64 | | | | 0,5905 | | ✓ |
| 29 | 57,10 | 58,800 | 56,900 | 52,600 | 58,800 | 56,840 | 2,536 | 3,77 | 1,05 | 1,36 | | | | | 0,3400 | ✓ |
| 299 | 50,70 | 53,300 | 52,700 | 54,200 | 52,800 | 52,740 | 1,286 | -3,72 | -1,04 | 0,69 | | 1,040 | | 0,5905 | | ✓ |
| 301 | 53,40 | 50,400 | 57,800 | 52,400 | 55,400 | 53,880 | 2,838 | -1,63 | -0,46 | 1,53* | 0,333 | | | | | ✓ |
| 304 | 57,80 | 58,200 | 56,442 | 58,070 | 56,226 | 57,348 | 0,940 | 4,70 | 1,31 | 0,51 | | | 1,314 | | 0,3400 | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

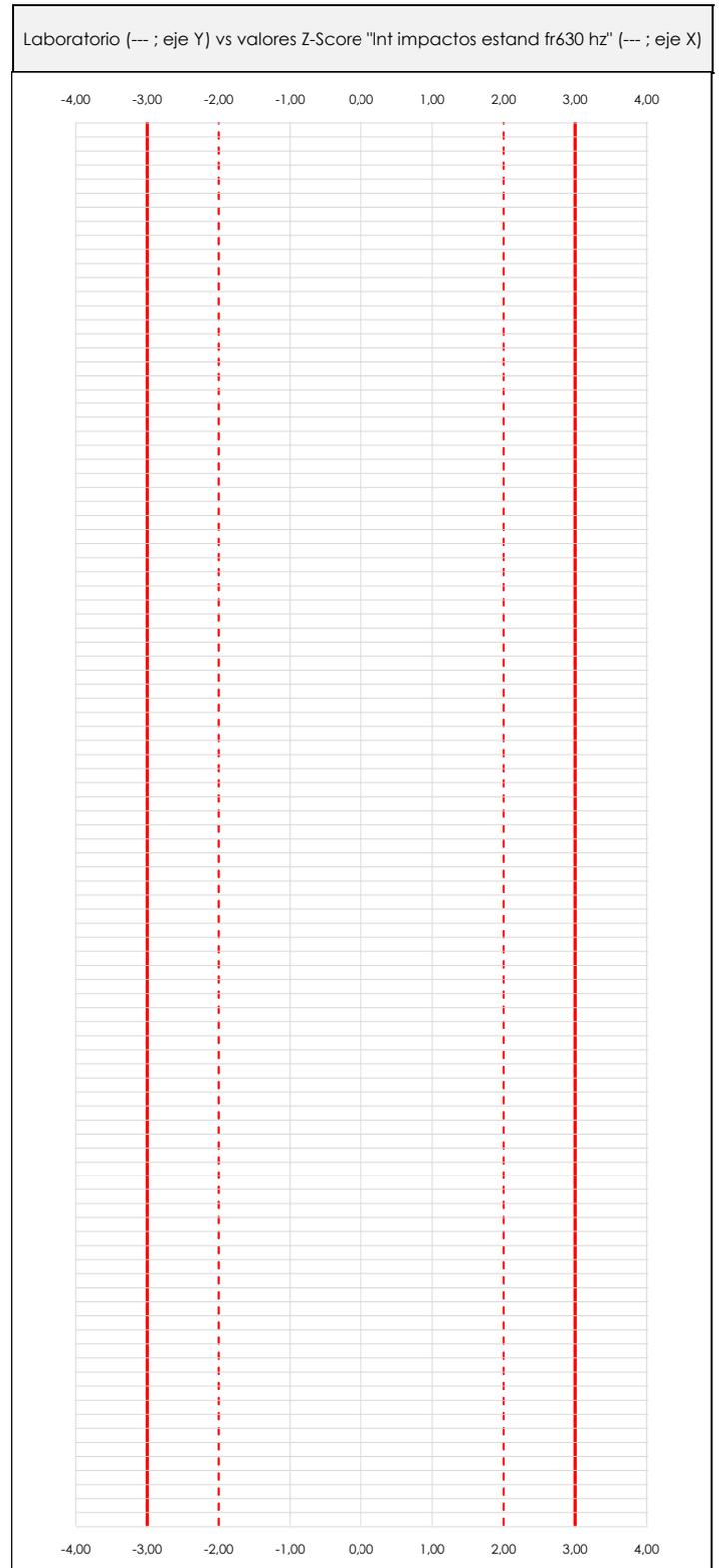
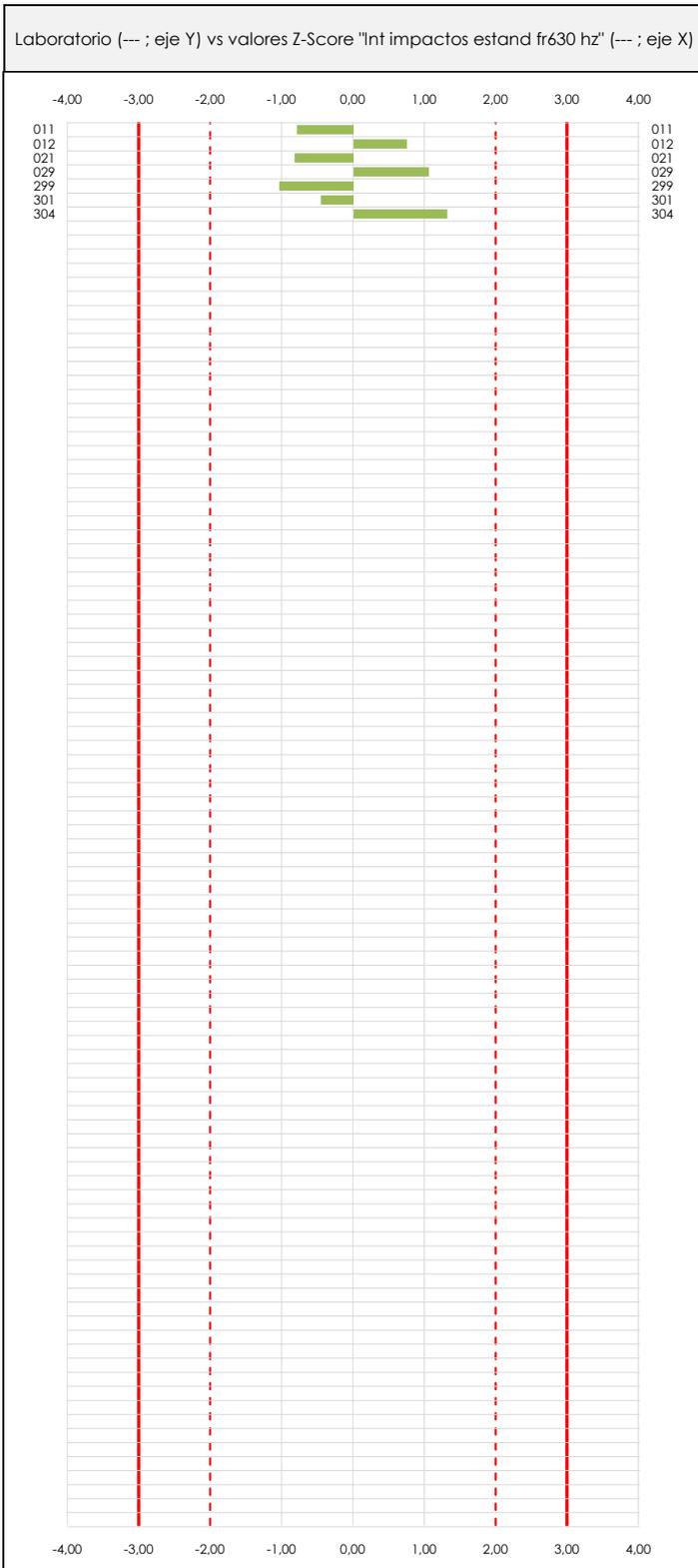
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 52,20 | 54,50 | 52,60 | 52,40 | 54,40 | 53,22 | 1,132 | -2,84 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,794 | S |
| 12 | 54,00 | 55,90 | 54,90 | 56,90 | 59,50 | 56,24 | 2,121 | 2,67 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,748 | S |
| 21 | 53,10 | 55,10 | 51,90 | 52,70 | 53,00 | 53,16 | 1,182 | -2,95 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,825 | S |
| 29 | 57,10 | 58,80 | 56,90 | 52,60 | 58,80 | 56,84 | 2,536 | 3,77 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,055 | S |
| 299 | 50,70 | 53,30 | 52,70 | 54,20 | 52,80 | 52,74 | 1,286 | -3,72 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,040 | S |
| 301 | 53,40 | 50,40 | 57,80 | 52,40 | 55,40 | 53,88 | 2,838 | -1,63 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,457 | S |
| 304 | 57,80 | 58,20 | 56,44 | 58,07 | 56,23 | 57,35 | 0,940 | 4,70 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,314 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

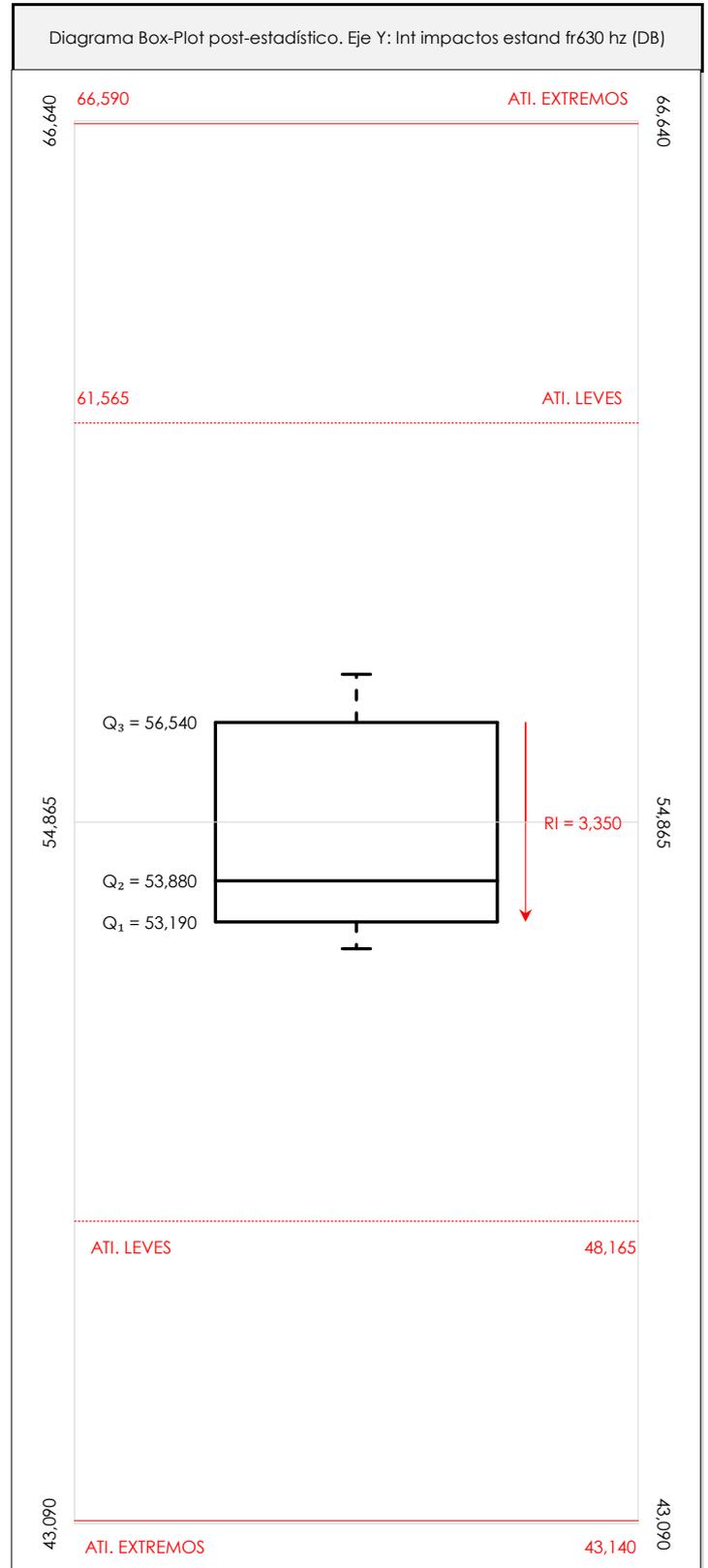
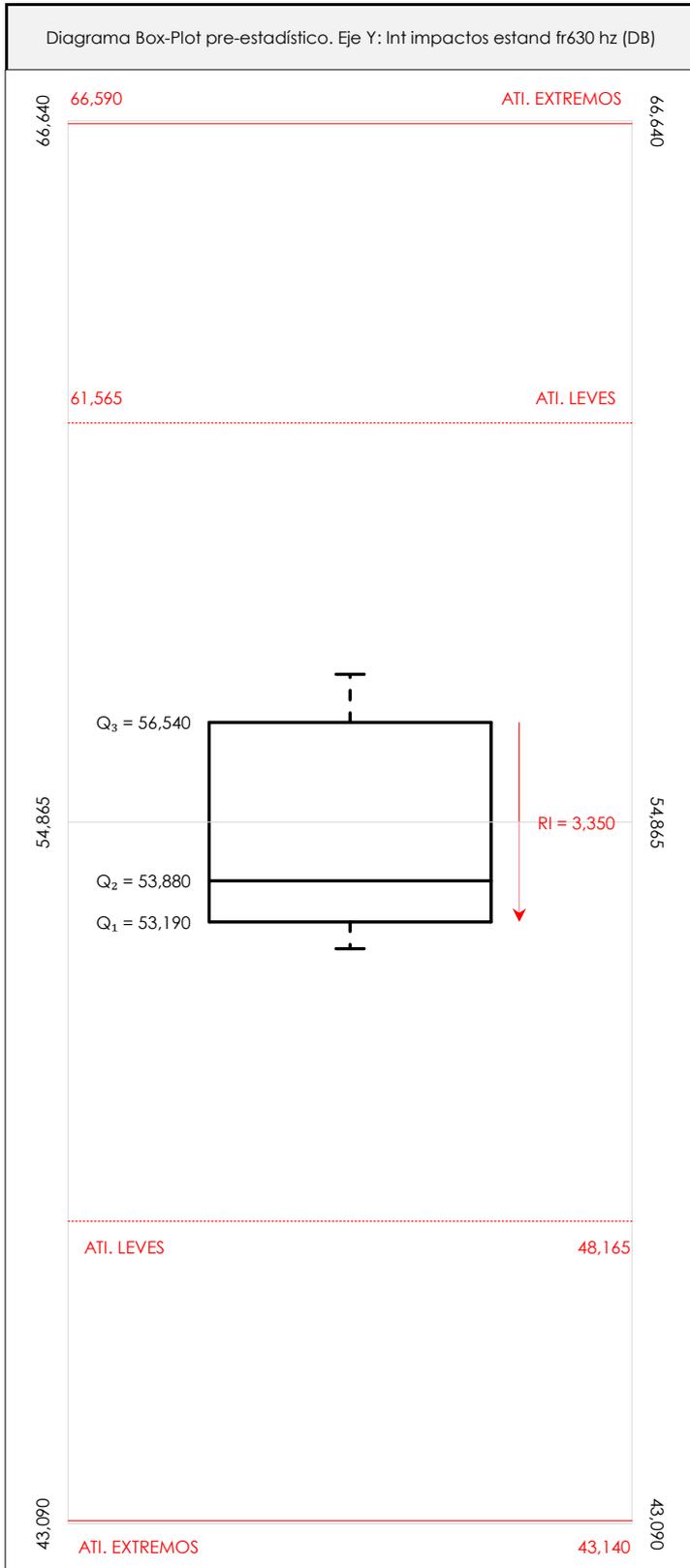
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES 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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 57,80 | 58,80 | 57,80 | 58,07 | 59,50 | 57,35 | 57,80 | 58,80 | 57,80 | 58,07 | 59,50 | 57,35 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 50,70 | 50,40 | 51,90 | 52,40 | 52,80 | 52,74 | 50,70 | 50,40 | 51,90 | 52,40 | 52,80 | 52,74 |
| Valor Promedio (M ; %) | 54,04 | 55,17 | 54,75 | 54,18 | 55,73 | 54,78 | 54,04 | 55,17 | 54,75 | 54,18 | 55,73 | 54,78 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 2,56 | 2,88 | 2,37 | 2,36 | 2,64 | 1,96 | 2,56 | 2,88 | 2,37 | 2,36 | 2,64 | 1,96 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | | |
| Valor Calculado | 3,457 | 5,154 | 3,141 | 6,598 | 7,120 | 3,457 | 5,154 | 3,141 | 6,598 | 7,120 | | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

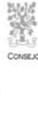
Respecto a los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística recogida en la ISO 17025, sobre las dispersiones de los resultados individuales y su media, en forma de varianzas o desviaciones estándar, también conocida como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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr800 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

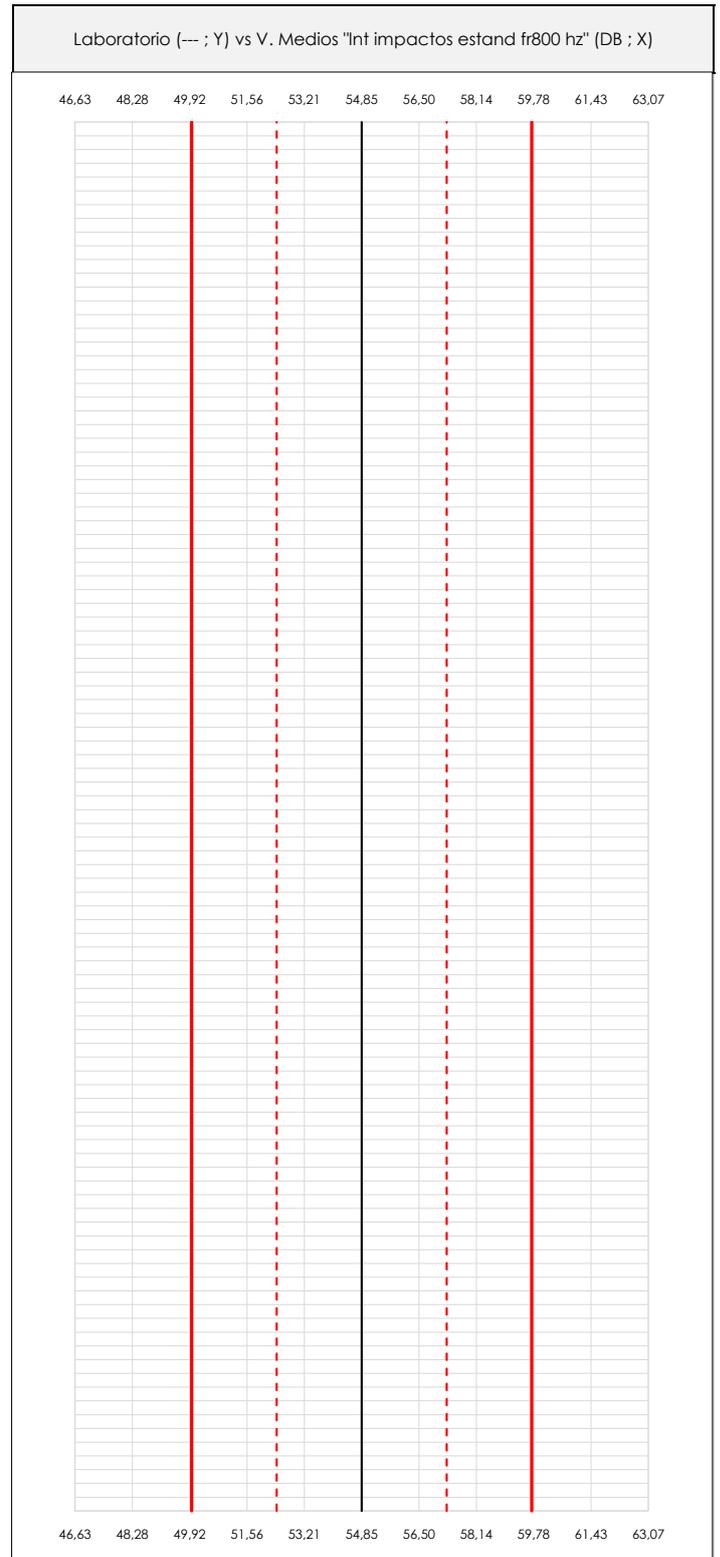
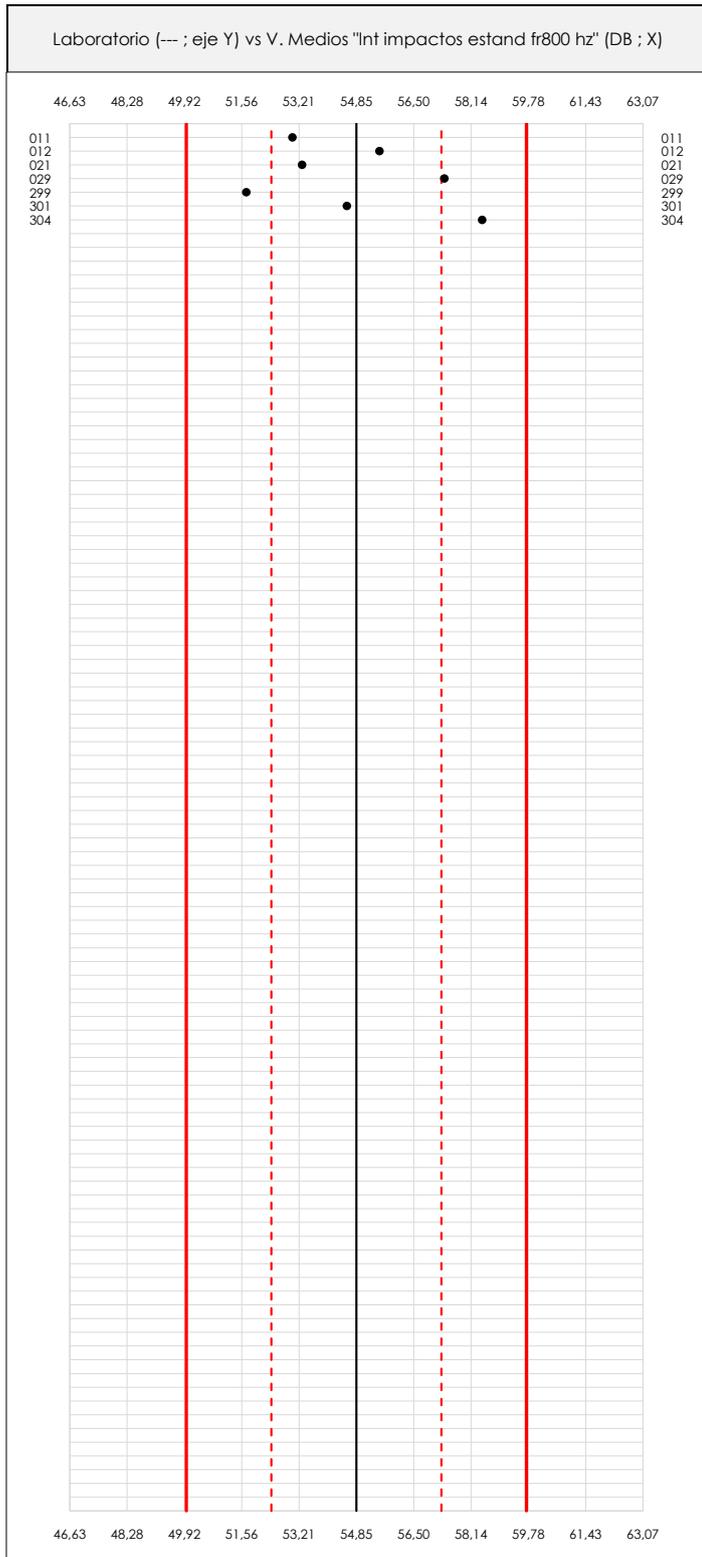
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

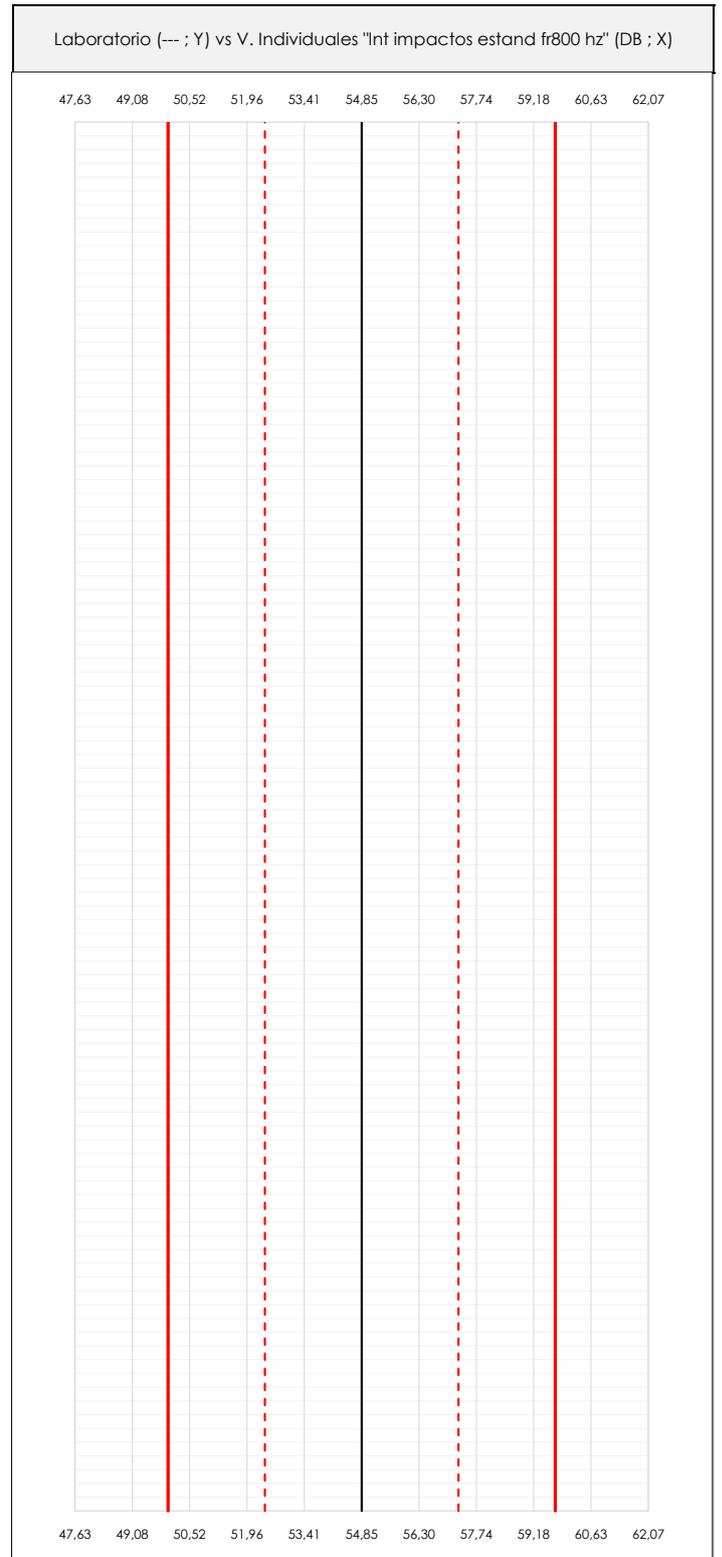
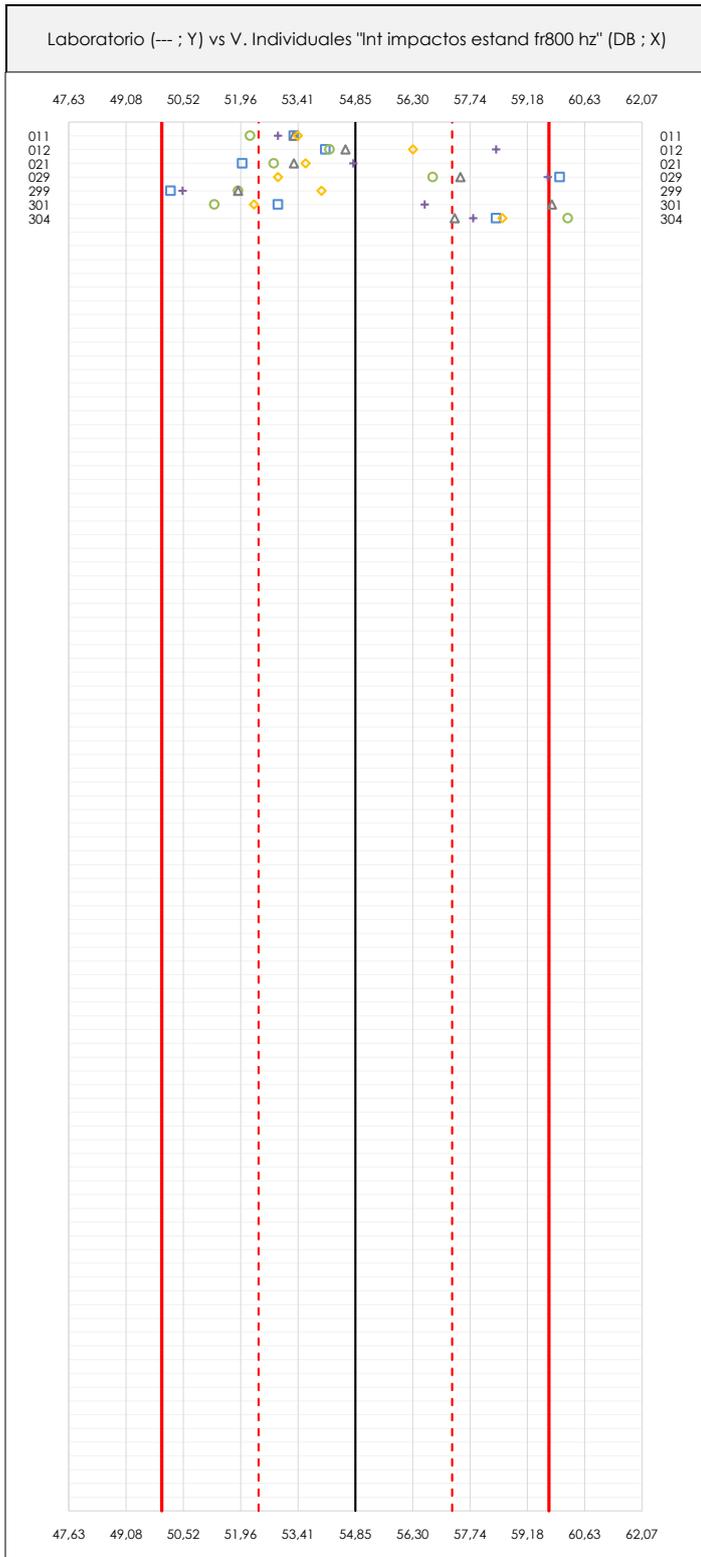
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (54,85 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (57,29/52,41 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (59,73/49,98 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (54,85 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (57,29/52,41 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (59,73/49,98 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

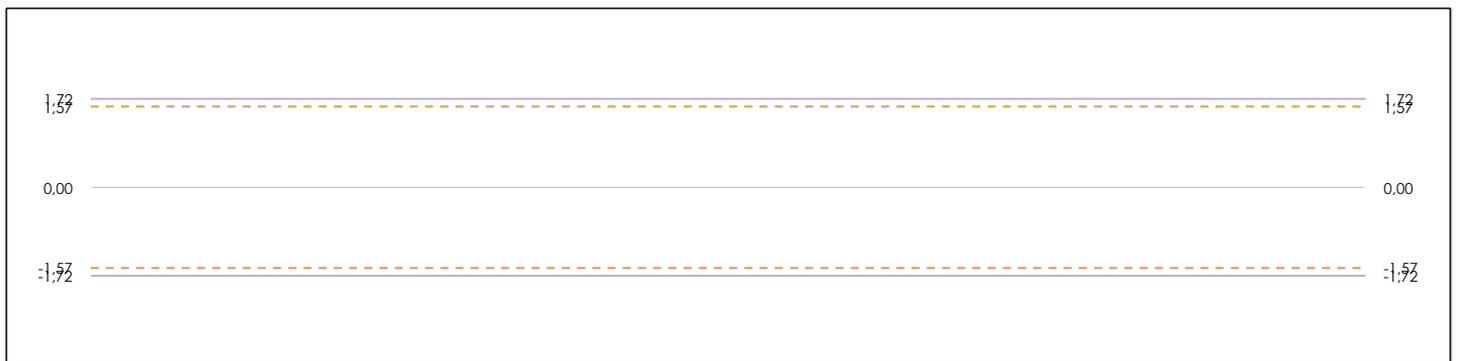
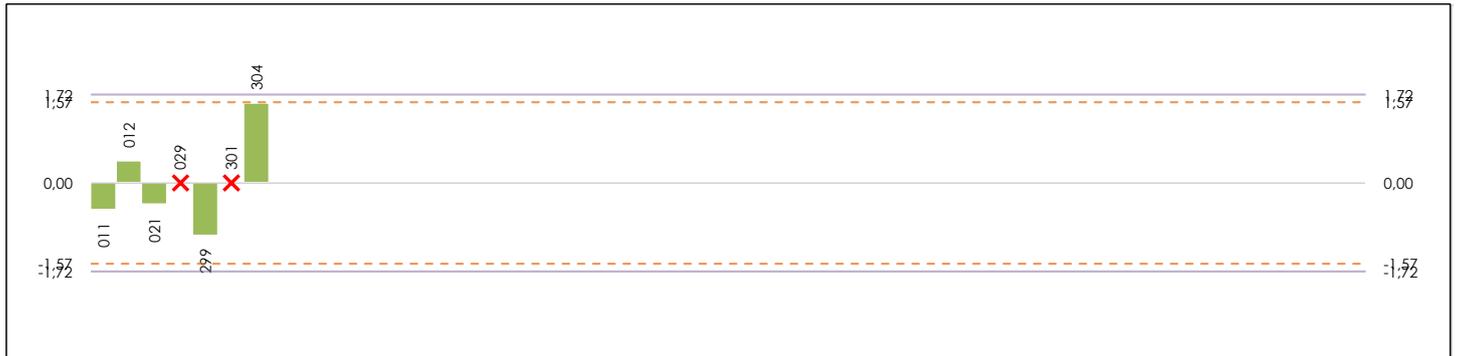
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

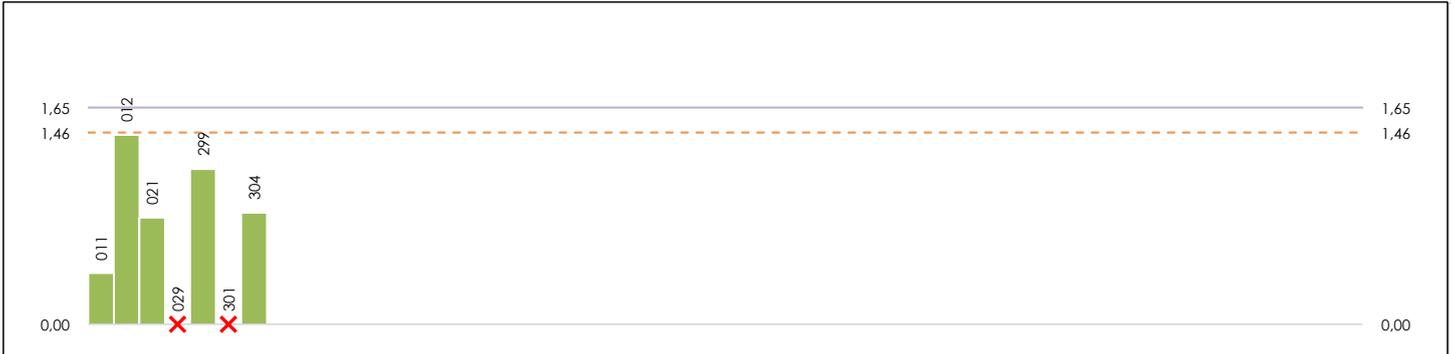
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 53,30 | 52,200 | 53,300 | 53,400 | 52,900 | 53,020 | 0,497 | -2,54 | -0,52 | 0,39 | | | | 0,4764 | | ✓ |
| 12 | 54,10 | 54,200 | 54,600 | 56,300 | 58,400 | 55,520 | 1,838 | 2,06 | 0,42 | 1,44 | | | | | 0,0518 | ✓ |
| 21 | 52,00 | 52,800 | 53,300 | 53,600 | 54,800 | 53,300 | 1,034 | -2,02 | -0,41 | 0,81 | | | | | | ✓ |
| 29 | 60,00 | 56,800 | 57,500 | 52,900 | 59,700 | 57,380 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ✗ |
| 299 | 50,20 | 51,900 | 51,900 | 54,000 | 50,500 | 51,700 | 1,505 | -4,96 | -1,02 | 1,18 | | 1,018 | | 0,4764 | | ✓ |
| 301 | 52,90 | 51,300 | 59,800 | 52,300 | 56,600 | 54,580 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ✗ |
| 304 | 58,40 | 60,200 | 57,353 | 58,551 | 57,818 | 58,465 | 1,081 | 7,47 | 1,53 | 0,85 | | | 1,531 | | 0,0518 | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

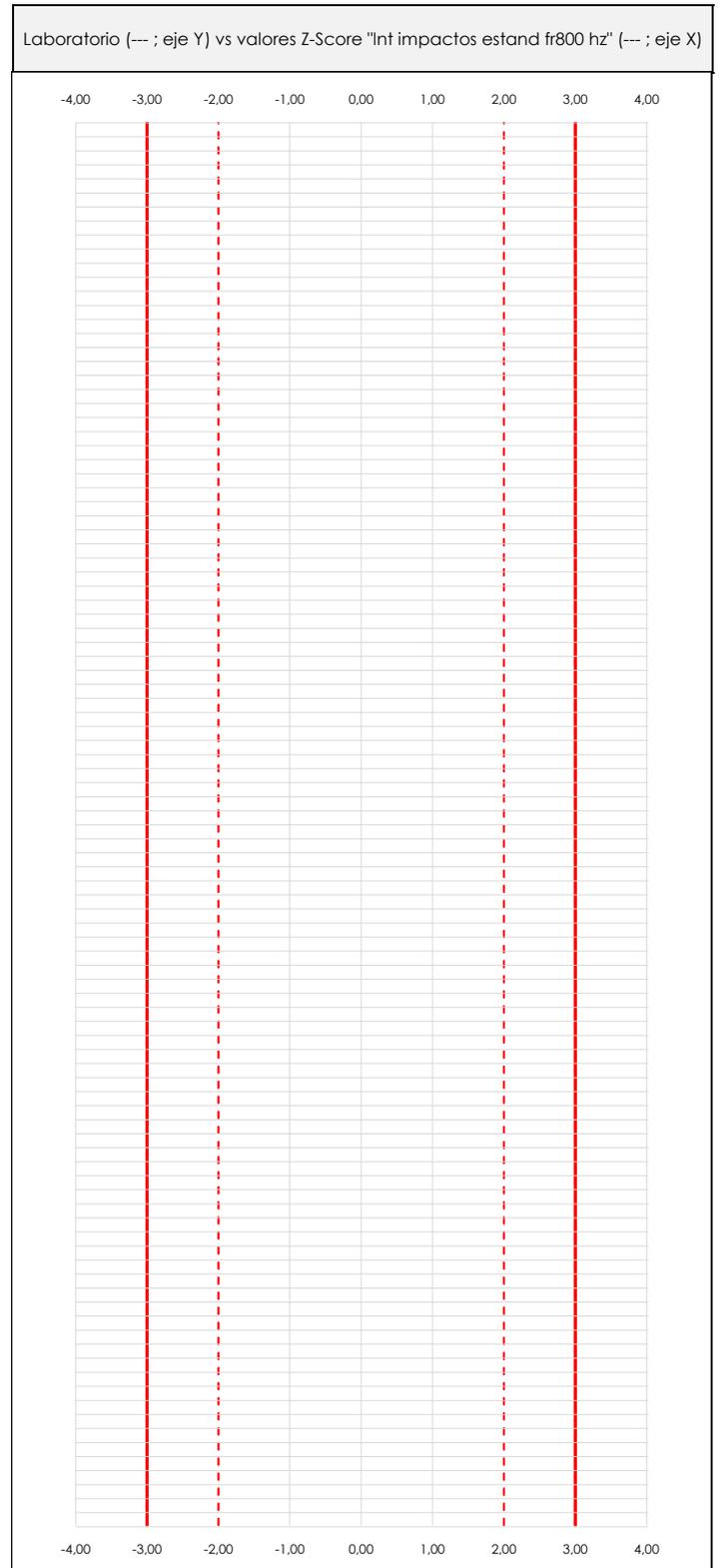
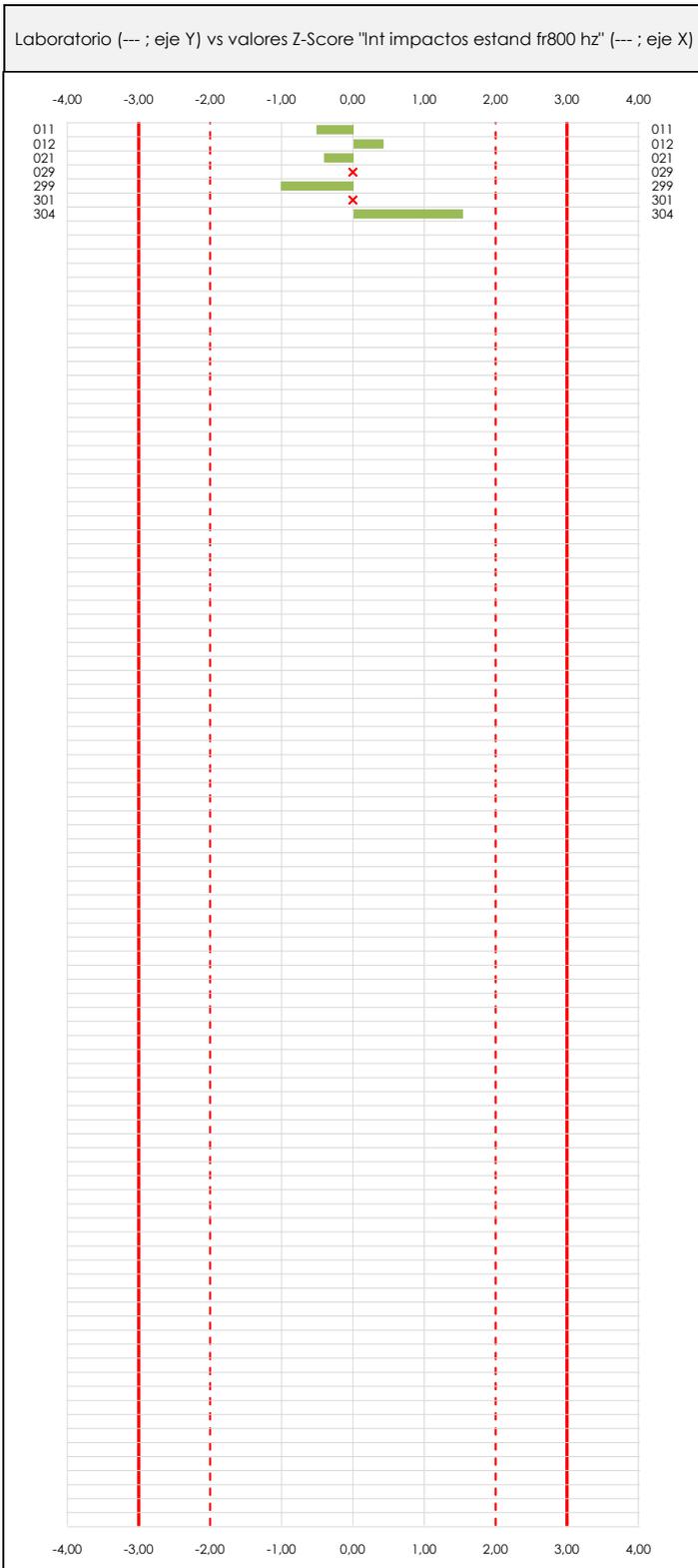
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 53,30 | 52,20 | 53,30 | 53,40 | 52,90 | 53,02 | 0,497 | -2,54 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,520 | S |
| 12 | 54,10 | 54,20 | 54,60 | 56,30 | 58,40 | 55,52 | 1,838 | 2,06 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,422 | S |
| 21 | 52,00 | 52,80 | 53,30 | 53,60 | 54,80 | 53,30 | 1,034 | -2,02 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,415 | S |
| 29 | 60,00 | 56,80 | 57,50 | 52,90 | 59,70 | 57,38 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AN | 1 | --- | --- |
| 299 | 50,20 | 51,90 | 51,90 | 54,00 | 50,50 | 51,70 | 1,505 | -4,96 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,018 | S |
| 301 | 52,90 | 51,30 | 59,80 | 52,30 | 56,60 | 54,58 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AN | 0 | --- | --- |
| 304 | 58,40 | 60,20 | 57,35 | 58,55 | 57,82 | 58,46 | 1,081 | 7,47 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,531 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

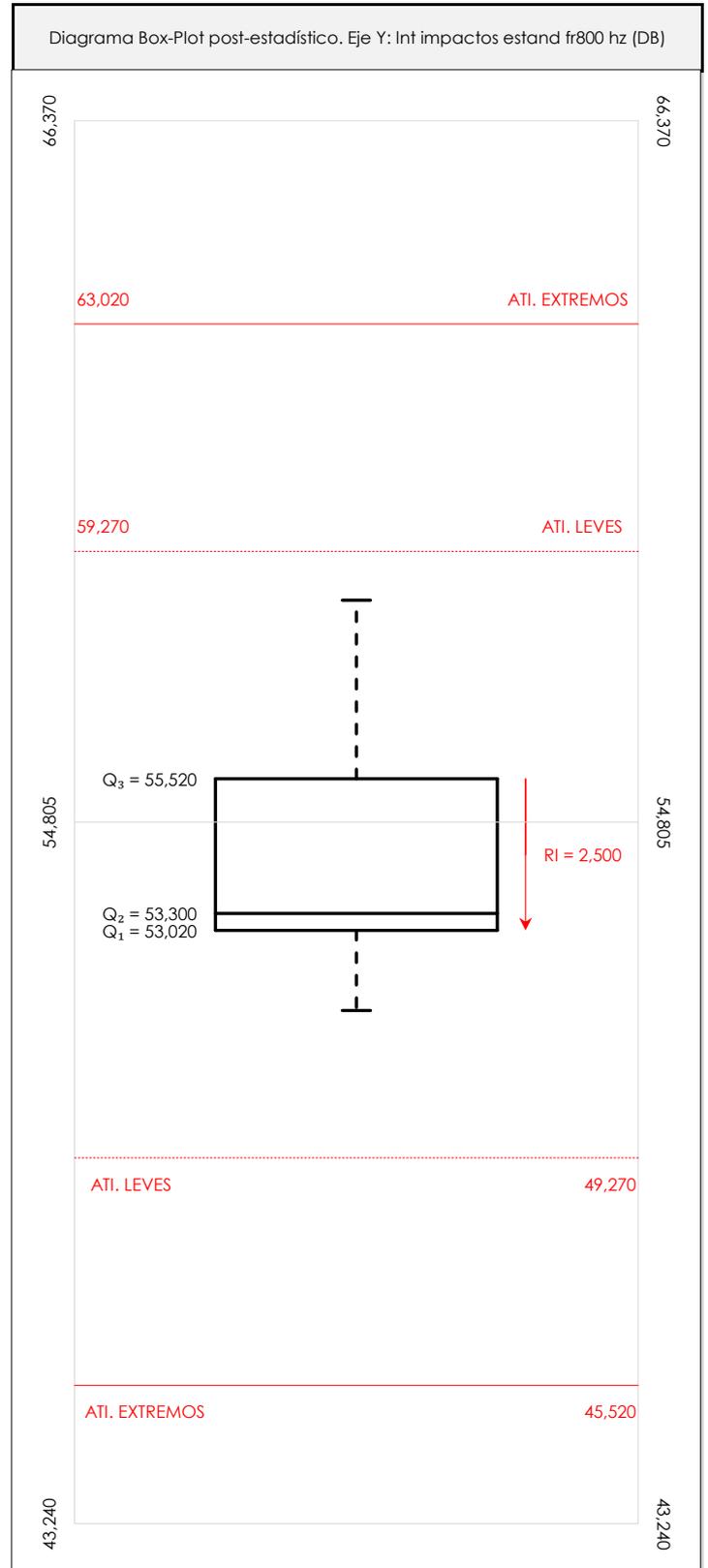
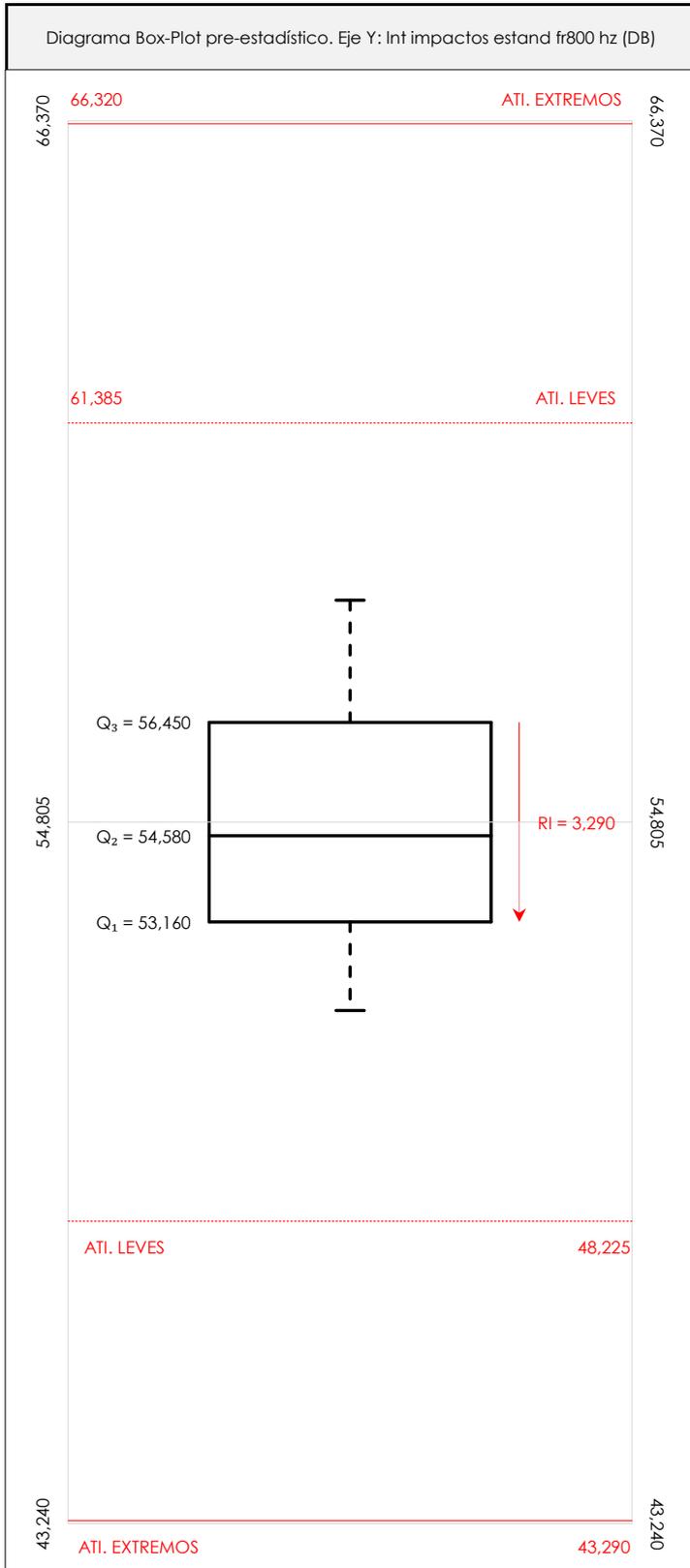
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES 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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 60,00 | 60,20 | 59,80 | 58,55 | 59,70 | 58,46 | 58,40 | 60,20 | 57,35 | 58,55 | 58,40 | 58,46 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 50,20 | 51,30 | 51,90 | 52,30 | 50,50 | 51,70 | 50,20 | 51,90 | 51,90 | 53,40 | 50,50 | 51,70 |
| Valor Promedio (M ; %) | 54,41 | 54,20 | 55,39 | 54,44 | 55,82 | 54,85 | 53,60 | 54,26 | 54,09 | 55,17 | 54,88 | 54,40 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 3,52 | 3,23 | 2,87 | 2,21 | 3,27 | 2,44 | 3,06 | 3,44 | 2,06 | 2,22 | 3,32 | 2,65 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,05 |
| 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 | 4,117 | 5,624 | 5,120 | 9,238 | 8,425 | 1,626 | 3,534 | 6,720 | 8,345 | 8,007 | | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,72 | 1,65 | 0,508 | 1,764 | 0,0018 | 1,72 | 1,65 | 0,633 | 1,764 | 0,0018 |
| Nivel de Significación 5% | 1,57 | 1,46 | 0,431 | 1,715 | 0,0090 | 1,57 | 1,46 | 0,544 | 1,715 | 0,0090 |

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

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr1000 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

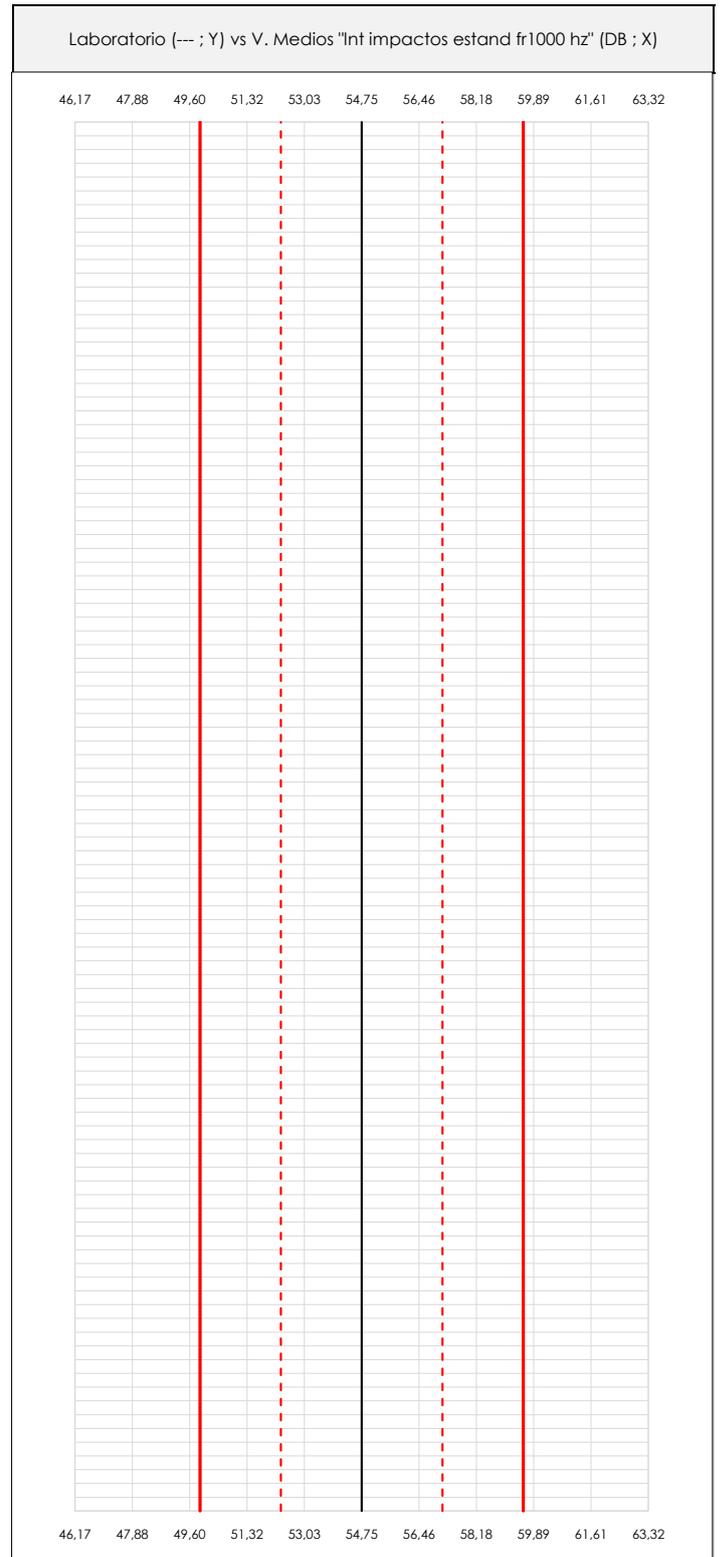
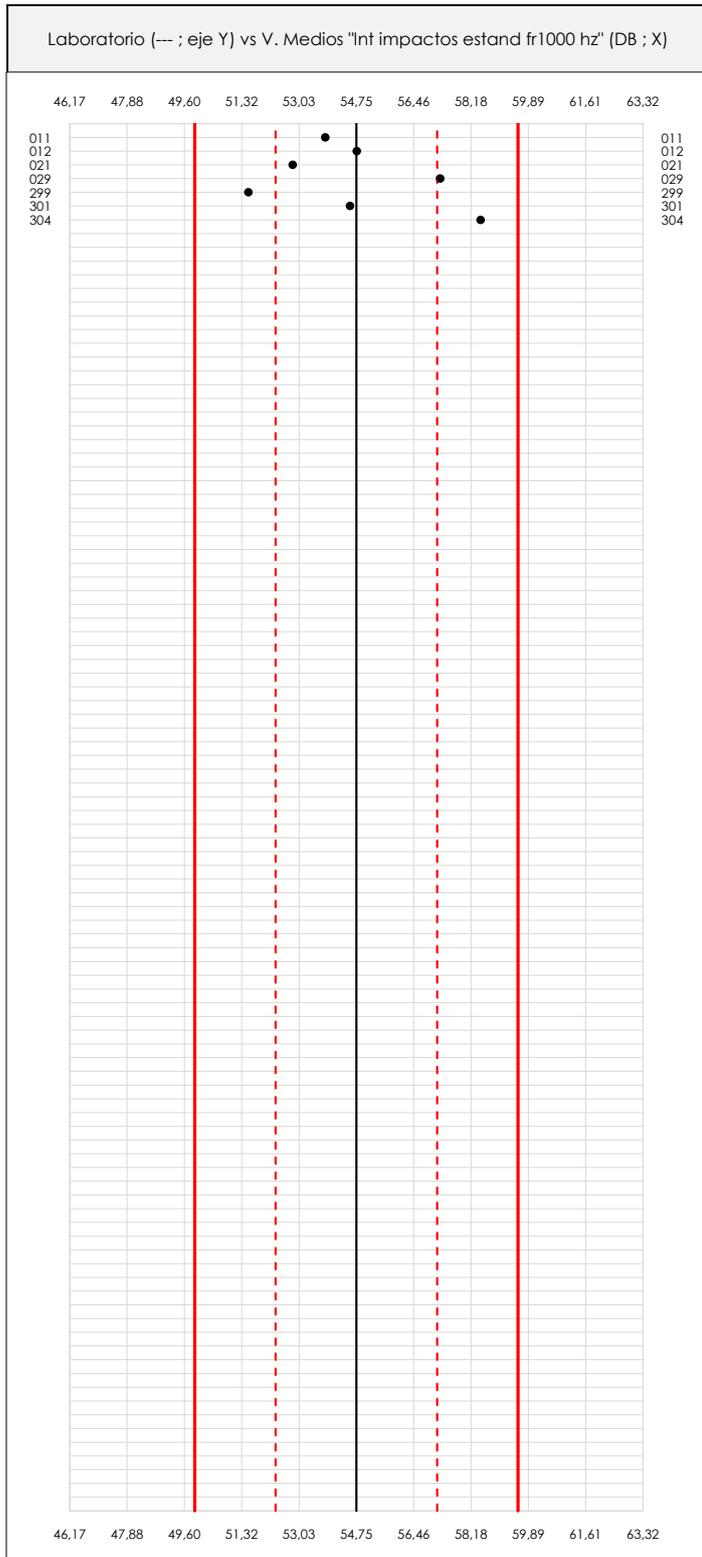
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

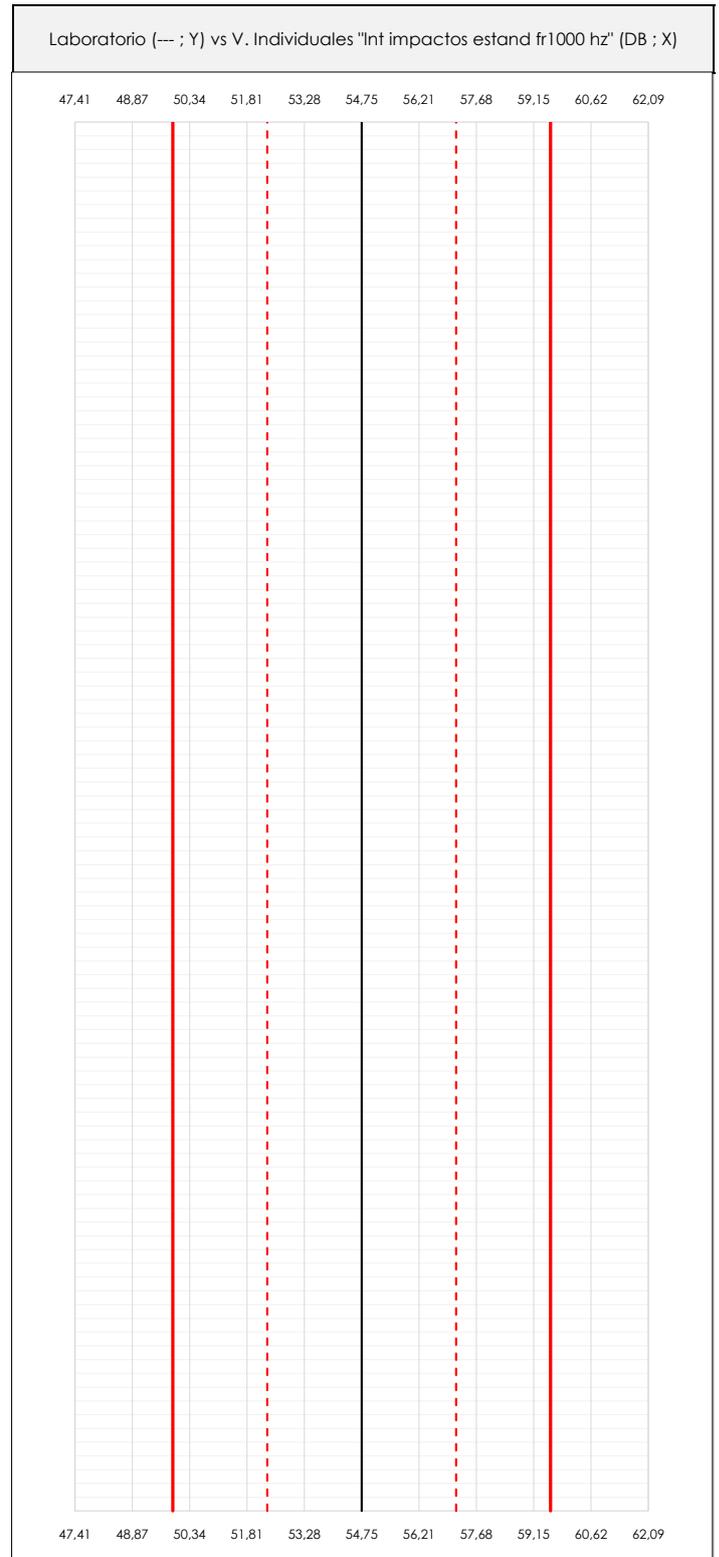
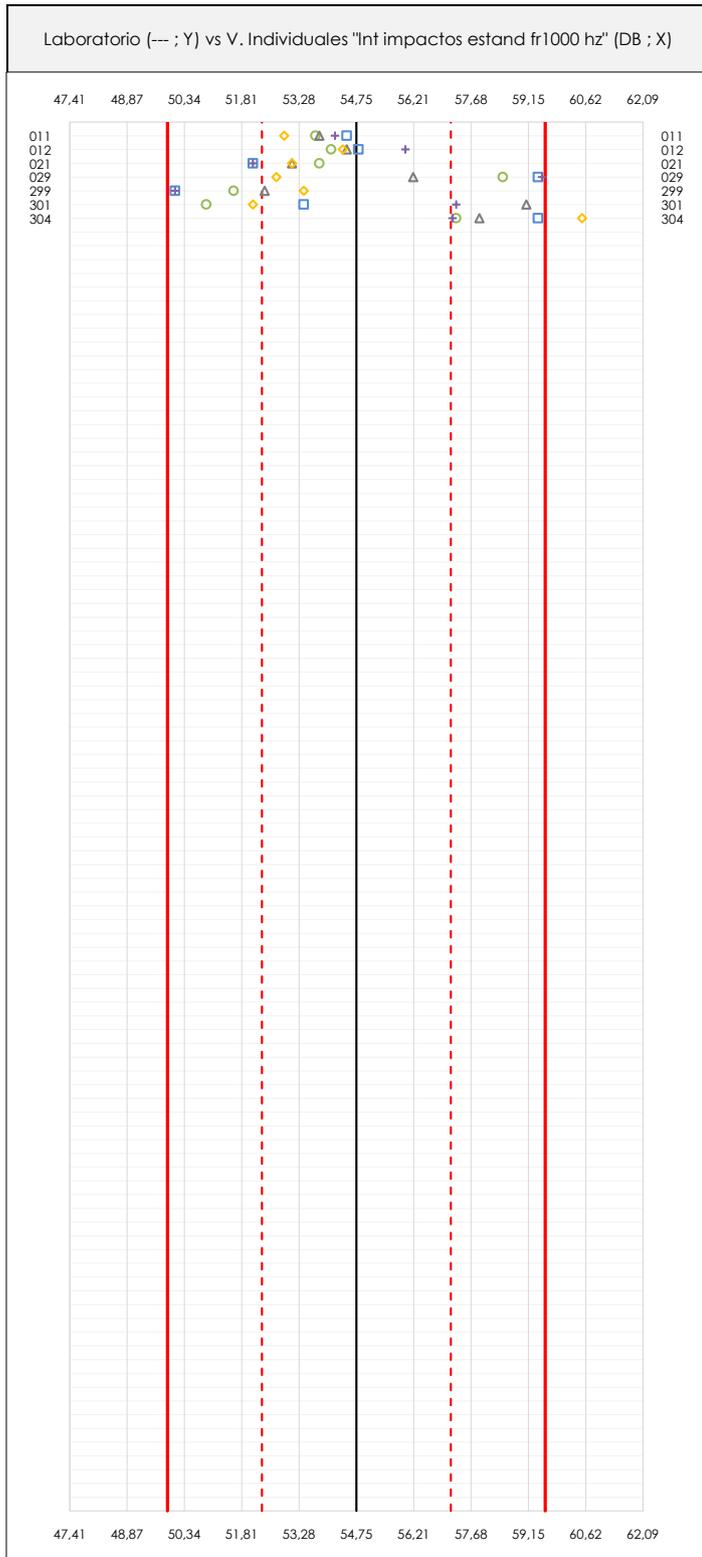
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (54,75 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (57,16/52,33 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (59,58/49,91 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (54,75 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (57,16/52,33 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (59,58/49,91 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Observaciones |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 54,50 | 53,70 | 53,80 | 52,90 | 54,20 | 53,82 | 0,606 | -1,69 | ✓ | |
| 12 | 54,80 | 54,10 | 54,50 | 54,40 | 56,00 | 54,76 | 0,737 | 0,02 | ✓ | |
| 21 | 52,10 | 53,80 | 53,10 | 53,10 | 52,10 | 52,84 | 0,733 | -3,48 | ✓ | |
| 29 | 59,40 | 58,50 | 56,20 | 52,70 | 59,50 | 57,26 | 2,875 | 4,59 | ✓ | |
| 299 | 50,10 | 51,60 | 52,40 | 53,40 | 50,10 | 51,52 | 1,445 | -5,89 | ✓ | |
| 301 | 53,40 | 50,90 | 59,10 | 52,10 | 57,30 | 54,56 | 3,497 | -0,34 | ✓ | |
| 304 | 59,40 | 57,30 | 57,89 | 60,53 | 57,21 | 58,47 | 1,448 | 6,79 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{i,j}" con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

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 de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | 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 | |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|---|
| 11 | 54,50 | 53,700 | 53,800 | 52,900 | 54,200 | 53,820 | 0,606 | -0,85 | -0,18 | 0,57 | | | | | | | ✓ |
| 12 | 54,80 | 54,100 | 54,500 | 54,400 | 56,000 | 54,760 | 0,737 | 0,88 | 0,18 | 0,69 | | | | | 0,0963 | | ✓ |
| 21 | 52,10 | 53,800 | 53,100 | 53,100 | 52,100 | 52,840 | 0,733 | -2,65 | -0,55 | 0,69 | | | | 0,4363 | | | ✓ |
| 29 | 59,40 | 58,500 | 56,200 | 52,700 | 59,500 | 57,260 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ✗ |
| 299 | 50,10 | 51,600 | 52,400 | 53,400 | 50,100 | 51,520 | 1,445 | -5,09 | -1,05 | 1,36 | | 1,050 | | 0,4363 | | | ✓ |
| 301 | 53,40 | 50,900 | 59,100 | 52,100 | 57,300 | 54,560 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | ✗ |
| 304 | 59,40 | 57,300 | 57,894 | 60,526 | 57,209 | 58,466 | 1,448 | 7,71 | 1,59* | 1,36 | 0,372 | | 1,591 | | 0,0963 | | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " 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 airtmética interlaboratorios.

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

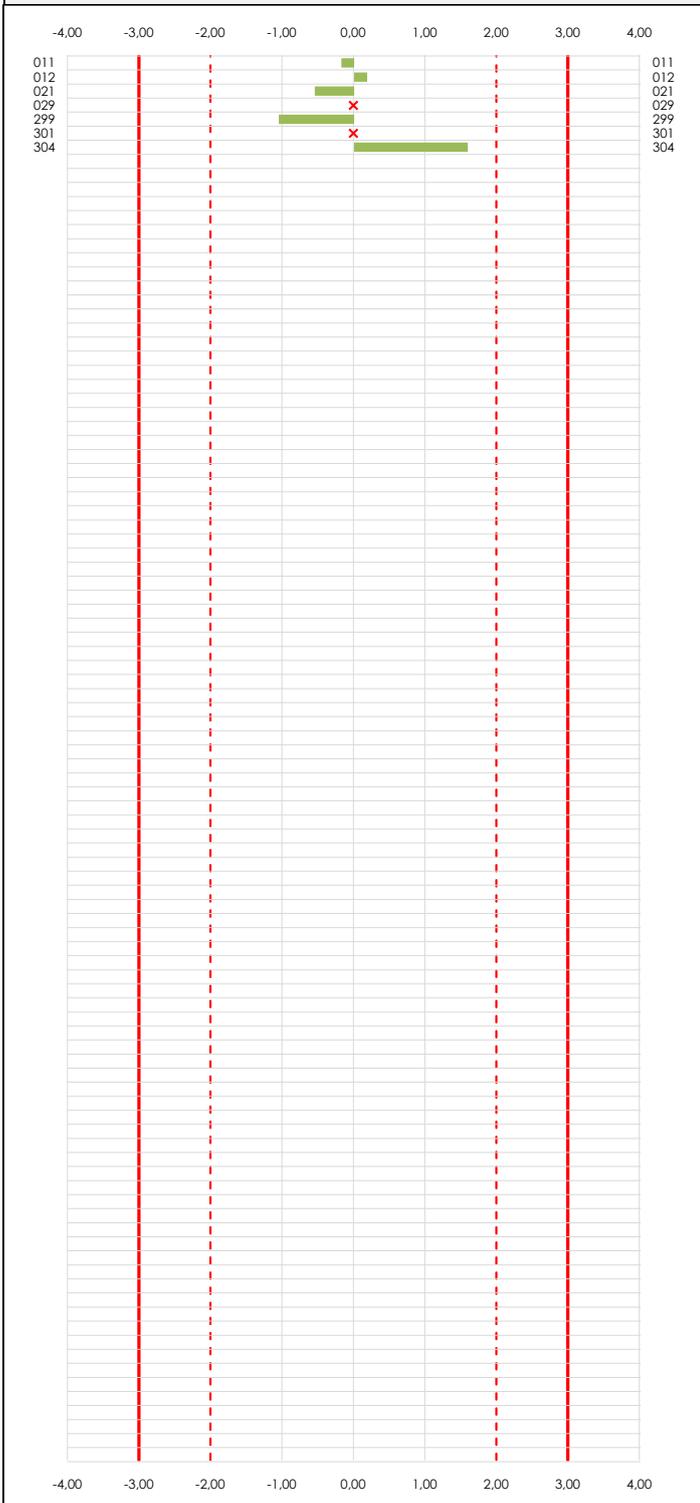


LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

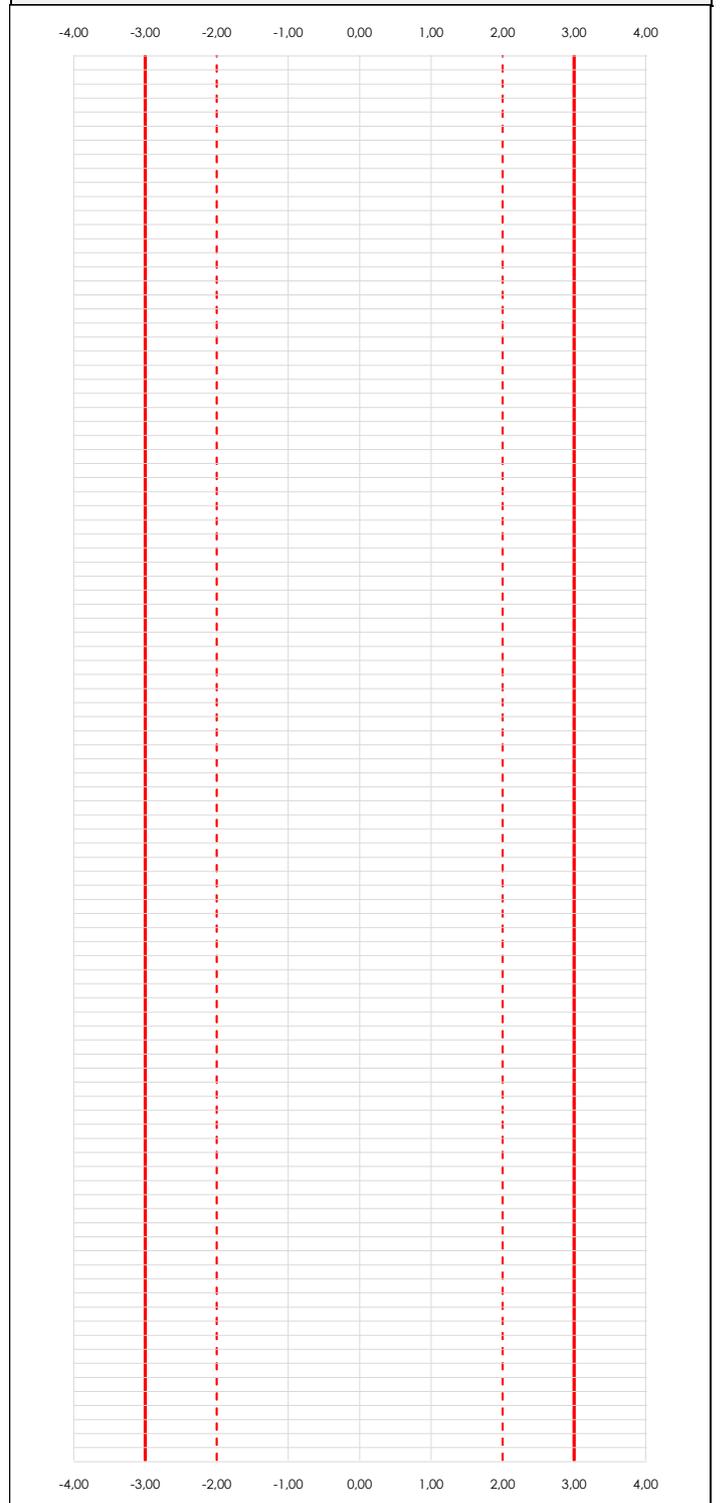
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1000 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1000 hz" (--- ; eje X)



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 54,50 | 53,70 | 53,80 | 52,90 | 54,20 | 53,82 | 0,606 | -0,85 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,175 | S |
| 12 | 54,80 | 54,10 | 54,50 | 54,40 | 56,00 | 54,76 | 0,737 | 0,88 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,182 | S |
| 21 | 52,10 | 53,80 | 53,10 | 53,10 | 52,10 | 52,84 | 0,733 | -2,65 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,548 | S |
| 29 | 59,40 | 58,50 | 56,20 | 52,70 | 59,50 | 57,26 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AB | 1 | --- | --- |
| 299 | 50,10 | 51,60 | 52,40 | 53,40 | 50,10 | 51,52 | 1,445 | -5,09 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,050 | S |
| 301 | 53,40 | 50,90 | 59,10 | 52,10 | 57,30 | 54,56 | --- | --- | ✓ | ✗ | ✗ | AN | 0 | --- | --- |
| 304 | 59,40 | 57,30 | 57,89 | 60,53 | 57,21 | 58,47 | 1,448 | 7,71 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,591 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

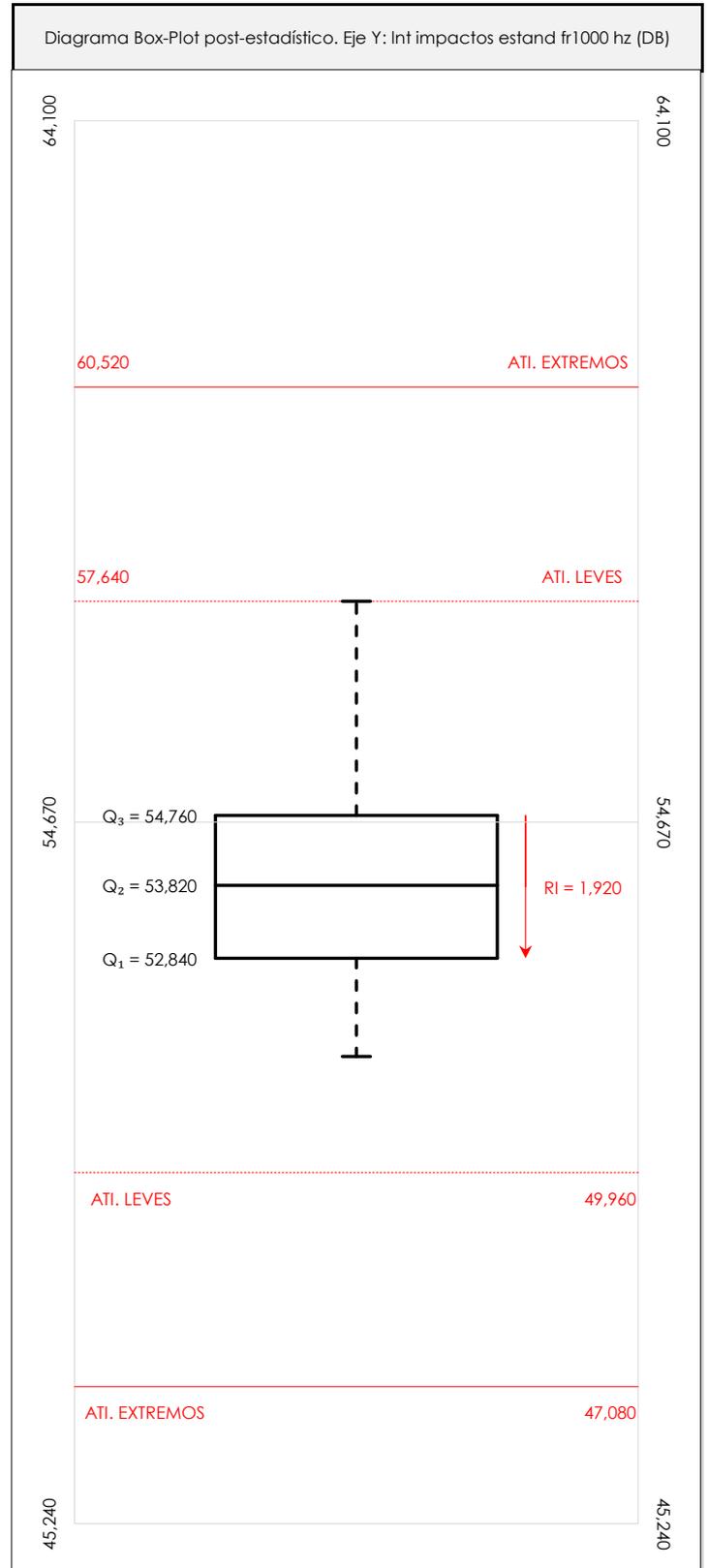
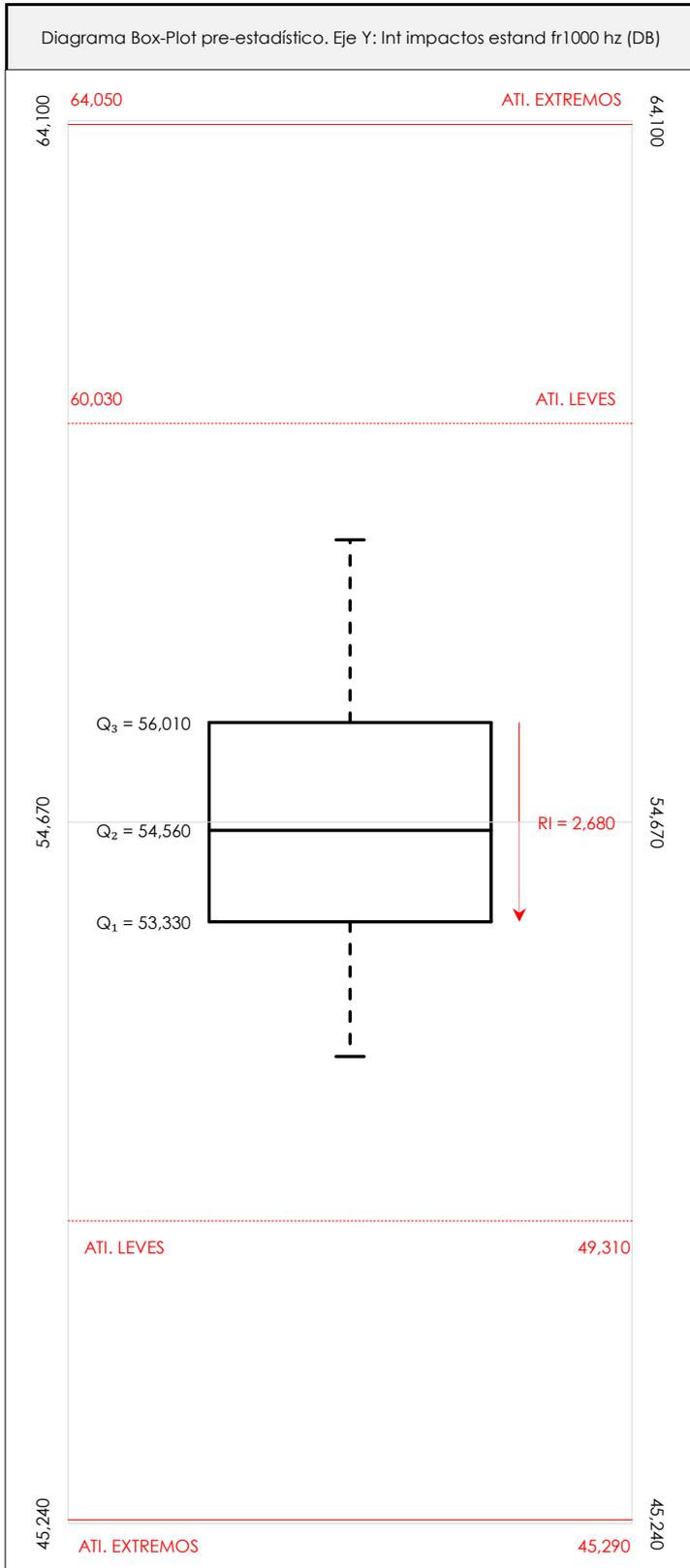
[dudoso]

[insatisfactorio]

LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES 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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | | | |
| Valor Máximo (max ; %) | 59,40 | 58,50 | 59,10 | 60,53 | 59,50 | 58,47 | 59,40 | 57,30 | 57,89 | 60,53 | 57,21 | 58,47 | | | |
| Valor Mínimo (min ; %) | 50,10 | 50,90 | 52,40 | 52,10 | 50,10 | 51,52 | 50,10 | 51,60 | 52,40 | 52,90 | 50,10 | 51,52 | | | |
| Valor Promedio (M ; %) | 54,81 | 54,27 | 55,28 | 54,16 | 55,20 | 54,75 | 54,18 | 54,10 | 54,34 | 54,87 | 53,92 | 54,28 | | | |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 3,51 | 2,77 | 2,52 | 2,89 | 3,27 | 2,42 | 3,49 | 2,05 | 2,14 | 3,22 | 2,88 | 2,63 | | | |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | | | |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R |
| Valor Calculado | 3,732 | 5,355 | 5,102 | 8,833 | 8,238 | 1,126 | 2,941 | 6,688 | 7,814 | 7,748 | | | | | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,72 | 1,65 | 0,508 | 1,764 | 0,0018 | 1,72 | 1,65 | 0,633 | 1,764 | 0,0018 |
| Nivel de Significación 5% | 1,57 | 1,46 | 0,431 | 1,715 | 0,0090 | 1,57 | 1,46 | 0,544 | 1,715 | 0,0090 |

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

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr1250 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

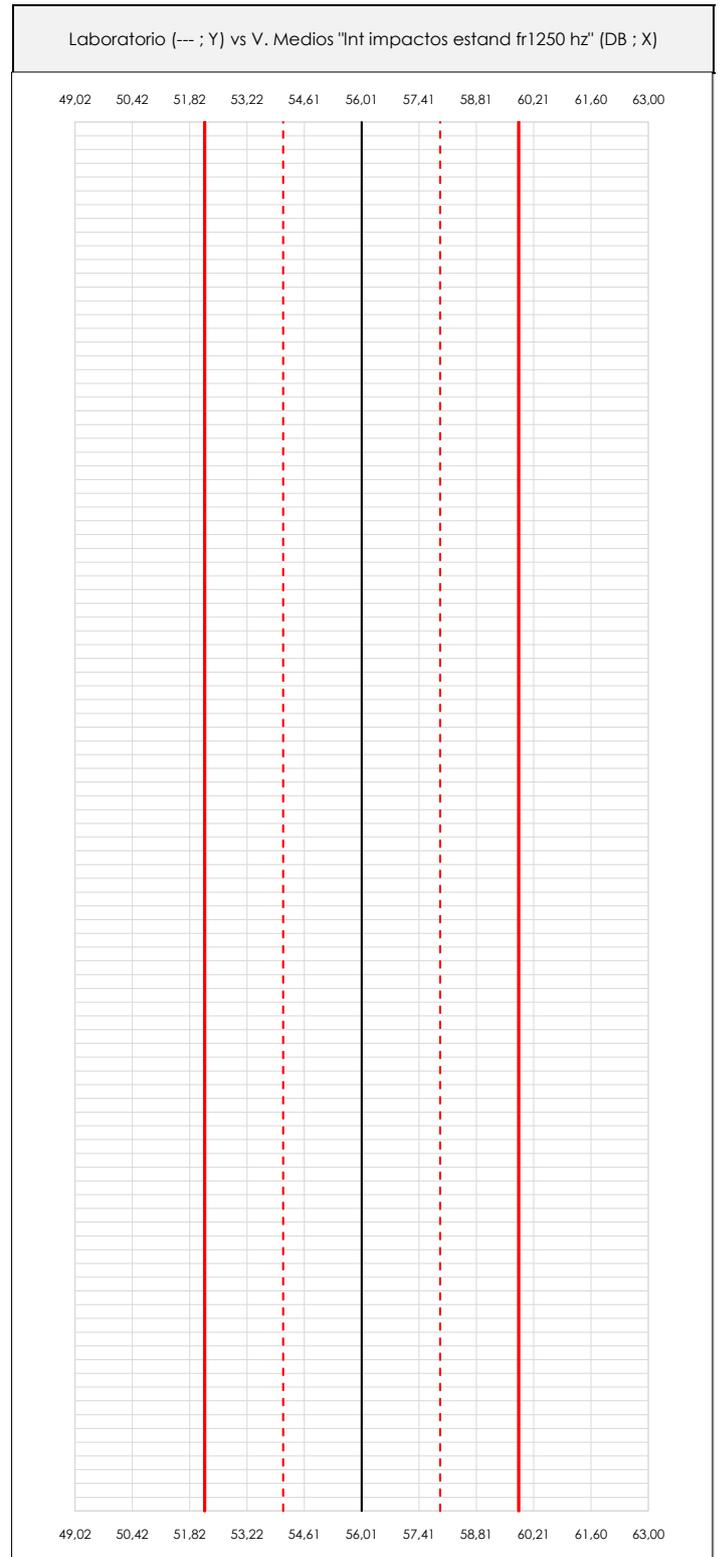
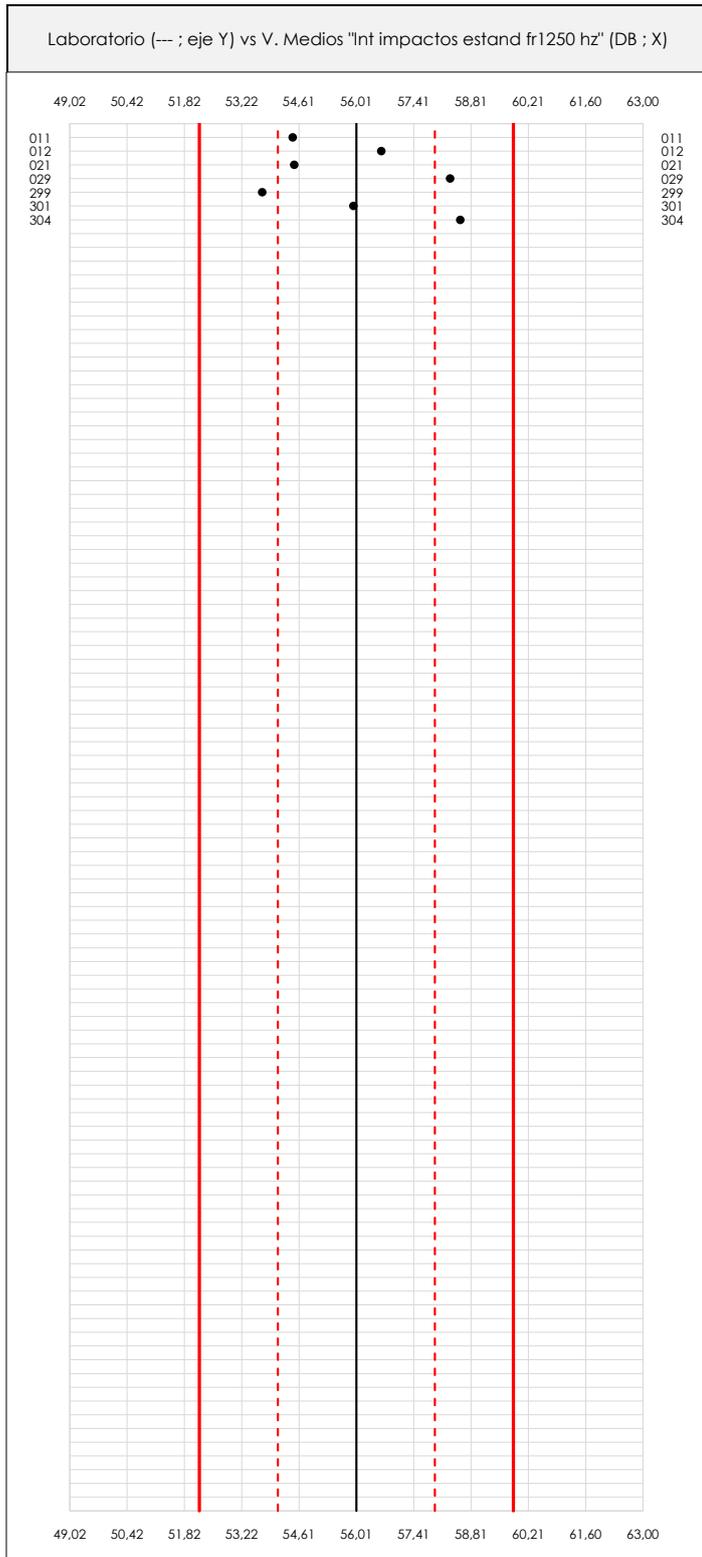
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

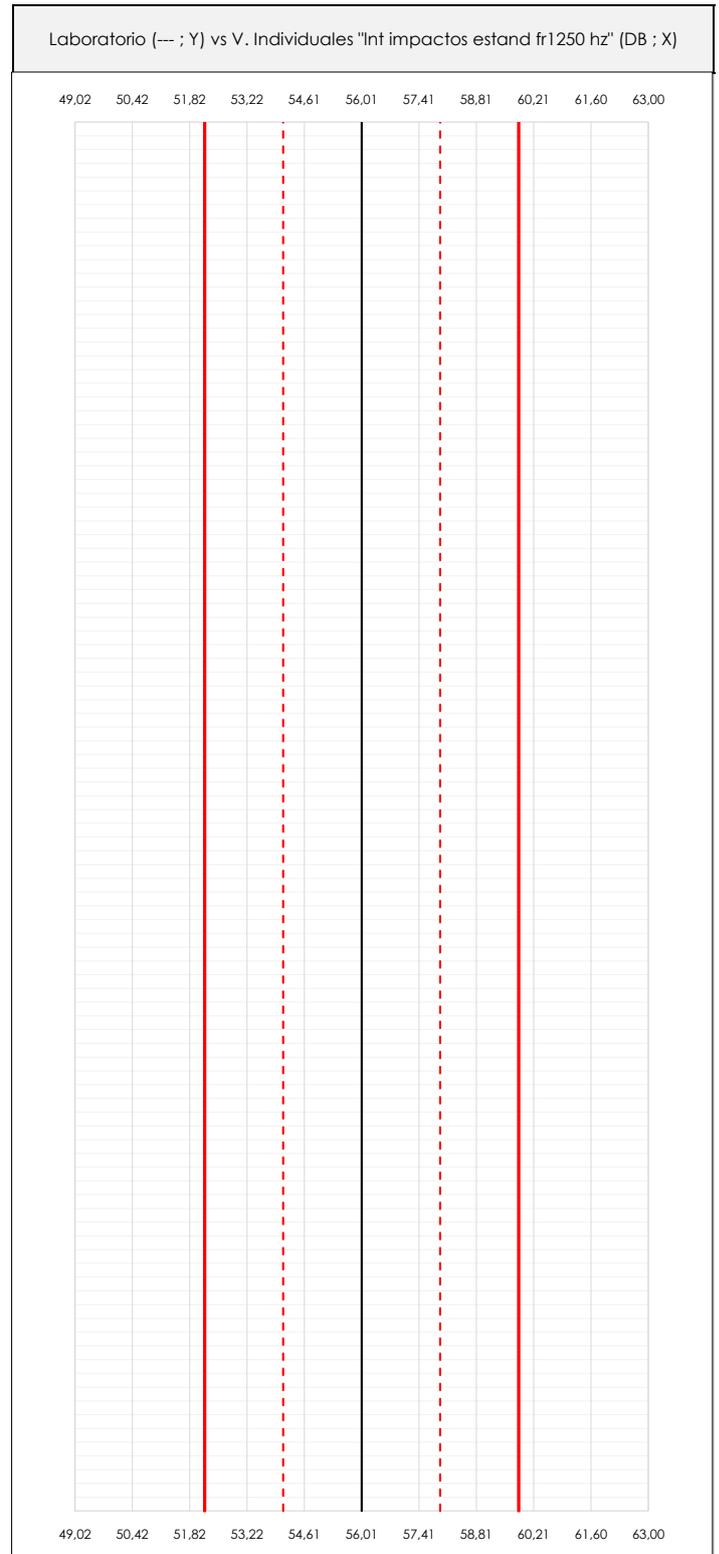
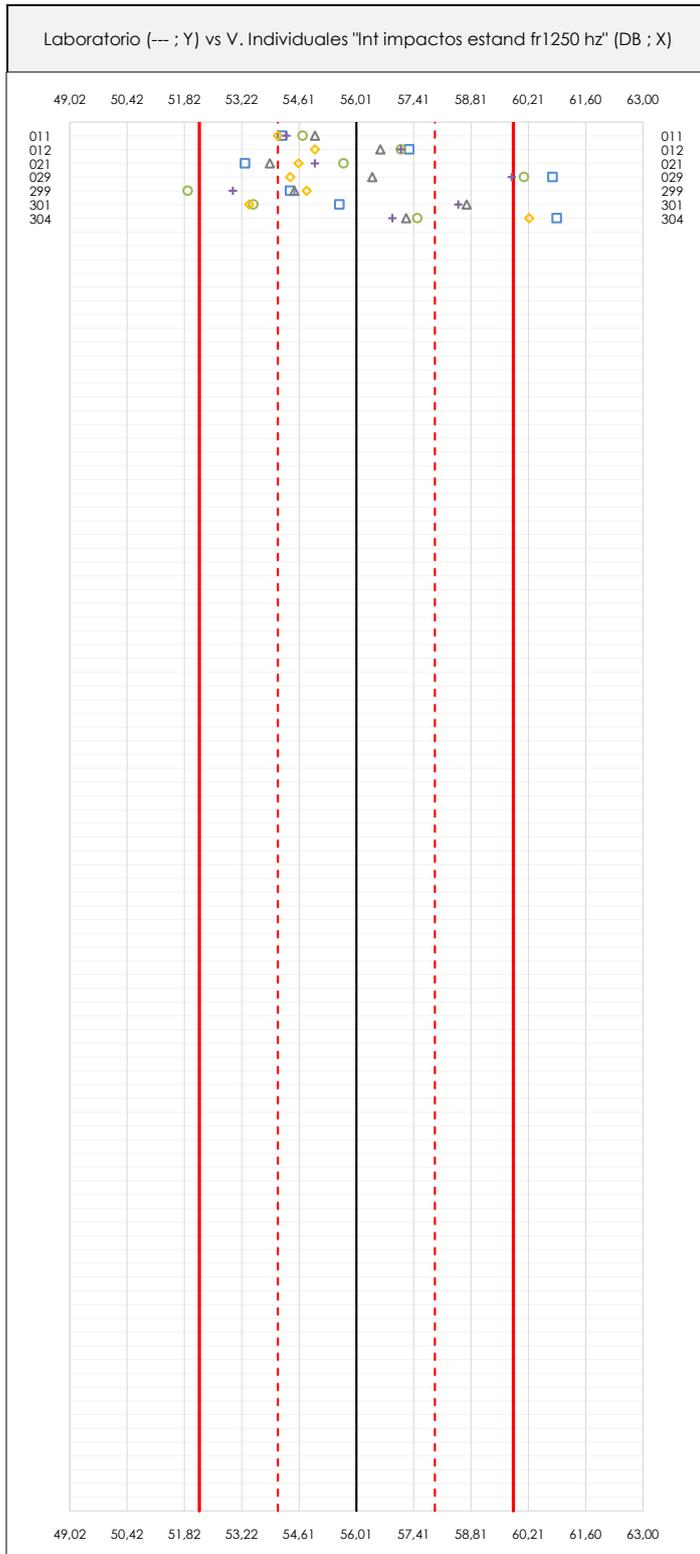
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (56,01 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (57,93/54,10 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (59,84/52,18 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (56,01 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (57,93/54,10 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (59,84/52,18 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | Pasa A | Observaciones |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|----------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 54,20 | 54,70 | 55,00 | 54,10 | 54,30 | 54,46 | 0,378 | -2,77 | ✓ | |
| 12 | 57,30 | 57,10 | 56,60 | 55,00 | 57,10 | 56,62 | 0,942 | 1,08 | ✓ | |
| 21 | 53,30 | 55,70 | 53,90 | 54,60 | 55,00 | 54,50 | 0,935 | -2,70 | ✓ | |
| 29 | 60,80 | 60,10 | 56,40 | 54,40 | 59,80 | 58,30 | 2,764 | 4,08 | ✓ | |
| 299 | 54,40 | 51,90 | 54,50 | 54,80 | 53,00 | 53,72 | 1,232 | -4,09 | ✓ | |
| 301 | 55,60 | 53,50 | 58,70 | 53,40 | 58,50 | 55,94 | 2,583 | -0,13 | ✓ | |
| 304 | 60,90 | 57,50 | 57,23 | 60,22 | 56,89 | 58,55 | 1,867 | 4,53 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " 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.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | 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 |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 54,20 | 54,700 | 55,000 | 54,100 | 54,300 | 54,460 | 0,378 | -2,77 | -0,81 | 0,22 | | | | 0,5169 | | ✓ |
| 12 | 57,30 | 57,100 | 56,600 | 55,000 | 57,100 | 56,620 | 0,942 | 1,08 | 0,32 | 0,54 | | | | | | ✓ |
| 21 | 53,30 | 55,700 | 53,900 | 54,600 | 55,000 | 54,500 | 0,935 | -2,70 | -0,79 | 0,54 | | | | | | ✓ |
| 29 | 60,80 | 60,100 | 56,400 | 54,400 | 59,800 | 58,300 | 2,764 | 4,08 | 1,19 | 1,59* | 0,360 | | | | 0,2581 | ✓ |
| 299 | 54,40 | 51,900 | 54,500 | 54,800 | 53,000 | 53,720 | 1,232 | -4,09 | -1,20 | 0,71 | | 1,198 | | 0,5169 | | ✓ |
| 301 | 55,60 | 53,500 | 58,700 | 53,400 | 58,500 | 55,940 | 2,583 | -0,13 | -0,04 | 1,48 | | | | | | ✓ |
| 304 | 60,90 | 57,500 | 57,227 | 60,225 | 56,888 | 58,548 | 1,867 | 4,53 | 1,32 | 1,07 | | | 1,324 | | 0,2581 | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " 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 airtmética interlaboratorios.

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

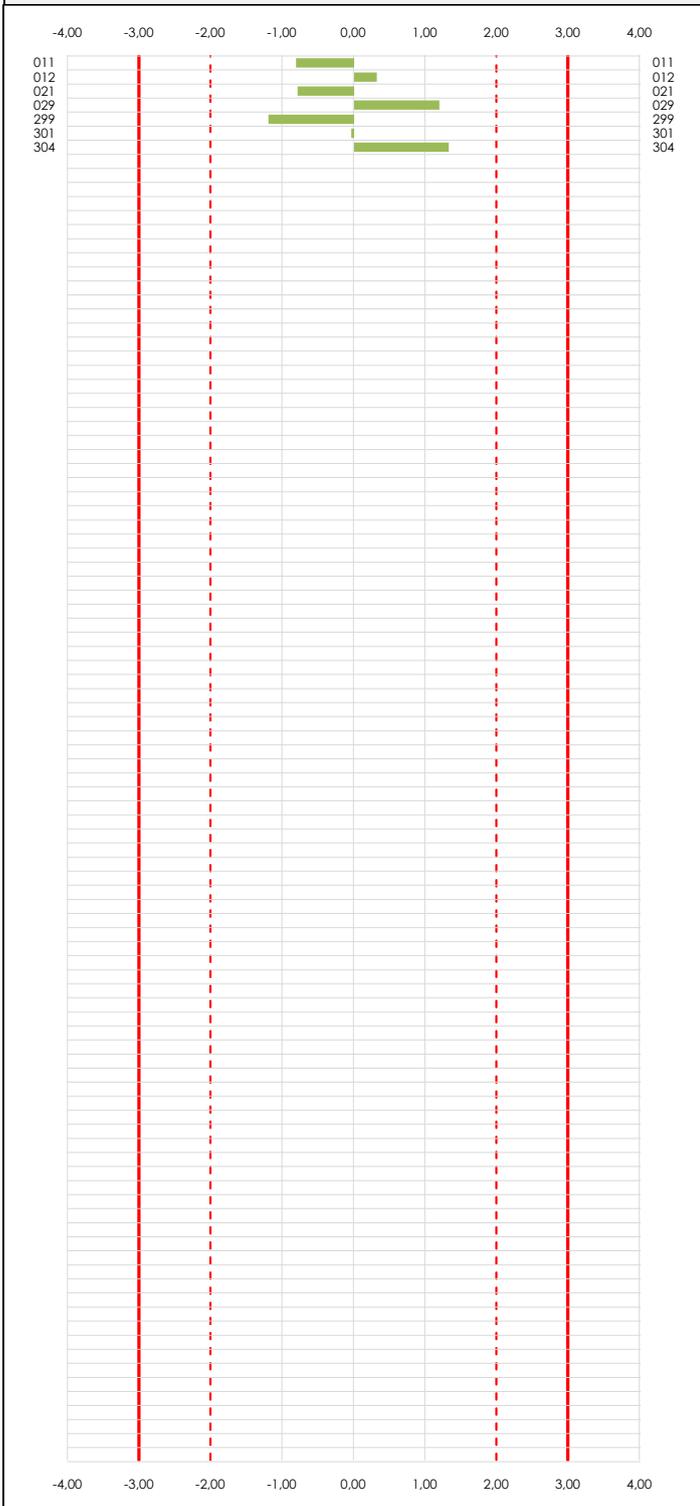


LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

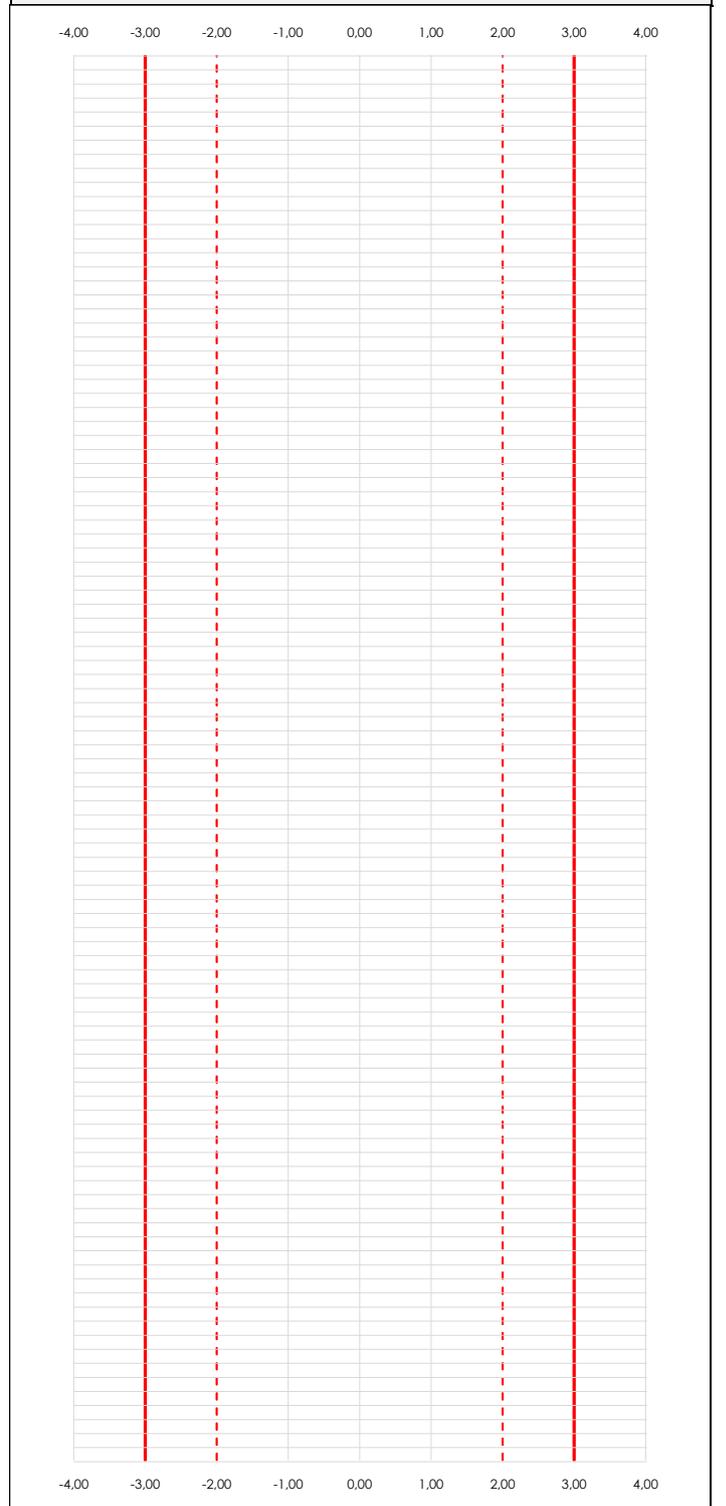
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1250 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1250 hz" (--- ; eje X)



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 54,20 | 54,70 | 55,00 | 54,10 | 54,30 | 54,46 | 0,378 | -2,77 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,811 | S |
| 12 | 57,30 | 57,10 | 56,60 | 55,00 | 57,10 | 56,62 | 0,942 | 1,08 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,317 | S |
| 21 | 53,30 | 55,70 | 53,90 | 54,60 | 55,00 | 54,50 | 0,935 | -2,70 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,790 | S |
| 29 | 60,80 | 60,10 | 56,40 | 54,40 | 59,80 | 58,30 | 2,764 | 4,08 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,195 | S |
| 299 | 54,40 | 51,90 | 54,50 | 54,80 | 53,00 | 53,72 | 1,232 | -4,09 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,198 | S |
| 301 | 55,60 | 53,50 | 58,70 | 53,40 | 58,50 | 55,94 | 2,583 | -0,13 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,038 | S |
| 304 | 60,90 | 57,50 | 57,23 | 60,22 | 56,89 | 58,55 | 1,867 | 4,53 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,324 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

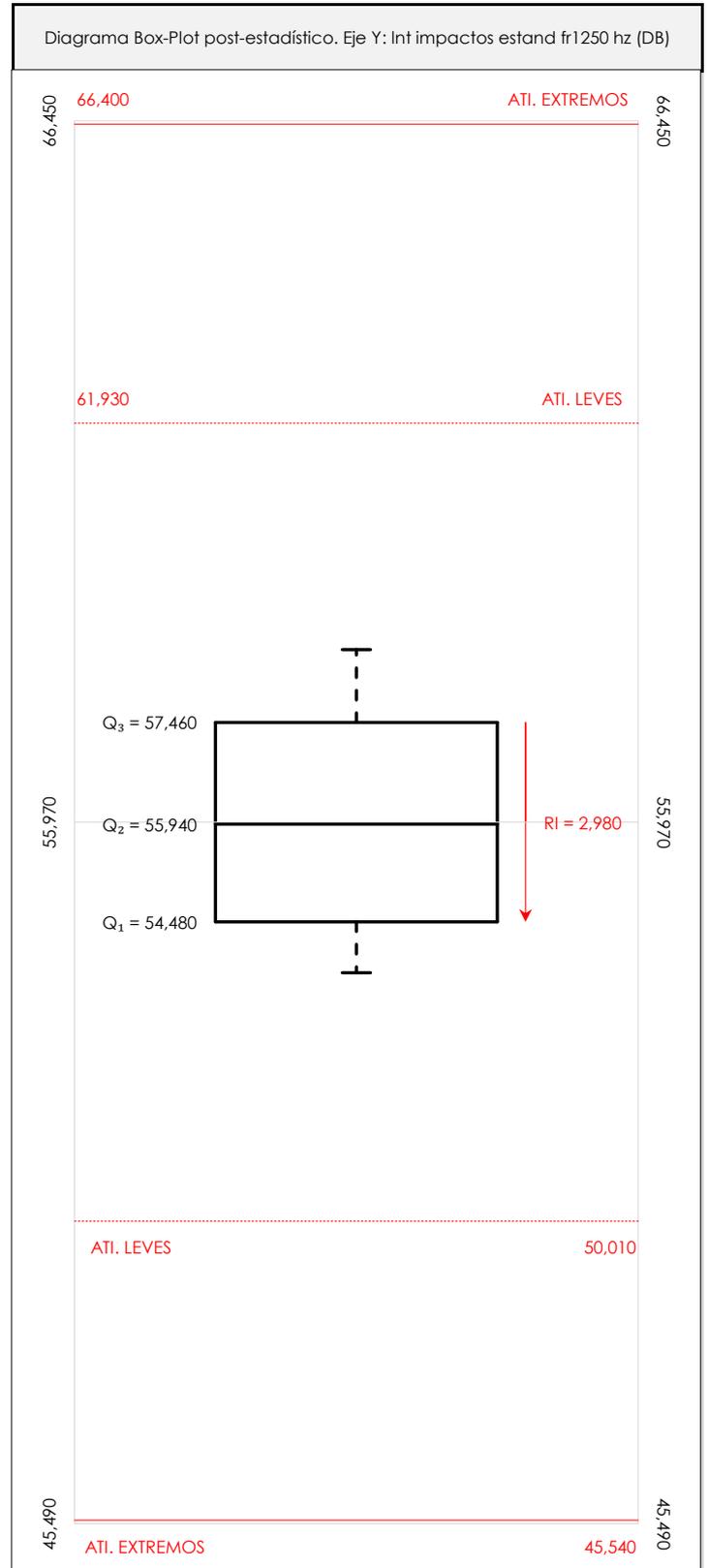
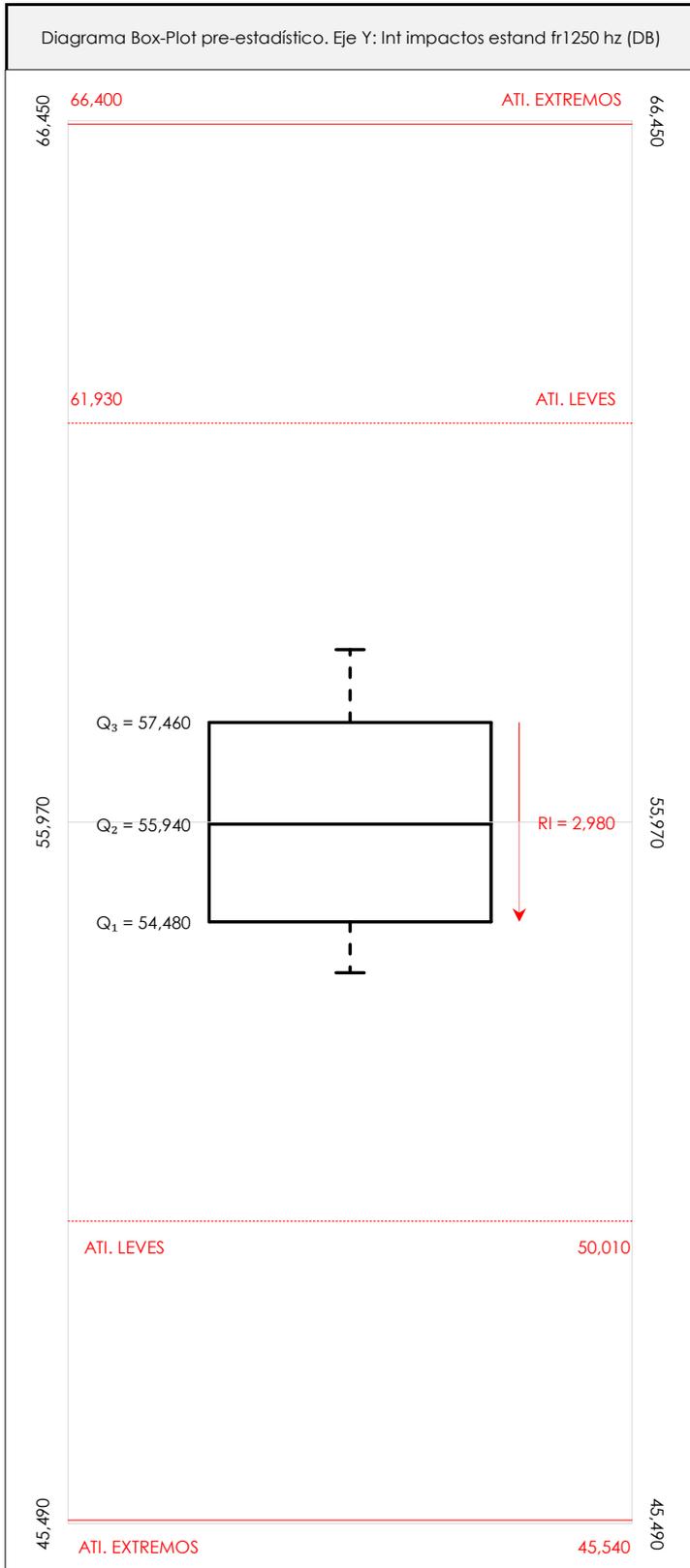
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 60,90 | 60,10 | 58,70 | 60,22 | 59,80 | 58,55 | 60,90 | 60,10 | 58,70 | 60,22 | 59,80 | 58,55 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 53,30 | 51,90 | 53,90 | 53,40 | 53,00 | 53,72 | 53,30 | 51,90 | 53,90 | 53,40 | 53,00 | 53,72 |
| Valor Promedio (M ; %) | 56,64 | 55,79 | 56,05 | 55,22 | 56,37 | 56,01 | 56,64 | 55,79 | 56,05 | 55,22 | 56,37 | 56,01 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 3,14 | 2,73 | 1,68 | 2,27 | 2,40 | 1,91 | 3,14 | 2,73 | 1,68 | 2,27 | 2,40 | 1,91 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 |
| 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 | 3,031 | 4,826 | 3,059 | 6,090 | 6,840 | | 3,031 | 4,826 | 3,059 | 6,090 | 6,840 | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

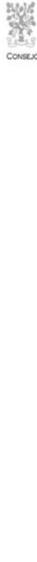
Respecto a los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística recogida en la ISO 17025, sobre las dispersiones de los resultados individuales y su media, en forma de varianzas o desviaciones estándar, también conocida como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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

SACESubcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr1600 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

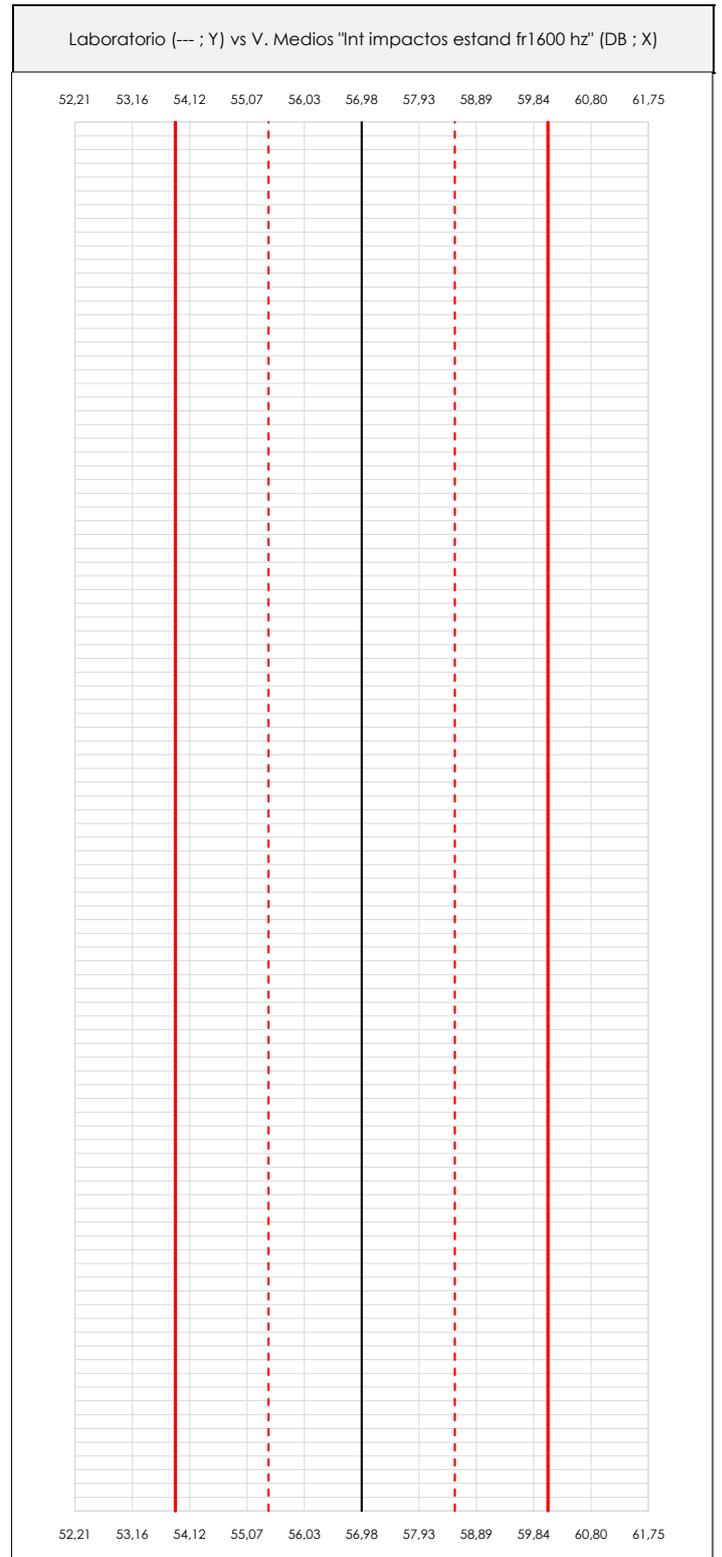
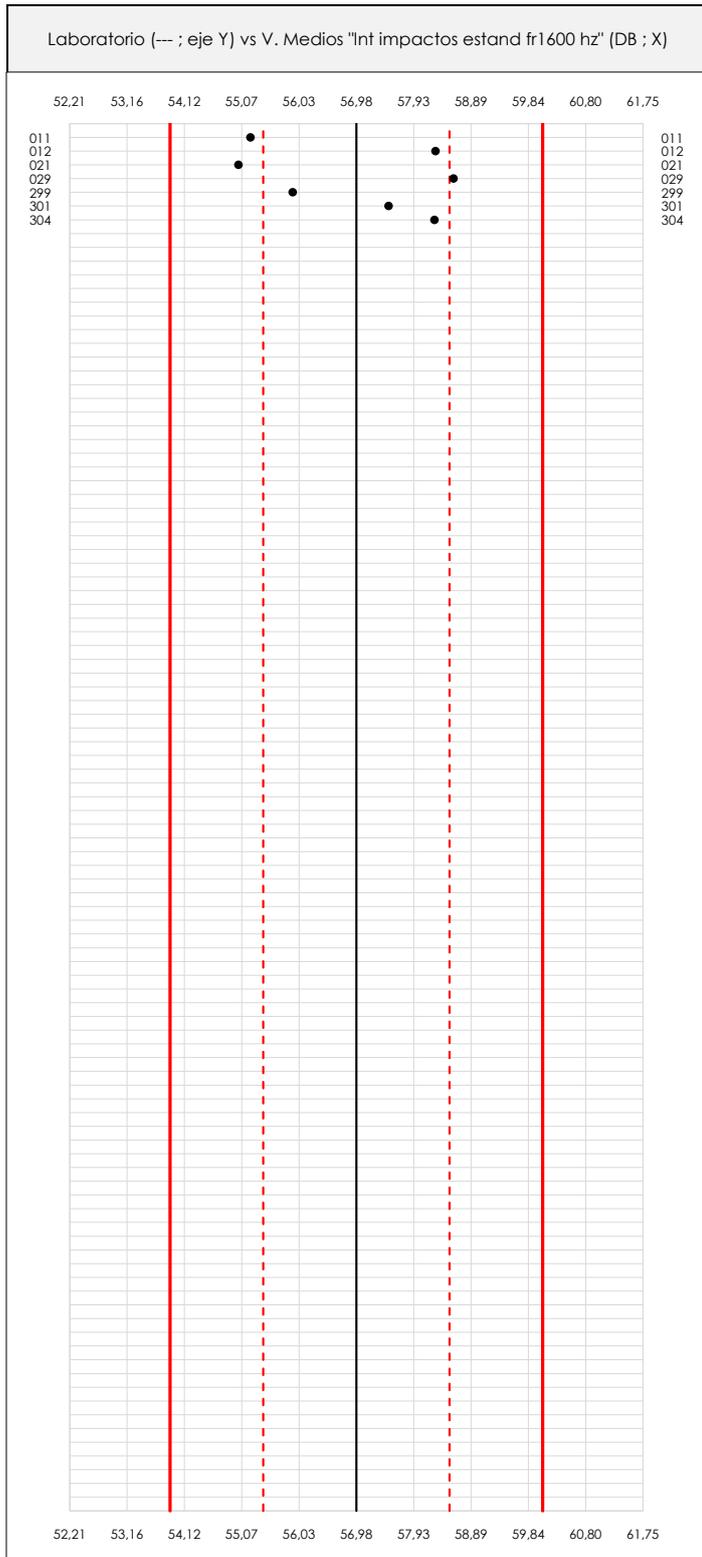
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

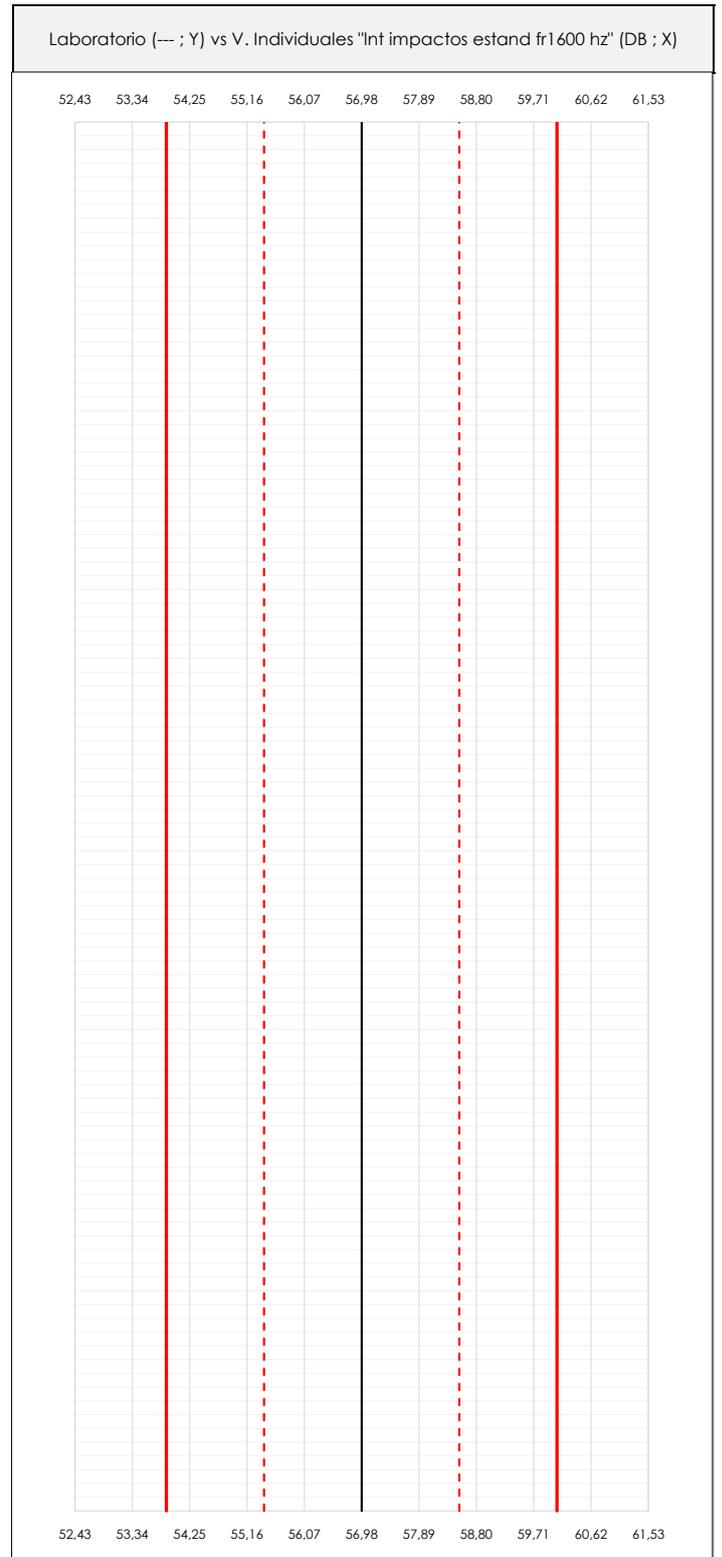
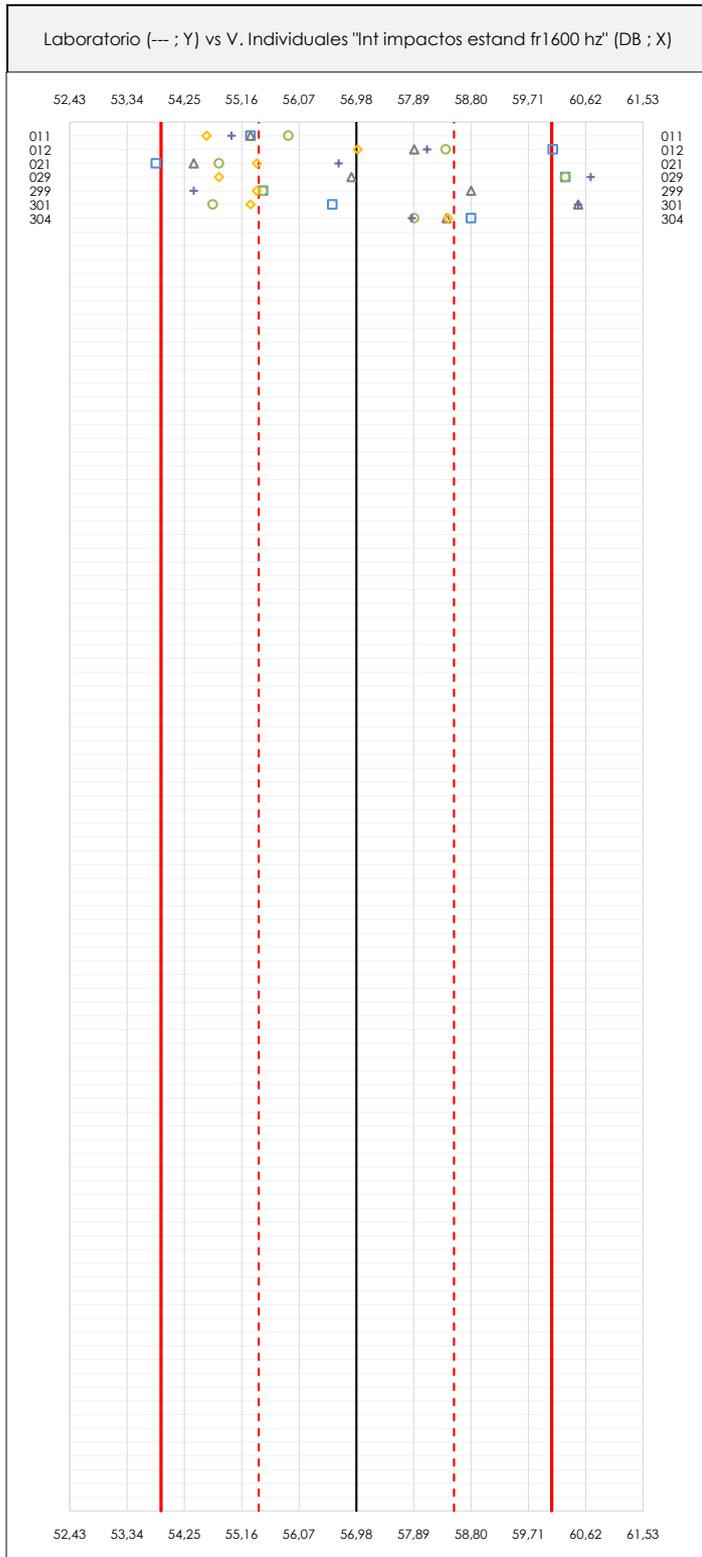
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (56,98 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (58,53/55,43 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (60,08/53,88 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (56,98 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (58,53/55,43 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (60,08/53,88 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

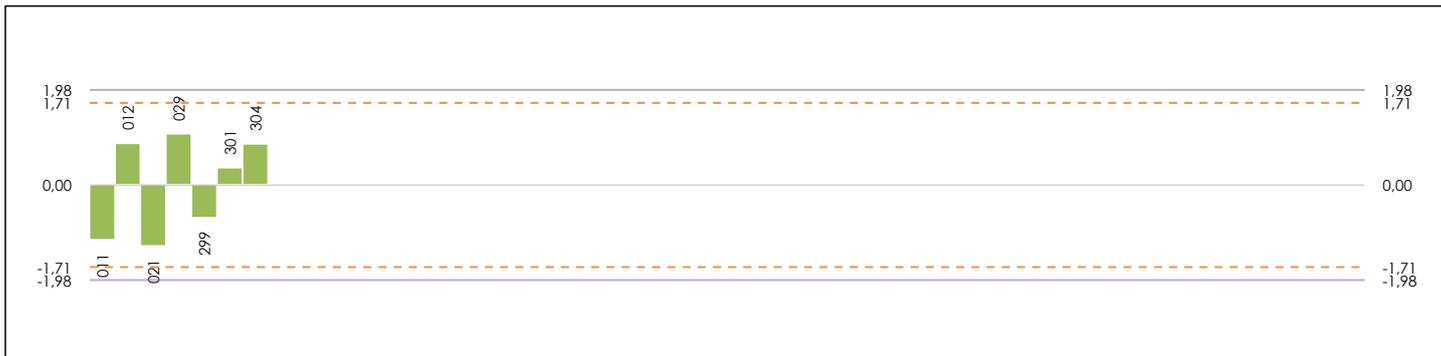
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

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 de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i \text{ arit}}$ | 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 |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 55,30 | 55,900 | 55,300 | 54,600 | 55,000 | 55,220 | 0,476 | -3,09 | -1,14 | 0,28 | | | | 0,3265 | | ✓ |
| 12 | 60,10 | 58,400 | 57,900 | 57,000 | 58,100 | 58,300 | 1,134 | 2,32 | 0,85 | 0,66 | | | | | 0,5774 | ✓ |
| 21 | 53,80 | 54,800 | 54,400 | 55,400 | 56,700 | 55,020 | 1,105 | -3,44 | -1,26 | 0,65 | | 1,265 | | 0,3265 | | ✓ |
| 29 | 60,30 | 60,300 | 56,900 | 54,800 | 60,700 | 58,600 | 2,623 | 2,84 | 1,04 | 1,53* | 0,385 | | 1,045 | | 0,5774 | ✓ |
| 299 | 55,50 | 55,500 | 58,800 | 55,400 | 54,400 | 55,920 | 1,675 | -1,86 | -0,68 | 0,98 | | | | | | ✓ |
| 301 | 56,60 | 54,700 | 60,500 | 55,300 | 60,500 | 57,520 | 2,806 | 0,95 | 0,35 | 1,64* | 0,385 | | | | | ✓ |
| 304 | 58,80 | 57,900 | 58,414 | 58,437 | 57,861 | 58,282 | 0,398 | 2,28 | 0,84 | 0,23 | | | | | | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ arit}}$ " 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 airtmética interlaboratorios.

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

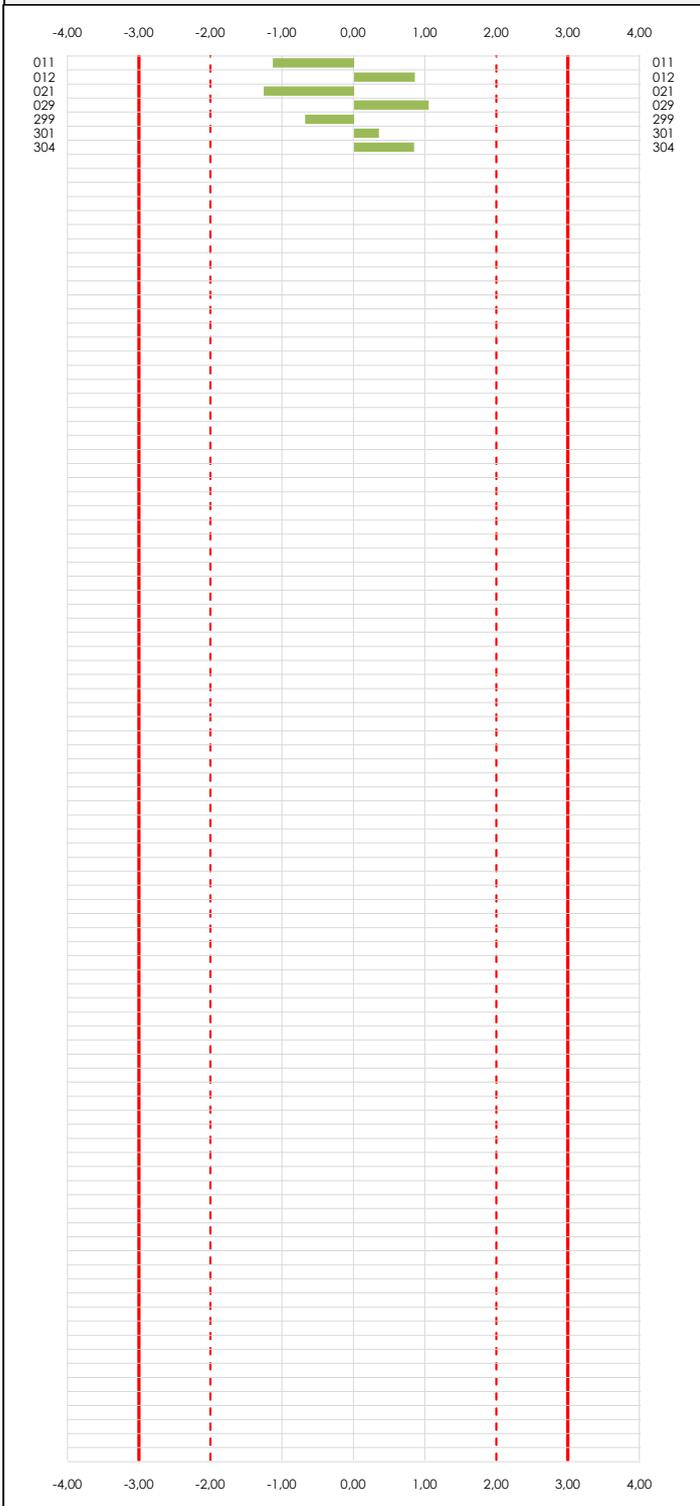


LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

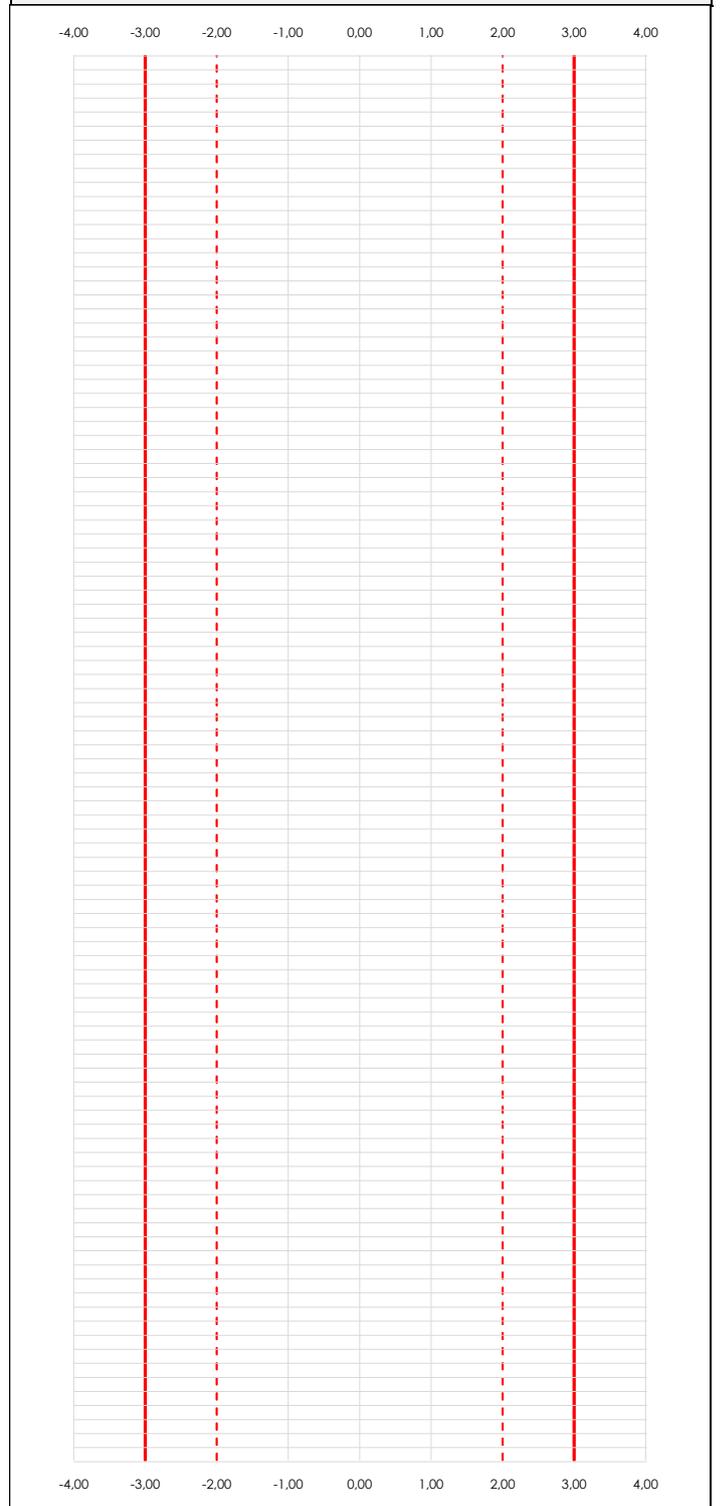
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1600 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1600 hz" (--- ; eje X)



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 55,30 | 55,90 | 55,30 | 54,60 | 55,00 | 55,22 | 0,476 | -3,09 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,136 | S |
| 12 | 60,10 | 58,40 | 57,90 | 57,00 | 58,10 | 58,30 | 1,134 | 2,32 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,851 | S |
| 21 | 53,80 | 54,80 | 54,40 | 55,40 | 56,70 | 55,02 | 1,105 | -3,44 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,265 | S |
| 29 | 60,30 | 60,30 | 56,90 | 54,80 | 60,70 | 58,60 | 2,623 | 2,84 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,045 | S |
| 299 | 55,50 | 55,50 | 58,80 | 55,40 | 54,40 | 55,92 | 1,675 | -1,86 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,684 | S |
| 301 | 56,60 | 54,70 | 60,50 | 55,30 | 60,50 | 57,52 | 2,806 | 0,95 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,348 | S |
| 304 | 58,80 | 57,90 | 58,41 | 58,44 | 57,86 | 58,28 | 0,398 | 2,28 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,840 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

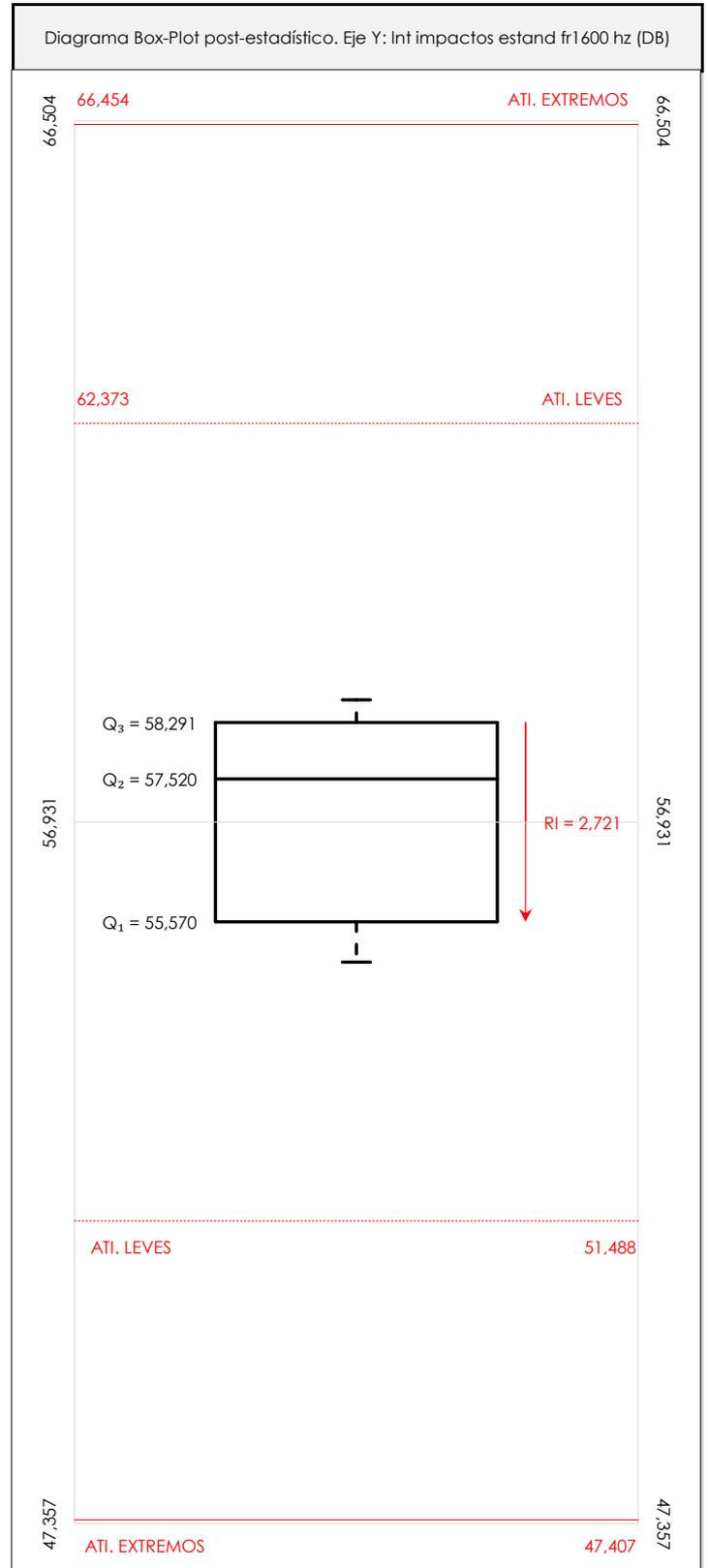
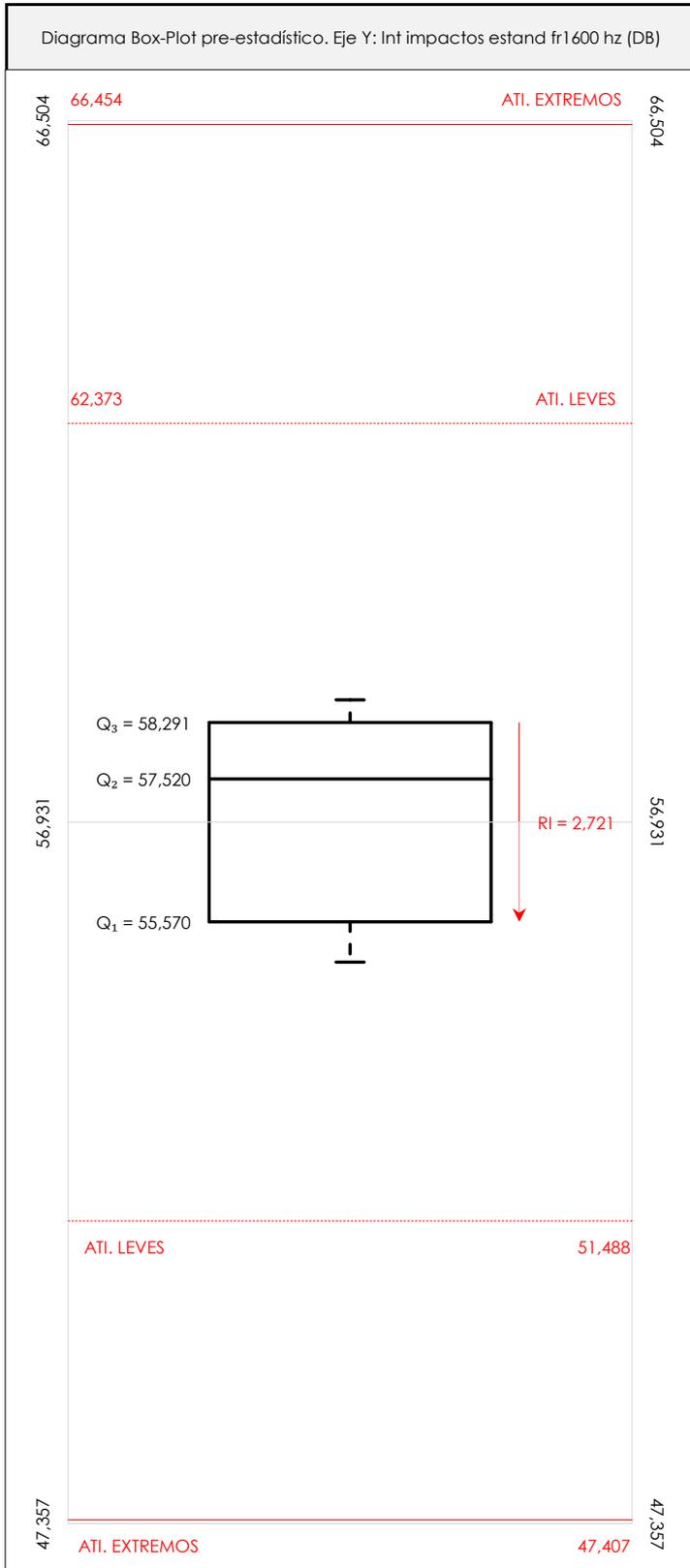
[dudoso]

[insatisfactorio]

LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|---------|---------|-------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | | | |
| Valor Máximo (max ; %) | 60,30 | 60,30 | 60,50 | 58,44 | 60,70 | 58,60 | 60,30 | 60,30 | 60,50 | 58,44 | 60,70 | 58,60 | | | |
| Valor Mínimo (min ; %) | 53,80 | 54,70 | 54,40 | 54,60 | 54,40 | 55,02 | 53,80 | 54,70 | 54,40 | 54,60 | 54,40 | 55,02 | | | |
| Valor Promedio (M ; %) | 57,20 | 56,79 | 57,46 | 55,85 | 57,61 | 56,98 | 57,20 | 56,79 | 57,46 | 55,85 | 57,61 | 56,98 | | | |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 2,55 | 2,12 | 2,10 | 1,38 | 2,45 | 1,55 | 2,55 | 2,12 | 2,10 | 1,38 | 2,45 | 1,55 | | | |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | | | |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R |
| Valor Calculado | 2,922 | 4,738 | 1,819 | 4,740 | 6,035 | 2,922 | 4,738 | 1,819 | 4,740 | 6,035 | 2,922 | 4,738 | 1,819 | 4,740 | 6,035 |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr2000 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

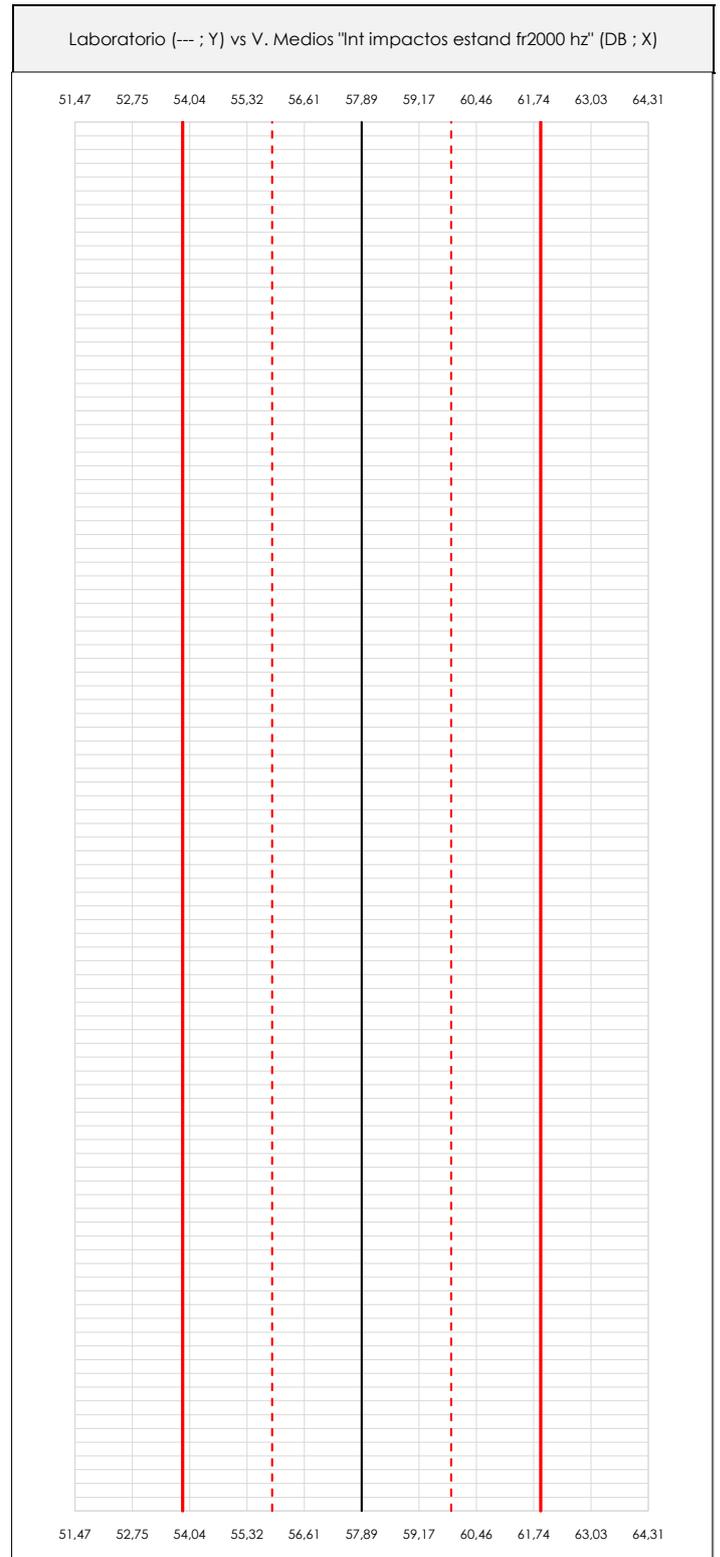
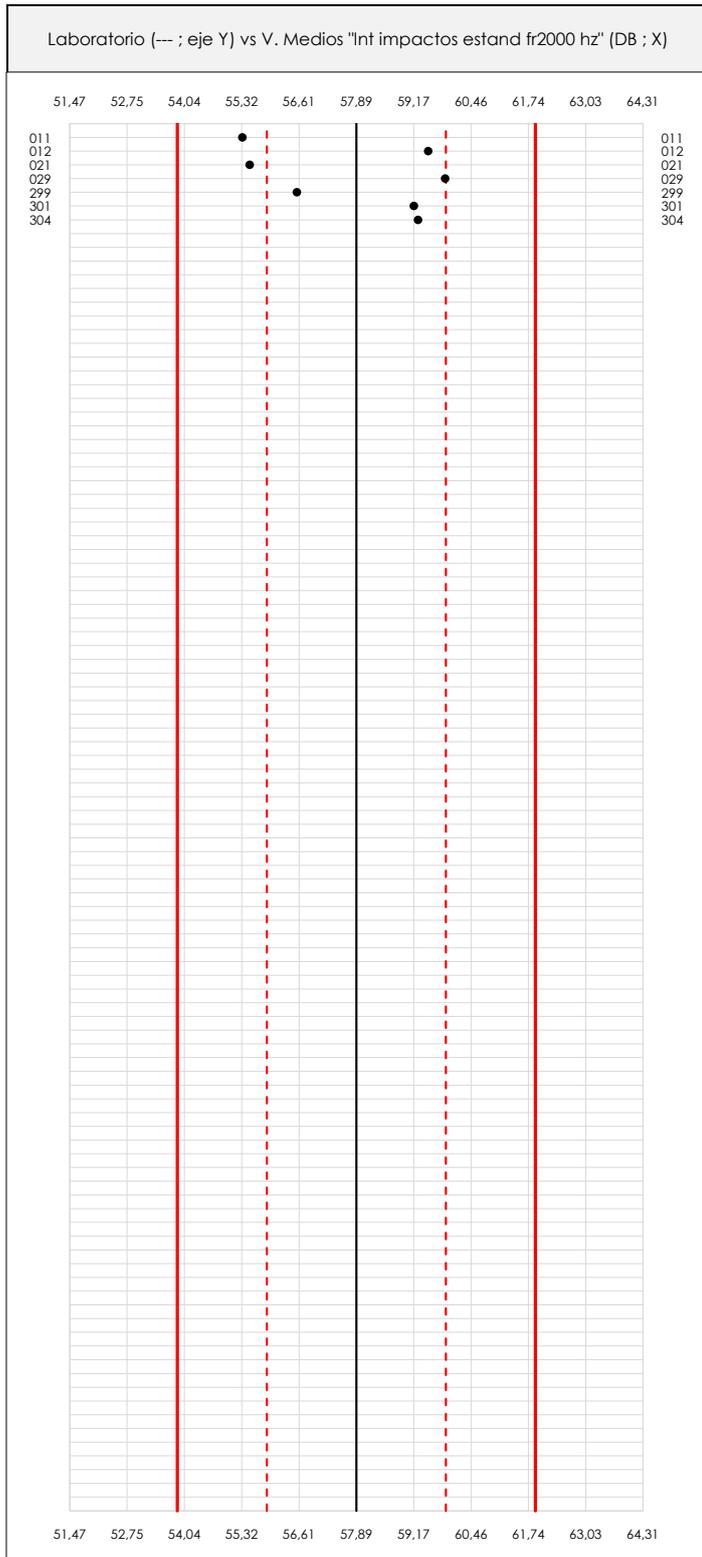
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

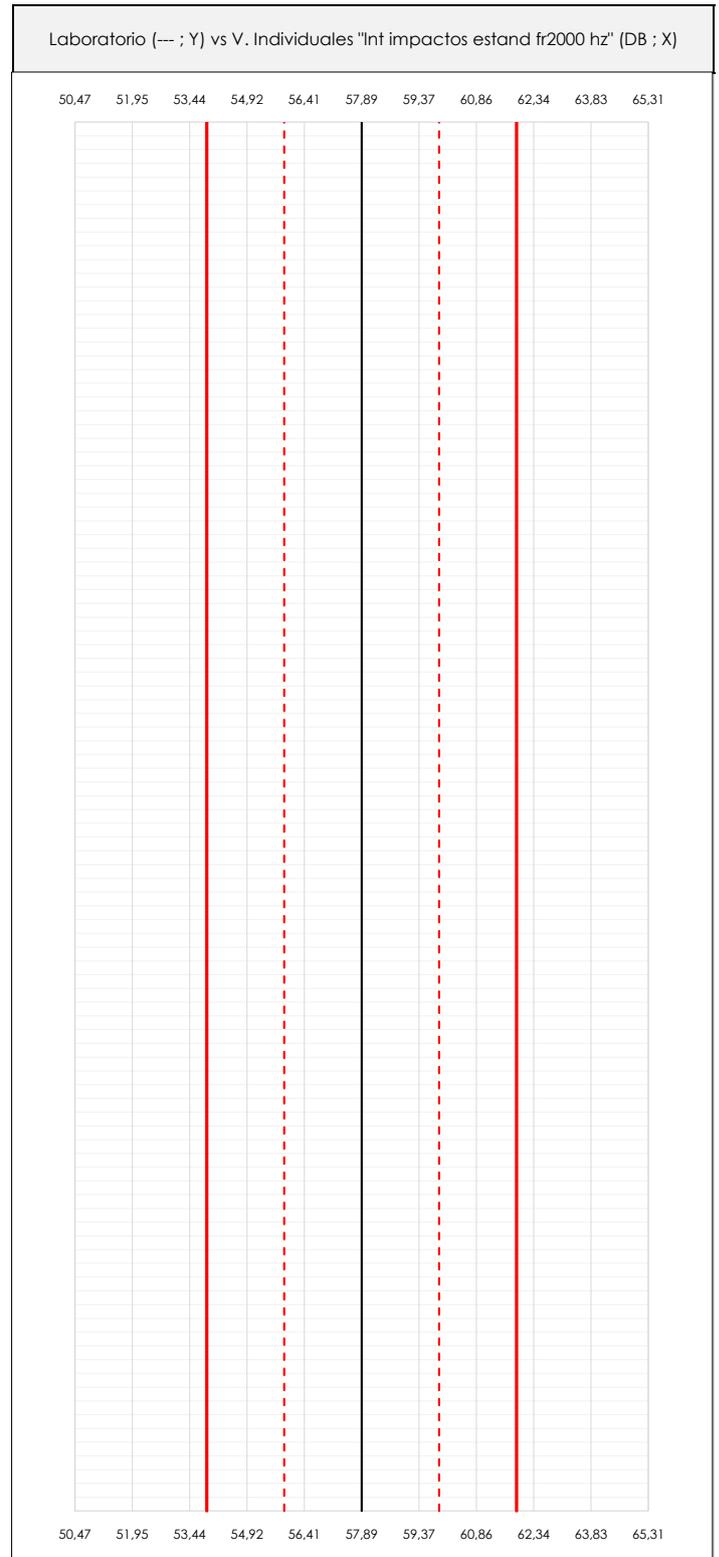
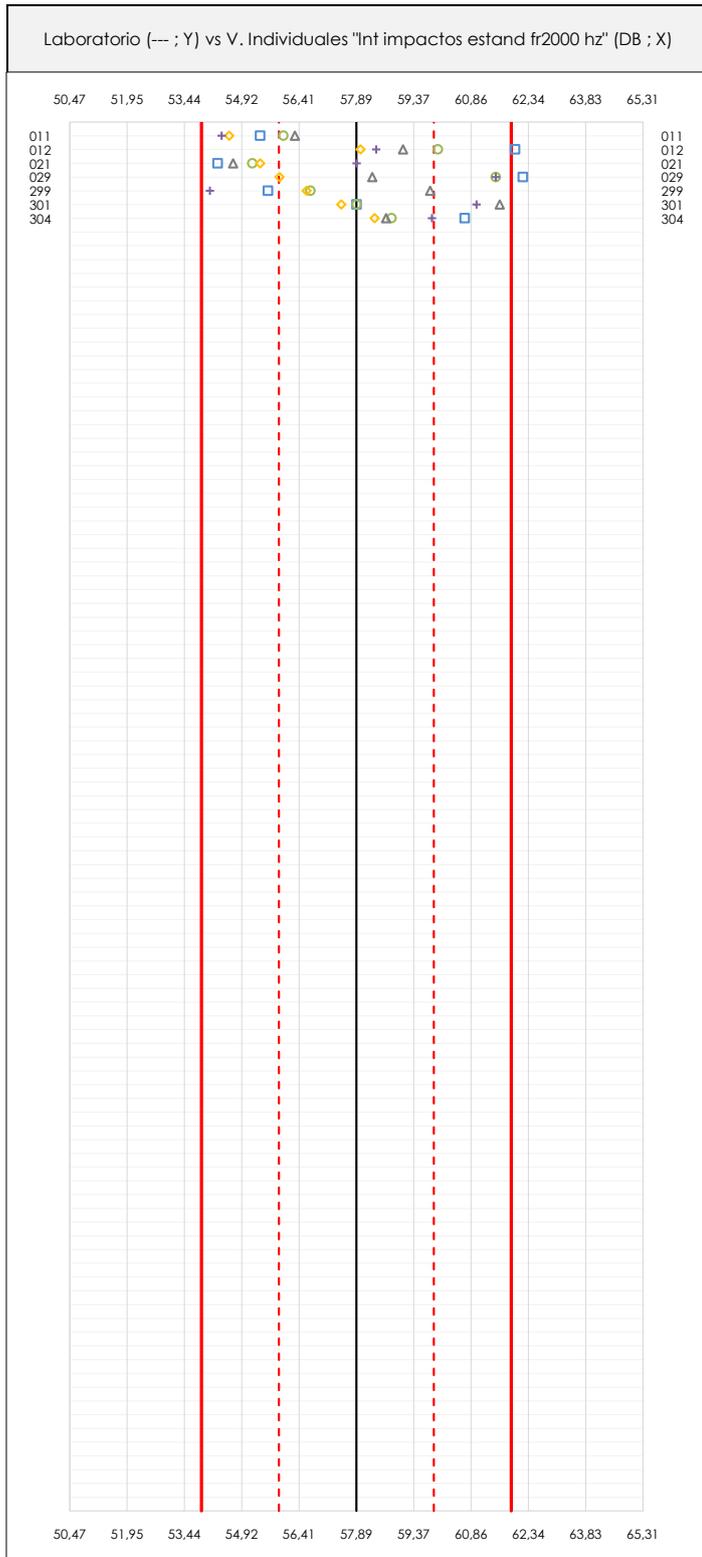
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (57,89 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (59,90/55,89 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (61,90/53,88 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (57,89 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (59,90/55,89 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (61,90/53,88 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | Pasa A | Observaciones |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|----------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 55,40 | 56,00 | 56,30 | 54,60 | 54,40 | 55,34 | 0,835 | -4,41 | ✓ | |
| 12 | 62,00 | 60,00 | 59,10 | 58,00 | 58,40 | 59,50 | 1,591 | 2,78 | ✓ | |
| 21 | 54,30 | 55,20 | 54,70 | 55,40 | 57,90 | 55,50 | 1,409 | -4,13 | ✓ | |
| 29 | 62,20 | 61,50 | 58,30 | 55,90 | 61,50 | 59,88 | 2,691 | 3,44 | ✓ | |
| 299 | 55,60 | 56,70 | 59,80 | 56,60 | 54,10 | 56,56 | 2,091 | -2,30 | ✓ | |
| 301 | 57,90 | 57,90 | 61,60 | 57,50 | 61,00 | 59,18 | 1,954 | 2,23 | ✓ | |
| 304 | 60,70 | 58,80 | 58,66 | 58,36 | 59,85 | 59,27 | 0,974 | 2,39 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " 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.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 55,40 | 56,000 | 56,300 | 54,600 | 54,400 | 55,340 | 0,835 | -4,41 | -1,27 | 0,48 | | 1,272 | | 0,2908 | | ✓ |
| 12 | 62,00 | 60,000 | 59,100 | 58,000 | 58,400 | 59,500 | 1,591 | 2,78 | 0,80 | 0,91 | | | | | 0,6210 | ✓ |
| 21 | 54,30 | 55,200 | 54,700 | 55,400 | 57,900 | 55,500 | 1,409 | -4,13 | -1,19 | 0,80 | | | | 0,2908 | | ✓ |
| 29 | 62,20 | 61,500 | 58,300 | 55,900 | 61,500 | 59,880 | 2,691 | 3,44 | 0,99 | 1,53* | 0,335 | | 0,992 | | 0,6210 | ✓ |
| 299 | 55,60 | 56,700 | 59,800 | 56,600 | 54,100 | 56,560 | 2,091 | -2,30 | -0,66 | 1,19 | | | | | | ✓ |
| 301 | 57,90 | 57,900 | 61,600 | 57,500 | 61,000 | 59,180 | 1,954 | 2,23 | 0,64 | 1,11 | | | | | | ✓ |
| 304 | 60,70 | 58,800 | 58,662 | 58,362 | 59,845 | 59,274 | 0,974 | 2,39 | 0,69 | 0,55 | | | | | | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

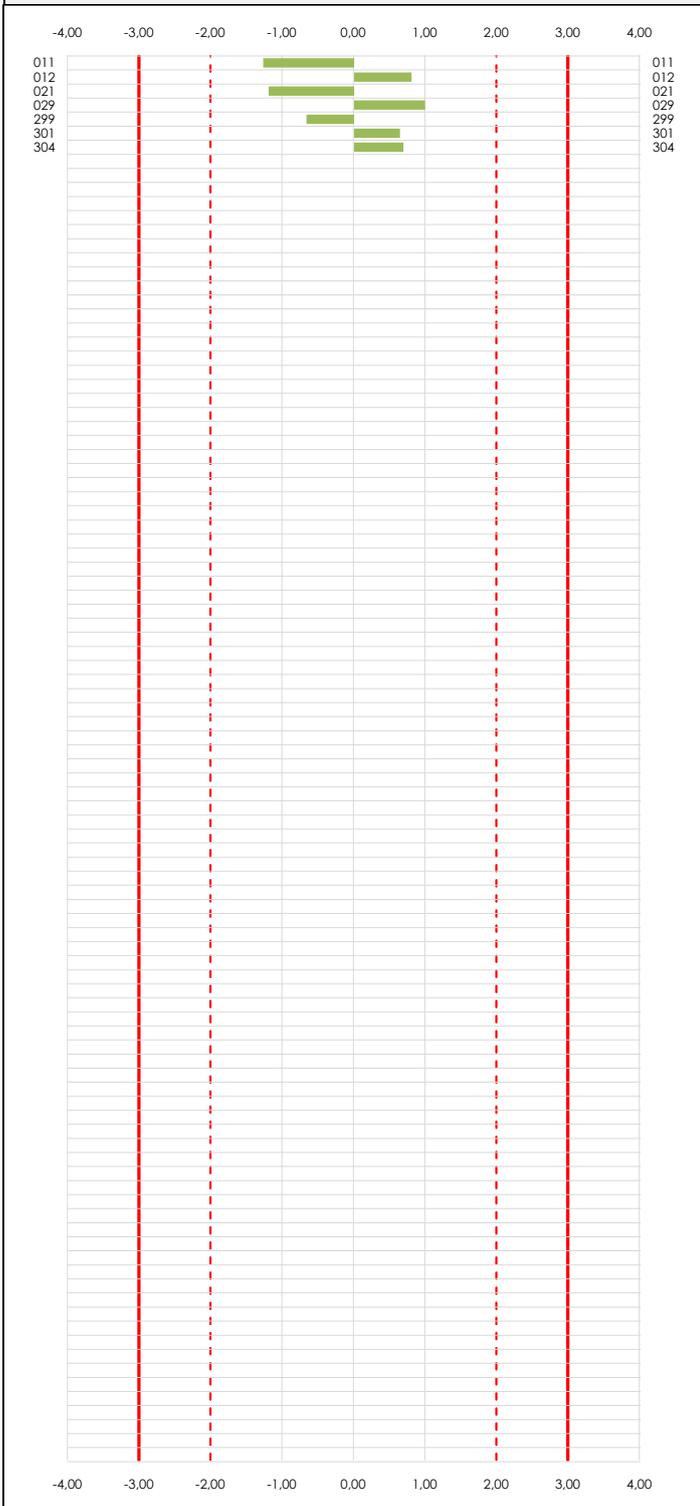


LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

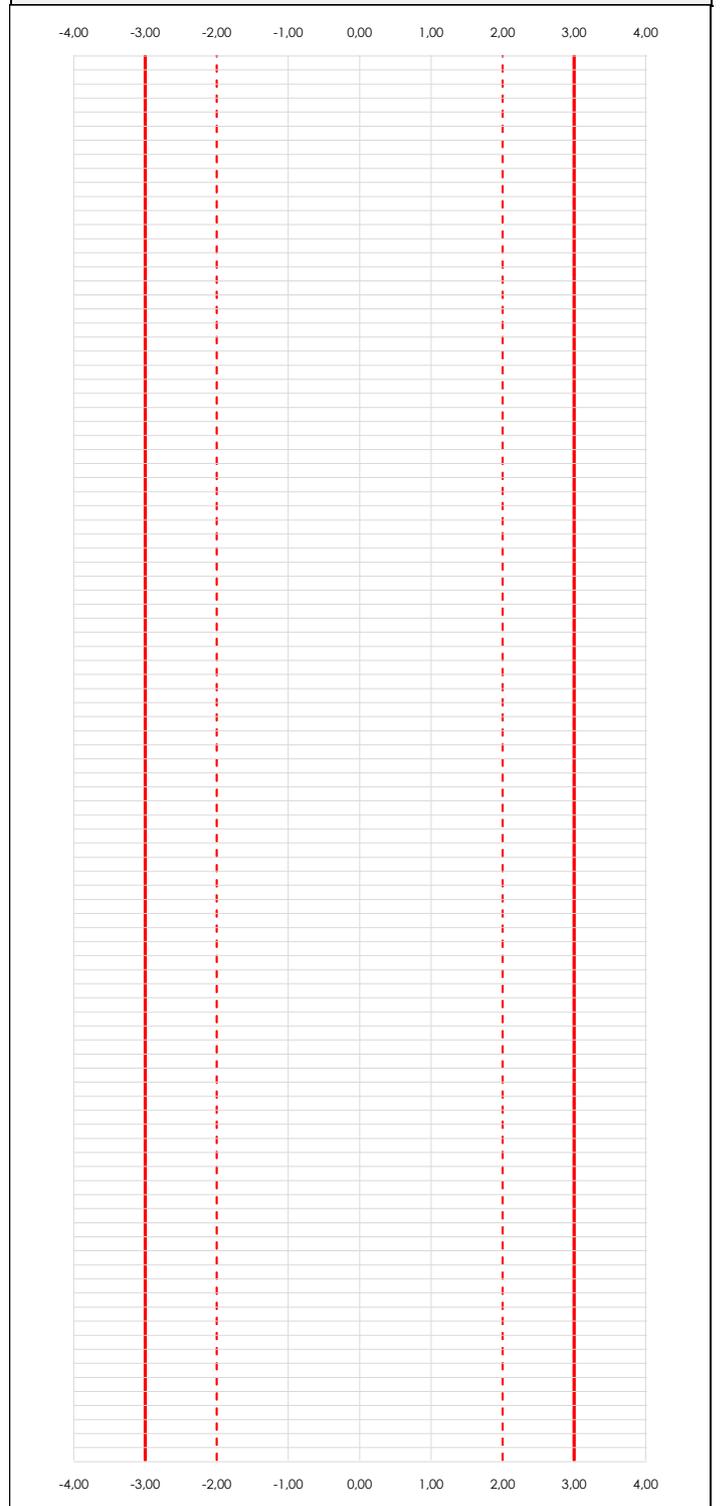
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr2000 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr2000 hz" (--- ; eje X)



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 55,40 | 56,00 | 56,30 | 54,60 | 54,40 | 55,34 | 0,835 | -4,41 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,272 | S |
| 12 | 62,00 | 60,00 | 59,10 | 58,00 | 58,40 | 59,50 | 1,591 | 2,78 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,803 | S |
| 21 | 54,30 | 55,20 | 54,70 | 55,40 | 57,90 | 55,50 | 1,409 | -4,13 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,192 | S |
| 29 | 62,20 | 61,50 | 58,30 | 55,90 | 61,50 | 59,88 | 2,691 | 3,44 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,992 | S |
| 299 | 55,60 | 56,70 | 59,80 | 56,60 | 54,10 | 56,56 | 2,091 | -2,30 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,664 | S |
| 301 | 57,90 | 57,90 | 61,60 | 57,50 | 61,00 | 59,18 | 1,954 | 2,23 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,643 | S |
| 304 | 60,70 | 58,80 | 58,66 | 58,36 | 59,85 | 59,27 | 0,974 | 2,39 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,690 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

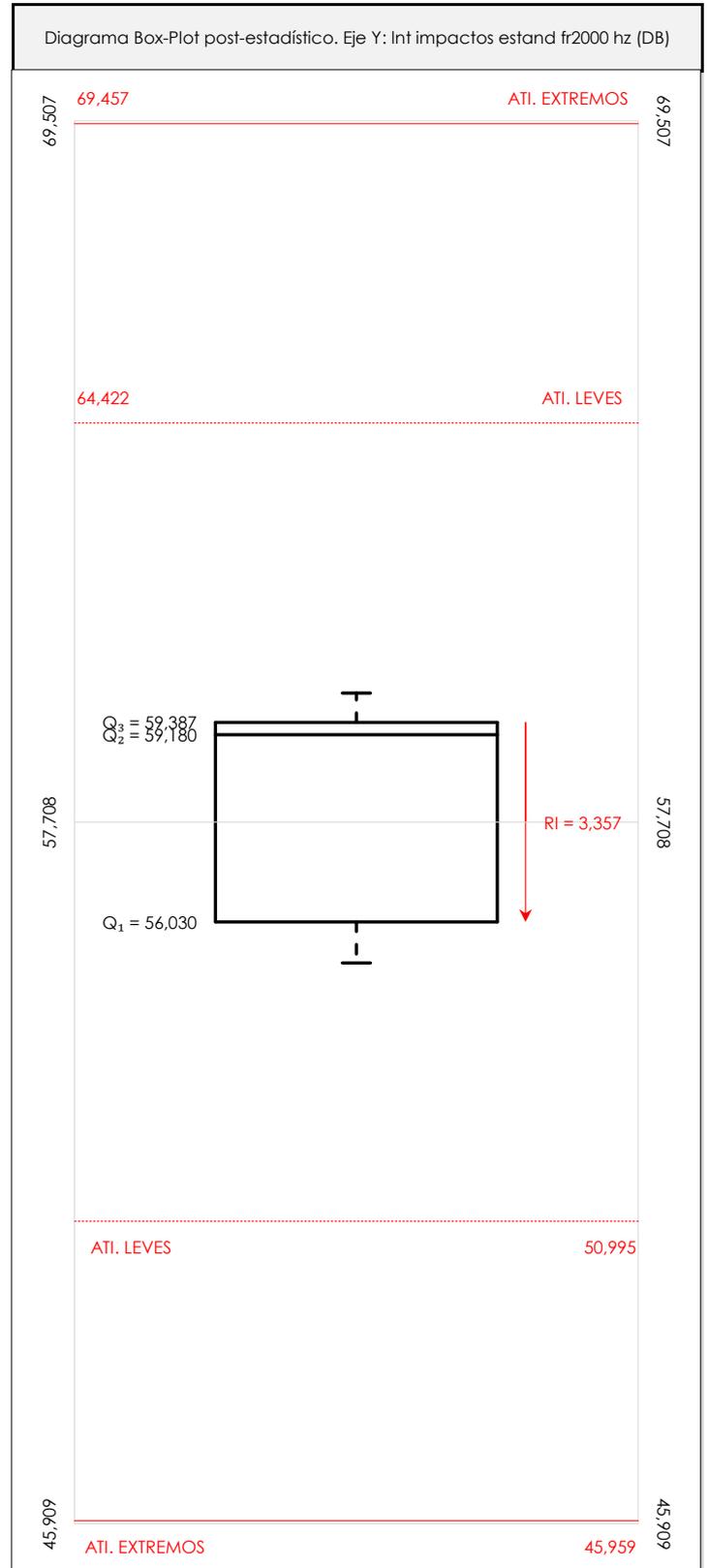
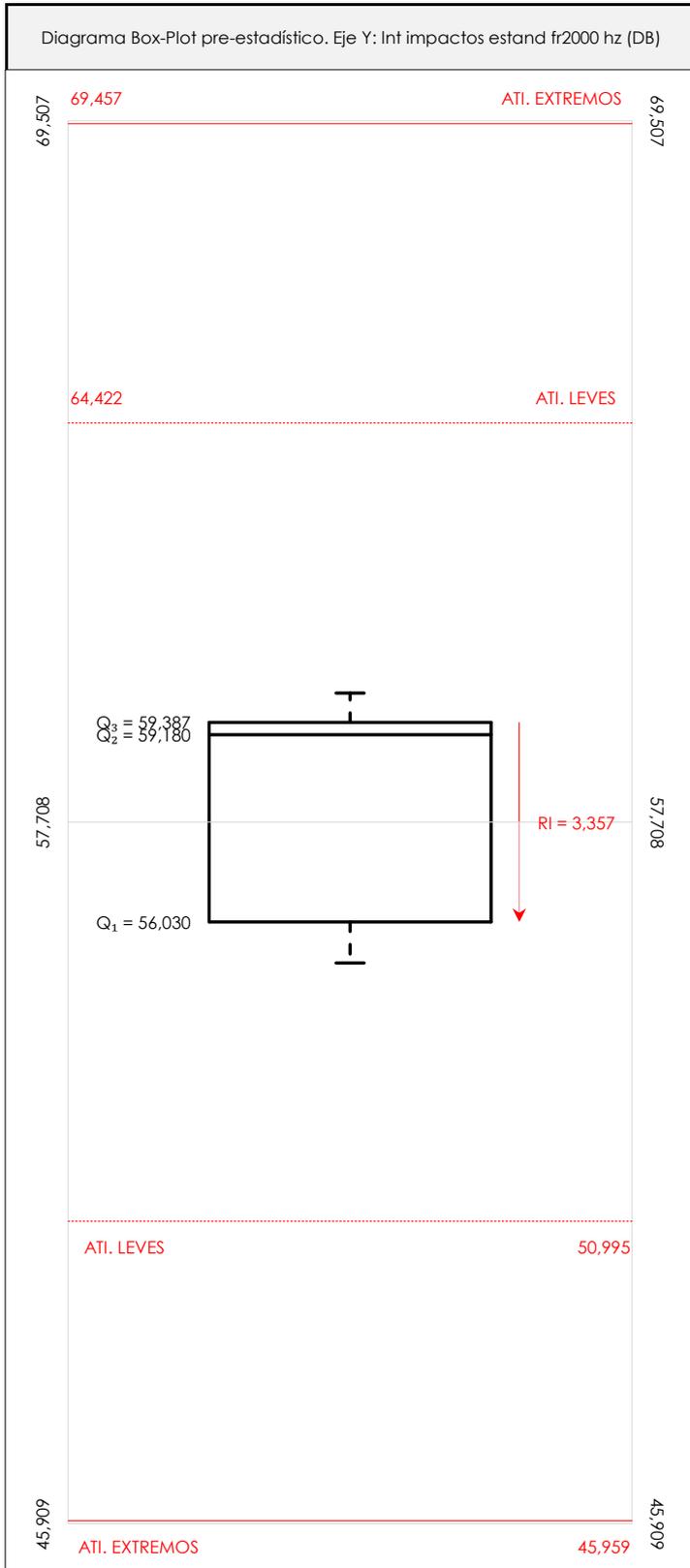
[dudoso]

[insatisfactorio]

LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES 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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 62,20 | 61,50 | 61,60 | 58,36 | 61,50 | 59,88 | 62,20 | 61,50 | 61,60 | 58,36 | 61,50 | 59,88 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 54,30 | 55,20 | 54,70 | 54,60 | 54,10 | 55,34 | 54,30 | 55,20 | 54,70 | 54,60 | 54,10 | 55,34 |
| Valor Promedio (M ; %) | 58,30 | 58,01 | 58,35 | 56,62 | 58,16 | 57,89 | 58,30 | 58,01 | 58,35 | 56,62 | 58,16 | 57,89 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 3,33 | 2,25 | 2,27 | 1,40 | 2,97 | 2,00 | 3,33 | 2,25 | 2,27 | 1,40 | 2,97 | 2,00 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,03 |
| 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 | 3,085 | 4,868 | 3,402 | 6,487 | 7,060 | | 3,085 | 4,868 | 3,402 | 6,487 | 7,060 | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr2500 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

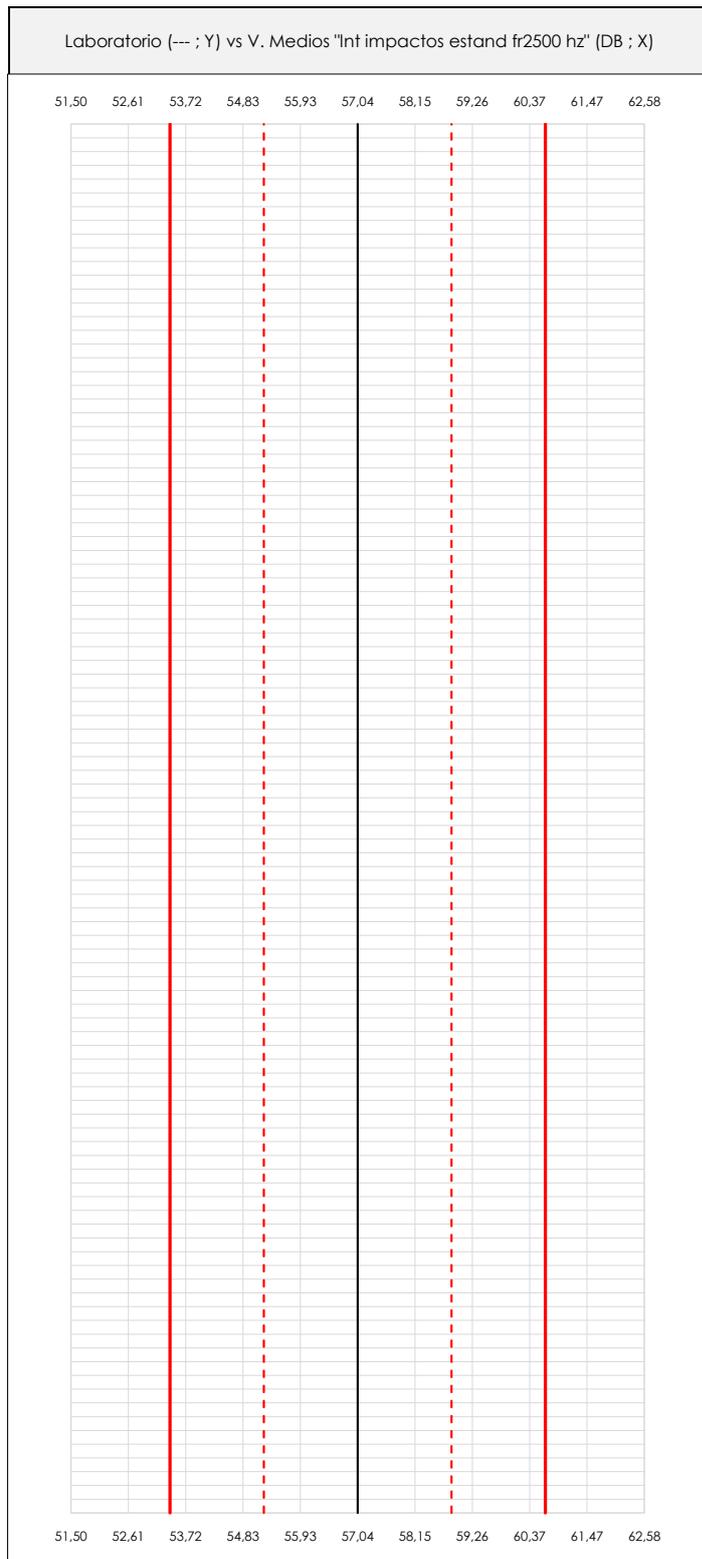
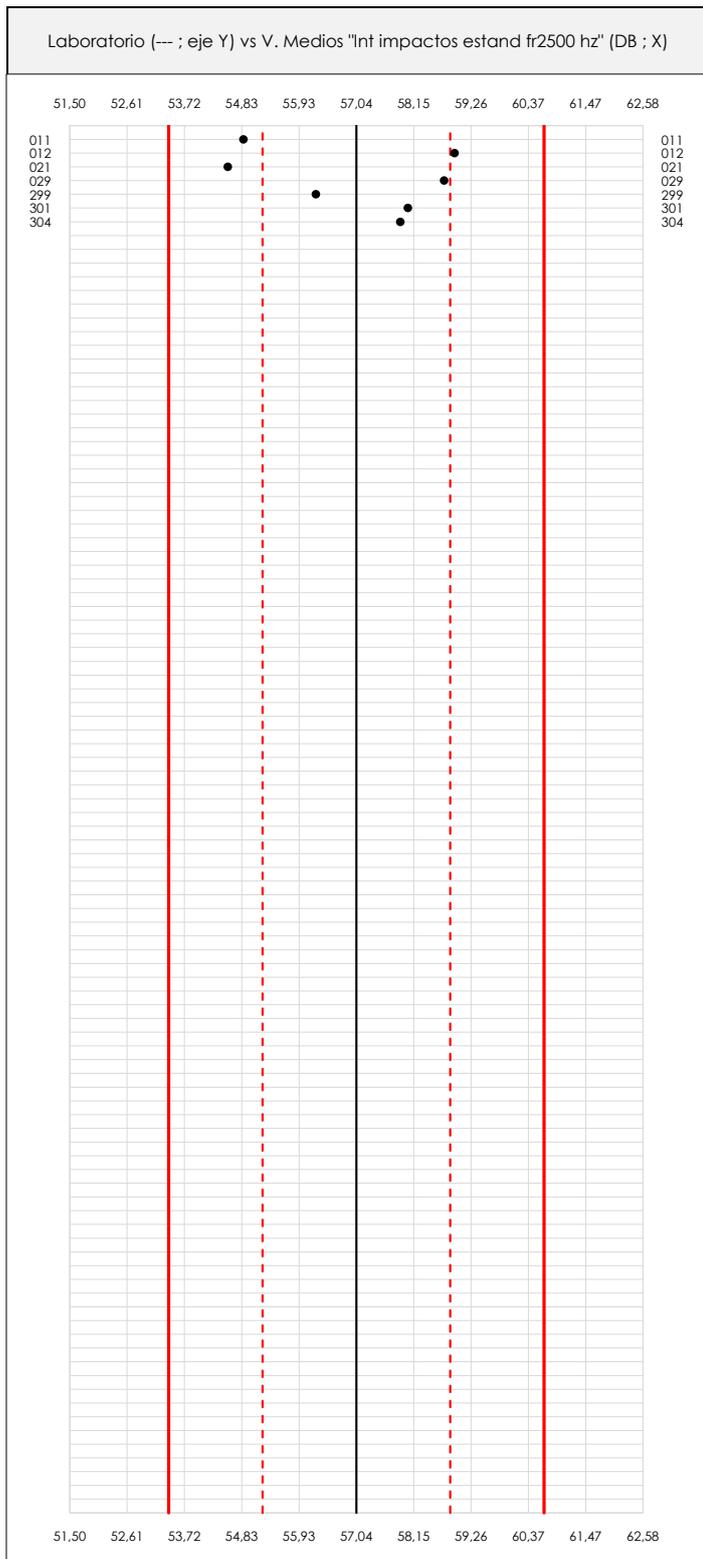
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

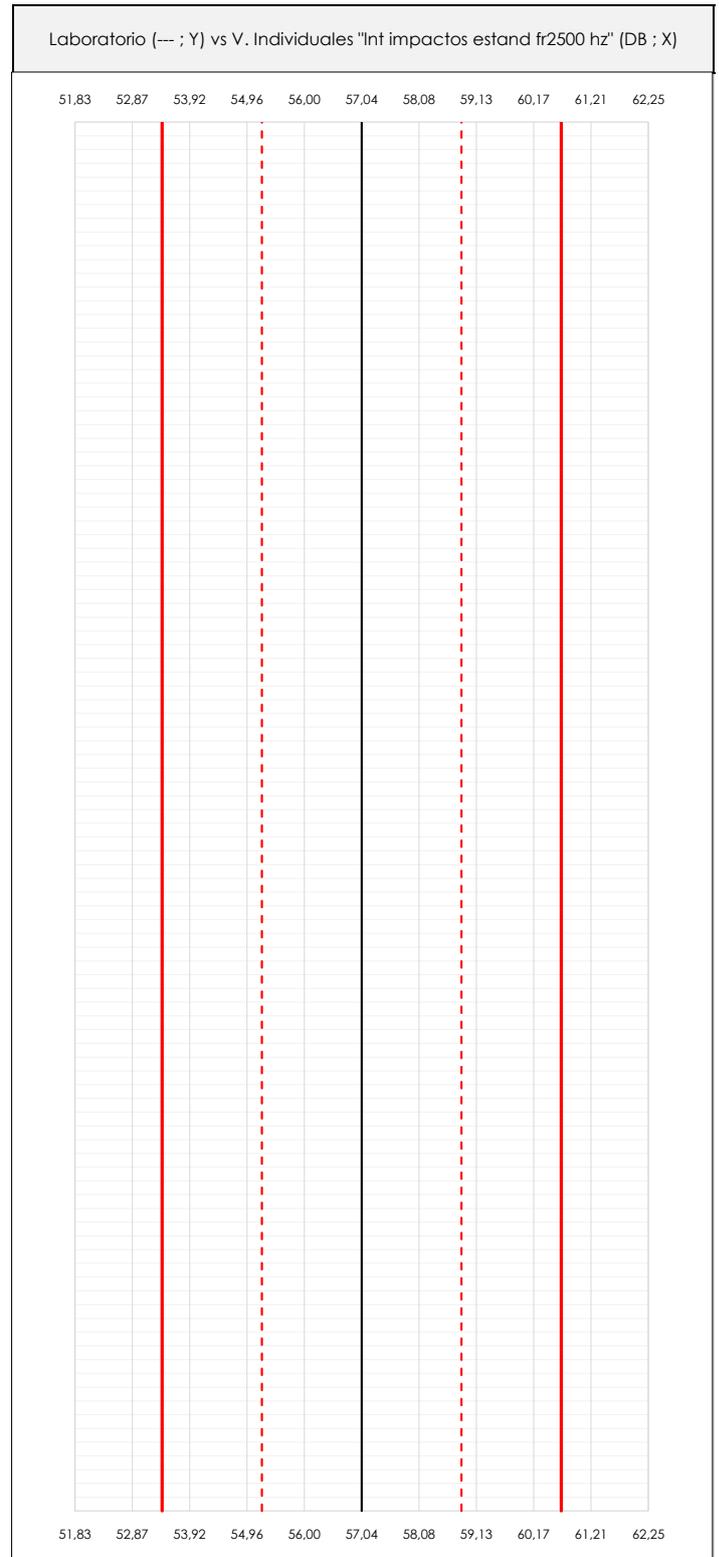
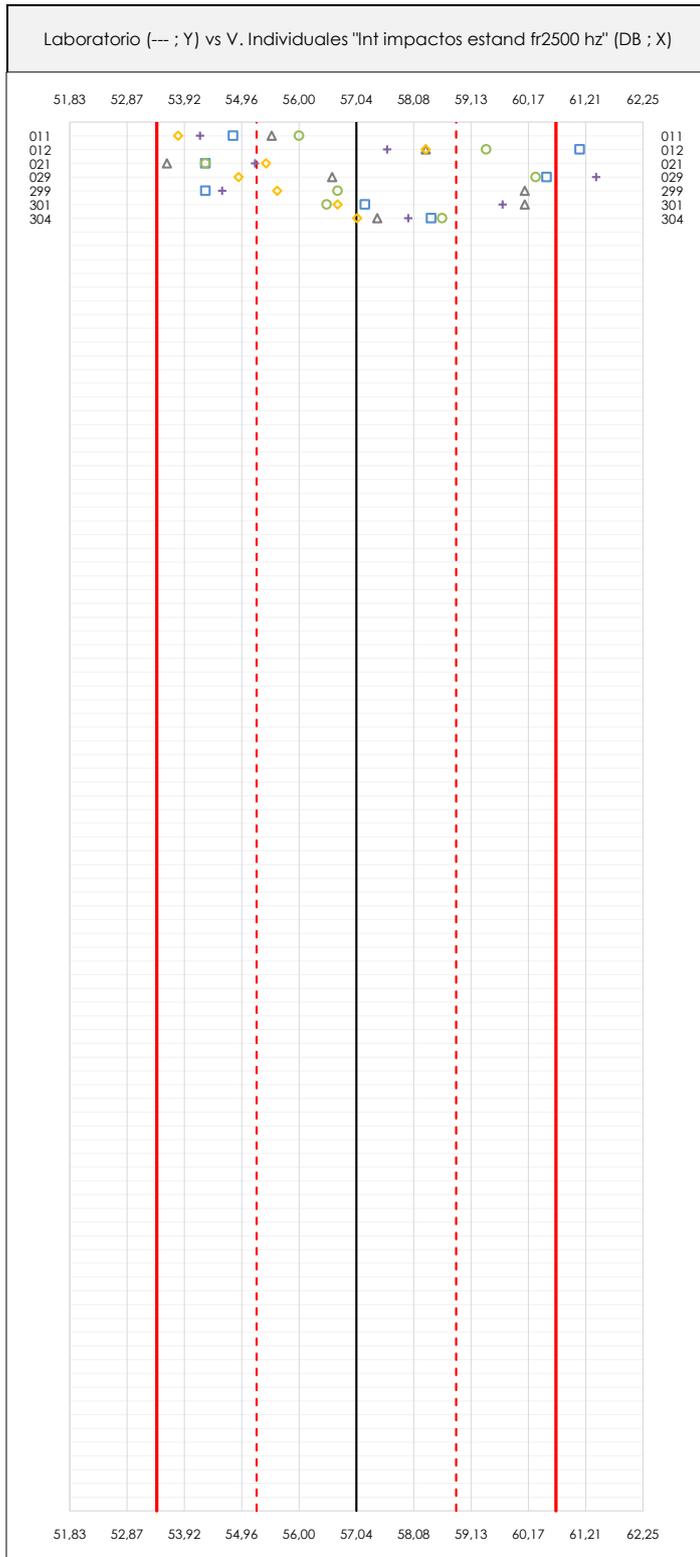
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (57,04 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (58,86/55,23 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (60,67/53,41 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (57,04 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (58,86/55,23 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (60,67/53,41 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Observaciones |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 54,80 | 56,00 | 55,50 | 53,80 | 54,20 | 54,86 | 0,904 | -3,82 | ✓ | |
| 12 | 61,10 | 59,40 | 58,30 | 58,30 | 57,60 | 58,94 | 1,369 | 3,33 | ✓ | |
| 21 | 54,30 | 54,30 | 53,60 | 55,40 | 55,20 | 54,56 | 0,737 | -4,35 | ✓ | |
| 29 | 60,50 | 60,30 | 56,60 | 54,90 | 61,40 | 58,74 | 2,825 | 2,98 | ✓ | |
| 299 | 54,30 | 56,70 | 60,10 | 55,60 | 54,60 | 56,26 | 2,344 | -1,37 | ✓ | |
| 301 | 57,20 | 56,50 | 60,10 | 56,70 | 59,70 | 58,04 | 1,723 | 1,75 | ✓ | |
| 304 | 58,40 | 58,60 | 57,42 | 57,06 | 57,99 | 57,89 | 0,650 | 1,49 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{i j}" con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

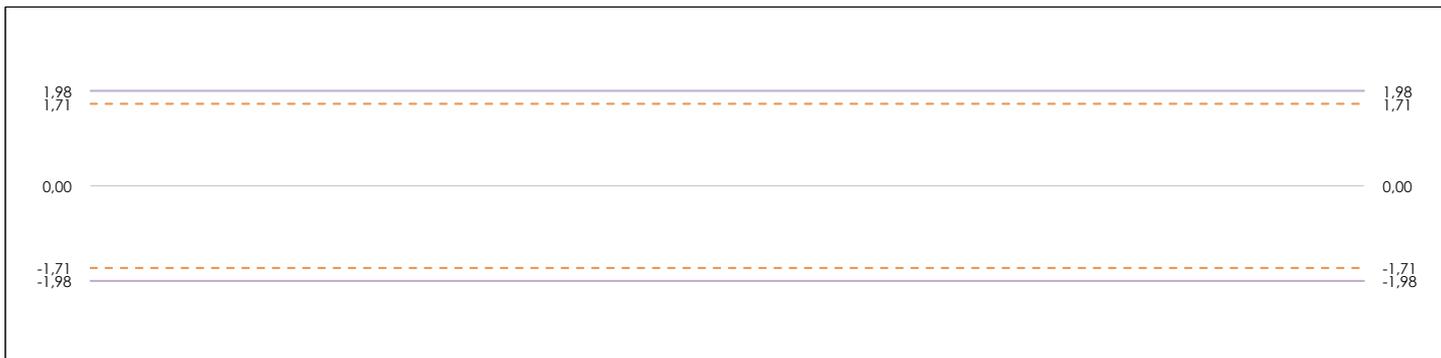
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

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 de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | 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 |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 54,80 | 56,000 | 55,500 | 53,800 | 54,200 | 54,860 | 0,904 | -3,82 | -1,20 | 0,53 | | | | 0,2264 | | ✓ |
| 12 | 61,10 | 59,400 | 58,300 | 58,300 | 57,600 | 58,940 | 1,369 | 3,33 | 1,05 | 0,81 | | | 1,047 | | 0,5403 | ✓ |
| 21 | 54,30 | 54,300 | 53,600 | 55,400 | 55,200 | 54,560 | 0,737 | -4,35 | -1,37 | 0,43 | | 1,368 | | 0,2264 | | ✓ |
| 29 | 60,50 | 60,300 | 56,600 | 54,900 | 61,400 | 58,740 | 2,825 | 2,98 | 0,94 | 1,67* | 0,397 | | | | 0,5403 | ✓ |
| 299 | 54,30 | 56,700 | 60,100 | 55,600 | 54,600 | 56,260 | 2,344 | -1,37 | -0,43 | 1,38 | | | | | | ✓ |
| 301 | 57,20 | 56,500 | 60,100 | 56,700 | 59,700 | 58,040 | 1,723 | 1,75 | 0,55 | 1,02 | | | | | | ✓ |
| 304 | 58,40 | 58,600 | 57,420 | 57,057 | 57,986 | 57,893 | 0,650 | 1,49 | 0,47 | 0,38 | | | | | | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " 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 airtmética interlaboratorios.

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

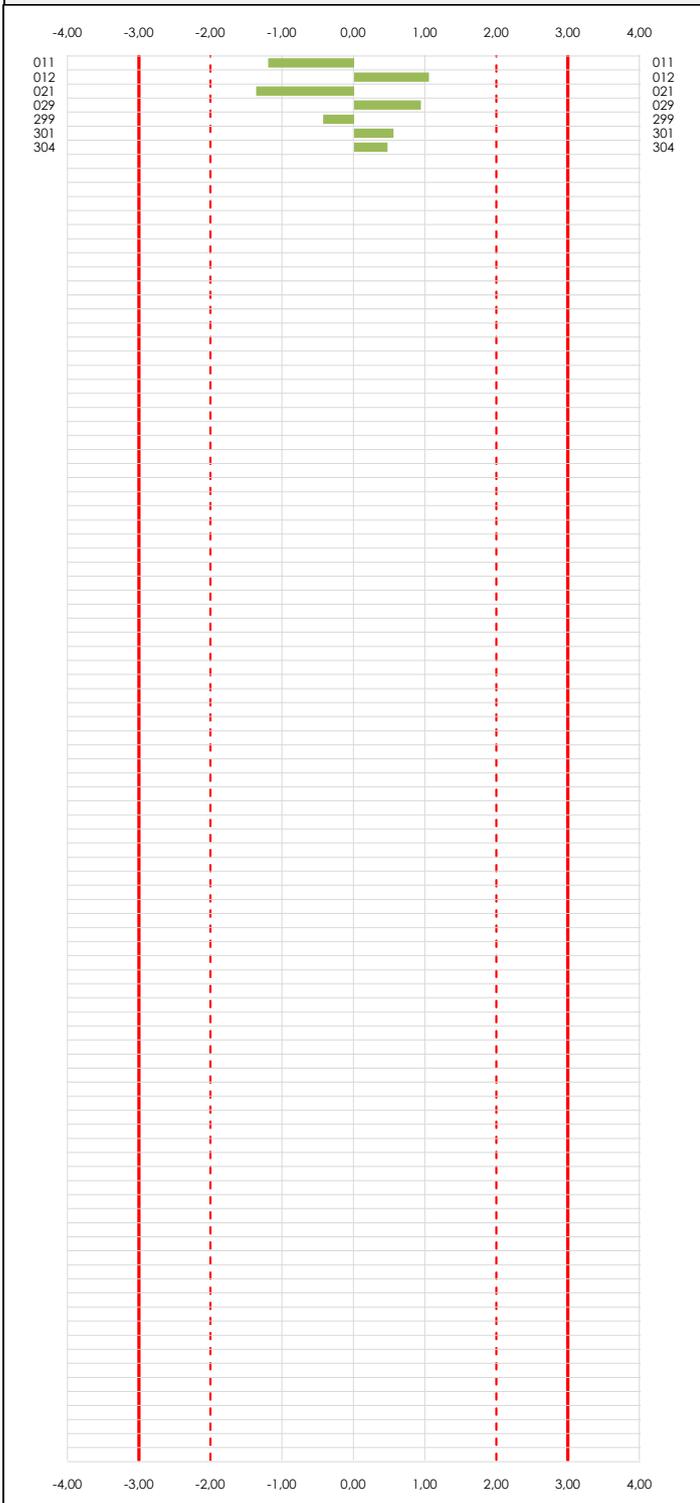
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

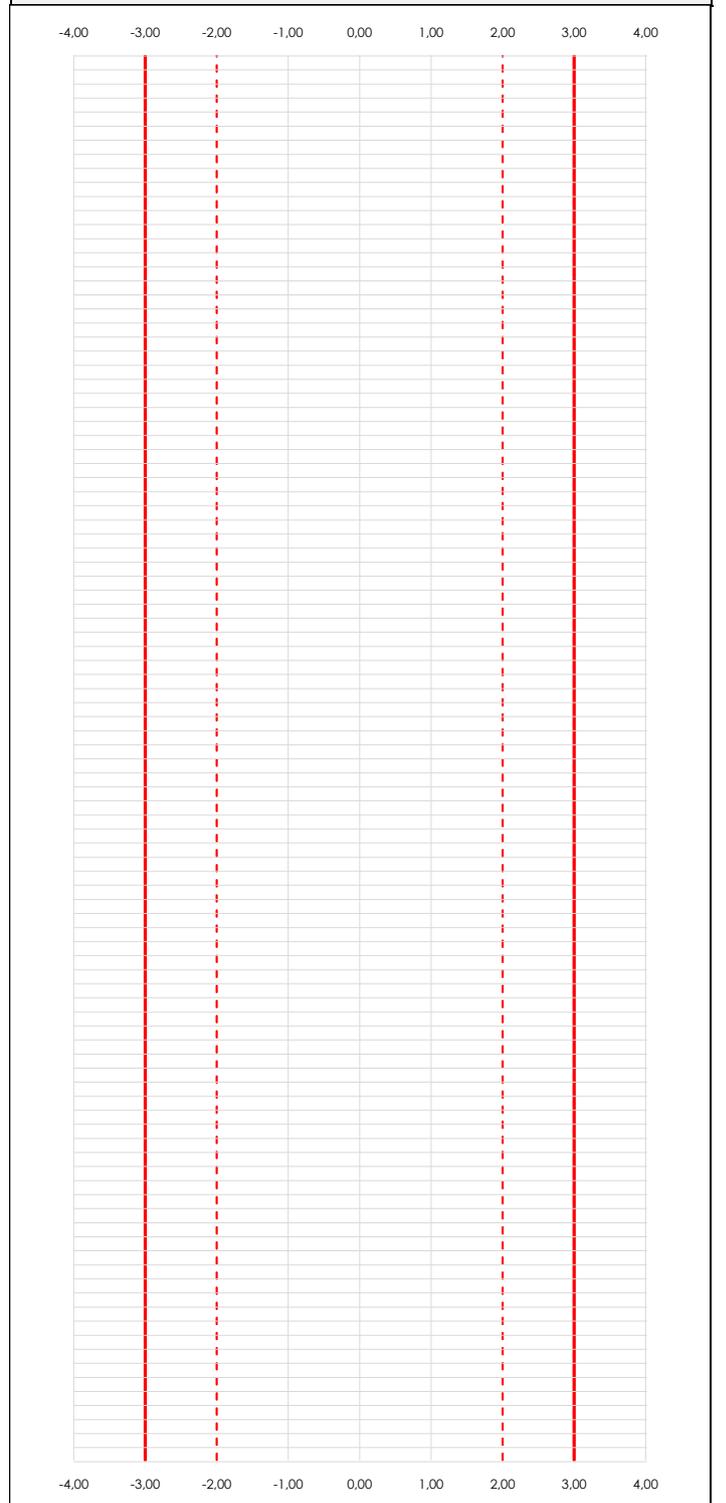
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr2500 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr2500 hz" (--- ; eje X)



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 54,80 | 56,00 | 55,50 | 53,80 | 54,20 | 54,86 | 0,904 | -3,82 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,203 | S |
| 12 | 61,10 | 59,40 | 58,30 | 58,30 | 57,60 | 58,94 | 1,369 | 3,33 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,047 | S |
| 21 | 54,30 | 54,30 | 53,60 | 55,40 | 55,20 | 54,56 | 0,737 | -4,35 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,368 | S |
| 29 | 60,50 | 60,30 | 56,60 | 54,90 | 61,40 | 58,74 | 2,825 | 2,98 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,936 | S |
| 299 | 54,30 | 56,70 | 60,10 | 55,60 | 54,60 | 56,26 | 2,344 | -1,37 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,431 | S |
| 301 | 57,20 | 56,50 | 60,10 | 56,70 | 59,70 | 58,04 | 1,723 | 1,75 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,550 | S |
| 304 | 58,40 | 58,60 | 57,42 | 57,06 | 57,99 | 57,89 | 0,650 | 1,49 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,469 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

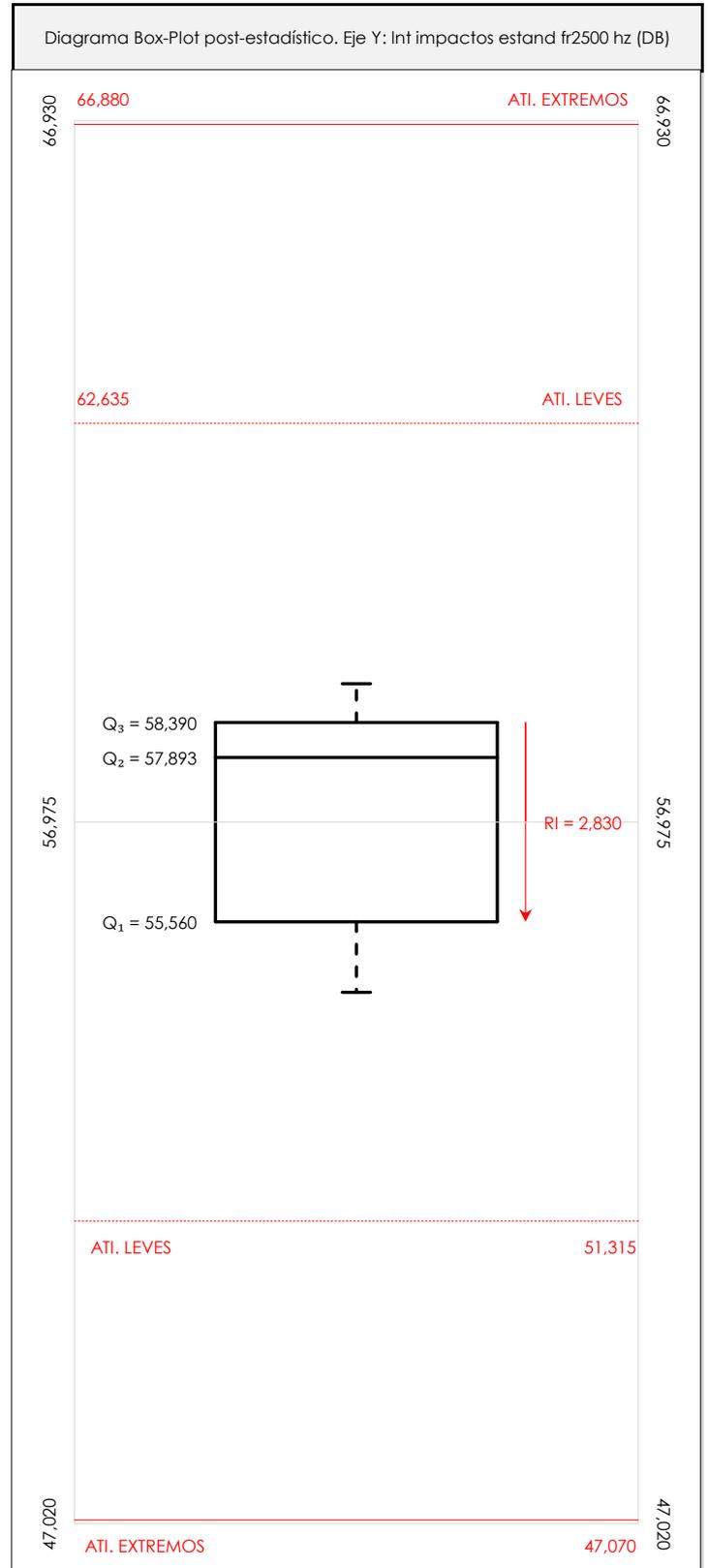
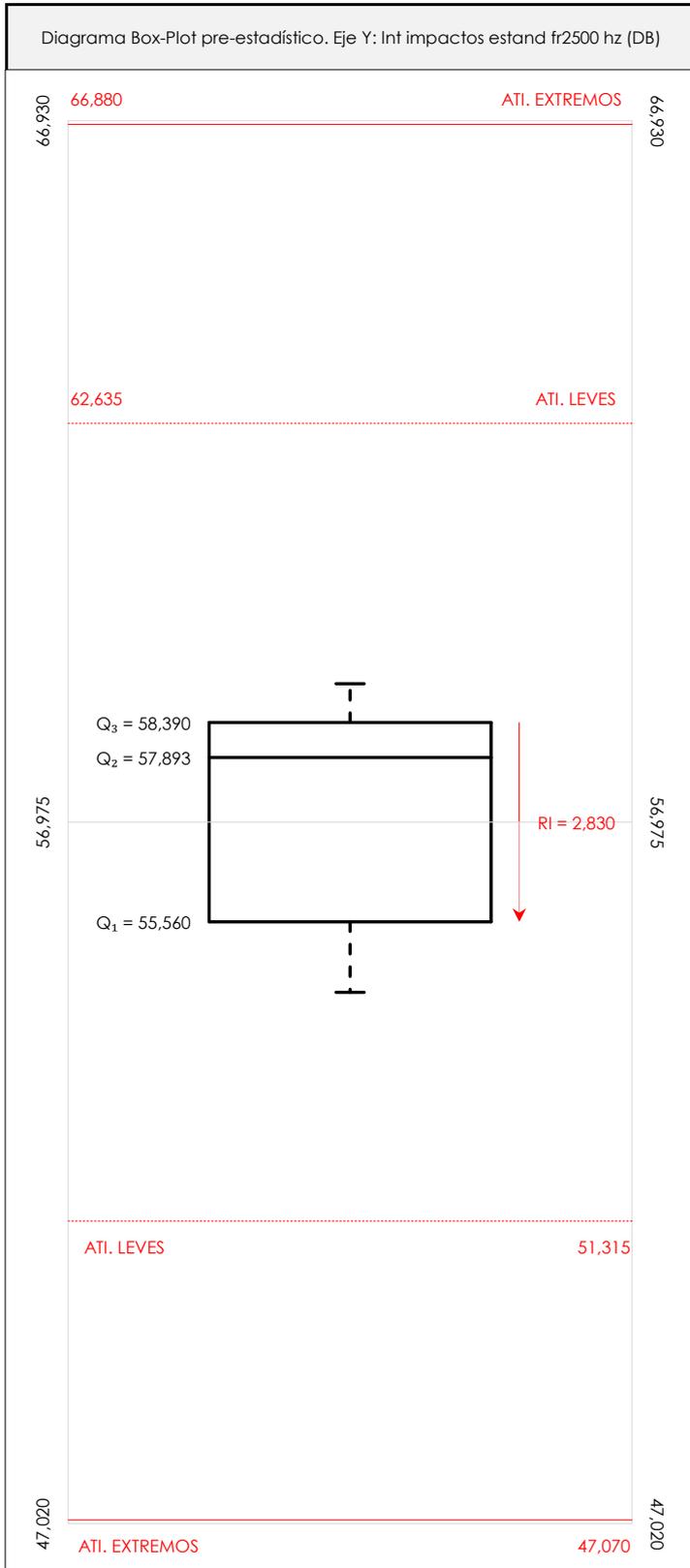
[dudoso]

[insatisfactorio]

LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 61,10 | 60,30 | 60,10 | 58,30 | 61,40 | 58,94 | 61,10 | 60,30 | 60,10 | 58,30 | 61,40 | 58,94 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 54,30 | 54,30 | 53,60 | 53,80 | 54,20 | 54,56 | 54,30 | 54,30 | 53,60 | 53,80 | 54,20 | 54,56 |
| Valor Promedio (M ; %) | 57,23 | 57,40 | 57,37 | 55,97 | 57,24 | 57,04 | 57,23 | 57,40 | 57,37 | 55,97 | 57,24 | 57,04 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 2,89 | 2,11 | 2,38 | 1,50 | 2,72 | 1,81 | 2,89 | 2,11 | 2,38 | 1,50 | 2,72 | 1,81 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,03 |
| 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 | 2,871 | 4,697 | 2,715 | 5,587 | 6,552 | | 2,871 | 4,697 | 2,715 | 5,587 | 6,552 | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)****Introducción****Criterios de análisis establecidos****SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr3150 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

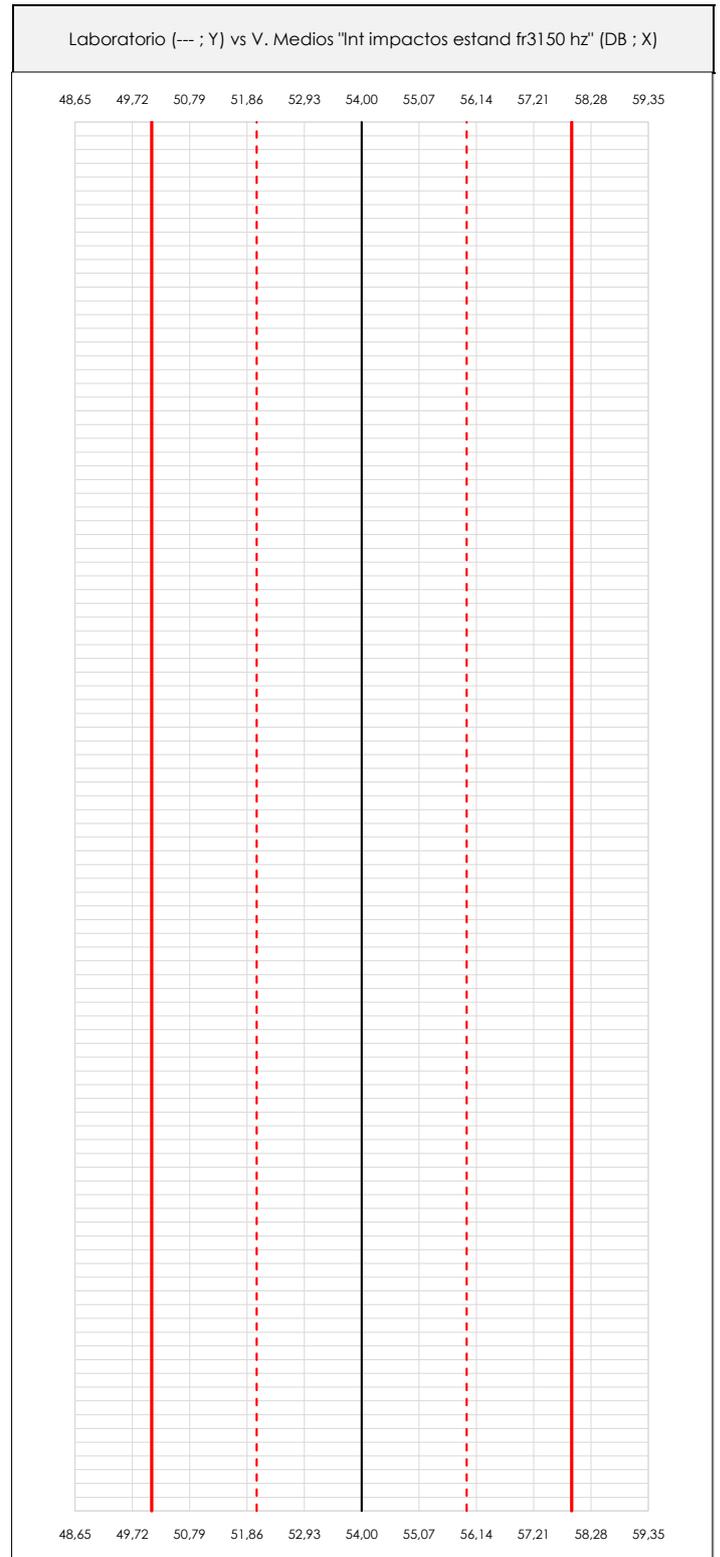
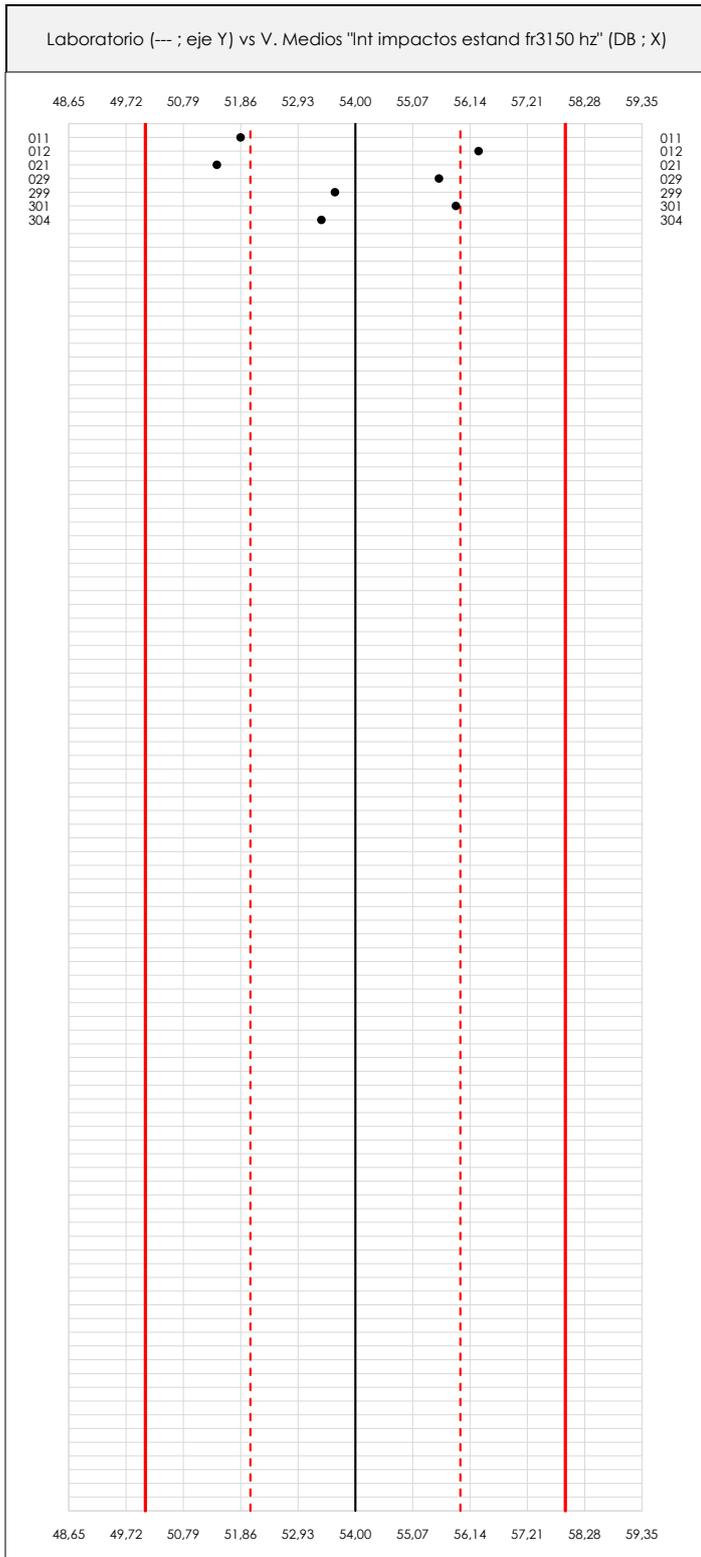
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

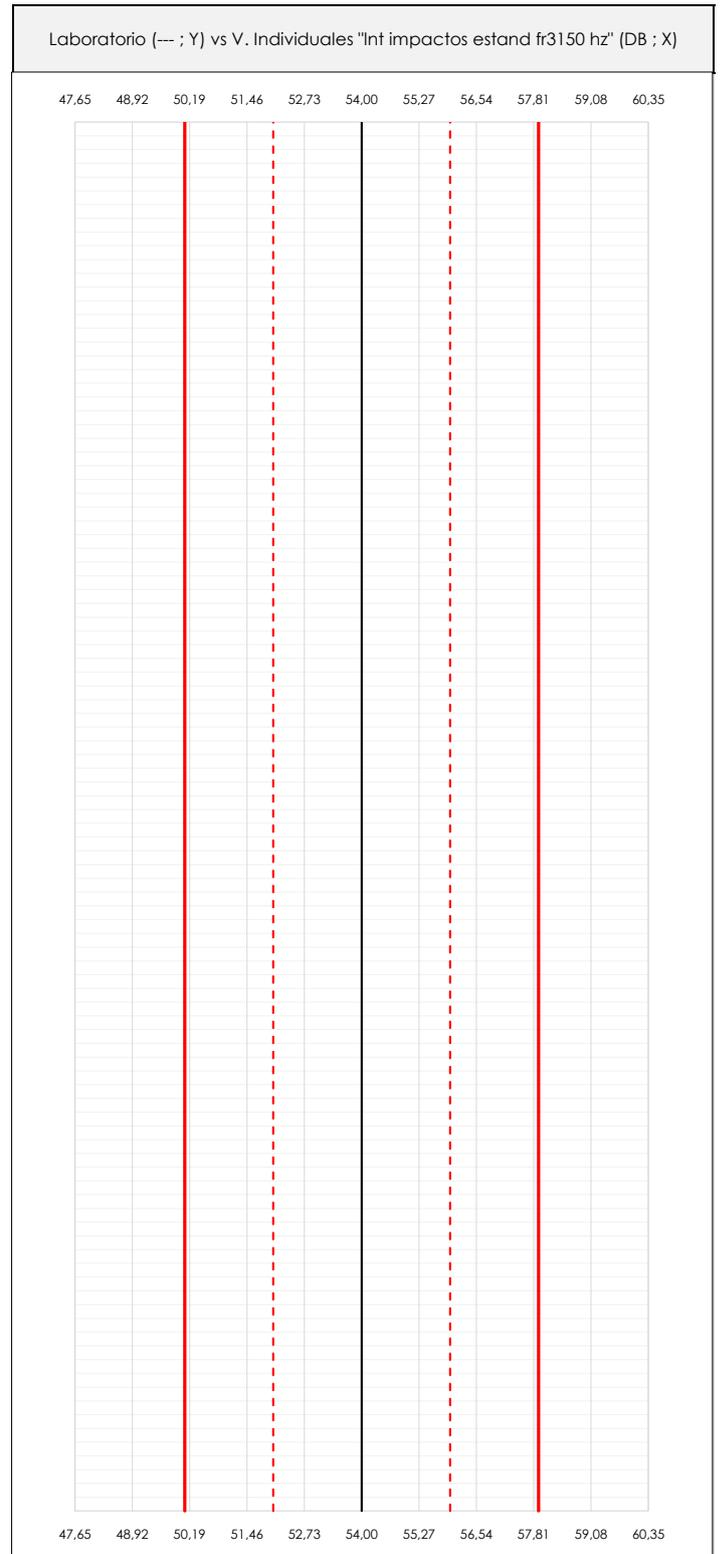
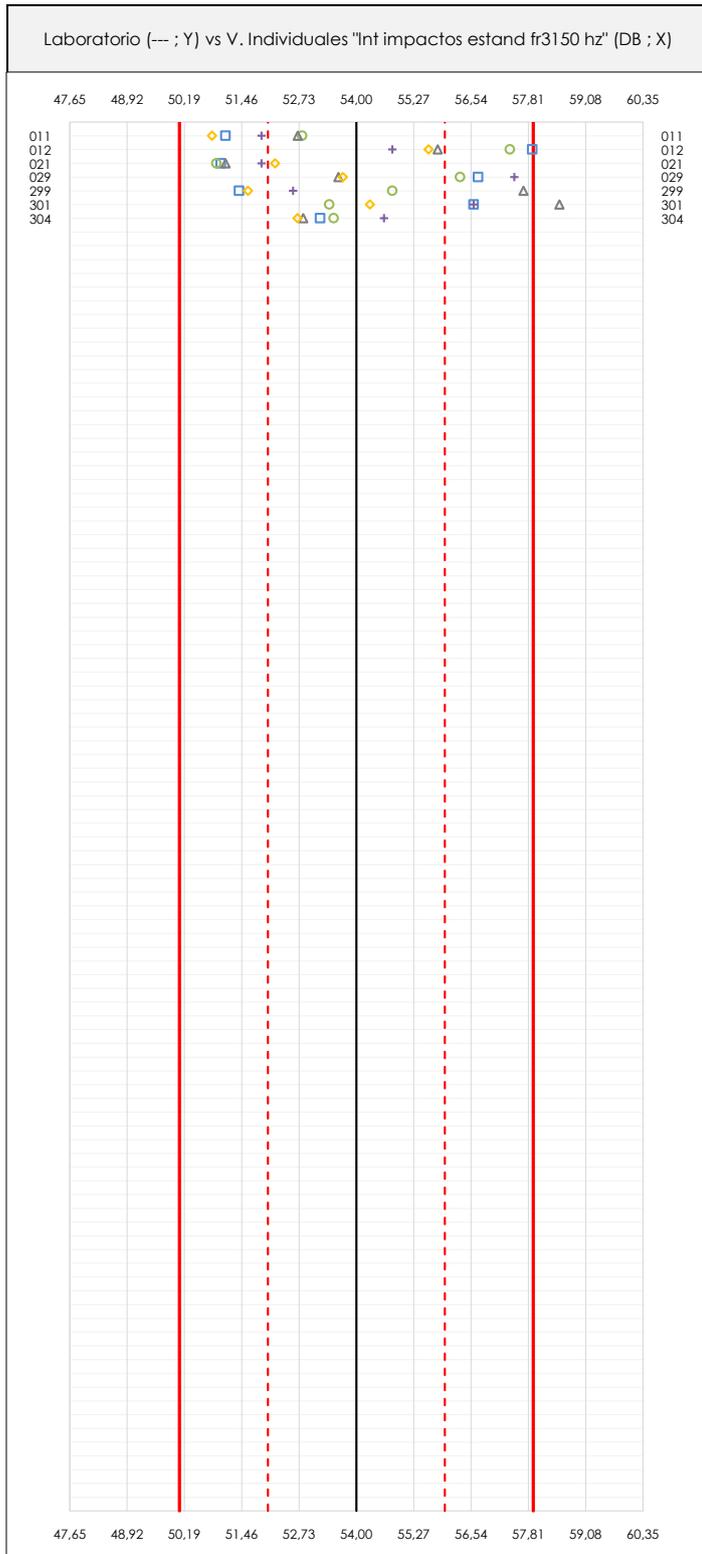
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (54,00 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (55,96/52,04 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (57,92/50,08 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (54,00 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (55,96/52,04 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (57,92/50,08 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

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 de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 51,10 | 52,800 | 52,700 | 50,800 | 51,900 | 51,860 | 0,907 | -3,96 | -1,09 | 0,57 | | | | 0,3184 | | ✓ |
| 12 | 57,90 | 57,400 | 55,800 | 55,600 | 54,800 | 56,300 | 1,300 | 4,26 | 1,17 | 0,81 | | | 1,173 | | 0,4658 | ✓ |
| 21 | 51,00 | 50,900 | 51,100 | 52,200 | 51,900 | 51,420 | 0,589 | -4,78 | -1,32 | 0,37 | | 1,317 | | 0,3184 | | ✓ |
| 29 | 56,70 | 56,300 | 53,600 | 53,700 | 57,500 | 55,560 | 1,797 | 2,89 | 0,80 | 1,13 | | | | | | ✓ |
| 299 | 51,40 | 54,800 | 57,700 | 51,600 | 52,600 | 53,620 | 2,650 | -0,71 | -0,19 | 1,66* | 0,394 | | | | | ✓ |
| 301 | 56,60 | 53,400 | 58,500 | 54,300 | 56,600 | 55,880 | 2,034 | 3,48 | 0,96 | 1,27 | | | | | 0,4658 | ✓ |
| 304 | 53,20 | 53,500 | 52,825 | 52,695 | 54,612 | 53,366 | 0,765 | -1,17 | -0,32 | 0,48 | | | | | | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

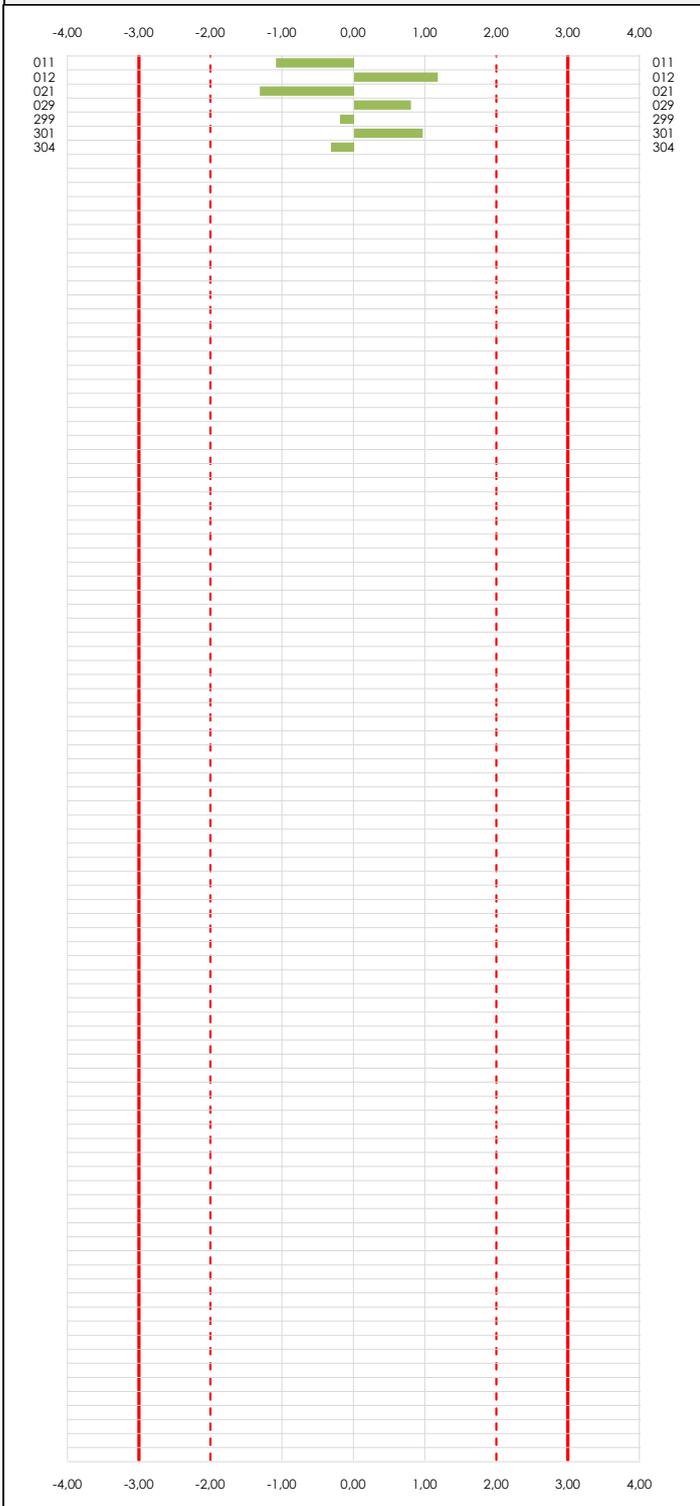


LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

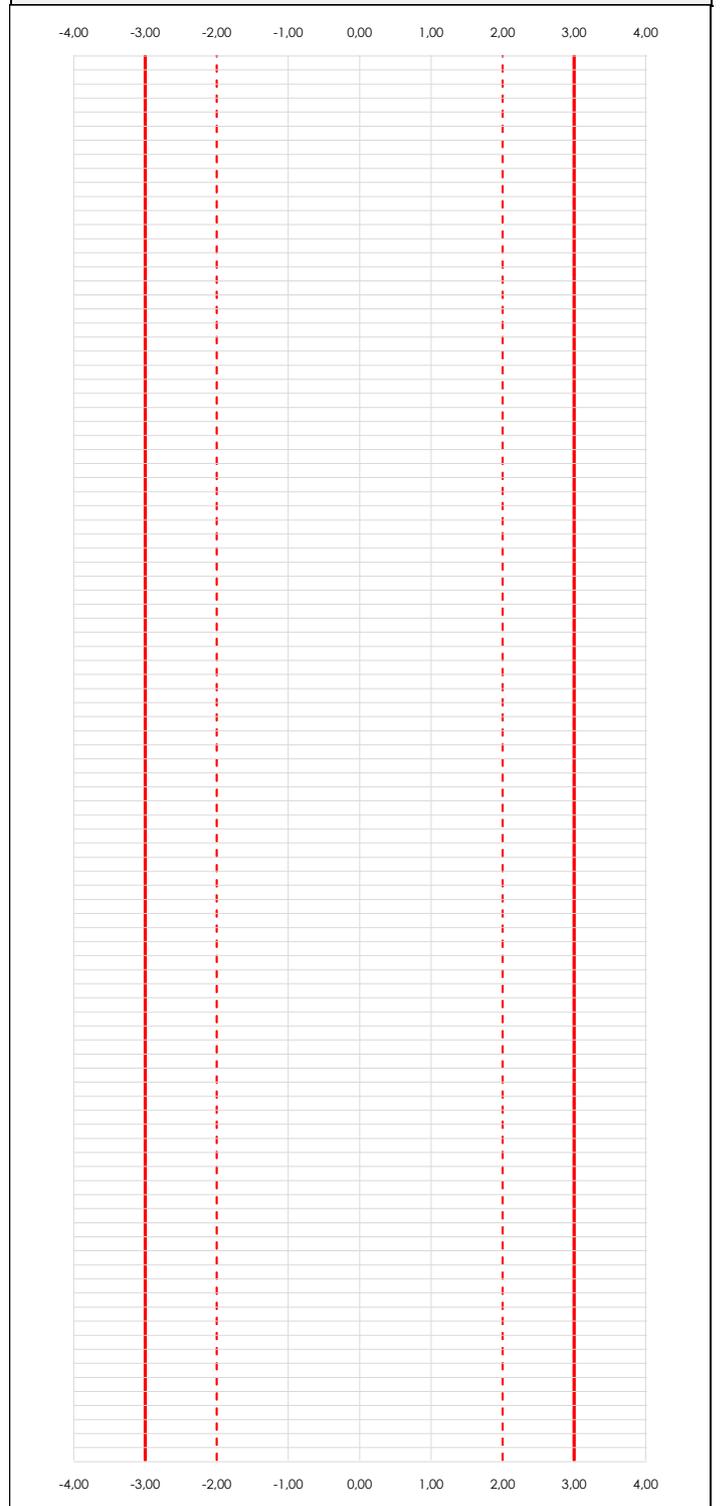
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr3150 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr3150 hz" (--- ; eje X)



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 51,10 | 52,80 | 52,70 | 50,80 | 51,90 | 51,86 | 0,907 | -3,96 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,093 | S |
| 12 | 57,90 | 57,40 | 55,80 | 55,60 | 54,80 | 56,30 | 1,300 | 4,26 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,173 | S |
| 21 | 51,00 | 50,90 | 51,10 | 52,20 | 51,90 | 51,42 | 0,589 | -4,78 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,317 | S |
| 29 | 56,70 | 56,30 | 53,60 | 53,70 | 57,50 | 55,56 | 1,797 | 2,89 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,796 | S |
| 299 | 51,40 | 54,80 | 57,70 | 51,60 | 52,60 | 53,62 | 2,650 | -0,71 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,194 | S |
| 301 | 56,60 | 53,40 | 58,50 | 54,30 | 56,60 | 55,88 | 2,034 | 3,48 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,959 | S |
| 304 | 53,20 | 53,50 | 52,83 | 52,70 | 54,61 | 53,37 | 0,765 | -1,17 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,324 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

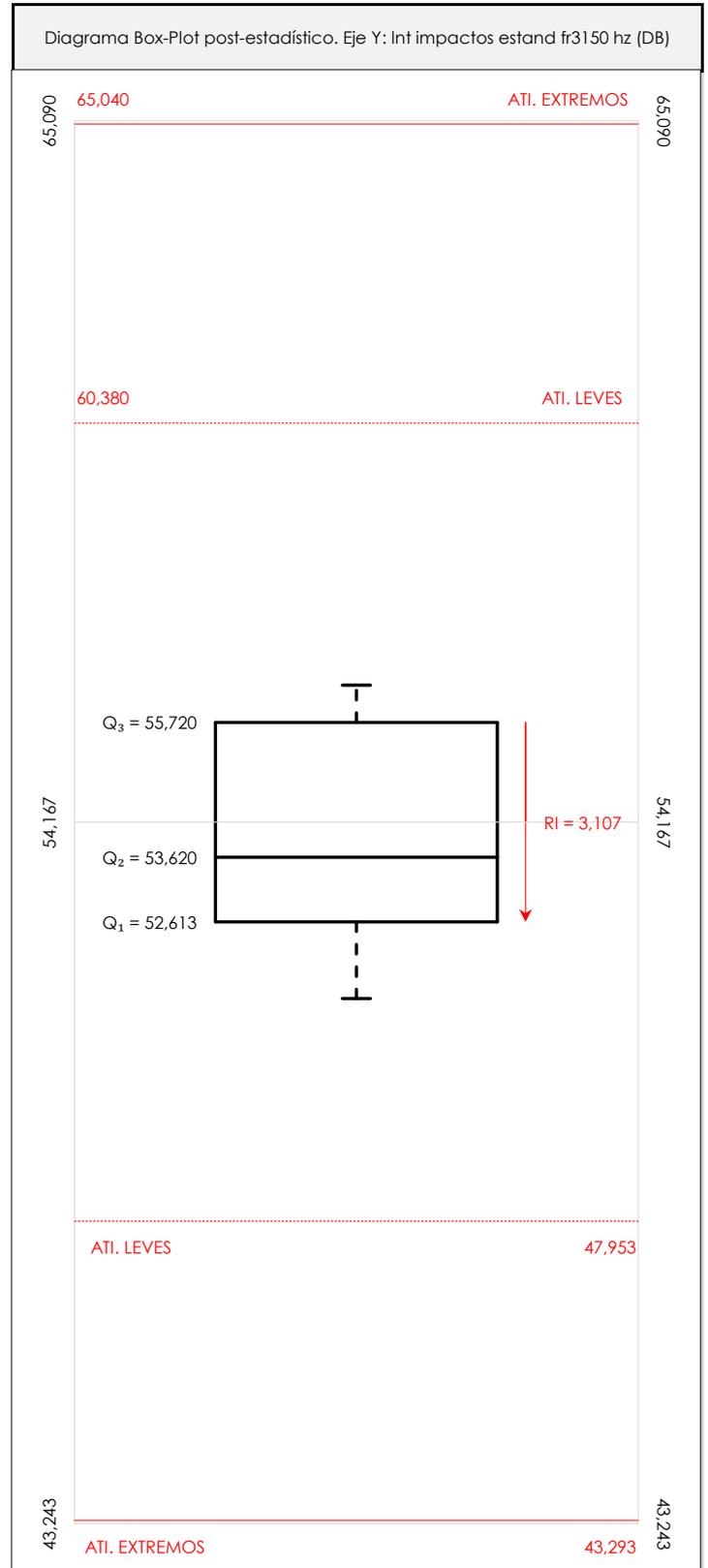
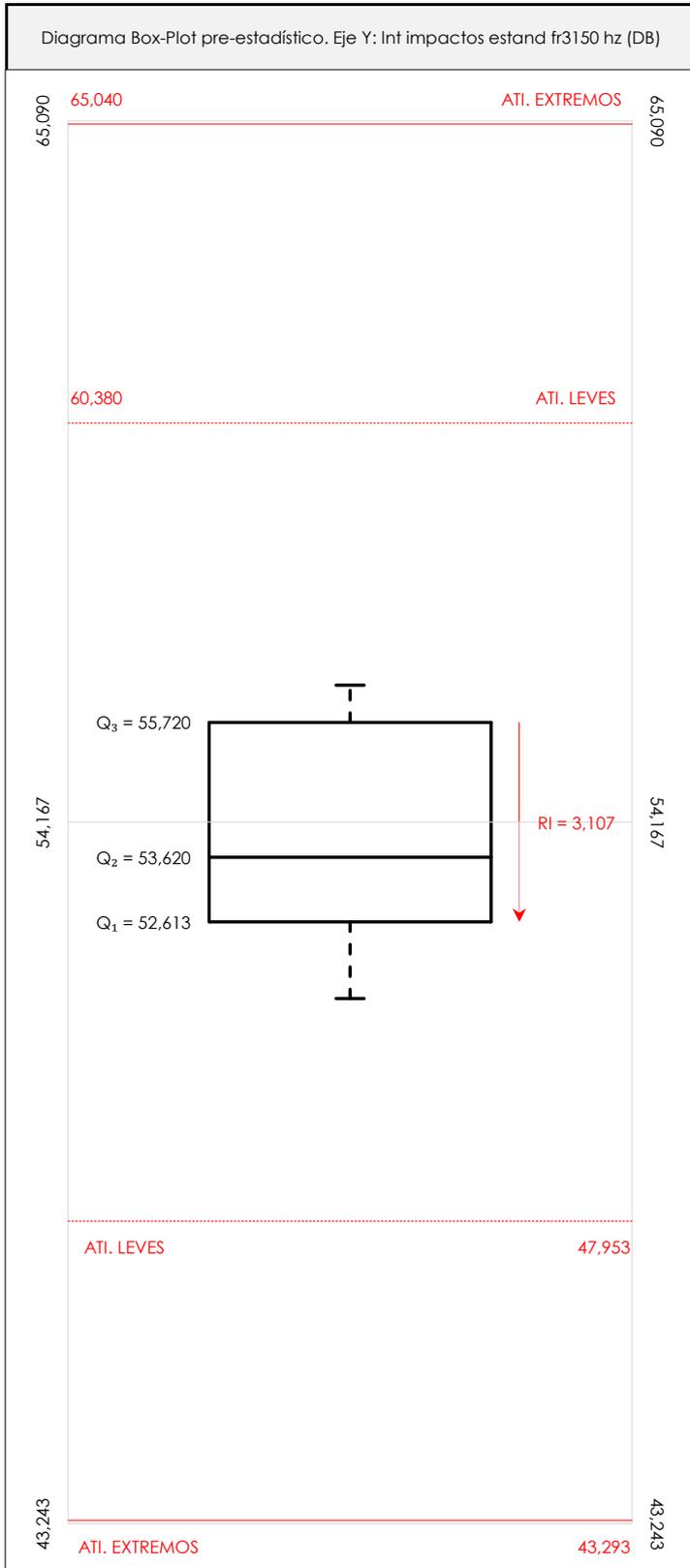
[dudoso]

[insatisfactorio]

LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES 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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 57,90 | 57,40 | 58,50 | 55,60 | 57,50 | 56,30 | 57,90 | 57,40 | 58,50 | 55,60 | 57,50 | 56,30 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 51,00 | 50,90 | 51,10 | 50,80 | 51,90 | 51,42 | 51,00 | 50,90 | 51,10 | 50,80 | 51,90 | 51,42 |
| Valor Promedio (M ; %) | 53,99 | 54,16 | 54,60 | 52,99 | 54,27 | 54,00 | 53,99 | 54,16 | 54,60 | 52,99 | 54,27 | 54,00 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 3,00 | 2,20 | 2,78 | 1,66 | 2,25 | 1,96 | 3,00 | 2,20 | 2,78 | 1,66 | 2,25 | 1,96 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | | |
| Valor Calculado | 2,547 | 4,424 | 3,330 | 5,878 | 6,720 | 2,547 | 4,424 | 3,330 | 5,878 | 6,720 | | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr4000 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

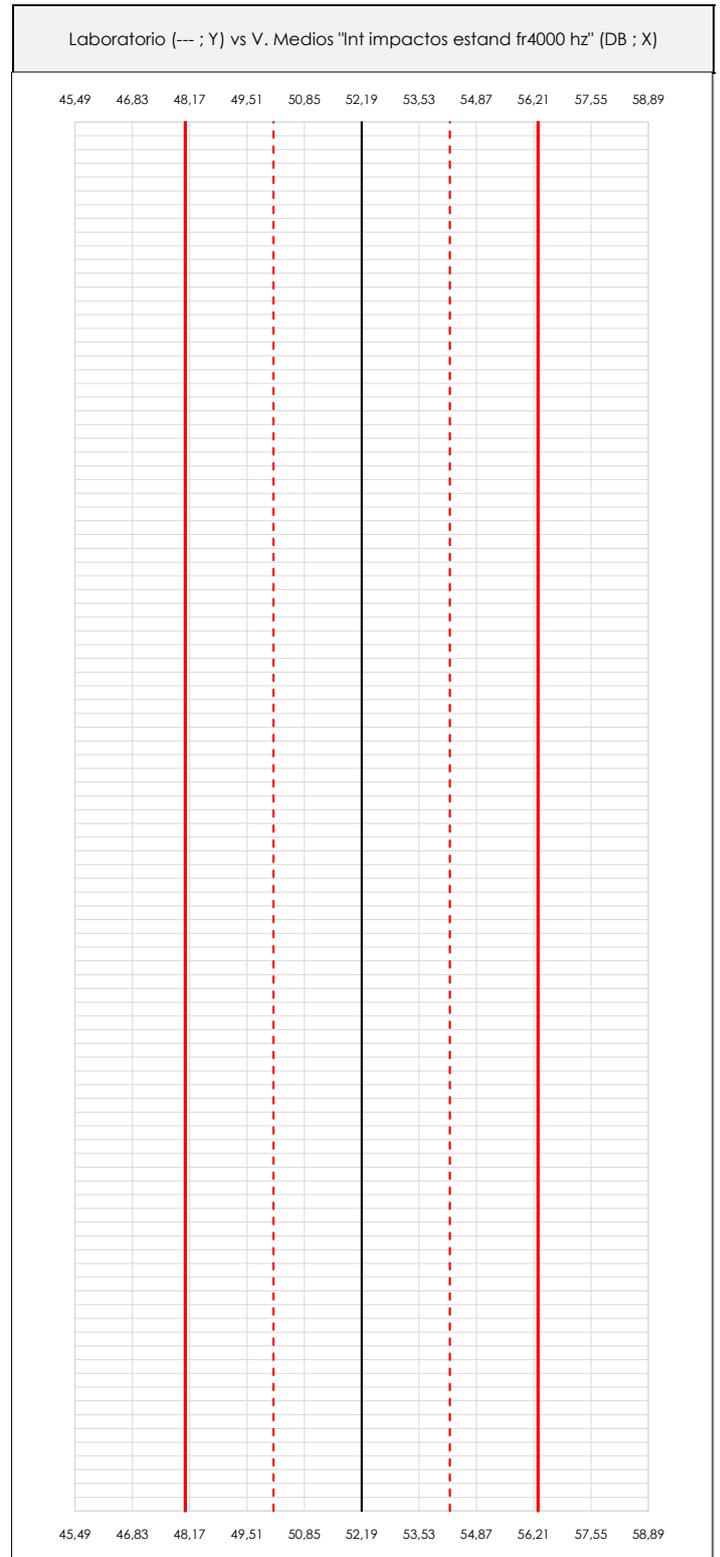
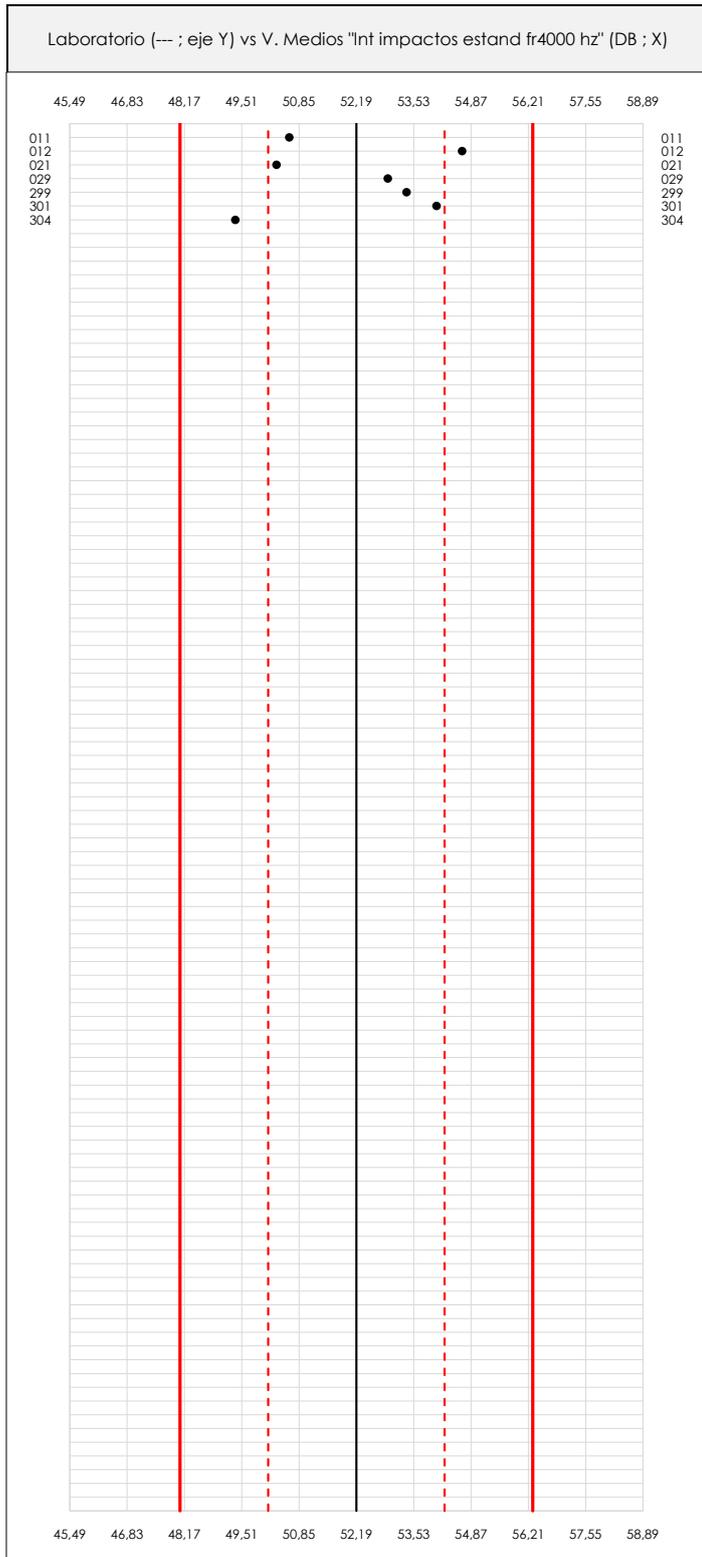
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

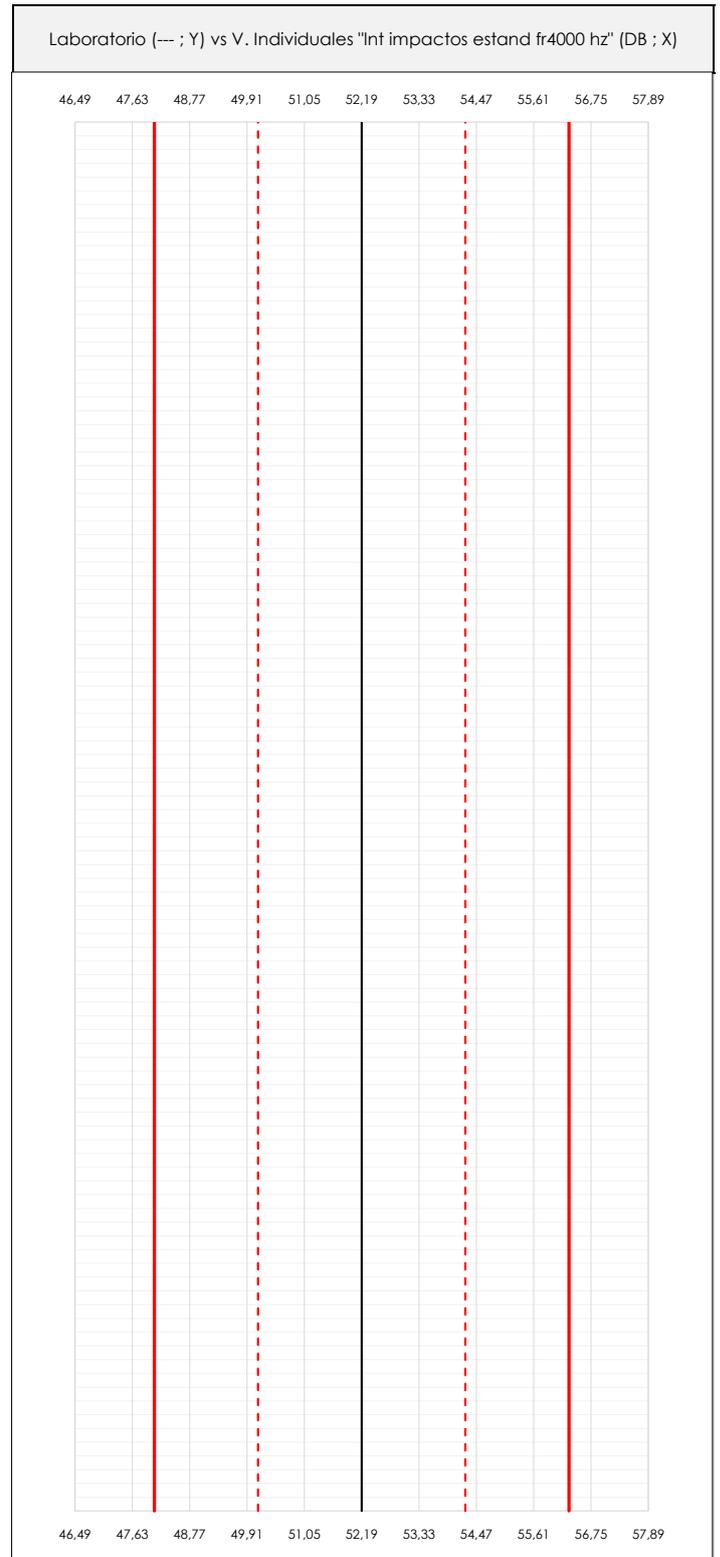
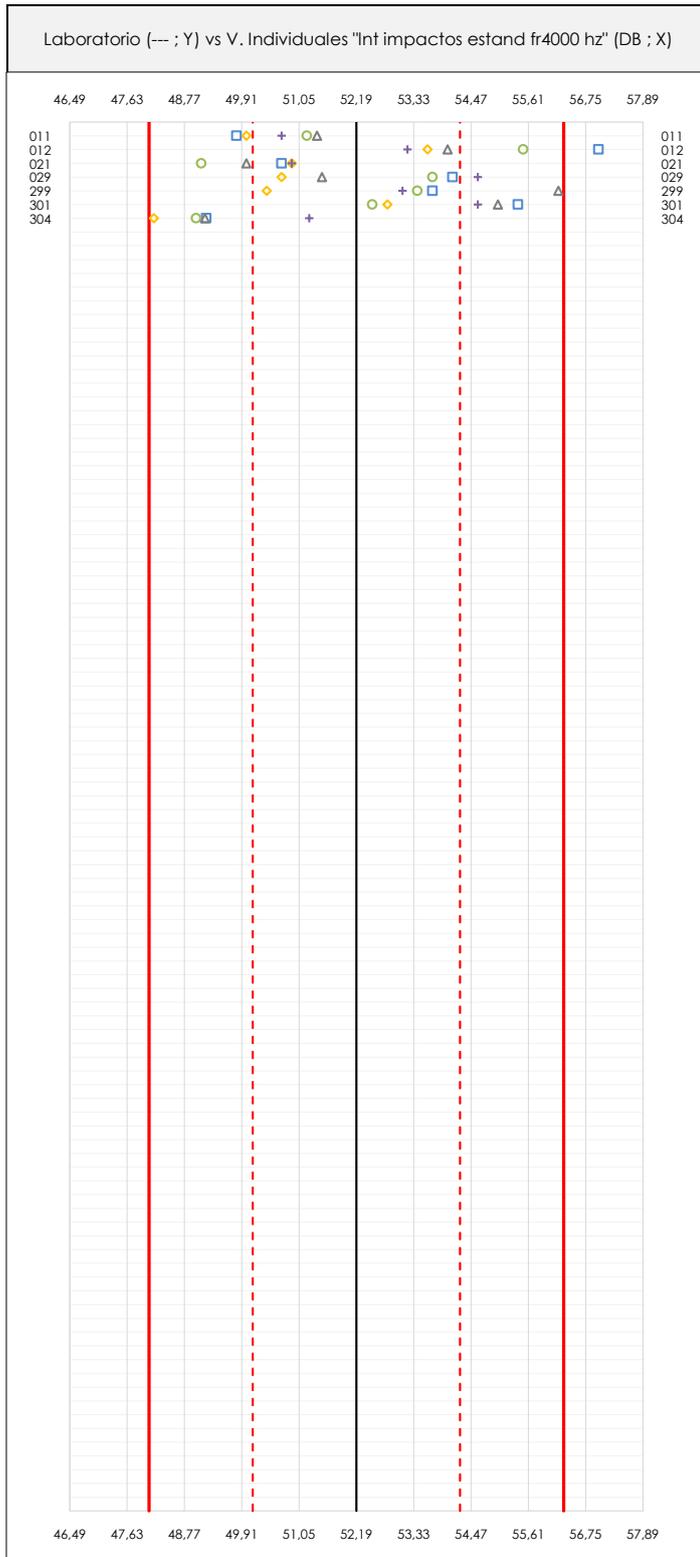
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,19 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,25/50,12 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,31/48,06 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,19 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,25/50,12 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,31/48,06 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | Pasa A | Observaciones |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|----------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 49,80 | 51,20 | 51,40 | 50,00 | 50,70 | 50,62 | 0,709 | -3,00 | ✓ | |
| 12 | 57,00 | 55,50 | 54,00 | 53,60 | 53,20 | 54,66 | 1,571 | 4,74 | ✓ | |
| 21 | 50,70 | 49,10 | 50,00 | 50,90 | 50,90 | 50,32 | 0,776 | -3,57 | ✓ | |
| 29 | 54,10 | 53,70 | 51,50 | 50,70 | 54,60 | 52,92 | 1,715 | 1,41 | ✓ | |
| 299 | 53,70 | 53,40 | 56,20 | 50,40 | 53,10 | 53,36 | 2,062 | 2,25 | ✓ | |
| 301 | 55,40 | 52,50 | 55,00 | 52,80 | 54,60 | 54,06 | 1,322 | 3,59 | ✓ | |
| 304 | 49,20 | 49,00 | 49,17 | 48,16 | 51,25 | 49,36 | 1,140 | -5,42 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " 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.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

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 de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 49,80 | 51,200 | 51,400 | 50,000 | 50,700 | 50,620 | 0,709 | -3,00 | -0,76 | 0,50 | | | | | | ✓ |
| 12 | 57,00 | 55,500 | 54,000 | 53,600 | 53,200 | 54,660 | 1,571 | 4,74 | 1,20 | 1,12 | | | 1,201 | | 0,4734 | ✓ |
| 21 | 50,70 | 49,100 | 50,000 | 50,900 | 50,900 | 50,320 | 0,776 | -3,57 | -0,90 | 0,55 | | | | 0,3767 | | ✓ |
| 29 | 54,10 | 53,700 | 51,500 | 50,700 | 54,600 | 52,920 | 1,715 | 1,41 | 0,36 | 1,22 | | | | | | ✓ |
| 299 | 53,70 | 53,400 | 56,200 | 50,400 | 53,100 | 53,360 | 2,062 | 2,25 | 0,57 | 1,47 | | | | | | ✓ |
| 301 | 55,40 | 52,500 | 55,000 | 52,800 | 54,600 | 54,060 | 1,322 | 3,59 | 0,91 | 0,94 | | | | | 0,4734 | ✓ |
| 304 | 49,20 | 49,000 | 49,174 | 48,160 | 51,248 | 49,356 | 1,140 | -5,42 | -1,37 | 0,81 | | 1,372 | | 0,3767 | | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

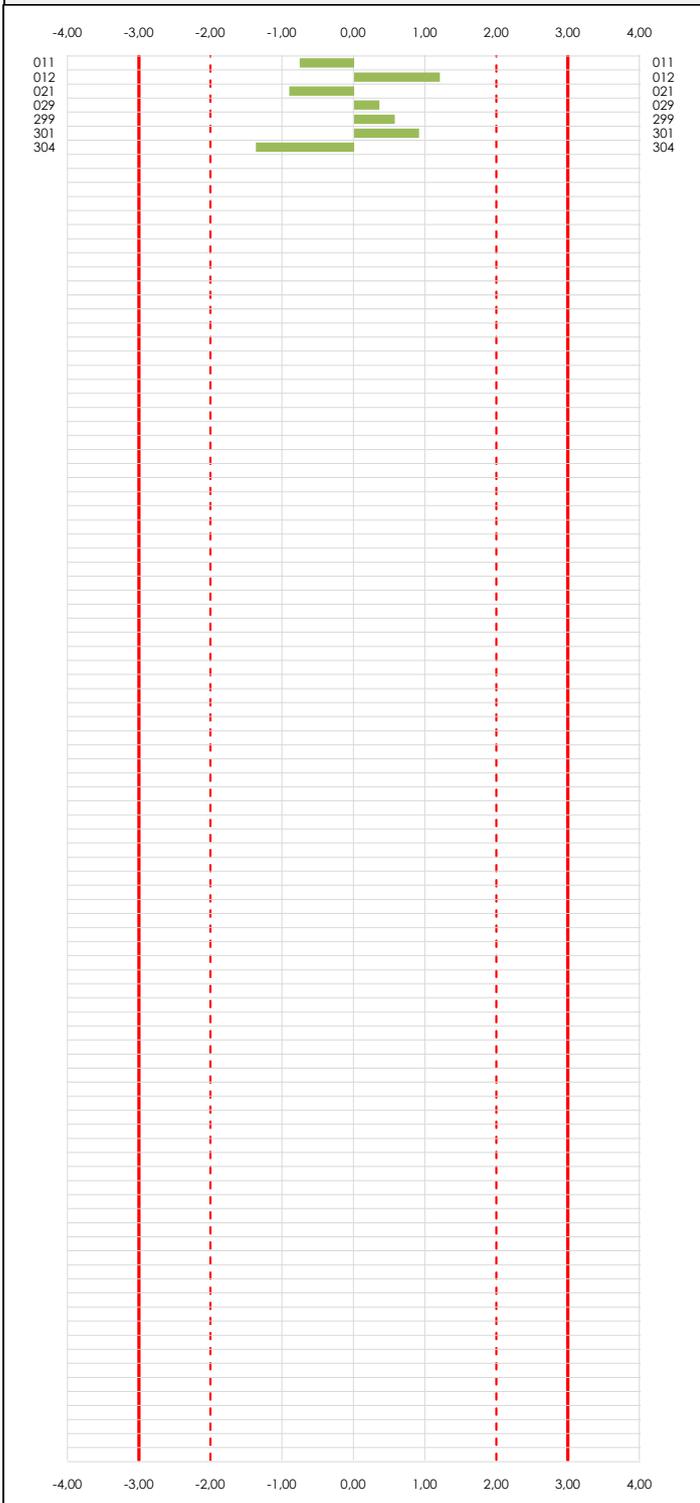


LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

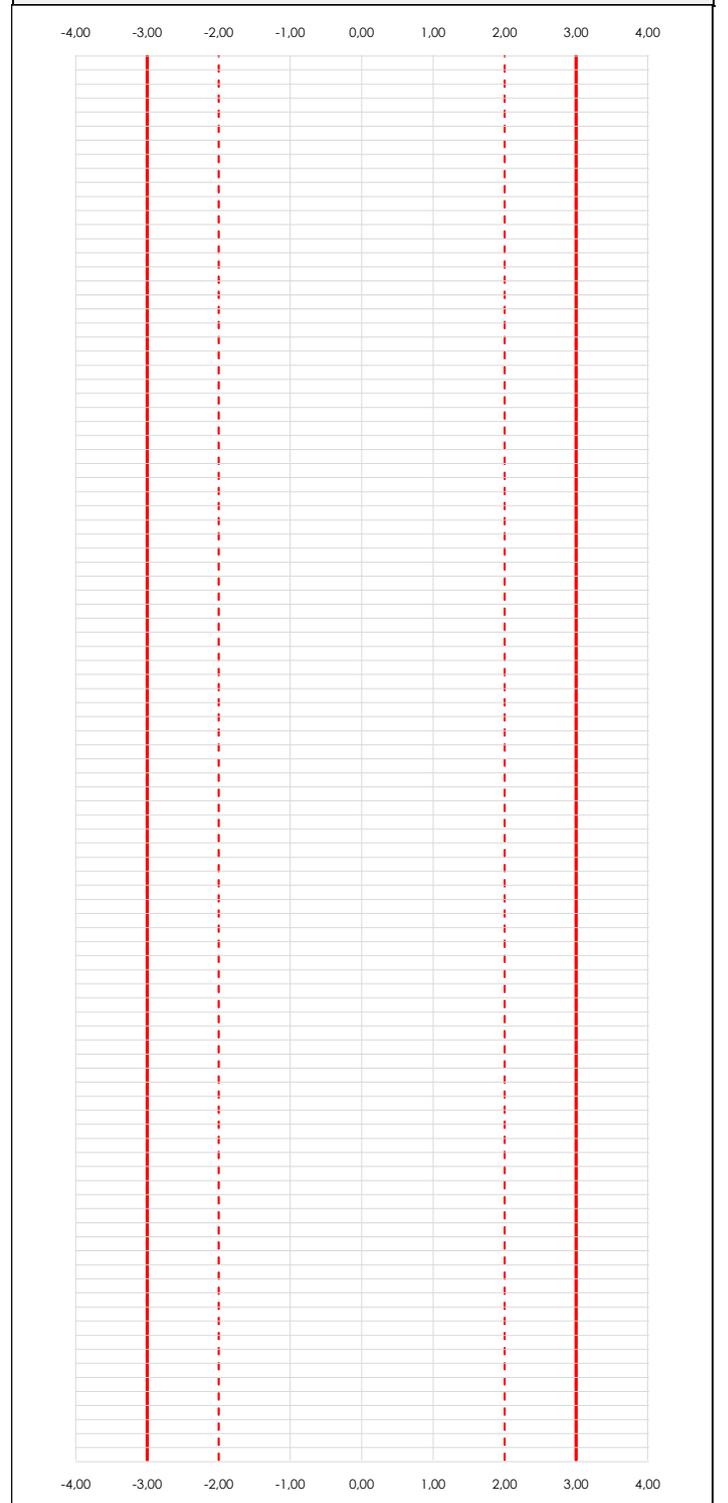
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr4000 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr4000 hz" (--- ; eje X)



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 49,80 | 51,20 | 51,40 | 50,00 | 50,70 | 50,62 | 0,709 | -3,00 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,759 | S |
| 12 | 57,00 | 55,50 | 54,00 | 53,60 | 53,20 | 54,66 | 1,571 | 4,74 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 1,201 | S |
| 21 | 50,70 | 49,10 | 50,00 | 50,90 | 50,90 | 50,32 | 0,776 | -3,57 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,905 | S |
| 29 | 54,10 | 53,70 | 51,50 | 50,70 | 54,60 | 52,92 | 1,715 | 1,41 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,356 | S |
| 299 | 53,70 | 53,40 | 56,20 | 50,40 | 53,10 | 53,36 | 2,062 | 2,25 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,570 | S |
| 301 | 55,40 | 52,50 | 55,00 | 52,80 | 54,60 | 54,06 | 1,322 | 3,59 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,910 | S |
| 304 | 49,20 | 49,00 | 49,17 | 48,16 | 51,25 | 49,36 | 1,140 | -5,42 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,372 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

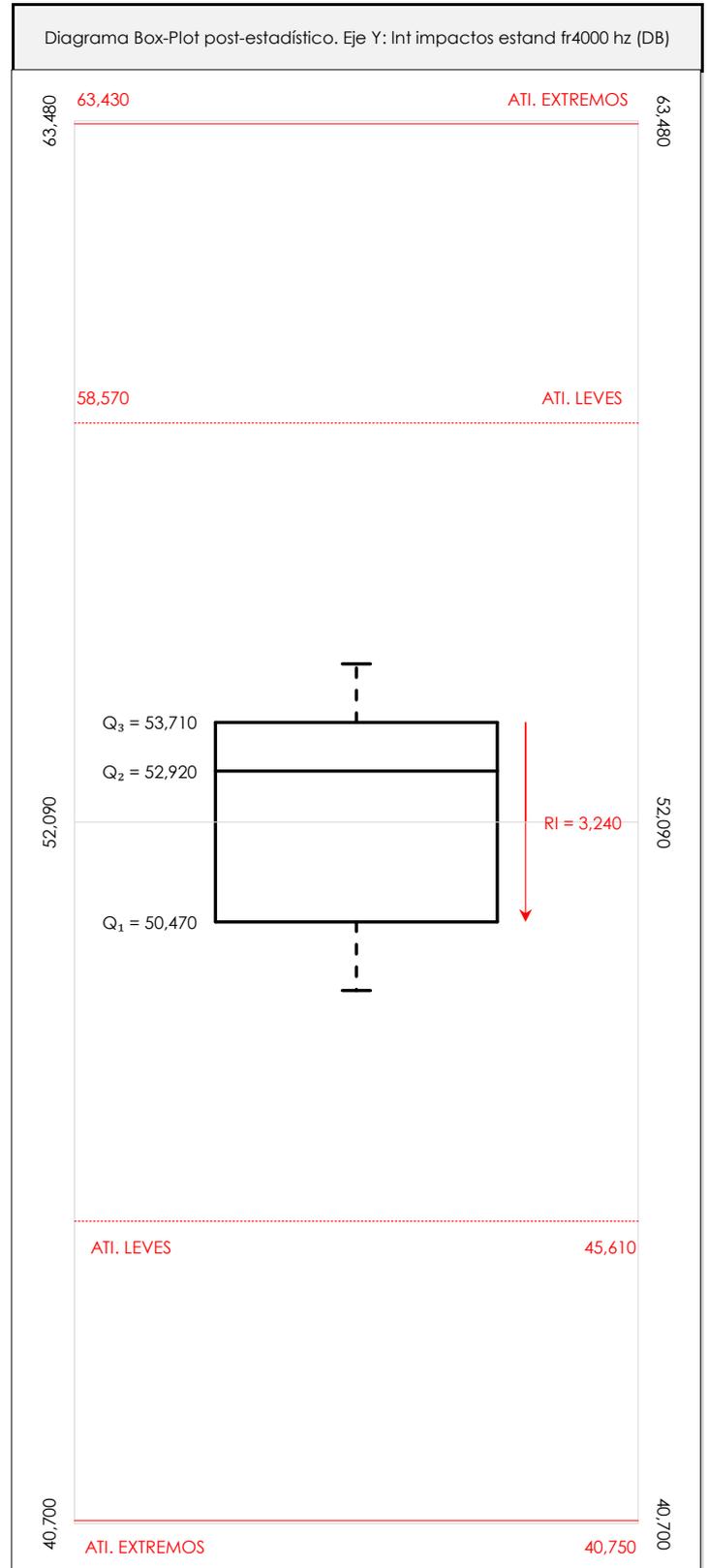
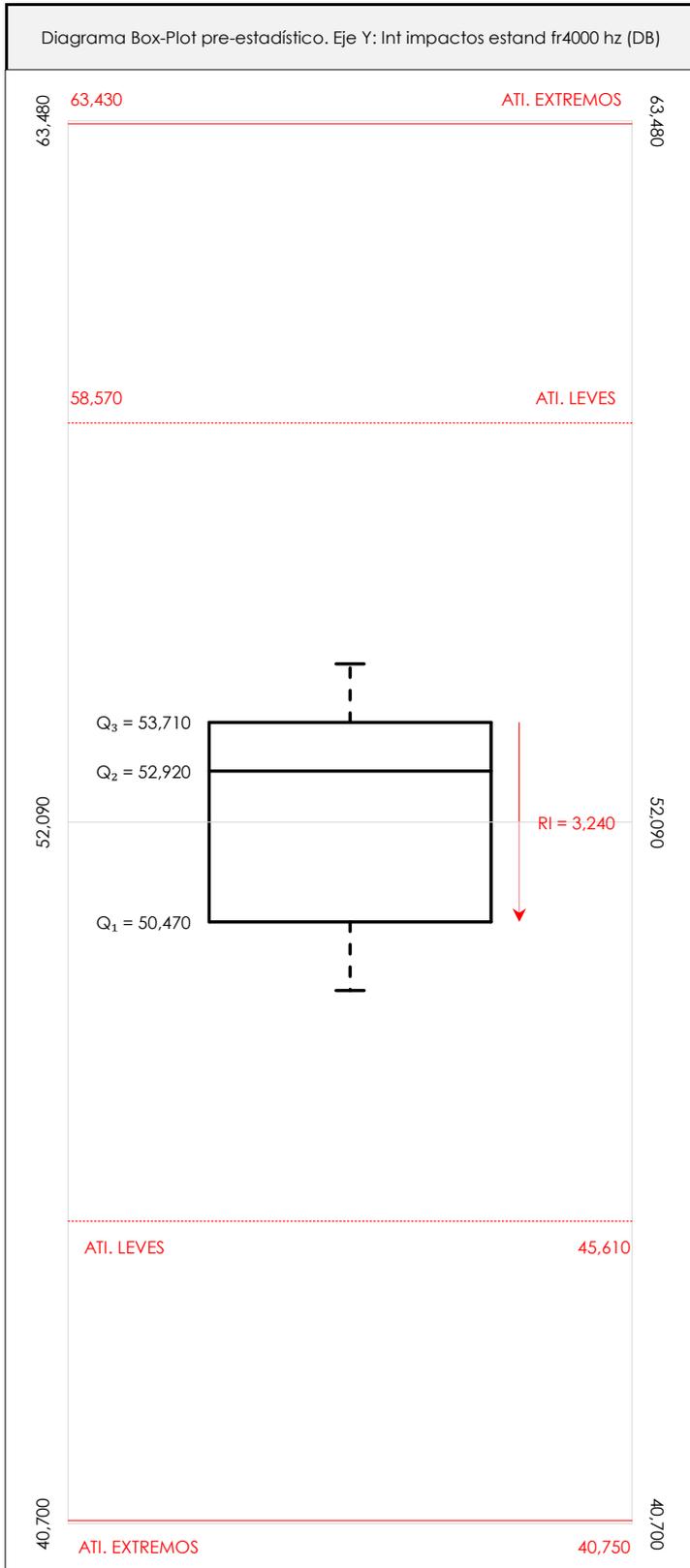
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 57,00 | 55,50 | 56,20 | 53,60 | 54,60 | 54,66 | 57,00 | 55,50 | 56,20 | 53,60 | 54,60 | 54,66 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 49,20 | 49,00 | 49,17 | 48,16 | 50,70 | 49,36 | 49,20 | 49,00 | 49,17 | 48,16 | 50,70 | 49,36 |
| Valor Promedio (M ; %) | 52,84 | 52,06 | 52,47 | 50,94 | 52,62 | 52,19 | 52,84 | 52,06 | 52,47 | 50,94 | 52,62 | 52,19 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 2,98 | 2,43 | 2,64 | 1,80 | 1,68 | 2,06 | 2,98 | 2,43 | 2,64 | 1,80 | 1,68 | 2,06 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,04 |
| VARIABLES | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | S_r^2 | r | S_L^2 | S_R^2 | R | | |
| Valor Calculado | 1,973 | 3,894 | 3,854 | 5,827 | 6,691 | 1,973 | 3,894 | 3,854 | 5,827 | 6,691 | | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr5000 hz", está basado en los protocolos EILA21 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:

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. 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.
- H. 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:

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" 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.
- B. 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.
- C. 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.
- D. 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.

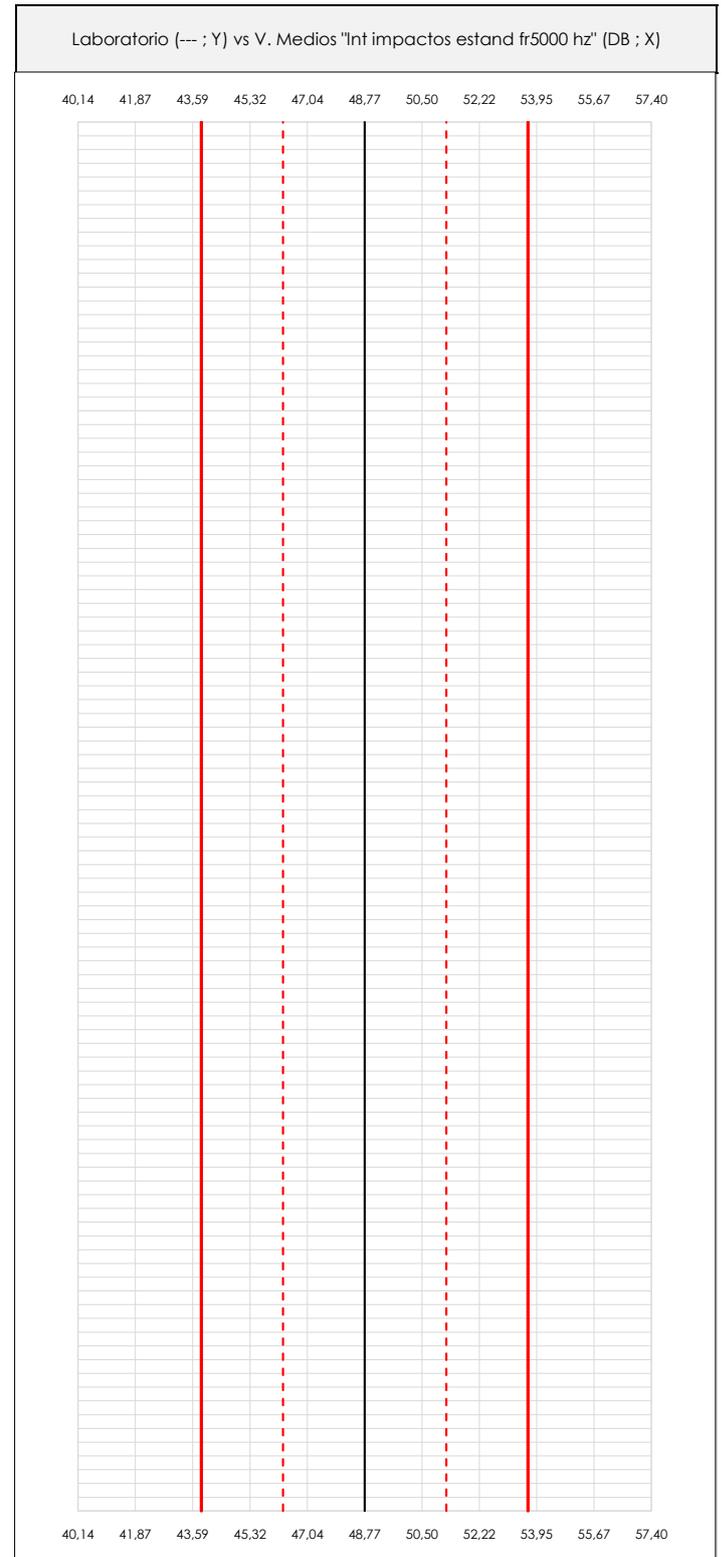
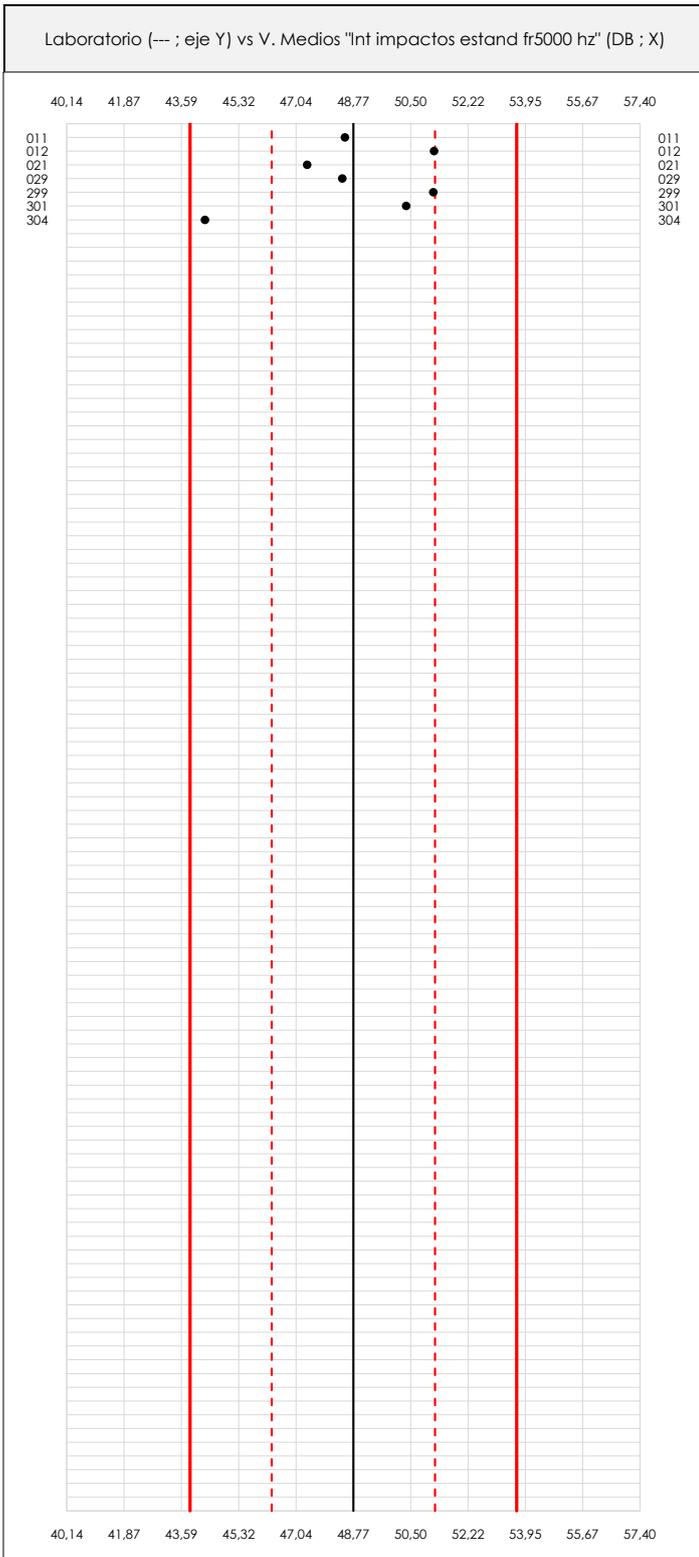
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

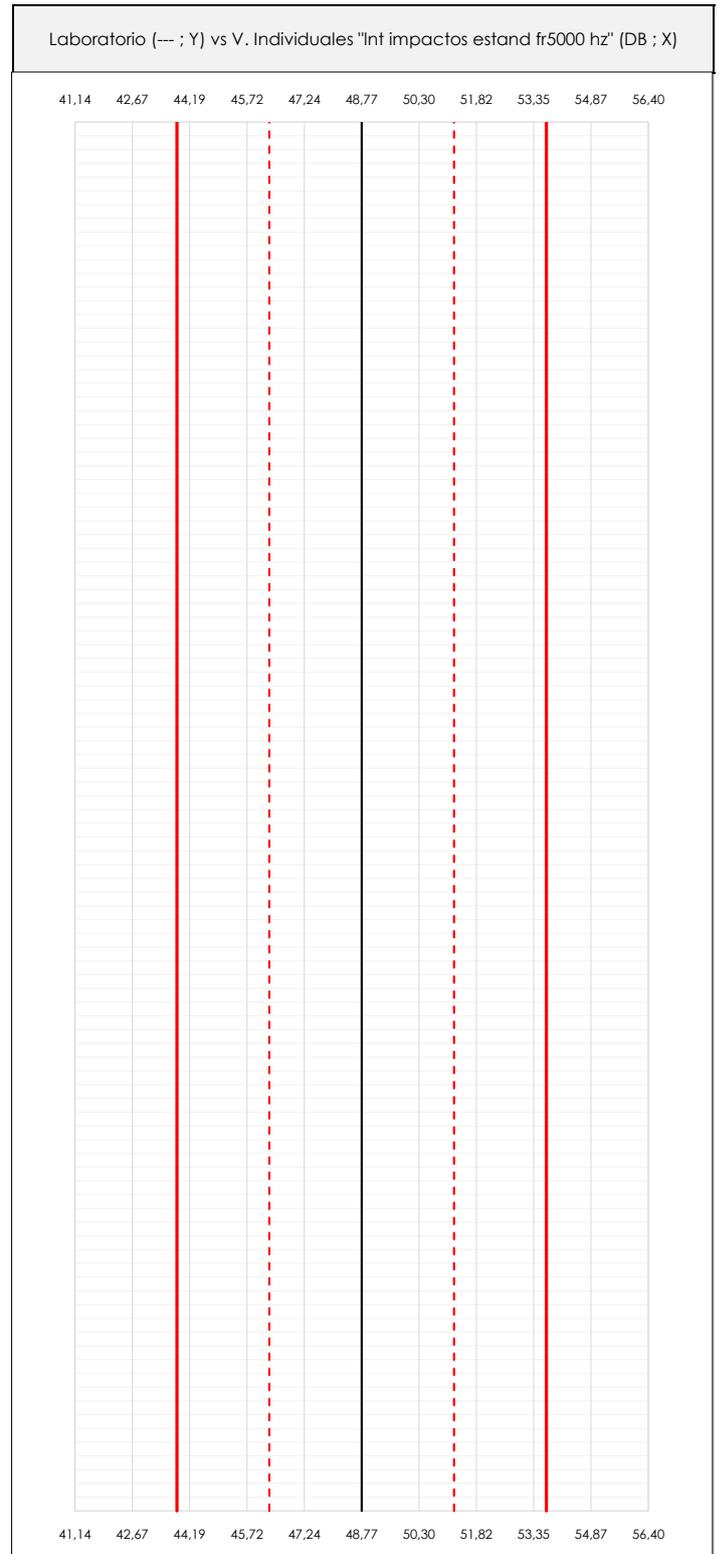
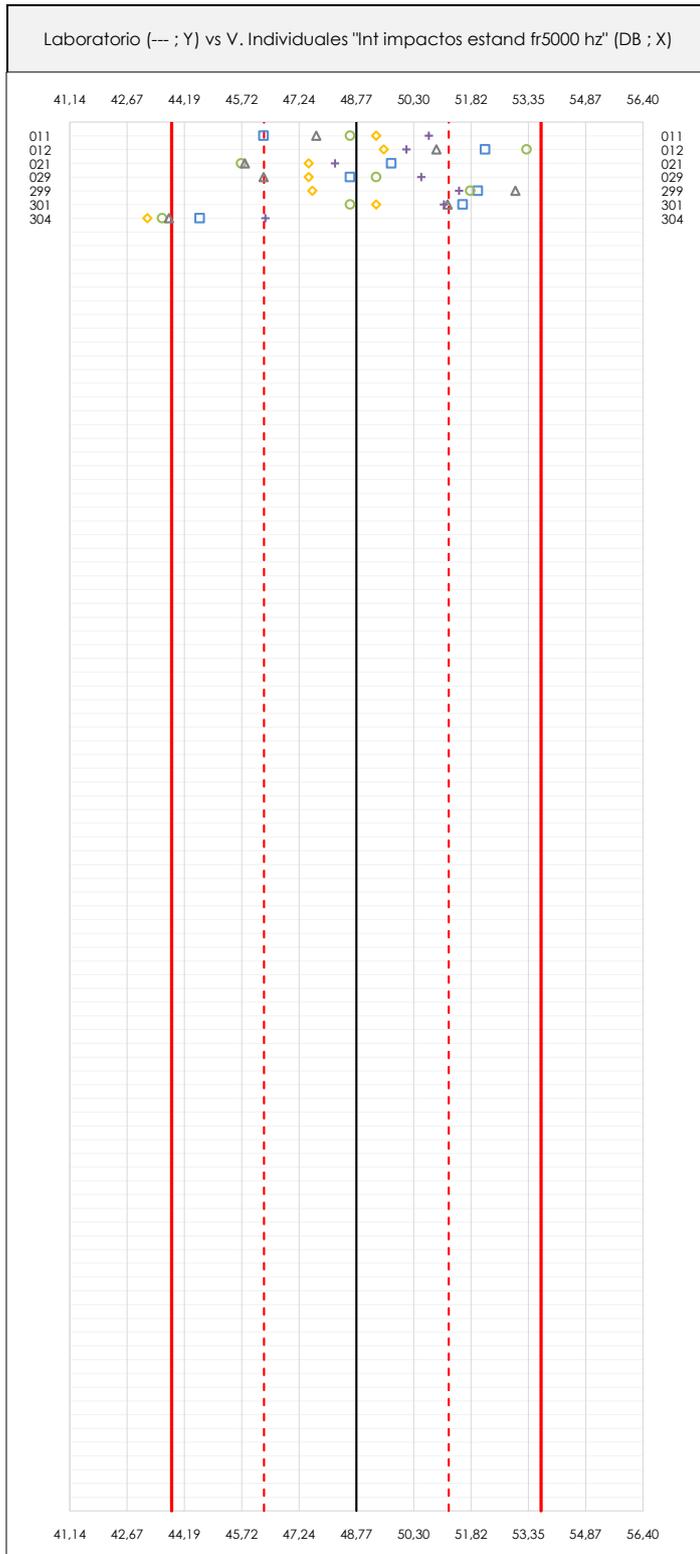
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (48,77 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,23/46,31 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,69/43,85 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (48,77 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,23/46,31 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,69/43,85 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ($X_{i,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i,4}$) con un rombo amarillo.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S_{Li} | $D_{i\text{arit}}\%$ | Pasa A | Observaciones |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|----------|----------------------|--------|---------------|
| 11 | 46,30 | 48,60 | 47,70 | 49,30 | 50,70 | 48,52 | 1,656 | -0,51 | ✓ | |
| 12 | 52,20 | 53,30 | 50,90 | 49,50 | 50,10 | 51,20 | 1,549 | 4,98 | ✓ | |
| 21 | 49,70 | 45,70 | 45,80 | 47,50 | 48,20 | 47,38 | 1,687 | -2,85 | ✓ | |
| 29 | 48,60 | 49,30 | 46,30 | 47,50 | 50,50 | 48,44 | 1,618 | -0,68 | ✓ | |
| 299 | 52,00 | 51,80 | 53,00 | 47,60 | 51,50 | 51,18 | 2,079 | 4,94 | ✓ | |
| 301 | 51,60 | 48,60 | 51,20 | 49,30 | 51,10 | 50,36 | 1,324 | 3,26 | ✓ | |
| 304 | 44,60 | 43,60 | 43,78 | 43,20 | 46,35 | 44,31 | 1,250 | -9,15 | ✓ | |

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " 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.
- ⁰³ 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.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | h _i | k _i | C _i | G _{sim Inf} | G _{sim Sup} | G _{Dob Inf} | G _{Dob Sup} | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 11 | 46,30 | 48,600 | 47,700 | 49,300 | 50,700 | 48,520 | 1,656 | -0,51 | -0,10 | 1,03 | | | | | | ✓ |
| 12 | 52,20 | 53,300 | 50,900 | 49,500 | 50,100 | 51,200 | 1,549 | 4,98 | 0,99 | 0,96 | | | 0,989 | | 0,5476 | ✓ |
| 21 | 49,70 | 45,700 | 45,800 | 47,500 | 48,200 | 47,380 | 1,687 | -2,85 | -0,57 | 1,05 | | | | 0,2087 | | ✓ |
| 29 | 48,60 | 49,300 | 46,300 | 47,500 | 50,500 | 48,440 | 1,618 | -0,68 | -0,13 | 1,00 | | | | | | ✓ |
| 299 | 52,00 | 51,800 | 53,000 | 47,600 | 51,500 | 51,180 | 2,079 | 4,94 | 0,98 | 1,29 | | | | | 0,5476 | ✓ |
| 301 | 51,60 | 48,600 | 51,200 | 49,300 | 51,100 | 50,360 | 1,324 | 3,26 | 0,65 | 0,82 | | | | | | ✓ |
| 304 | 44,60 | 43,600 | 43,780 | 43,204 | 46,350 | 44,307 | 1,250 | -9,15 | -1,82* | 0,77 | 0,237 | 1,815 | | 0,2087 | | ✓ |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

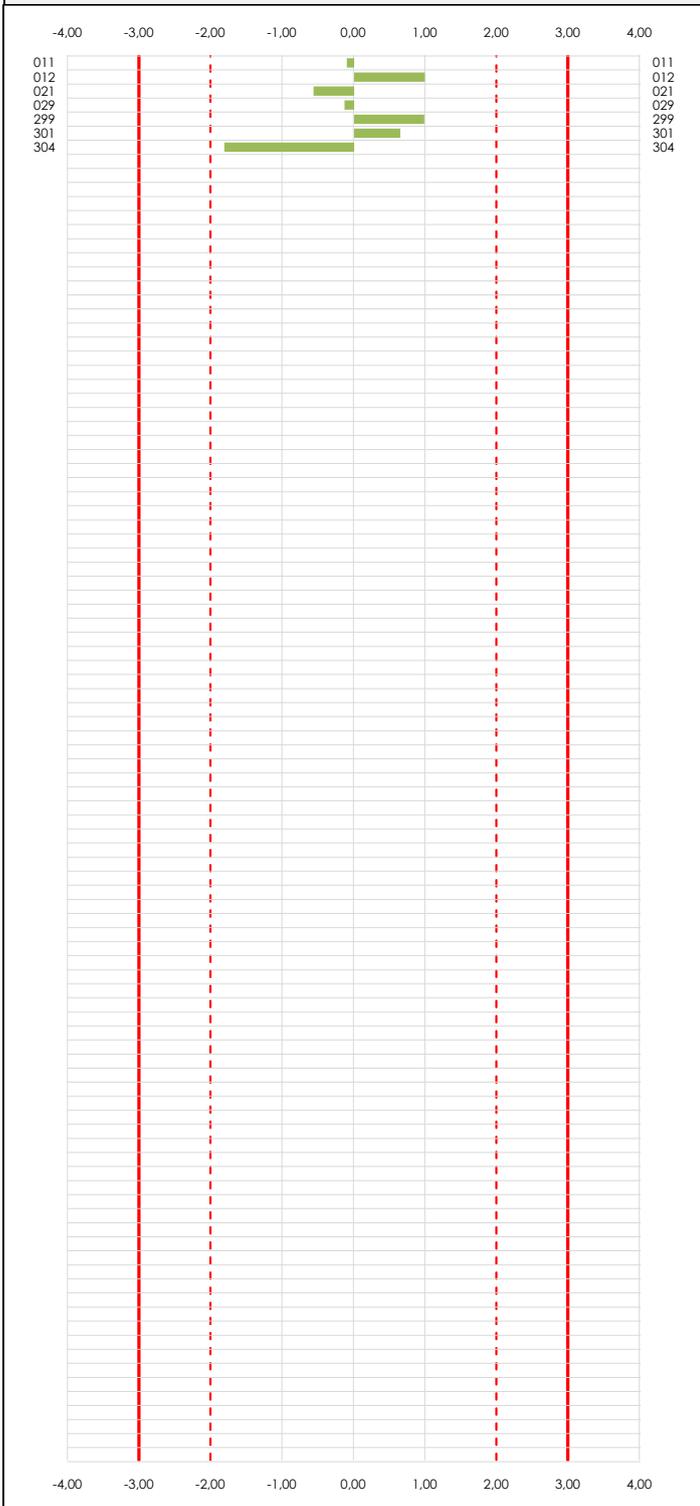


LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

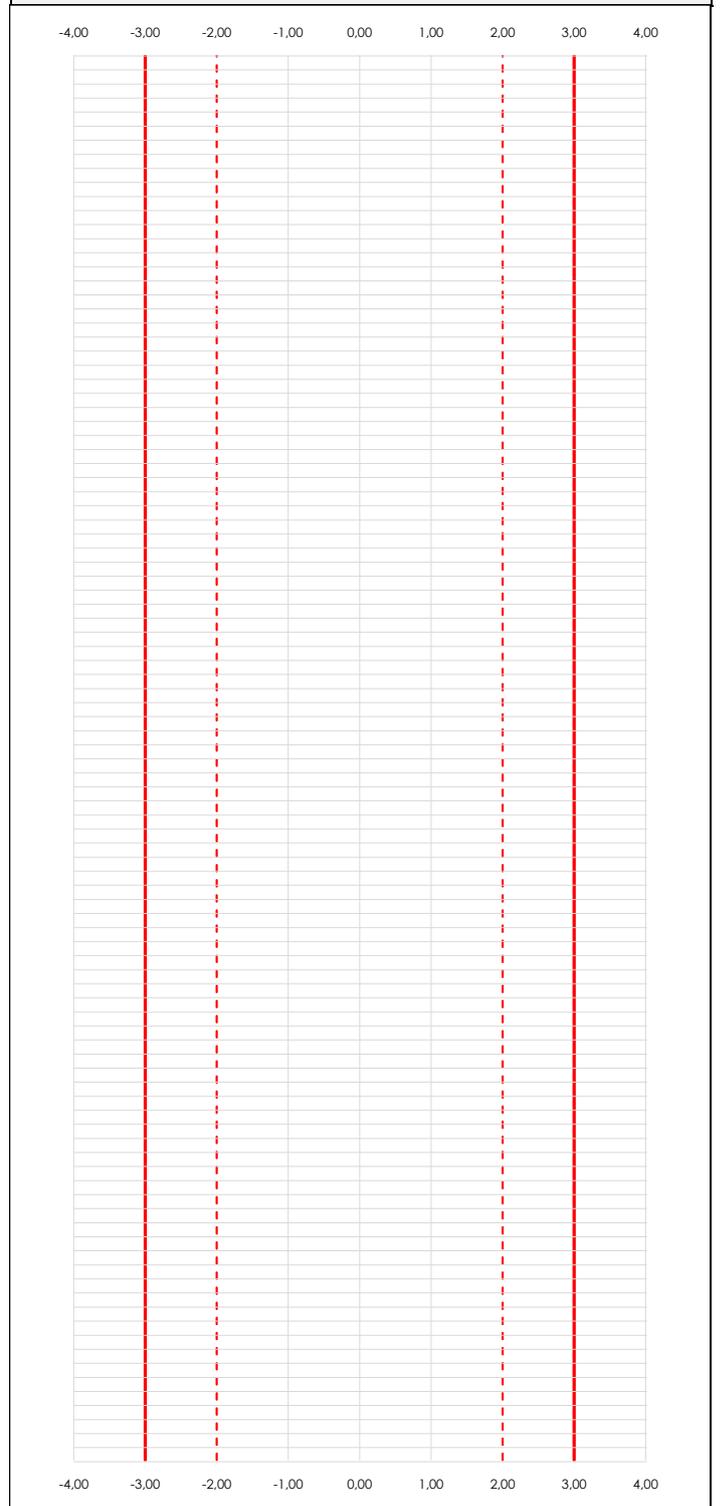
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr5000 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr5000 hz" (--- ; eje X)



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X _{i1} | X _{i2} | X _{i3} | X _{i4} | X _{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S _{Li} | D _{iarit} % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 11 | 46,30 | 48,60 | 47,70 | 49,30 | 50,70 | 48,52 | 1,656 | -0,51 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,102 | S |
| 12 | 52,20 | 53,30 | 50,90 | 49,50 | 50,10 | 51,20 | 1,549 | 4,98 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,989 | S |
| 21 | 49,70 | 45,70 | 45,80 | 47,50 | 48,20 | 47,38 | 1,687 | -2,85 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,565 | S |
| 29 | 48,60 | 49,30 | 46,30 | 47,50 | 50,50 | 48,44 | 1,618 | -0,68 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -0,134 | S |
| 299 | 52,00 | 51,80 | 53,00 | 47,60 | 51,50 | 51,18 | 2,079 | 4,94 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,980 | S |
| 301 | 51,60 | 48,60 | 51,20 | 49,30 | 51,10 | 50,36 | 1,324 | 3,26 | ✓ | ✓ | ✓ | | | 0,647 | S |
| 304 | 44,60 | 43,60 | 43,78 | 43,20 | 46,35 | 44,31 | 1,250 | -9,15 | ✓ | ✓ | ✓ | | | -1,815 | S |

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

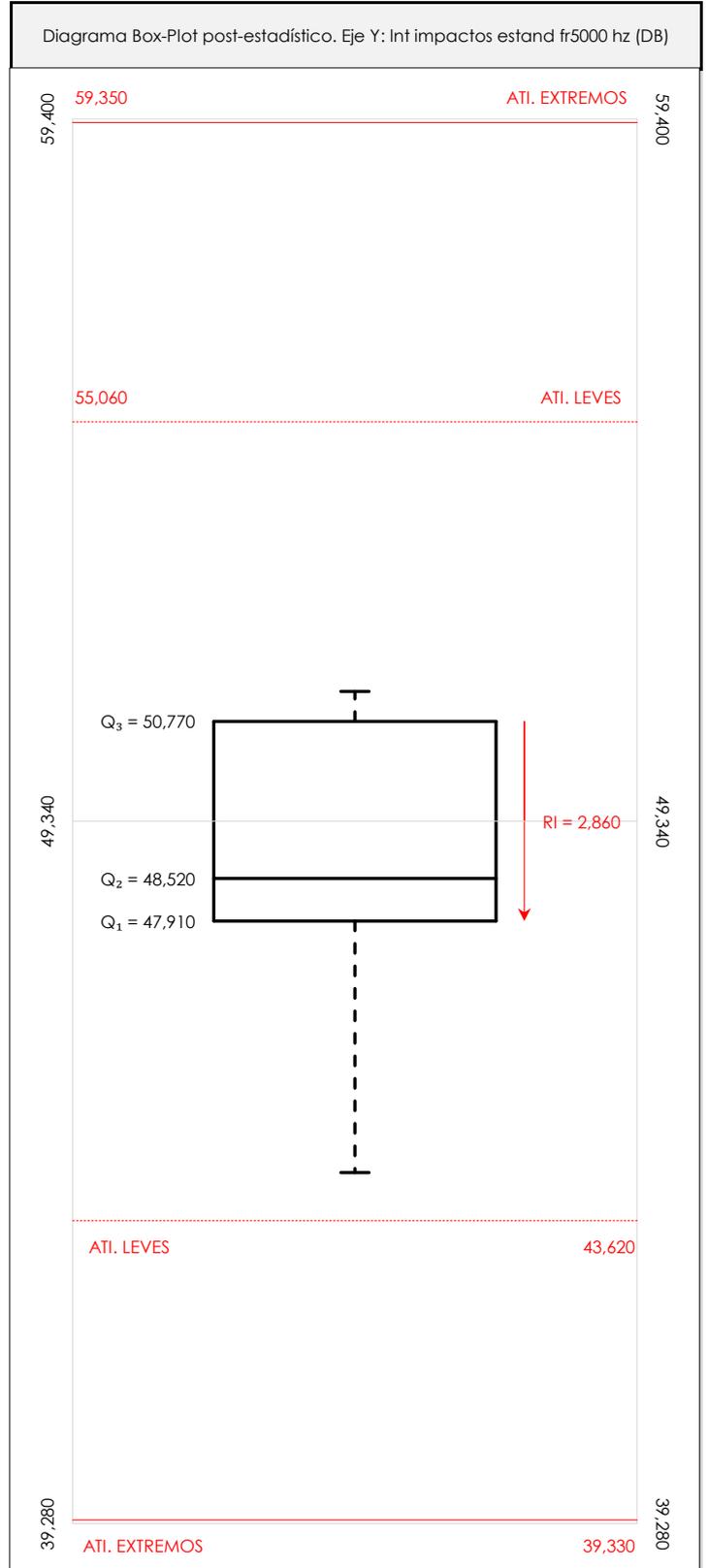
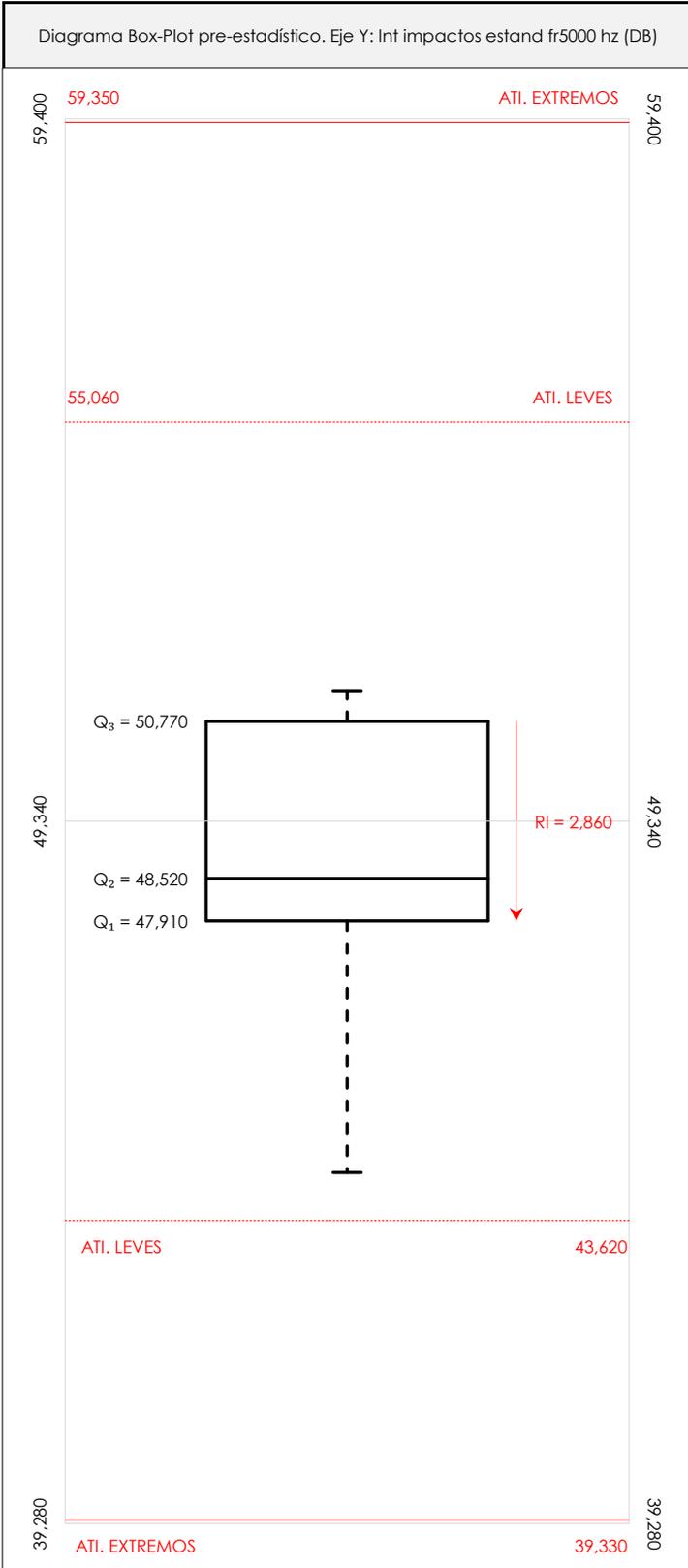
[dudoso]

[insatisfactorio]

LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ", ha contado con la participación de un total de 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

| TIPO DE ANALISIS | PRE-ESTADISTICO | | | | | | ESTADISTICO | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | X_{i1} | X_{i2} | X_{i3} | X_{i4} | X_{i5} | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; %) | 52,20 | 53,30 | 53,00 | 49,50 | 51,50 | 51,20 | 52,20 | 53,30 | 53,00 | 49,50 | 51,50 | 51,20 |
| Valor Mínimo (min ; %) | 44,60 | 43,60 | 43,78 | 43,20 | 46,35 | 44,31 | 44,60 | 43,60 | 43,78 | 43,20 | 46,35 | 44,31 |
| Valor Promedio (M ; %) | 49,29 | 48,70 | 48,38 | 47,70 | 49,78 | 48,77 | 49,29 | 48,70 | 48,38 | 47,70 | 49,78 | 48,77 |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 2,96 | 3,32 | 3,37 | 2,19 | 1,85 | 2,46 | 2,96 | 3,32 | 3,37 | 2,19 | 1,85 | 2,46 |
| Coef. Variación (CV ; ---) | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | 0,05 |
| 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 | 2,606 | 4,475 | 5,523 | 8,129 | 7,903 | 2,606 | 4,475 | 5,523 | 8,129 | 7,903 | | |
| Valor Referencia | | | | | | | | | | | | |

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{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% | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 | 1,98 | 1,70 | 0,508 | 2,139 | 0,0308 |
| Nivel de Significación 5% | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 | 1,71 | 1,49 | 0,431 | 2,020 | 0,0708 |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 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.