

# INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr100hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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.

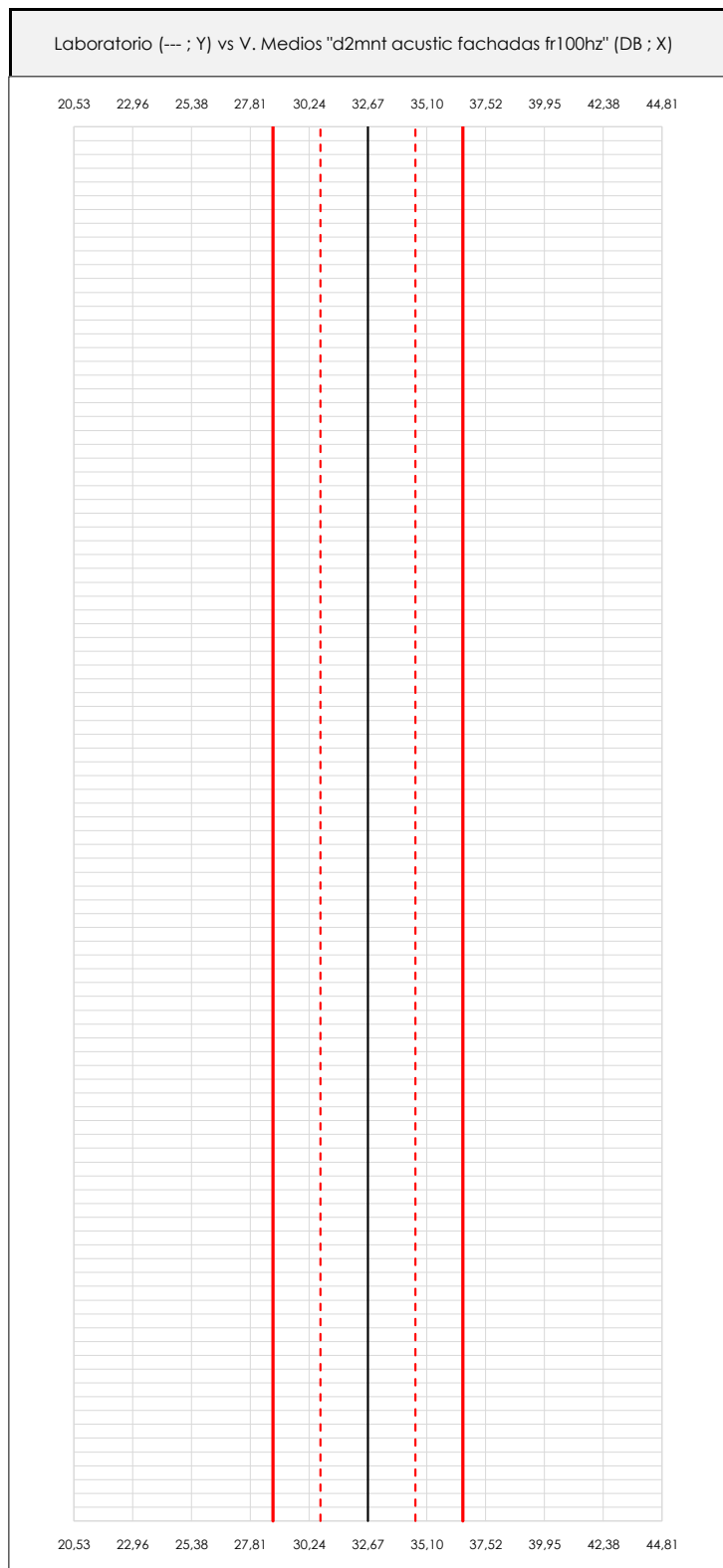
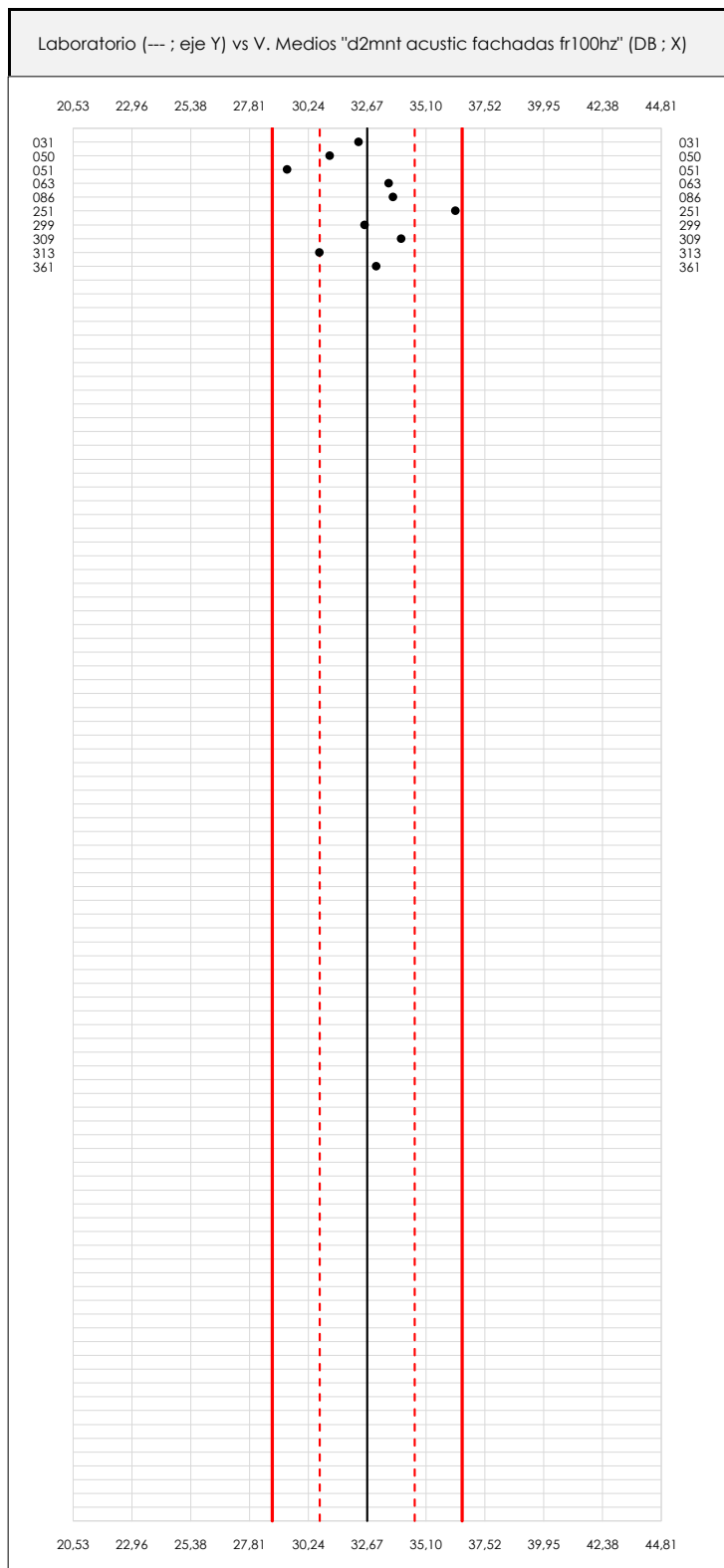
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

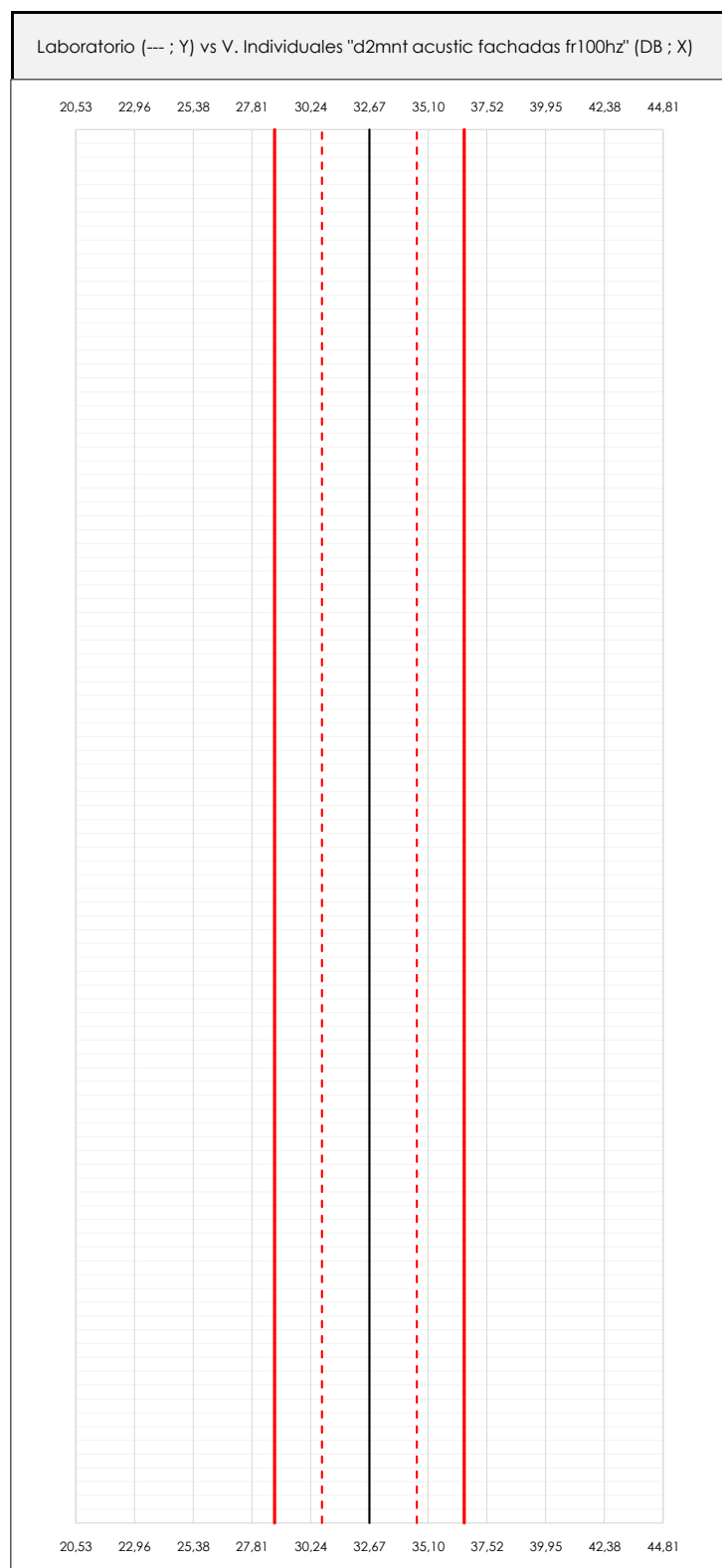
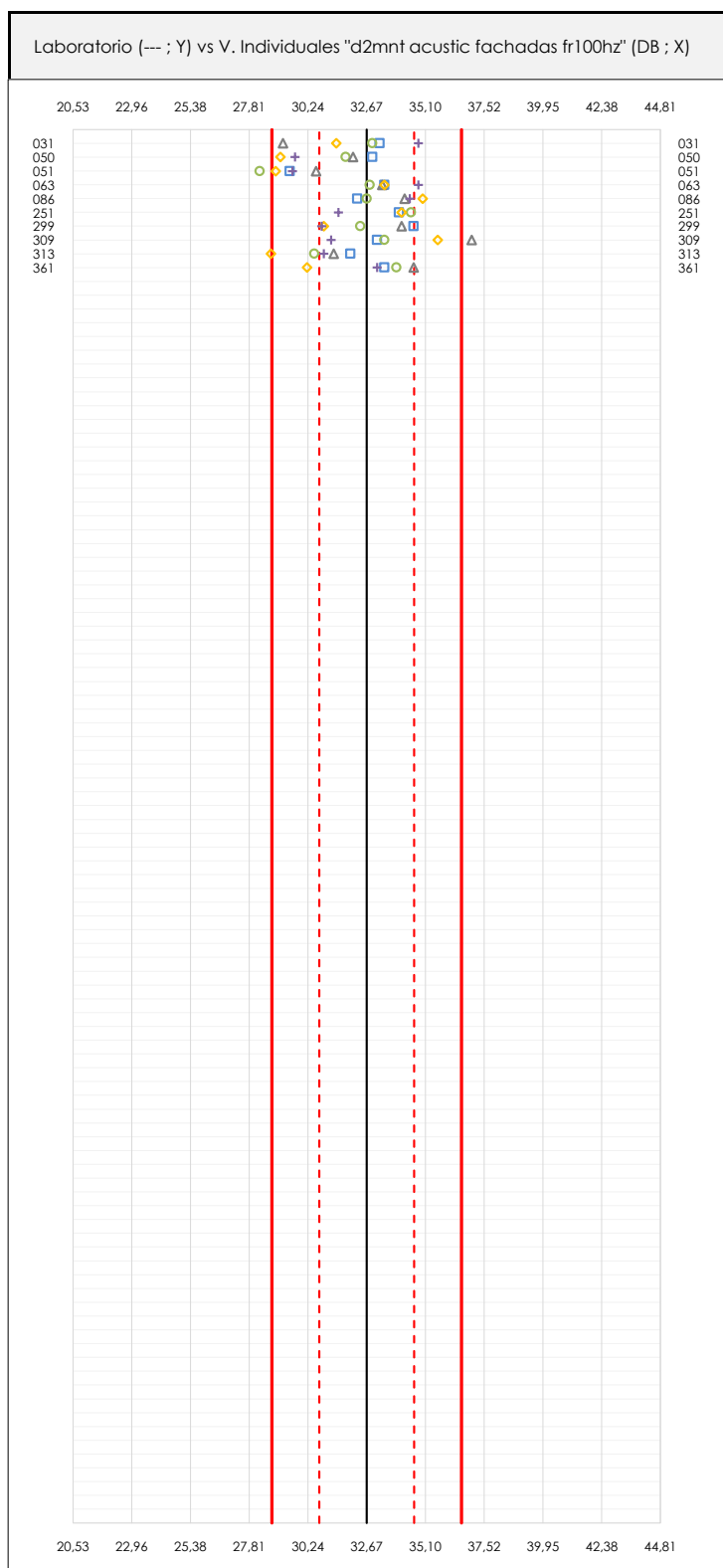
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (32,67 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (34,63/30,71 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (36,59/28,75 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (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 (32,67 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (34,63/30,71 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (36,59/28,75 ; 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 ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i4}$ ) con un rombo amarillo.

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

**NOTAS:**

01 "X<sub>ij</sub> 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] |
|----------|----------|

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

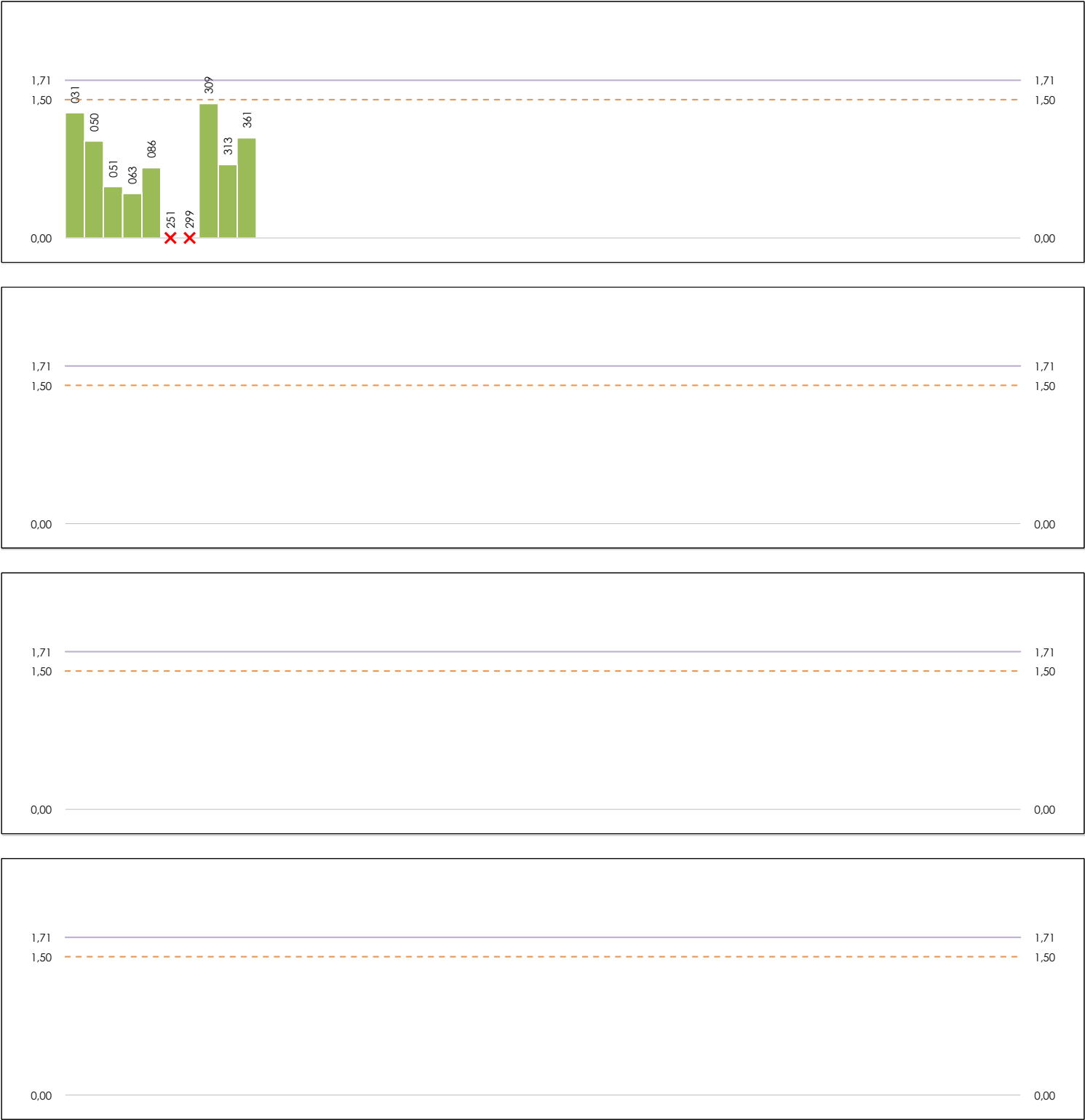
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

# D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

#### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | $X_{i1}$ | $X_{i2}$ | $X_{i3}$ | $X_{i4}$ | $X_{i5}$ | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | $S_{Li}$ | $D_{i \text{arit}} \%$ | $h_i$ | $k_i$ | $C_i$ | $G_{\text{Sim Inf}}$ | $G_{\text{Sim Sup}}$ | $G_{\text{Dob Inf}}$ | $G_{\text{Dob Sup}}$ | Pasa B |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|------------------------|-------|-------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 33,20    | 32,900   | 29,200   | 31,400   | 34,800   | 32,300                    | 2,112    | 0,22                   | 0,04  | 1,36  |       |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 32,90    | 31,800   | 32,100   | 29,100   | 29,700   | 31,120                    | 1,635    | -3,44                  | -0,66 | 1,05  |       |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 51  | 29,49    | 28,246   | 30,568   | 28,907   | 29,602   | 29,362                    | 0,863    | -8,89                  | -1,70 | 0,55  |       | 1,704                |                      | 0,3005               |                      | ✓      |
| 63  | 33,40    | 32,800   | 33,300   | 33,400   | 34,800   | 33,540                    | 0,747    | 4,07                   | 0,78  | 0,48  |       |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 86  | 32,27    | 32,664   | 34,229   | 34,985   | 34,454   | 33,721                    | 1,183    | 4,63                   | 0,89  | 0,76  |       |                      |                      |                      | 0,6250               | ✓      |
| 251 | 34,00    | 34,500   | 47,400   | 34,100   | 31,500   | 36,300                    | ---      | ---                    | ---   | ---   | ---   | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 299 | 34,60    | 32,400   | 34,100   | 30,900   | 30,800   | 32,560                    | ---      | ---                    | ---   | ---   | ---   | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 33,10    | 33,400   | 37,000   | 35,600   | 31,200   | 34,060                    | 2,267    | 5,68                   | 1,09  | 1,46  |       |                      | 1,089                |                      | 0,6250               | ✓      |
| 313 | 32,00    | 30,500   | 31,300   | 28,700   | 30,900   | 30,680                    | 1,238    | -4,80                  | -0,92 | 0,80  |       |                      |                      | 0,3005               |                      | ✓      |
| 361 | 33,40    | 33,900   | 34,600   | 30,200   | 33,100   | 33,040                    | 1,686    | 2,52                   | 0,48  | 1,08  |       |                      |                      |                      |                      | ✓      |

#### NOTAS:

- <sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i \text{arit}} \%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> " $h_i$  y  $k_i$ ", " $C_i$ ", " $G_{\text{Sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

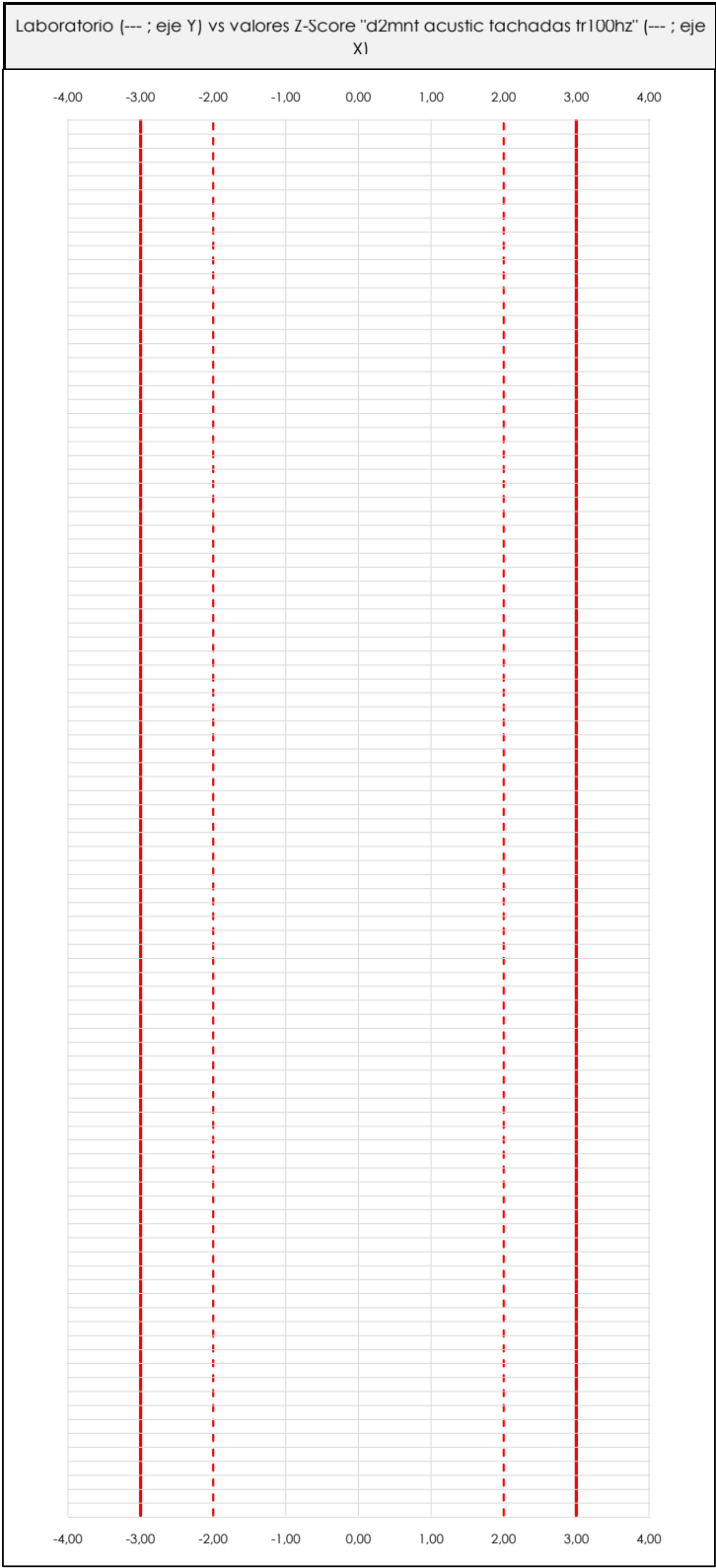
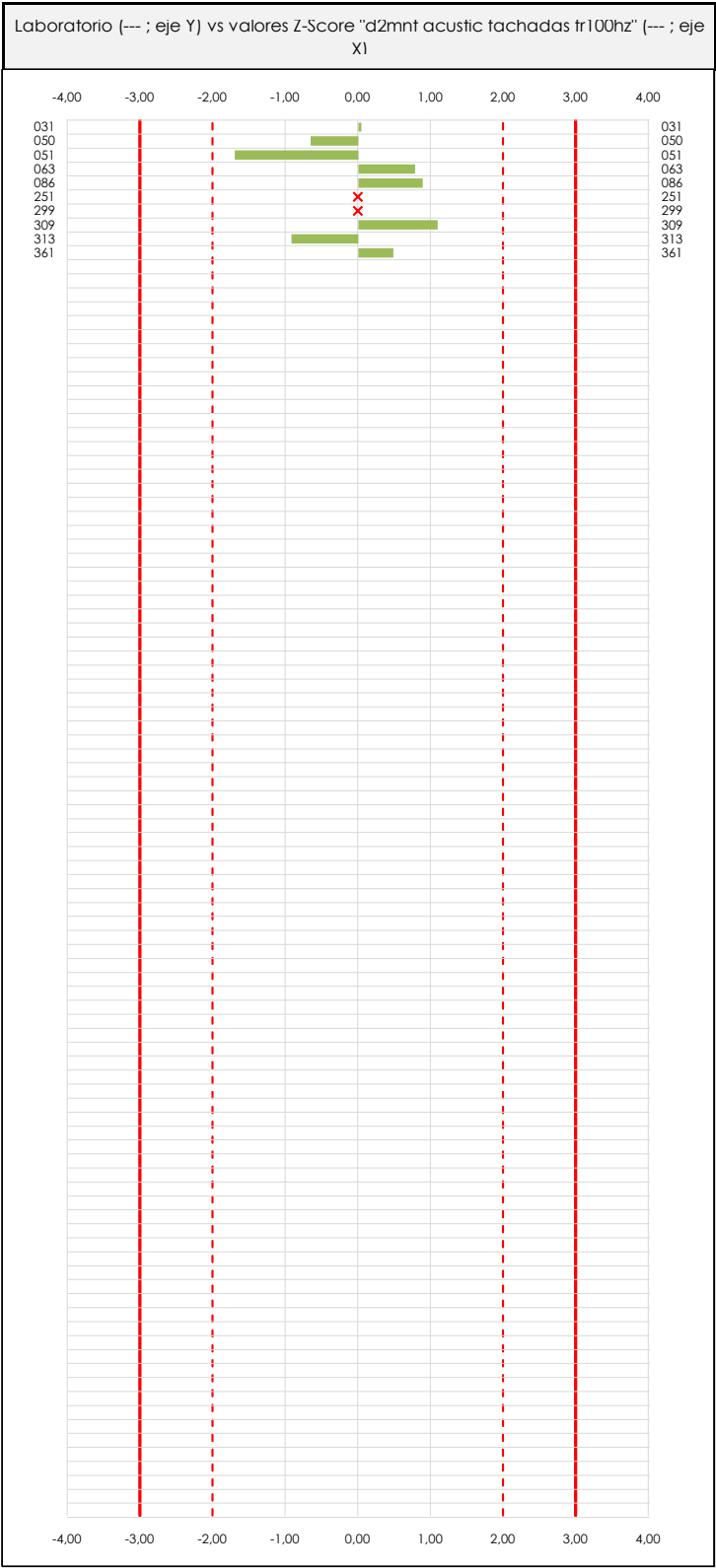
[máximo]

[mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (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.

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

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

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

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

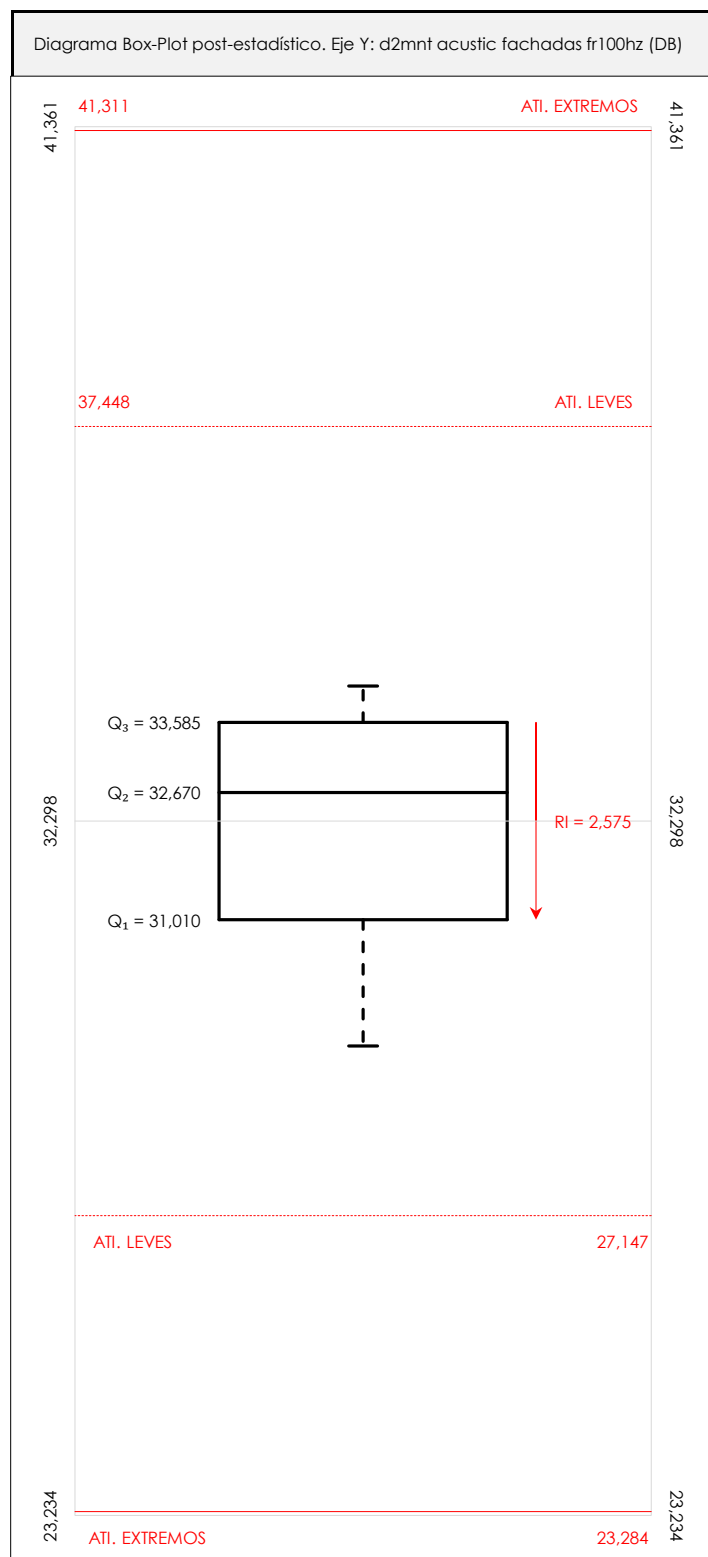
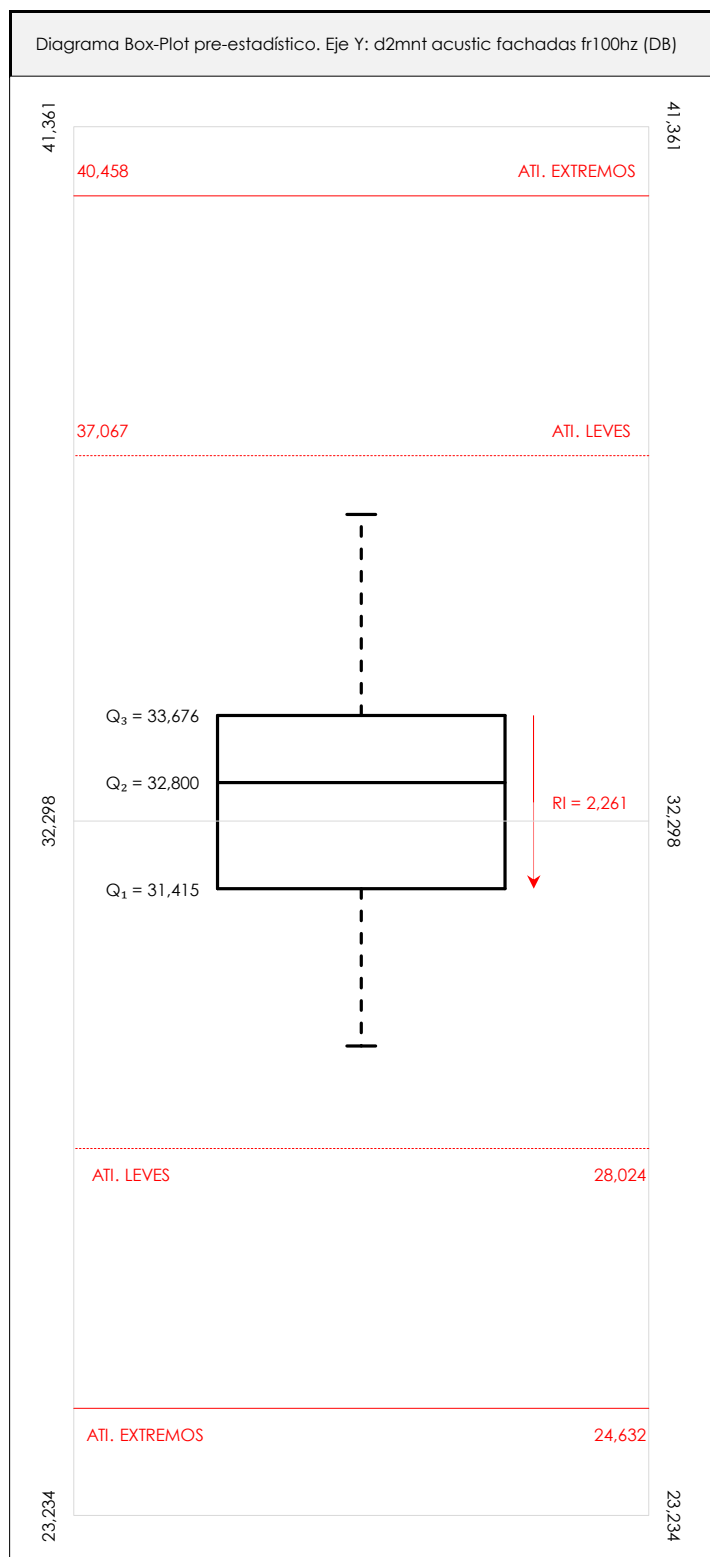
04 El código colorimétrico empleado para las celdas es:

|          |                   |
|----------|-------------------|
| [dudoso] | [insatisfactorio] |
|----------|-------------------|

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (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 ( $Q_1$ ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana ( $Q_2$ ; 50% de los datos), el tercer cuartil ( $Q_3$ ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves ( $f_3$  y  $f_1$  para el máximo y mínimo respectivamente; líneas discontinuas de color rojo) y extremos ( $f_3^+$  y  $f_1^+$  para el máximo y mínimo respectivamente; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 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 ; DB)      | 34,60           | 34,50    | 47,40    | 35,60    | 34,80    | 36,30                    | 33,40       | 33,90    | 37,00    | 35,60    | 34,80    | 34,06                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 29,49           | 28,25    | 29,20    | 28,70    | 29,60    | 29,36                    | 29,49       | 28,25    | 29,20    | 28,70    | 29,60    | 29,36                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 32,84           | 32,31    | 34,38    | 31,73    | 32,09    | 32,67                    | 32,47       | 32,03    | 32,79    | 31,54    | 32,32    | 32,23                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,40            | 1,80     | 5,10     | 2,61     | 2,04     | 1,96                     | 1,31        | 1,85     | 2,50     | 2,79     | 2,24     | 1,68                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,04            | 0,06     | 0,15     | 0,08     | 0,06     | 0,06                     | 0,04        | 0,06     | 0,08     | 0,09     | 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              | 6,236           | 6,922    | 2,593    | 8,829    | 8,236    |                          | 2,419       | 4,311    | 2,346    | 4,765    | 6,051    |                          |
| 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% | 2,06            | 1,71 | 0,393 | 2,274     | 0,0563    | 2,06        | 1,71 | 0,463 | 2,274     | 0,0563    |
| Nivel de Significación 5% | 1,75            | 1,50 | 0,331 | 2,126     | 0,1101    | 1,75        | 1,50 | 0,391 | 2,126     | 0,1101    |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr125hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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.

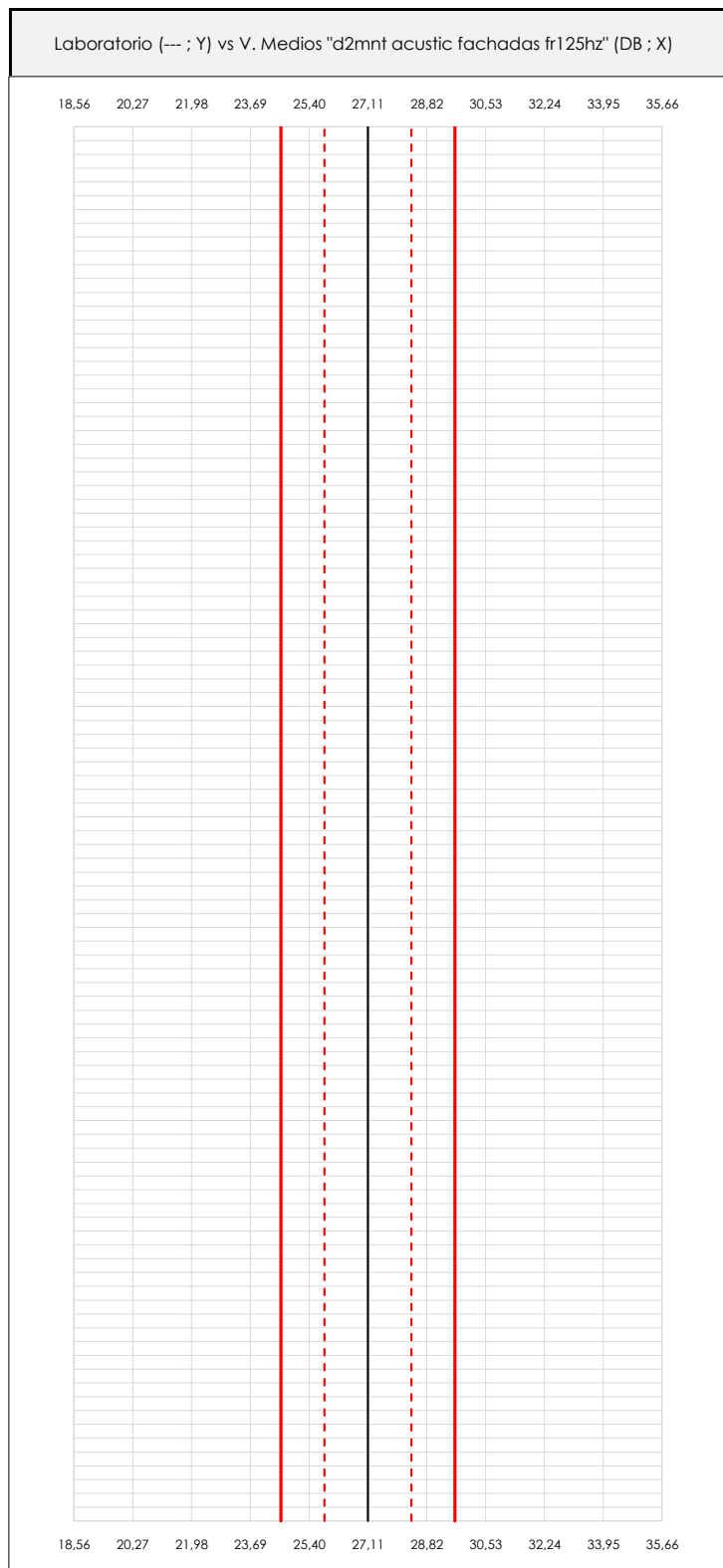
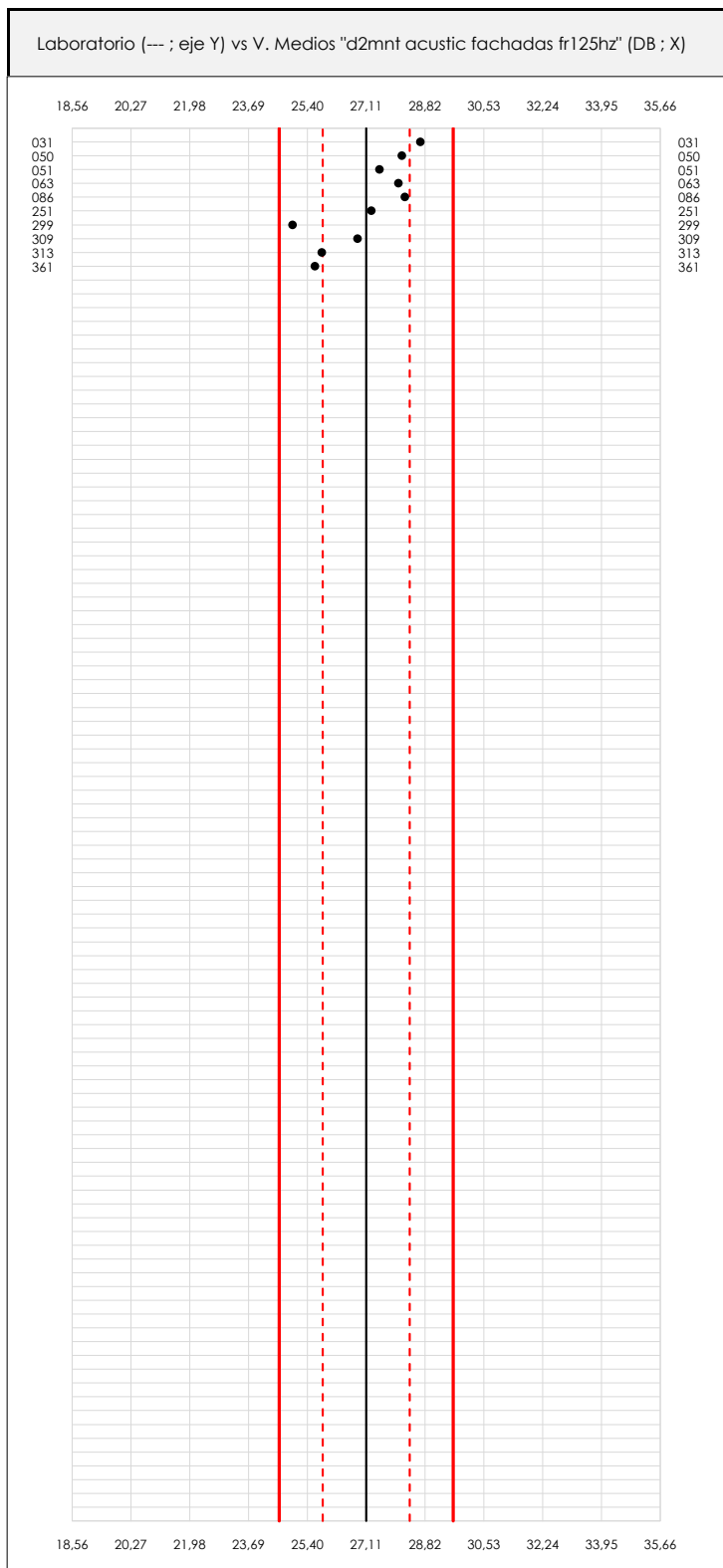
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

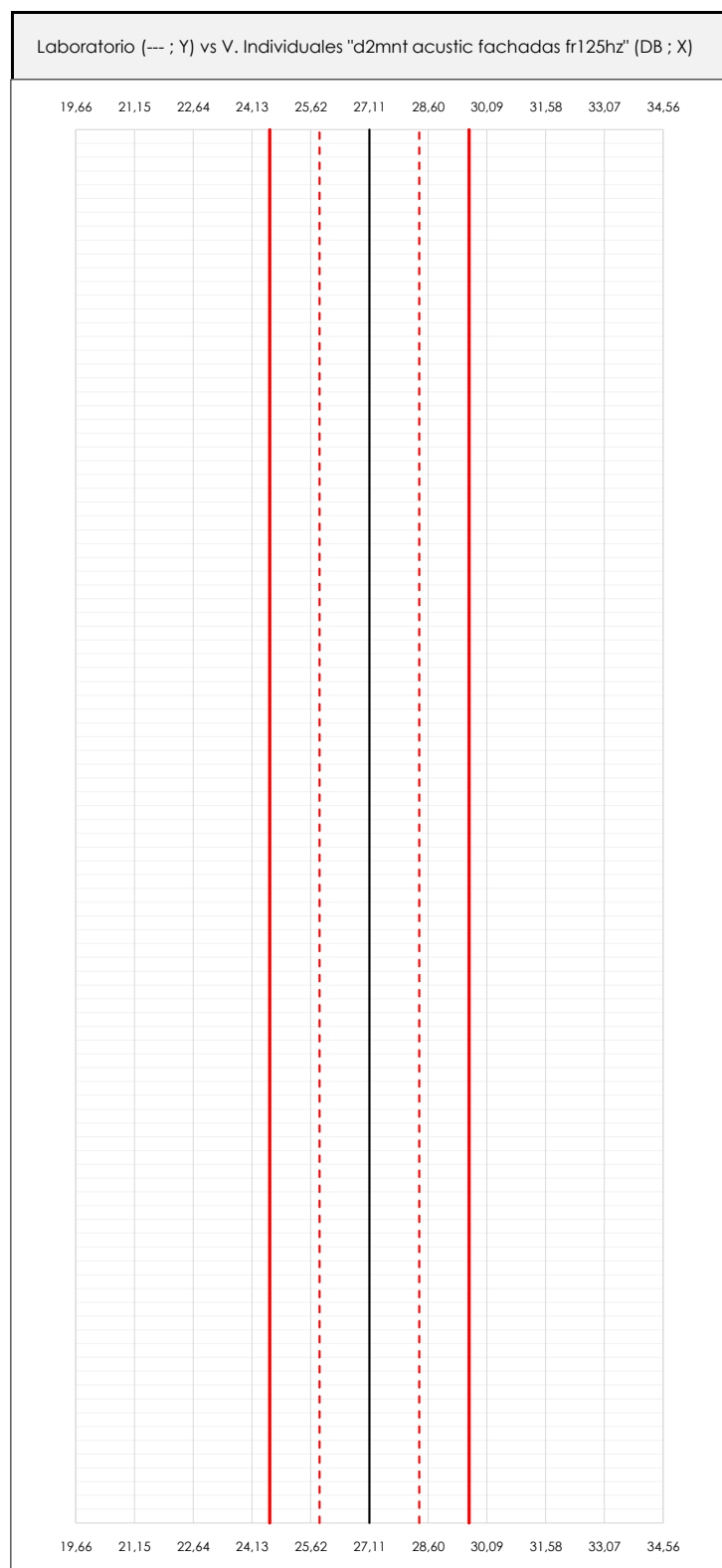
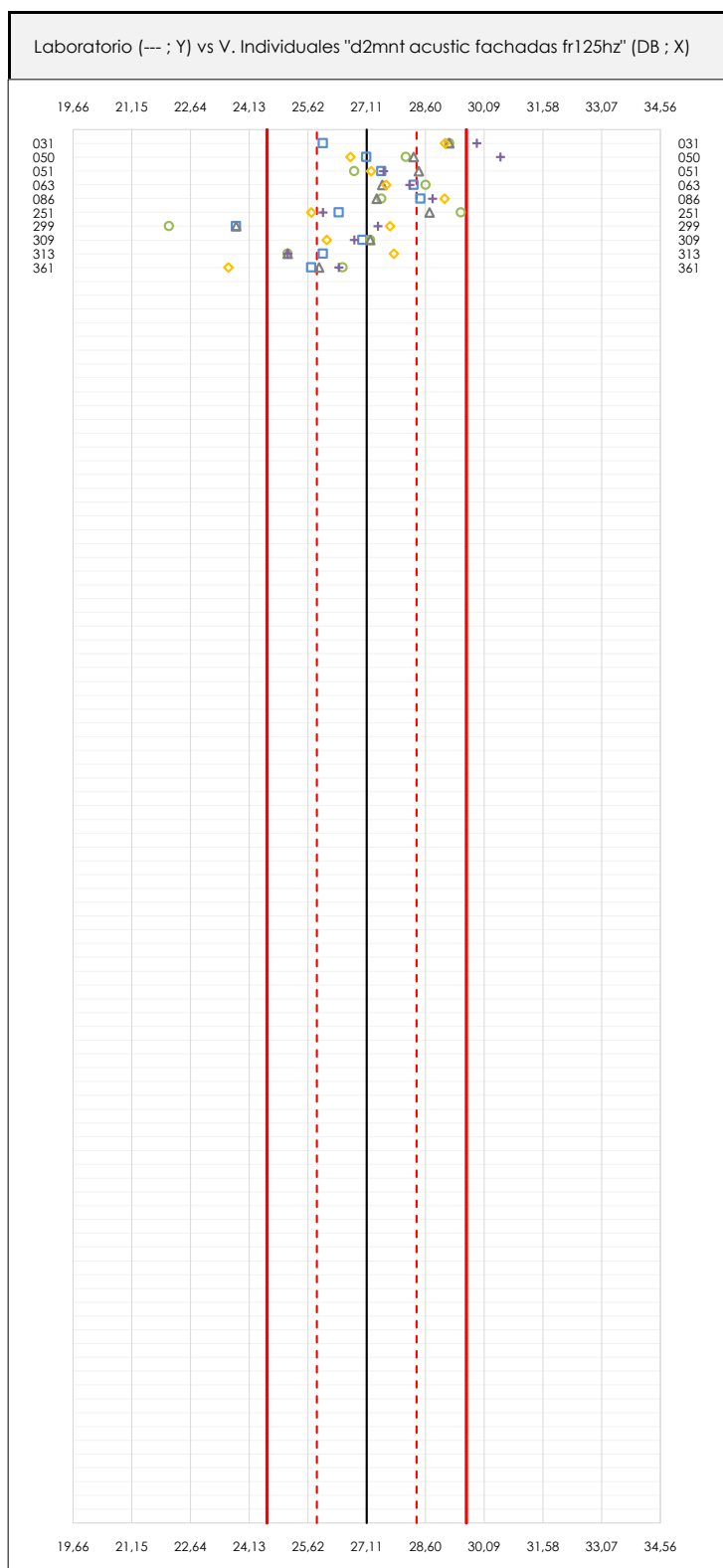
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (27,11 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (28,38/25,85 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (29,64/24,58 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (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 (27,11 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (28,38/25,85 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (29,64/24,58 ; 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 ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i4}$ ) con un rombo amarillo.

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

---

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

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

03 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.

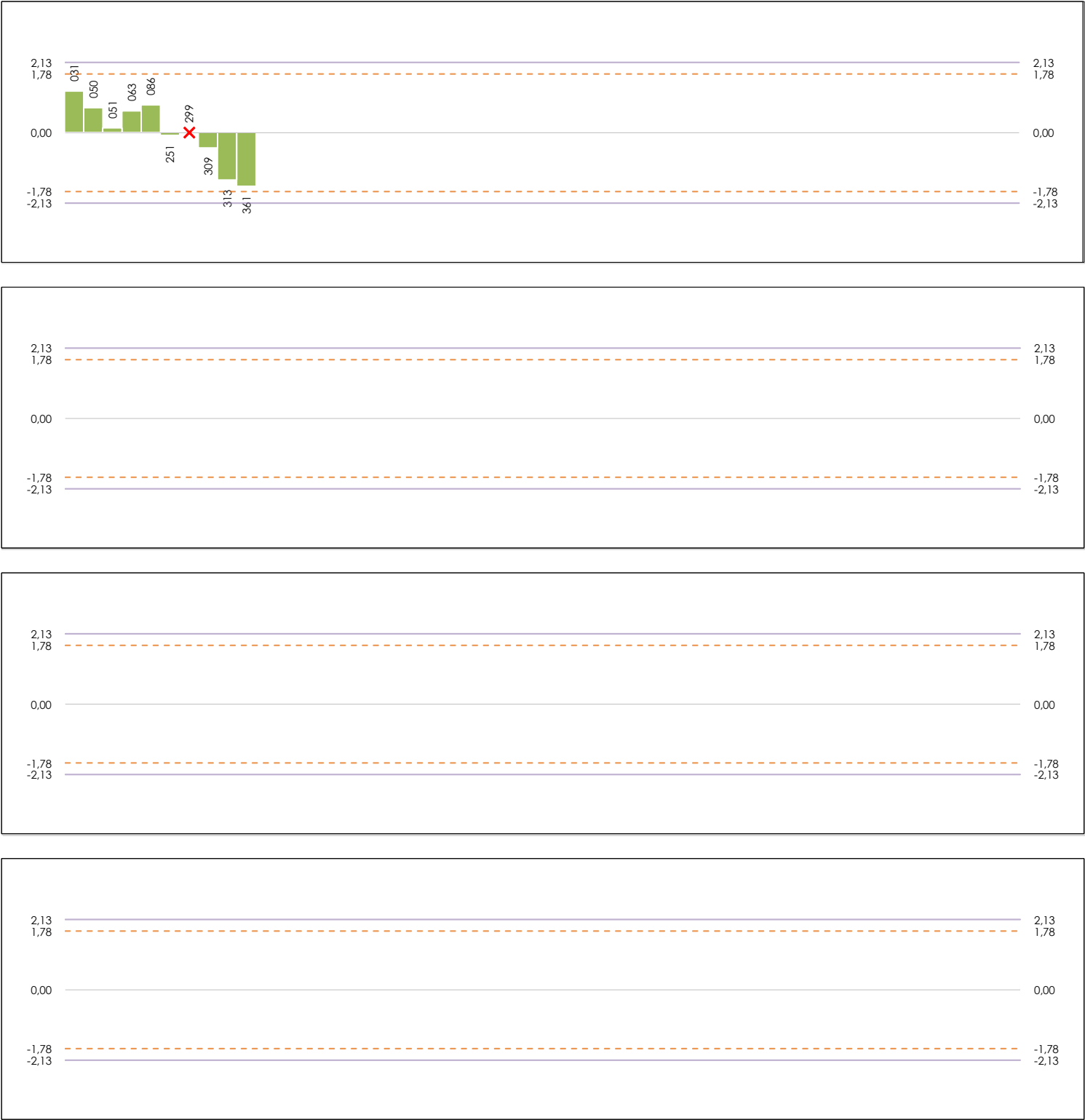
04 El código colorimétrico empleado para las celdas es:

|     | [máximo] | [mínimo] |
|-----|----------|----------|
| 01  |          |          |
| 02  |          |          |
| 03  |          |          |
| 04  |          |          |
| 05  |          |          |
| 06  |          |          |
| 07  |          |          |
| 08  |          |          |
| 09  |          |          |
| 10  |          |          |
| 11  |          |          |
| 12  |          |          |
| 13  |          |          |
| 14  |          |          |
| 15  |          |          |
| 16  |          |          |
| 17  |          |          |
| 18  |          |          |
| 19  |          |          |
| 20  |          |          |
| 21  |          |          |
| 22  |          |          |
| 23  |          |          |
| 24  |          |          |
| 25  |          |          |
| 26  |          |          |
| 27  |          |          |
| 28  |          |          |
| 29  |          |          |
| 30  |          |          |
| 31  |          |          |
| 32  |          |          |
| 33  |          |          |
| 34  |          |          |
| 35  |          |          |
| 36  |          |          |
| 37  |          |          |
| 38  |          |          |
| 39  |          |          |
| 40  |          |          |
| 41  |          |          |
| 42  |          |          |
| 43  |          |          |
| 44  |          |          |
| 45  |          |          |
| 46  |          |          |
| 47  |          |          |
| 48  |          |          |
| 49  |          |          |
| 50  |          |          |
| 51  |          |          |
| 52  |          |          |
| 53  |          |          |
| 54  |          |          |
| 55  |          |          |
| 56  |          |          |
| 57  |          |          |
| 58  |          |          |
| 59  |          |          |
| 60  |          |          |
| 61  |          |          |
| 62  |          |          |
| 63  |          |          |
| 64  |          |          |
| 65  |          |          |
| 66  |          |          |
| 67  |          |          |
| 68  |          |          |
| 69  |          |          |
| 70  |          |          |
| 71  |          |          |
| 72  |          |          |
| 73  |          |          |
| 74  |          |          |
| 75  |          |          |
| 76  |          |          |
| 77  |          |          |
| 78  |          |          |
| 79  |          |          |
| 80  |          |          |
| 81  |          |          |
| 82  |          |          |
| 83  |          |          |
| 84  |          |          |
| 85  |          |          |
| 86  |          |          |
| 87  |          |          |
| 88  |          |          |
| 89  |          |          |
| 90  |          |          |
| 91  |          |          |
| 92  |          |          |
| 93  |          |          |
| 94  |          |          |
| 95  |          |          |
| 96  |          |          |
| 97  |          |          |
| 98  |          |          |
| 99  |          |          |
| 100 |          |          |

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (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.

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i1</sub> | X <sub>i2</sub> | X <sub>i3</sub> | X <sub>i4</sub> | X <sub>i5</sub> | $\overline{X}_{arit}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim Inf</sub> | G <sub>Sim Sup</sub> | G <sub>Dob Inf</sub> | G <sub>Dob Sup</sub> | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 26,00           | 29,200          | 29,200          | 29,100          | 29,900          | 28,680                | 1,532           | 4,86                 | 1,24           | 1,35           |                |                      | 1,237                |                      | 0,6485               | ✓      |
| 50  | 27,10           | 28,100          | 28,300          | 26,700          | 30,500          | 28,140                | 1,479           | 2,89                 | 0,73           | 1,30           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 51  | 27,48           | 26,795          | 28,436          | 27,215          | 27,536          | 27,493                | 0,603           | 0,52                 | 0,13           | 0,53           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 63  | 28,30           | 28,600          | 27,500          | 27,600          | 28,200          | 28,040                | 0,472           | 2,52                 | 0,64           | 0,41           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 86  | 28,47           | 27,479          | 27,362          | 29,082          | 28,775          | 28,234                | 0,774           | 3,23                 | 0,82           | 0,68           |                |                      |                      |                      | 0,6485               | ✓      |
| 251 | 26,40           | 29,500          | 28,700          | 25,700          | 26,000          | 27,260                | 1,721           | -0,33                | -0,08          | 1,51*          | 0,254          |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 299 | 23,80           | 22,100          | 23,800          | 27,700          | 27,400          | 24,960                | ---             | ---                  | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 27,00           | 27,200          | 27,200          | 26,100          | 26,800          | 26,860                | 0,456           | -1,79                | -0,46          | 0,40           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 313 | 26,00           | 25,100          | 25,100          | 27,800          | 25,100          | 25,820                | 1,173           | -5,59                | -1,42          | 1,03           |                |                      |                      | 0,2598               |                      | ✓      |
| 361 | 25,70           | 26,500          | 25,900          | 23,600          | 26,400          | 25,620                | 1,178           | -6,32                | -1,61          | 1,03           |                | 1,608                |                      | 0,2598               |                      | ✓      |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>i</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i</sub> crit %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

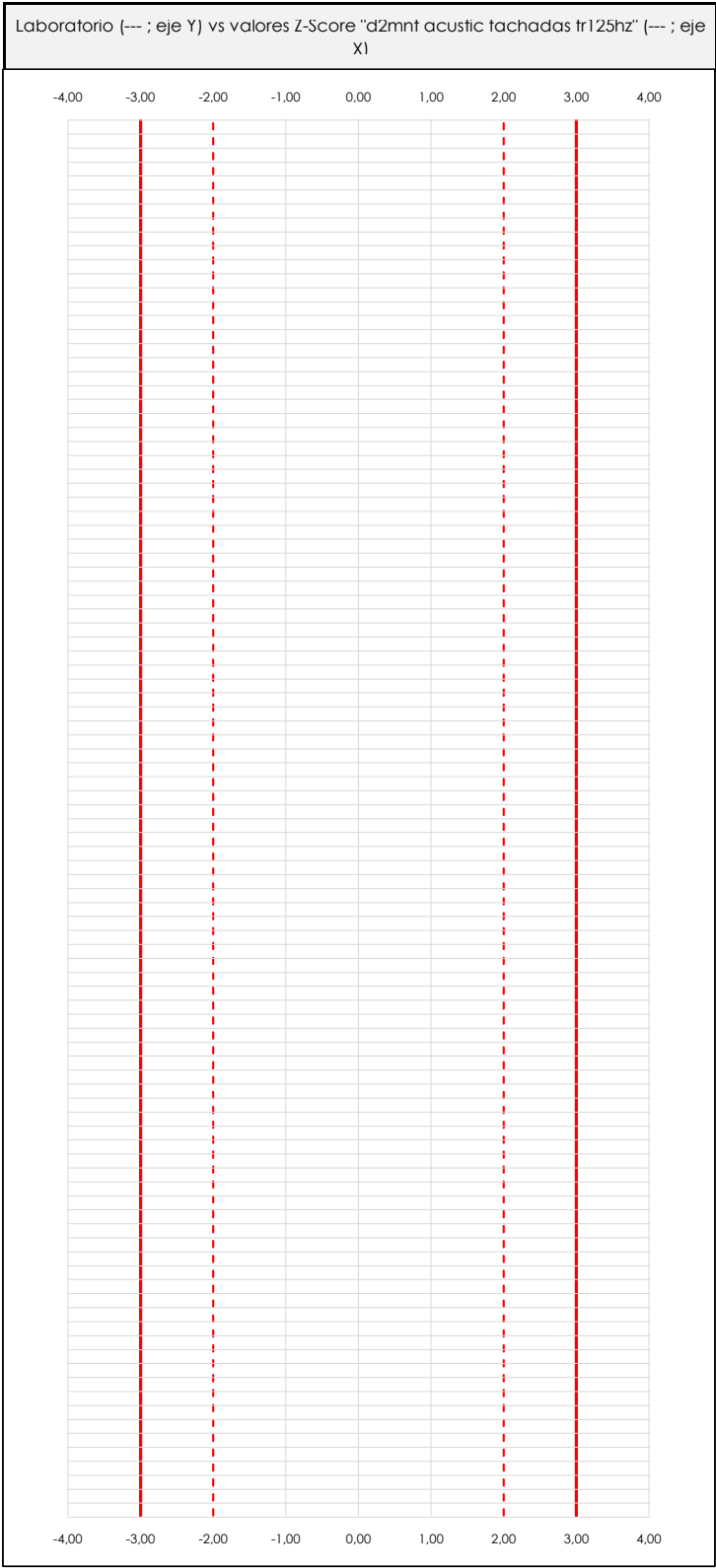
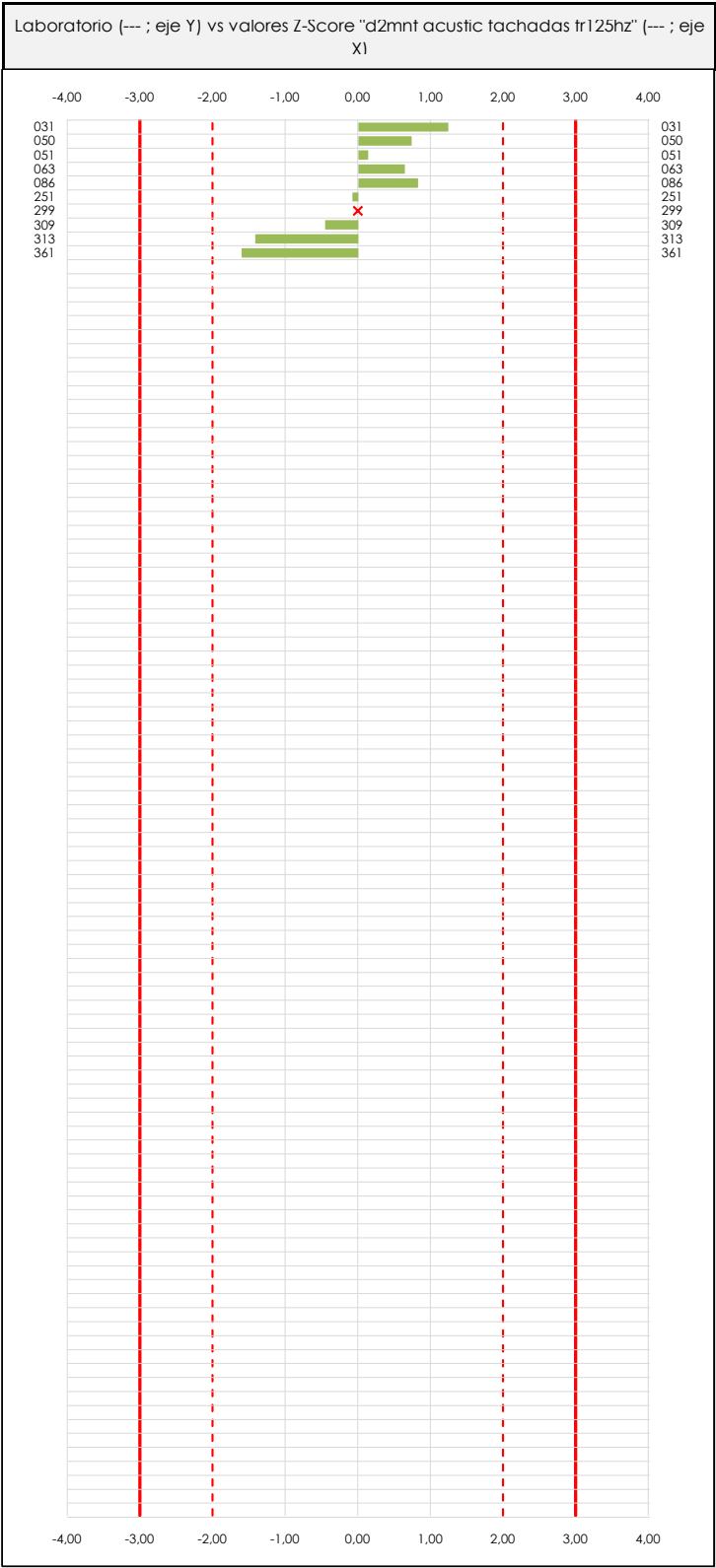
[máximo]

[mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (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.

## Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

01 "X<sub>ij</sub> 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 " $S_{L_i}$ " 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 La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si  $|ZS| \leq 2$ ] [Dudoso (D) - si  $2 < |ZS| \leq 3$ ] [Insatisfactorio (I) - si  $|ZS| > 3$ ].

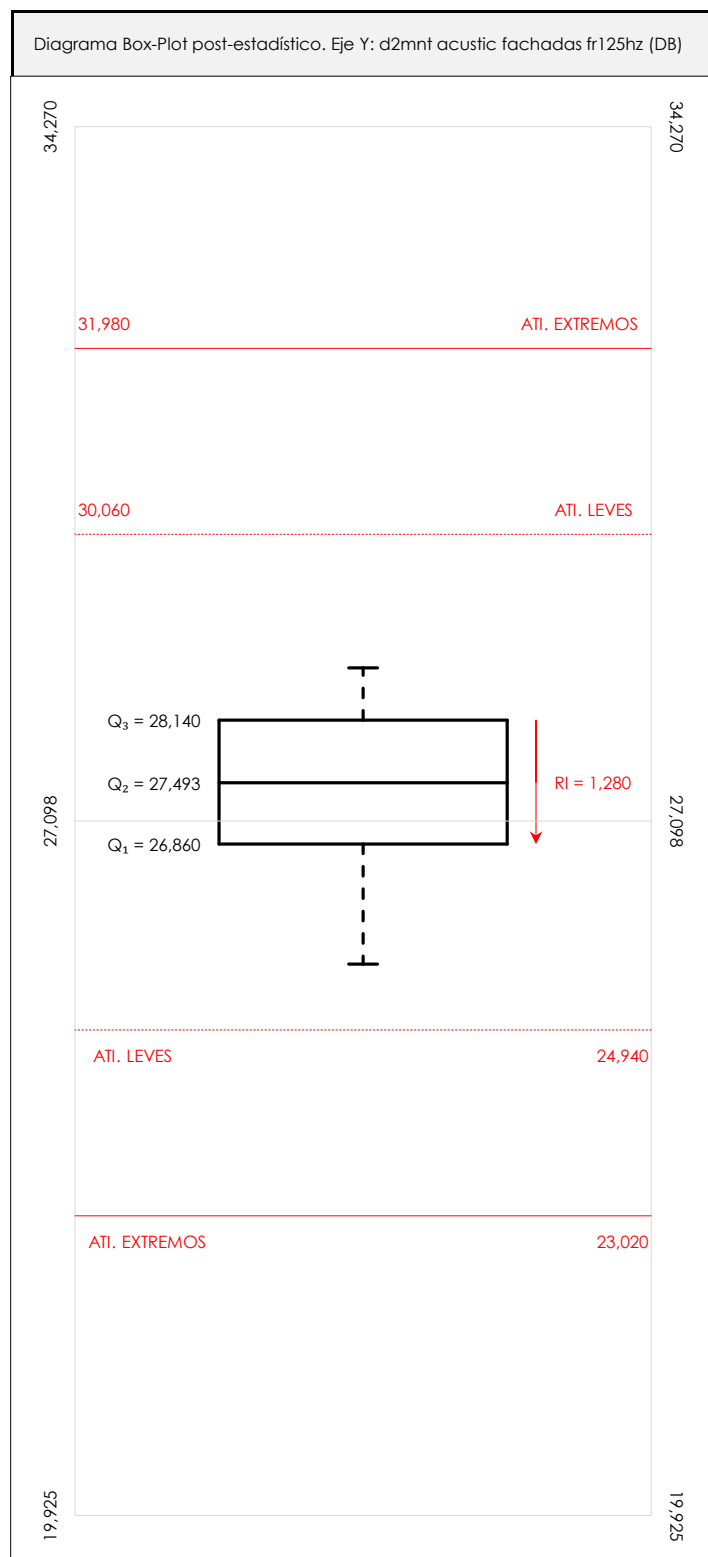
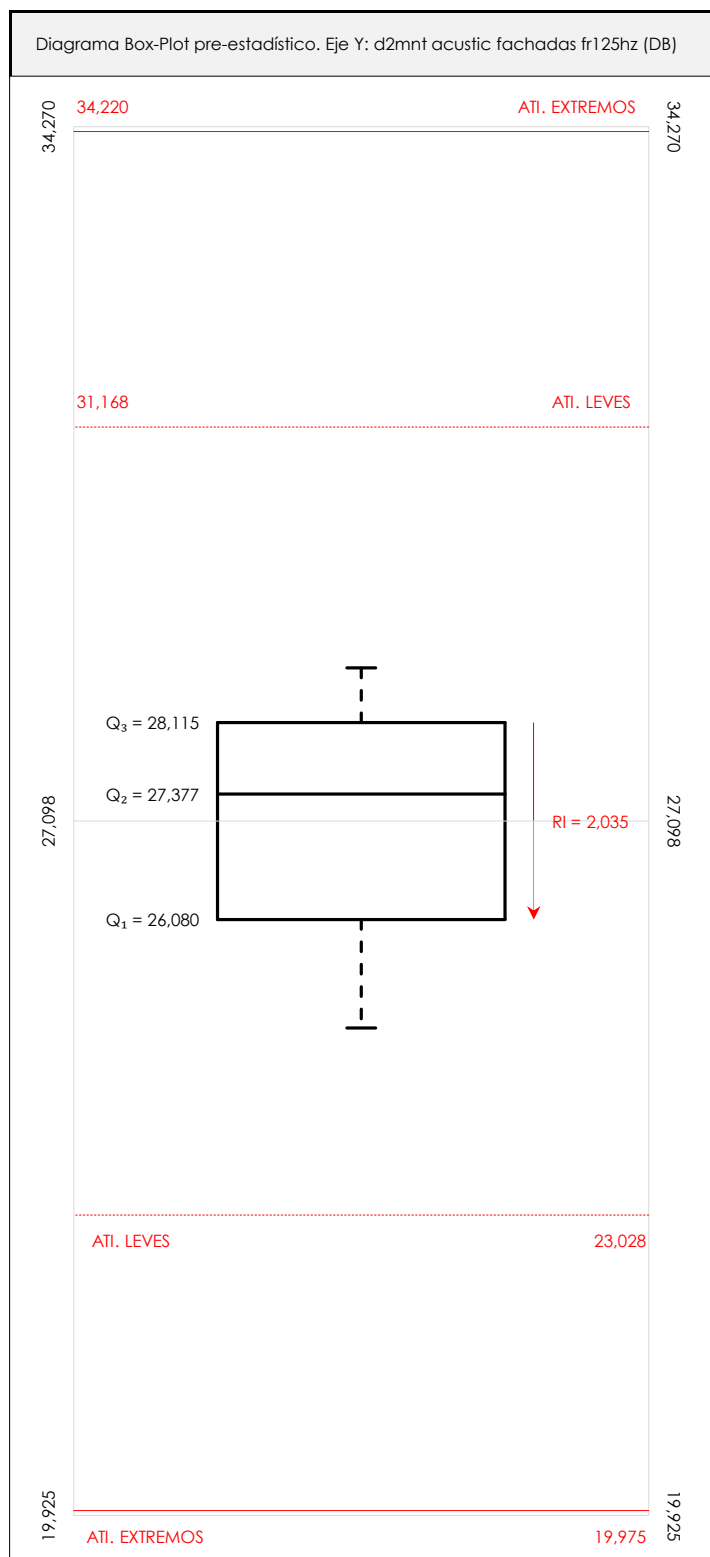
04 El código colorimétrico empleado para las celdas es:

|          |                   |
|----------|-------------------|
| [dudoso] | [insatisfactorio] |
|----------|-------------------|

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

### Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

En ambos se han representado: el primer cuartil ( $Q_1$  ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana ( $Q_2$  ; 50% de los datos), el tercer cuartil ( $Q_3$  ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves ( $f_3$  y  $f_1$  para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos ( $f_3^+$  y  $f_1^+$  para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 28,47           | 29,50    | 29,20    | 29,10    | 30,50    | 28,68                    | 28,47       | 29,50    | 29,20    | 29,10    | 30,50    | 28,68                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 23,80           | 22,10    | 23,80    | 23,60    | 25,10    | 24,96                    | 25,70       | 25,10    | 25,10    | 23,60    | 25,10    | 25,62                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 26,63           | 27,06    | 27,15    | 27,06    | 27,66    | 27,11                    | 26,94       | 27,61    | 27,52    | 26,99    | 27,69    | 27,35                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,37            | 2,19     | 1,72     | 1,65     | 1,71     | 1,26                     | 1,01        | 1,40     | 1,34     | 1,73     | 1,81     | 1,08                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,05            | 0,08     | 0,06     | 0,06     | 0,06     | 0,05                     | 0,04        | 0,05     | 0,05     | 0,06     | 0,07     | 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              | 1,774           | 3,692    | 1,244    | 3,018    | 4,816    |                          | 1,295       | 3,154    | 0,898    | 2,193    | 4,105    |                          |
| 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% | 2,13            | 1,73 | 0,393 | 2,387     | 0,0851    | 2,13        | 1,73 | 0,425 | 2,387     | 0,0851    |
| Nivel de Significación 5% | 1,78            | 1,50 | 0,331 | 2,215     | 0,1492    | 1,78        | 1,50 | 0,358 | 2,215     | 0,1492    |

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

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr160hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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.

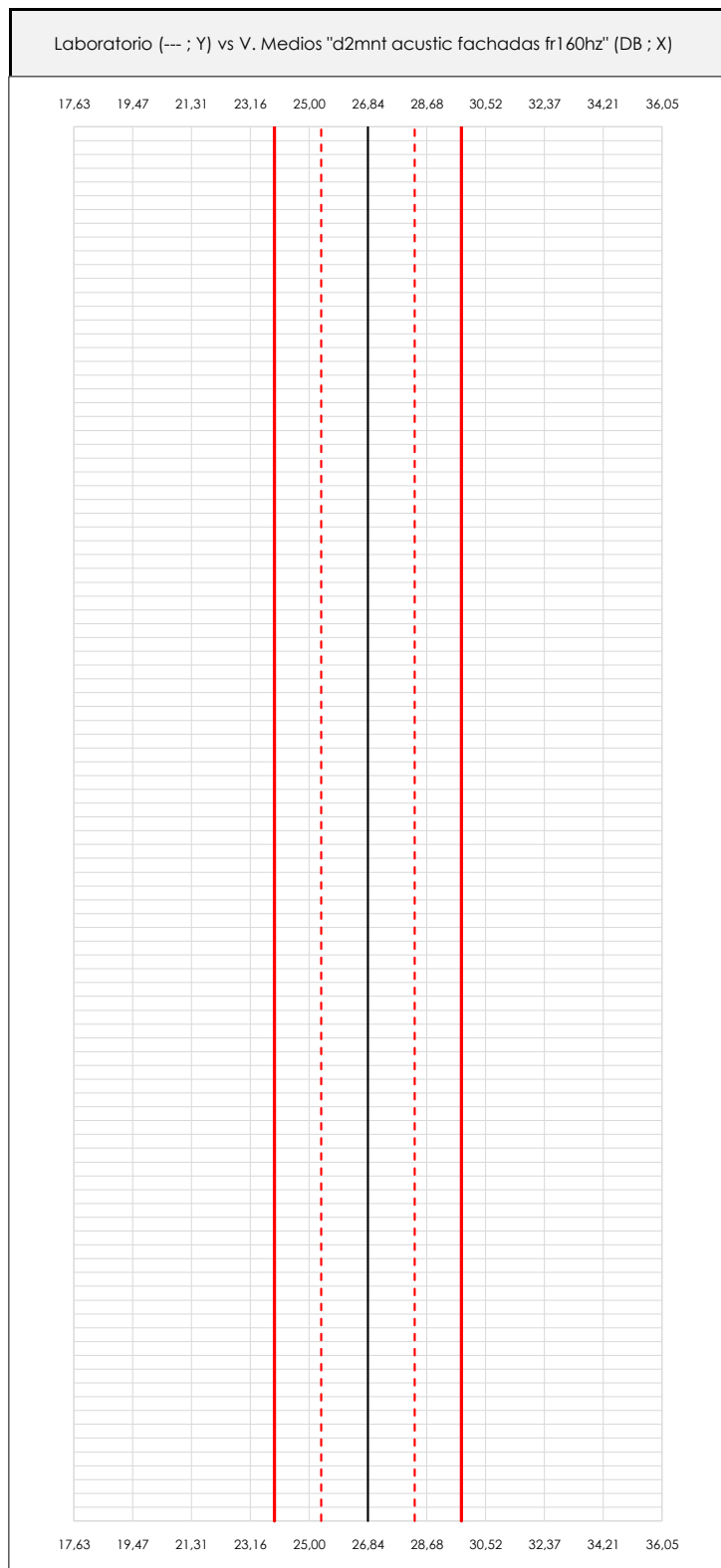
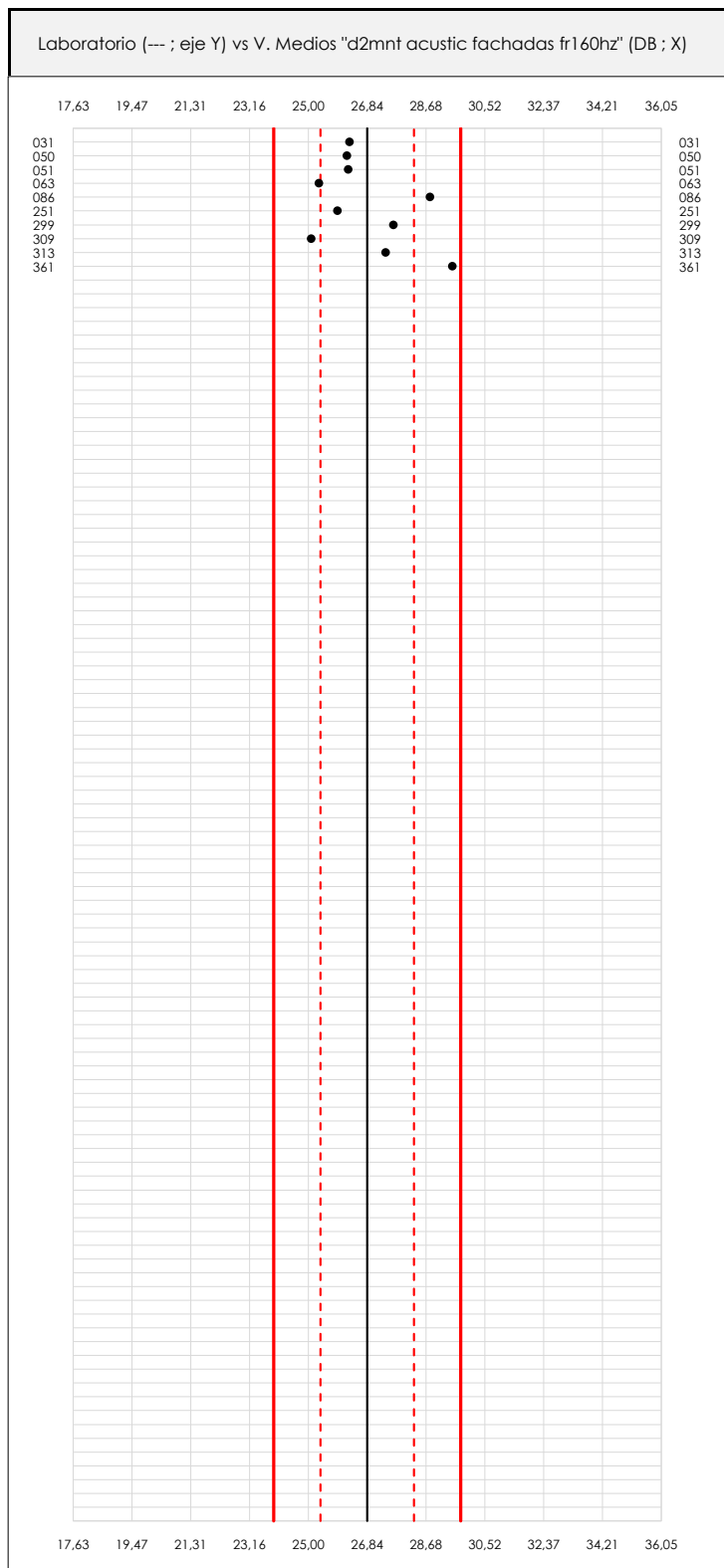
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

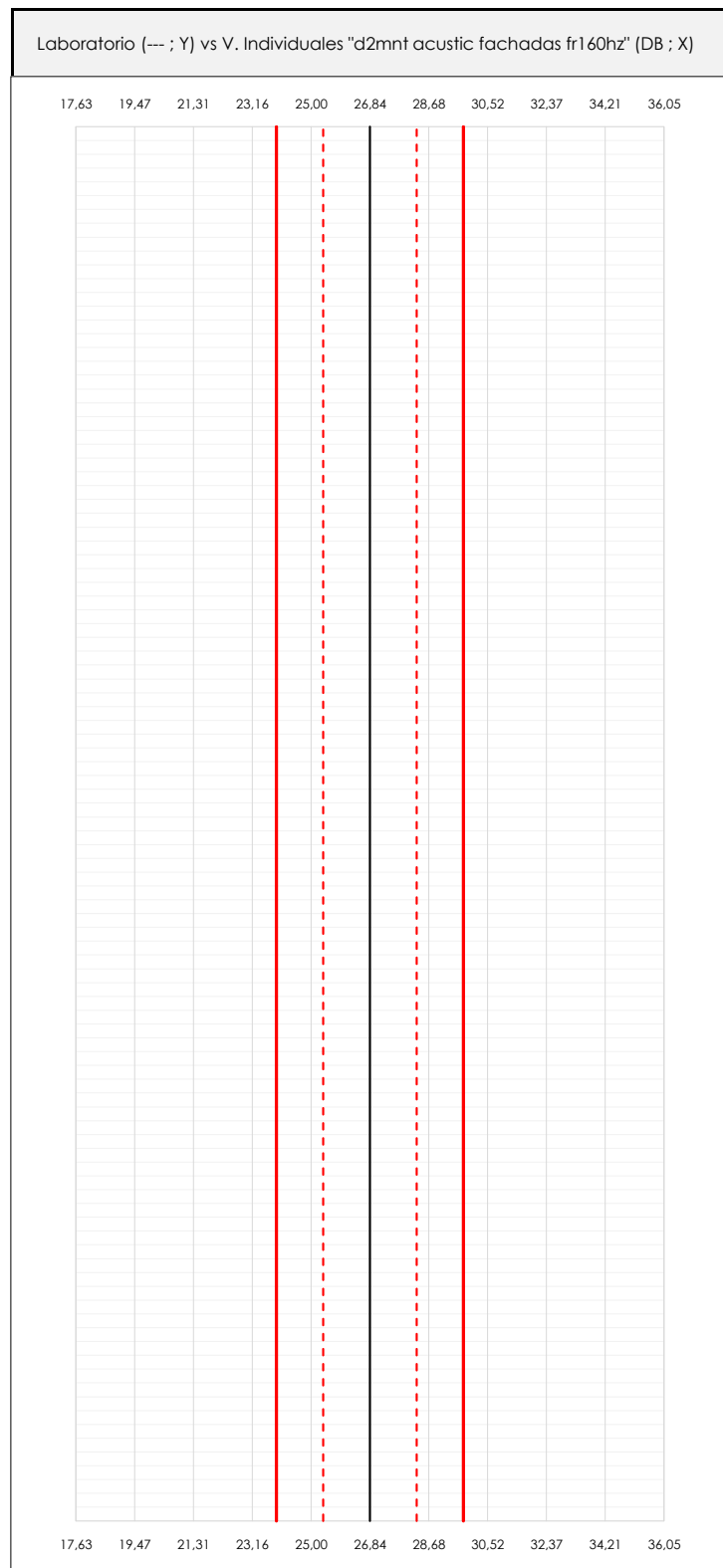
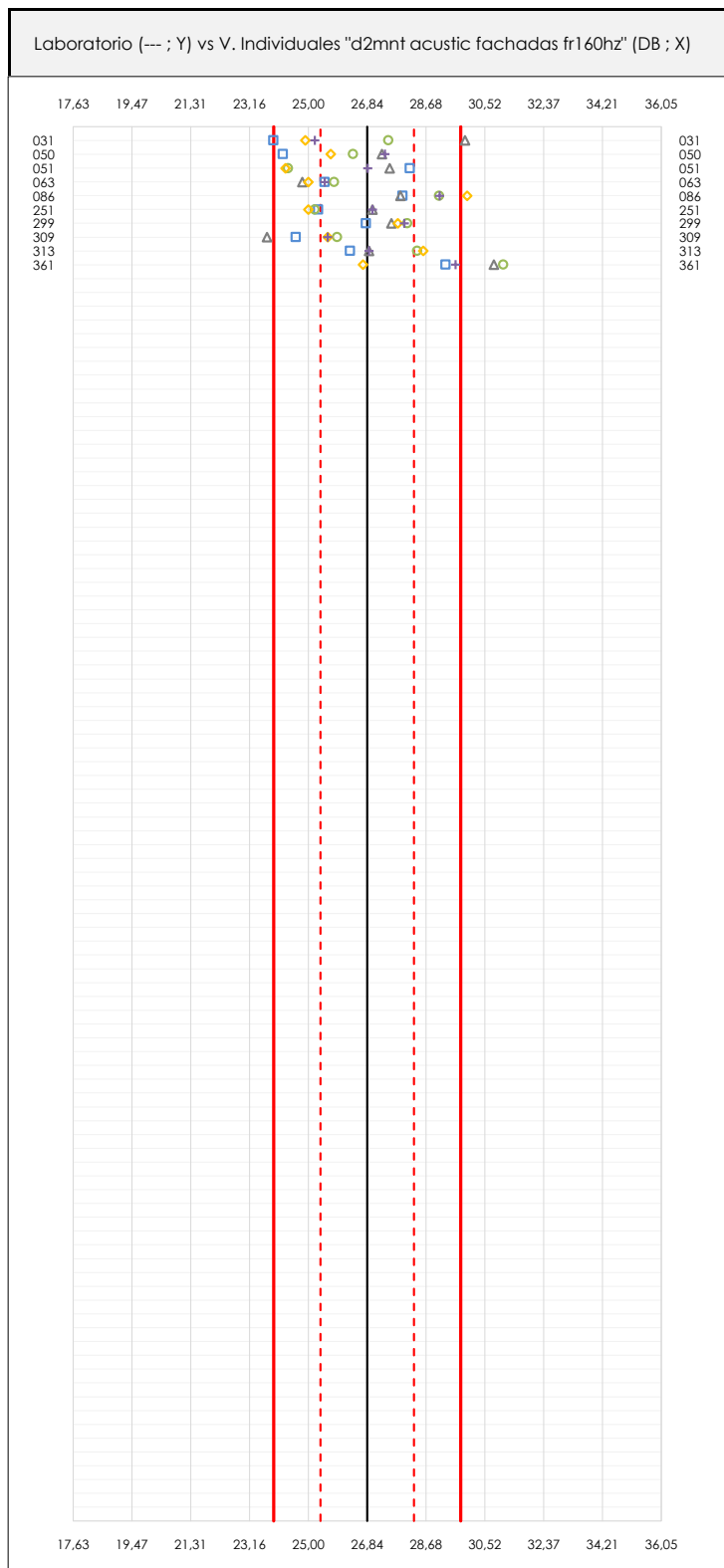
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (26,84 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (28,30/25,38 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (29,77/23,91 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (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 (26,84 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (28,30/25,38 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (29,77/23,91 ; 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 ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i4}$ ) con un rombo amarillo.

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

**NOTAS:**

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

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

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.

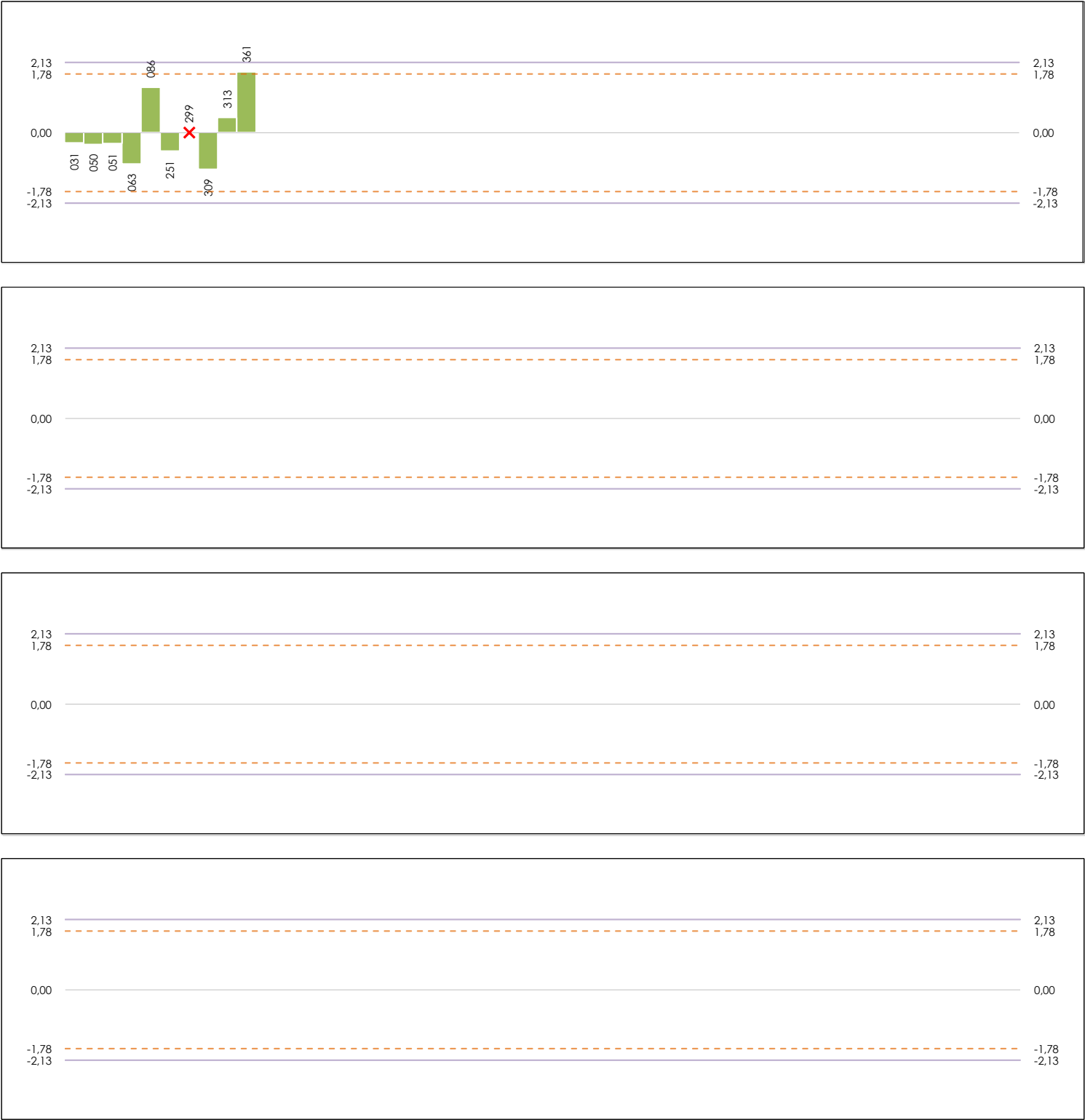
04 El código colorimétrico empleado para las celdas es:

|          |          |
|----------|----------|
| [máximo] | [mínimo] |
|----------|----------|

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

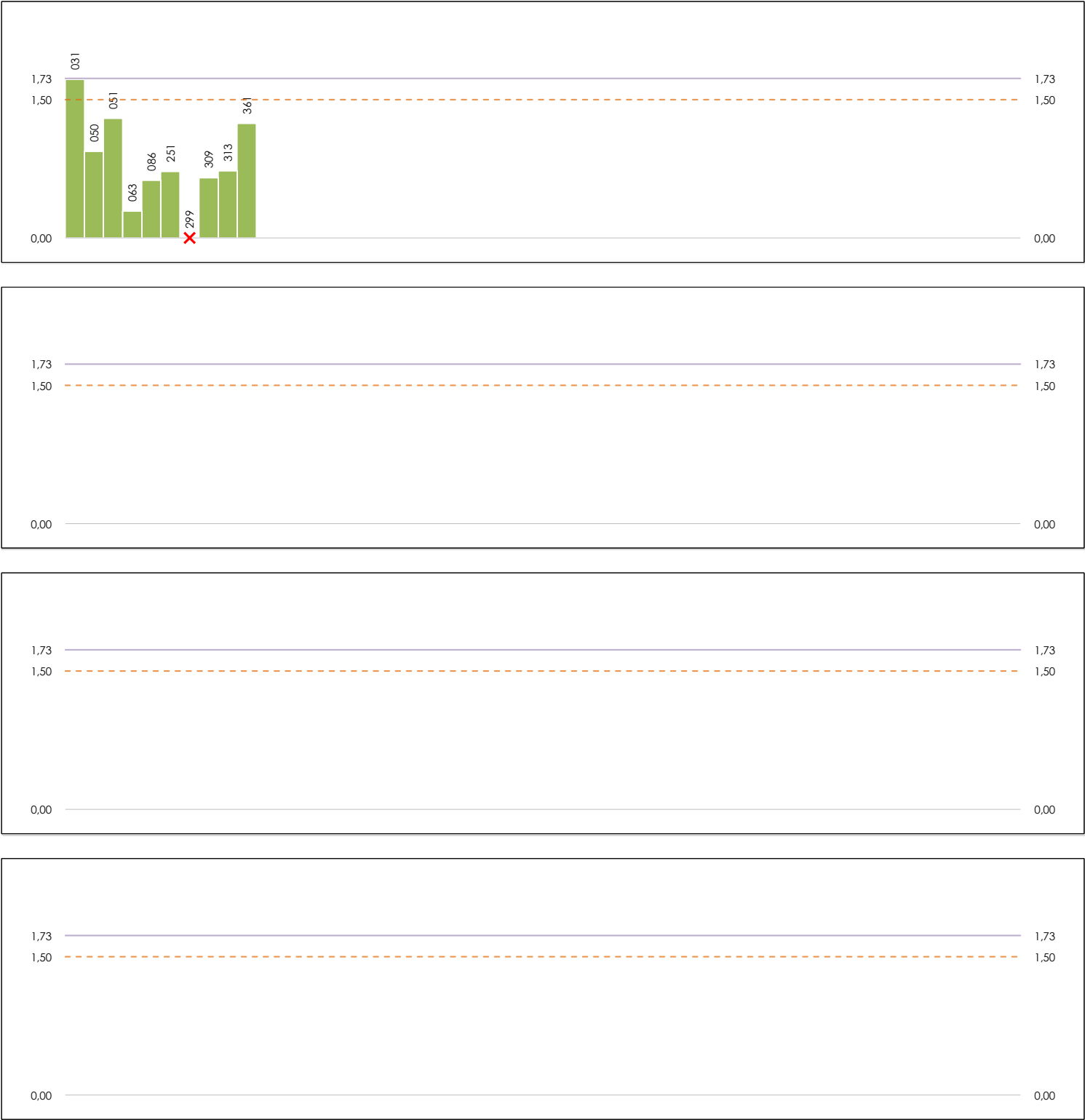
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (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.

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i1</sub> | X <sub>i2</sub> | X <sub>i3</sub> | X <sub>i4</sub> | X <sub>i5</sub> | $\overline{X}_{arit}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim</sub> Inf | G <sub>Sim</sub> Sup | G <sub>Dob</sub> Inf | G <sub>Dob</sub> Sup | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 23,90           | 27,500          | 29,900          | 24,900          | 25,200          | 26,280                | 2,415           | -1,75                | -0,31          | 1,72*          | 0,329          |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 24,20           | 26,400          | 27,300          | 25,700          | 27,400          | 26,200                | 1,317           | -2,05                | -0,36          | 0,94           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 51  | 28,18           | 24,359          | 27,547          | 24,282          | 26,850          | 26,244                | 1,818           | -1,89                | -0,33          | 1,30           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 63  | 25,50           | 25,800          | 24,800          | 25,000          | 25,500          | 25,320                | 0,409           | -5,34                | -0,94          | 0,29           |                |                      |                      | 0,6657               |                      | ✓      |
| 86  | 27,95           | 29,086          | 27,885          | 29,965          | 29,108          | 28,799                | 0,879           | 7,66                 | 1,35           | 0,63           |                |                      |                      |                      | 0,1879               | ✓      |
| 251 | 25,30           | 25,200          | 27,000          | 25,000          | 27,000          | 25,900                | 1,010           | -3,17                | -0,56          | 0,72           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 299 | 26,80           | 28,100          | 27,600          | 27,800          | 28,000          | 27,660                | ---             | ---                  | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 24,60           | 25,900          | 23,700          | 25,600          | 25,600          | 25,080                | 0,915           | -6,24                | -1,10          | 0,65           |                | 1,096                |                      | 0,6657               |                      | ✓      |
| 313 | 26,30           | 28,400          | 26,900          | 28,600          | 26,900          | 27,420                | 1,018           | 2,51                 | 0,44           | 0,73           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 361 | 29,30           | 31,100          | 30,800          | 26,700          | 29,600          | 29,500                | 1,742           | 10,28                | 1,81*          | 1,24           | 0,329          |                      | 1,807                |                      | 0,1879               | ✓      |

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

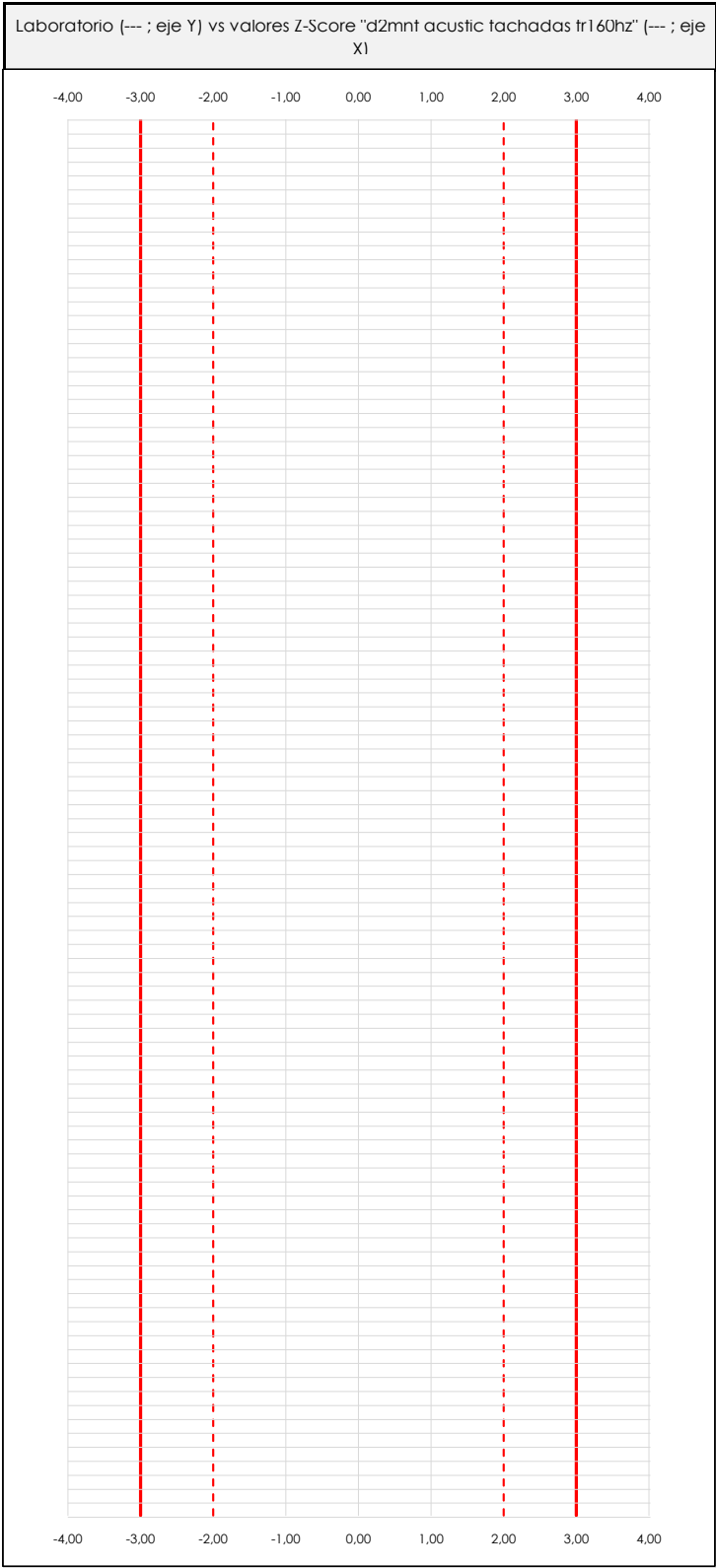
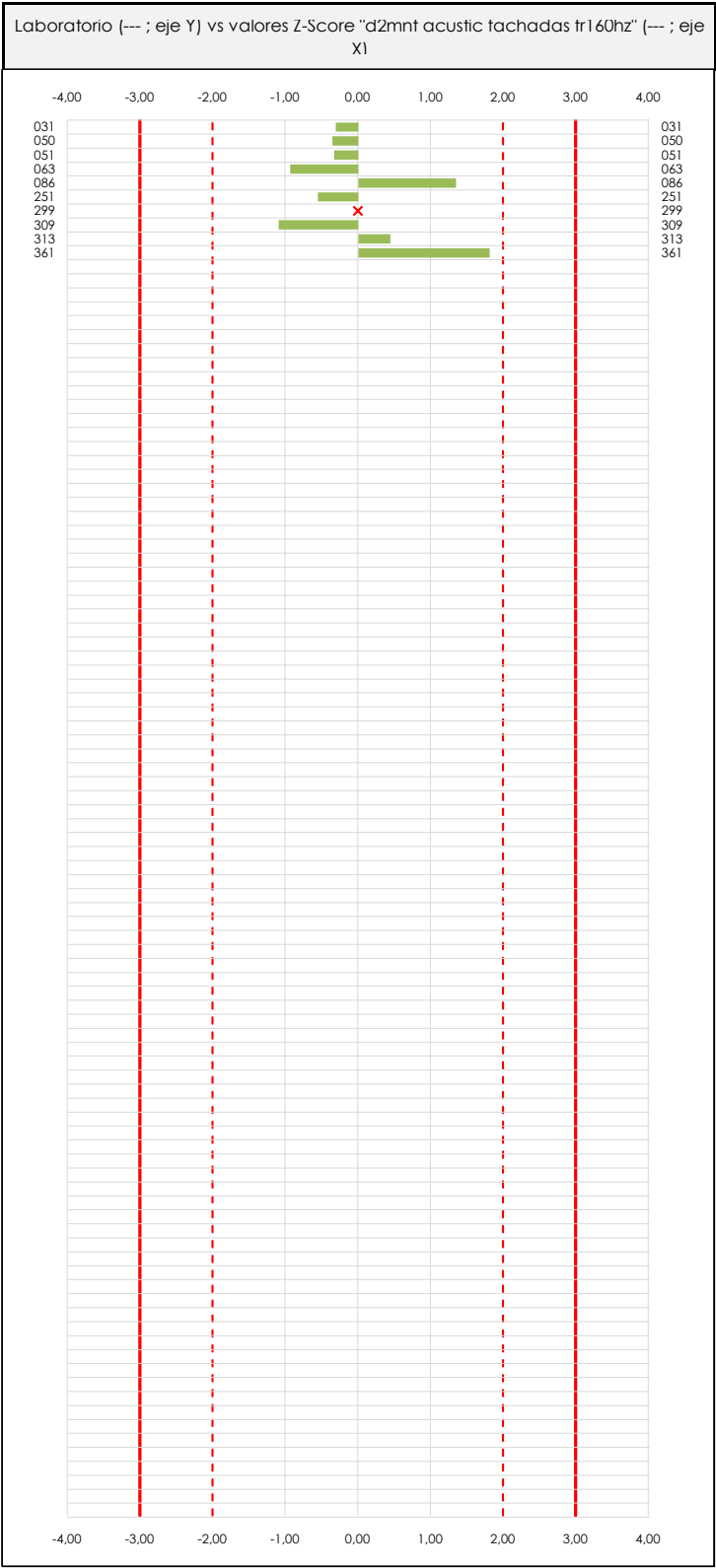
[máximo]

[mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (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.

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>j</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>L i</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

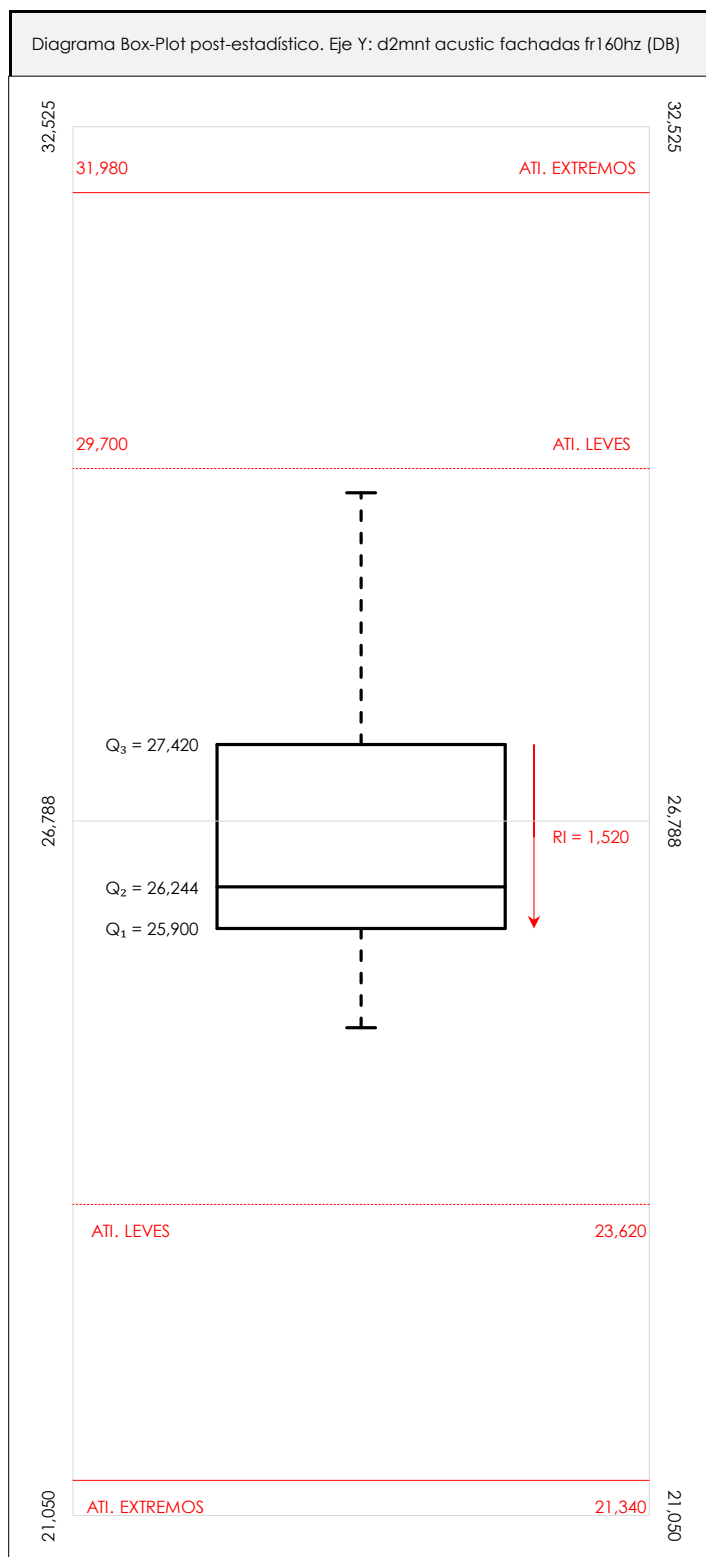
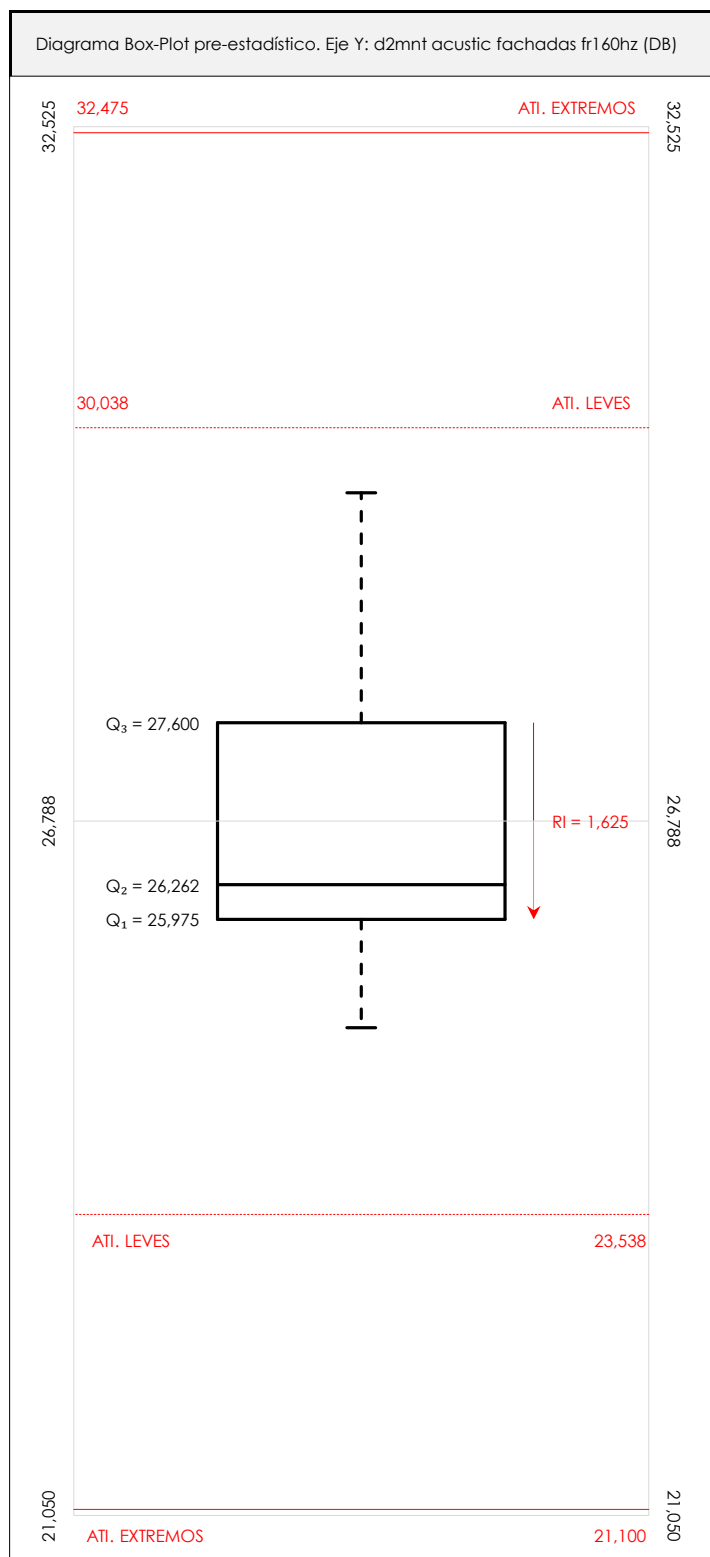
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

|          |                   |
|----------|-------------------|
| [dudoso] | [insatisfactorio] |
|----------|-------------------|

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (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 ( $Q_1$  ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana ( $Q_2$  ; 50% de los datos), el tercer cuartil ( $Q_3$  ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves ( $f_3$  y  $f_1$  para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos ( $f_3^+$  y  $f_1^+$  para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 29,30           | 31,10    | 30,80    | 29,97    | 29,60    | 29,50                    | 29,30       | 31,10    | 30,80    | 29,97    | 29,60    | 29,50                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 23,90           | 24,36    | 23,70    | 24,28    | 25,20    | 25,08                    | 23,90       | 24,36    | 23,70    | 24,28    | 25,20    | 25,08                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 26,20           | 27,18    | 27,34    | 26,35    | 27,12    | 26,84                    | 26,14       | 27,08    | 27,31    | 26,19    | 27,02    | 26,75                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,83            | 2,04     | 2,08     | 1,87     | 1,48     | 1,46                     | 1,93        | 2,14     | 2,20     | 1,91     | 1,53     | 1,52                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,07            | 0,08     | 0,08     | 0,07     | 0,05     | 0,05                     | 0,07        | 0,08     | 0,08     | 0,07     | 0,06     | 0,06                     |
| 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              | 1,801           | 3,720    | 1,784    | 3,585    | 5,248    |                          | 1,971       | 3,892    | 1,924    | 3,895    | 5,471    |                          |
| 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% | 2,13            | 1,73 | 0,393 | 2,387     | 0,0851    | 2,13        | 1,73 | 0,425 | 2,387     | 0,0851    |
| Nivel de Significación 5% | 1,78            | 1,50 | 0,331 | 2,215     | 0,1492    | 1,78        | 1,50 | 0,358 | 2,215     | 0,1492    |

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

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr200hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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.

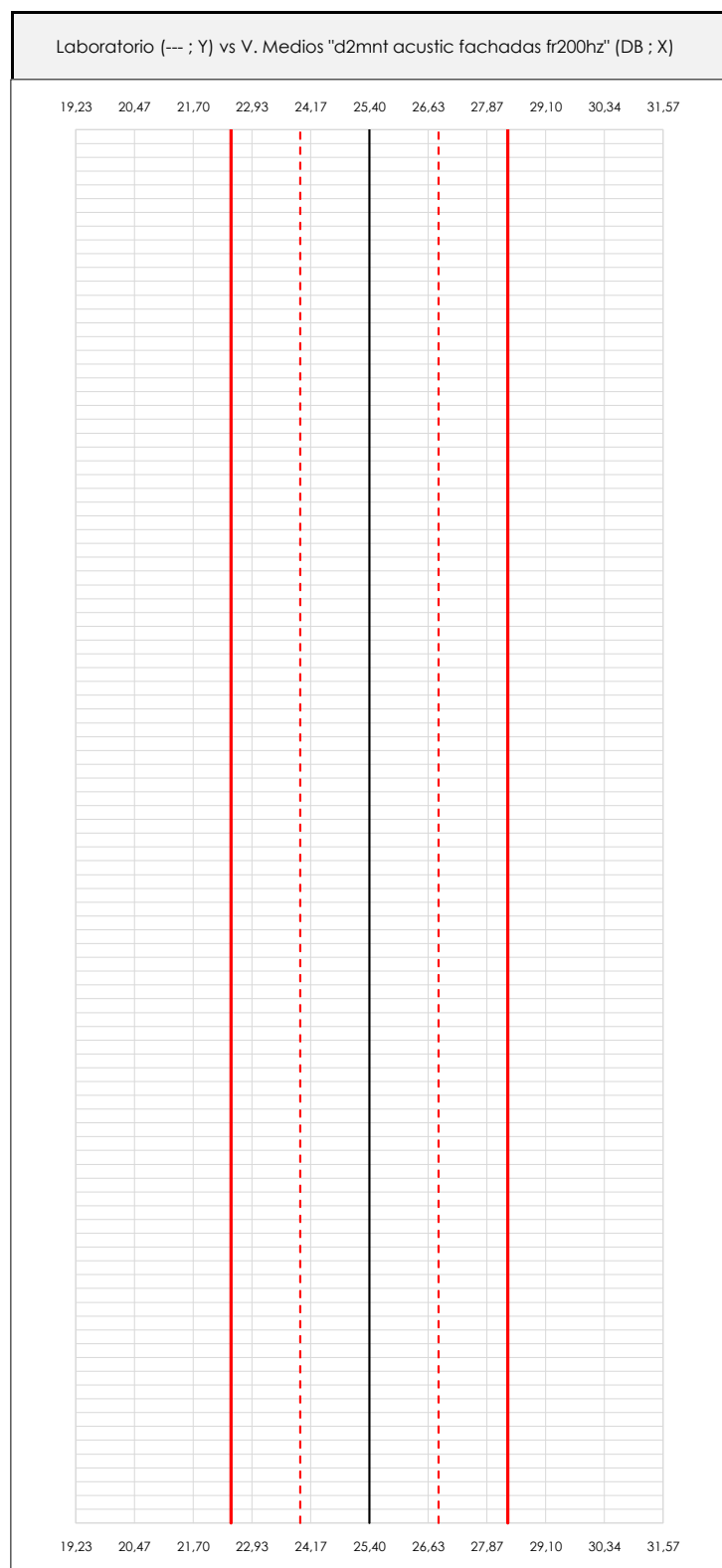
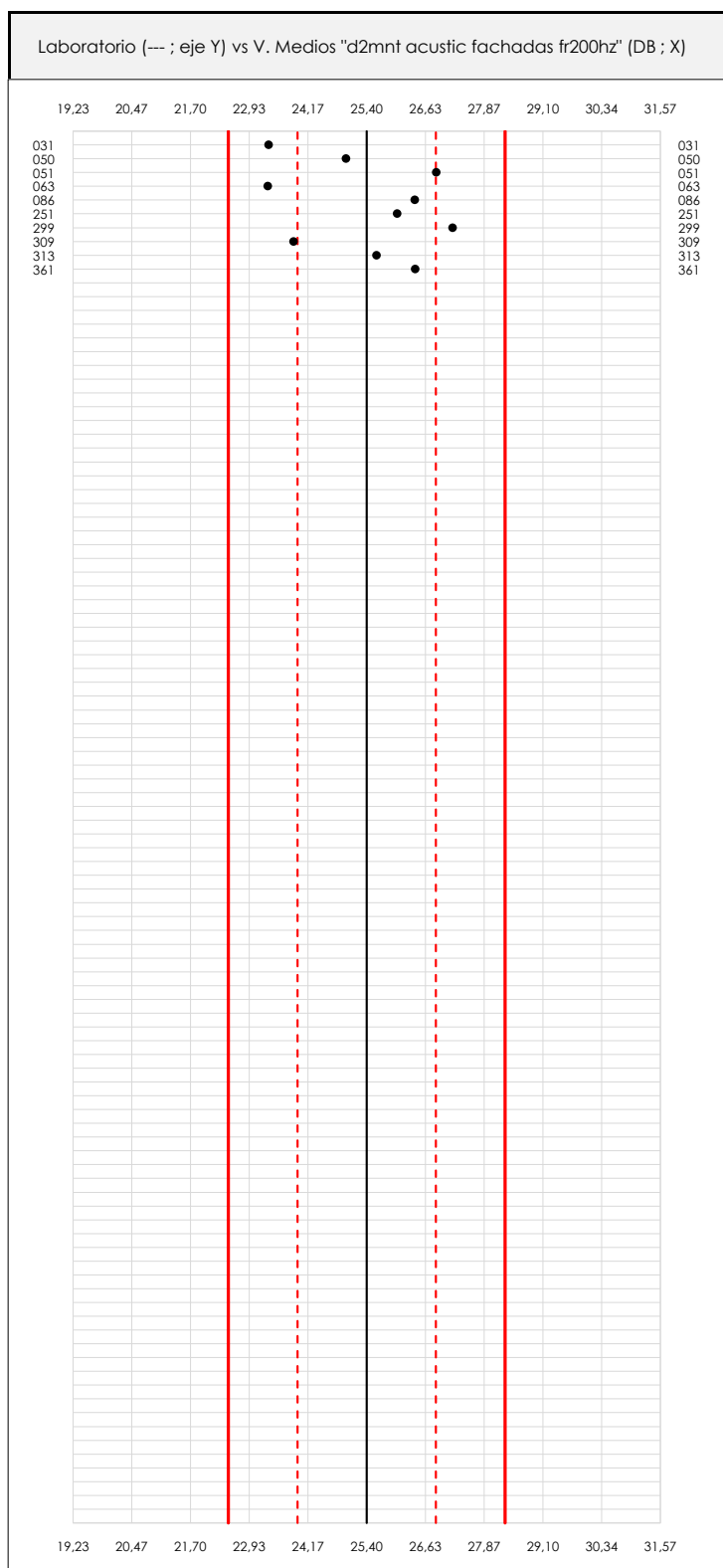
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

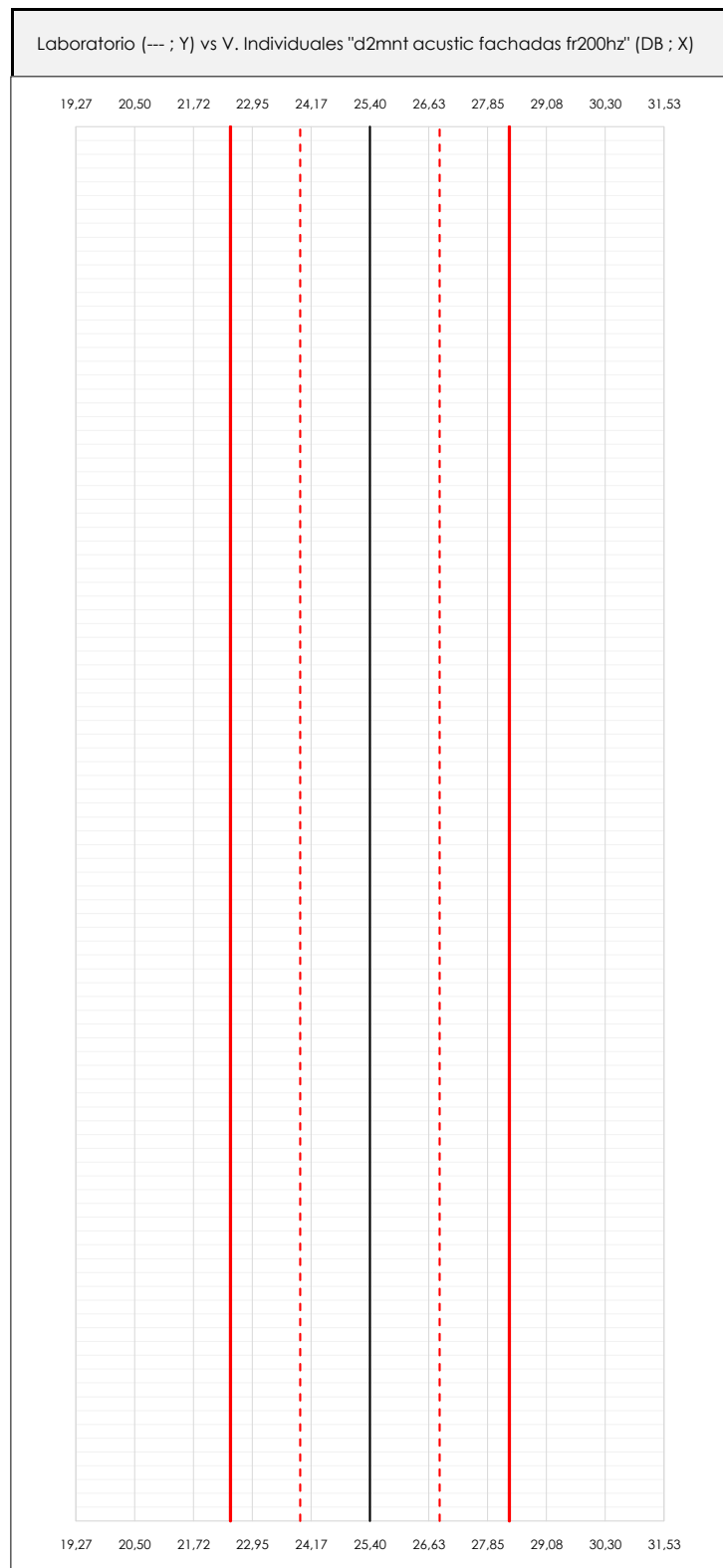
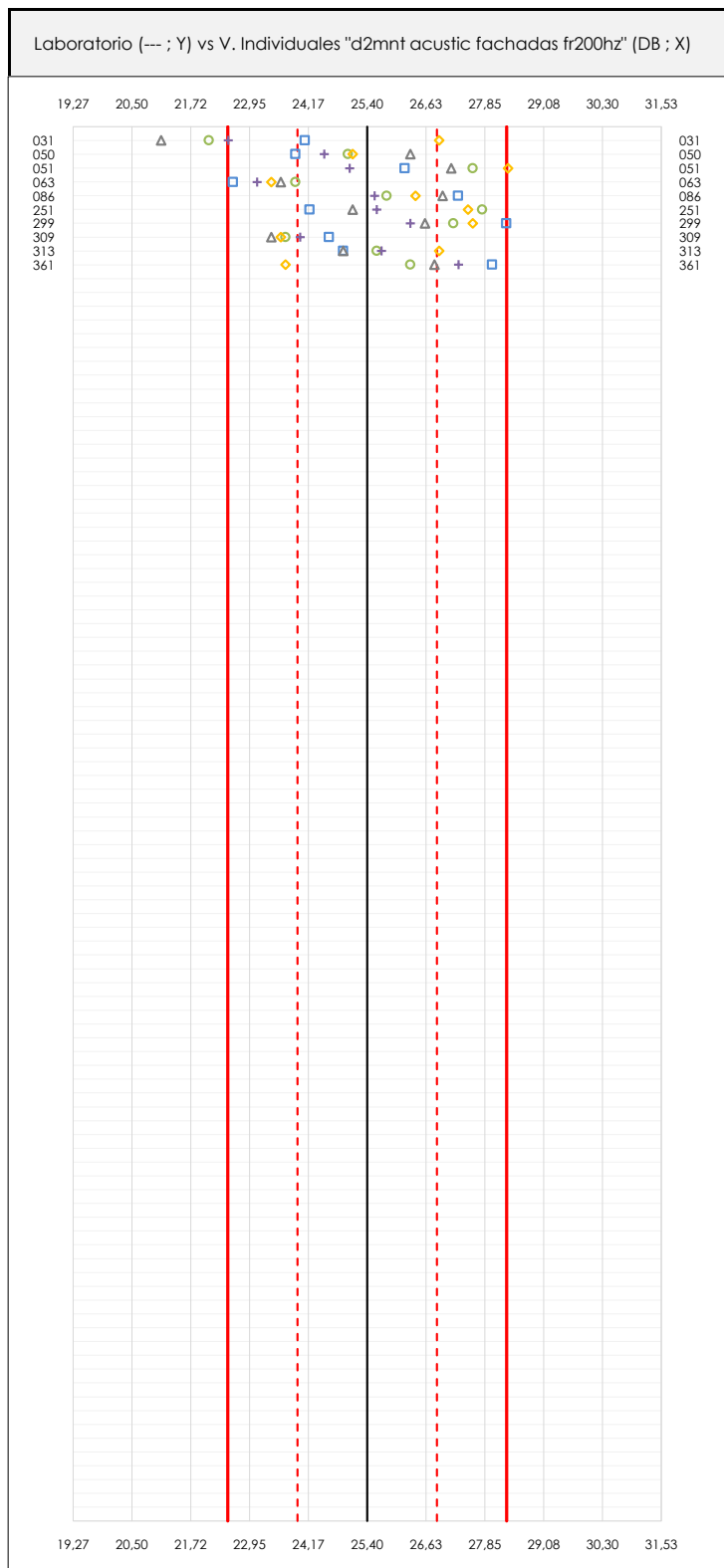
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (25,40 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (26,85/23,95 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (28,31/22,49 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (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 (25,40 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (26,85/23,95 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (28,31/22,49 ; 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 ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i4}$ ) con un rombo amarillo.

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

01 "X<sub>ij</sub>" con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio. " $\overline{X}_{arit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

02 " $S_{L_i}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_i$  aritl %" 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.

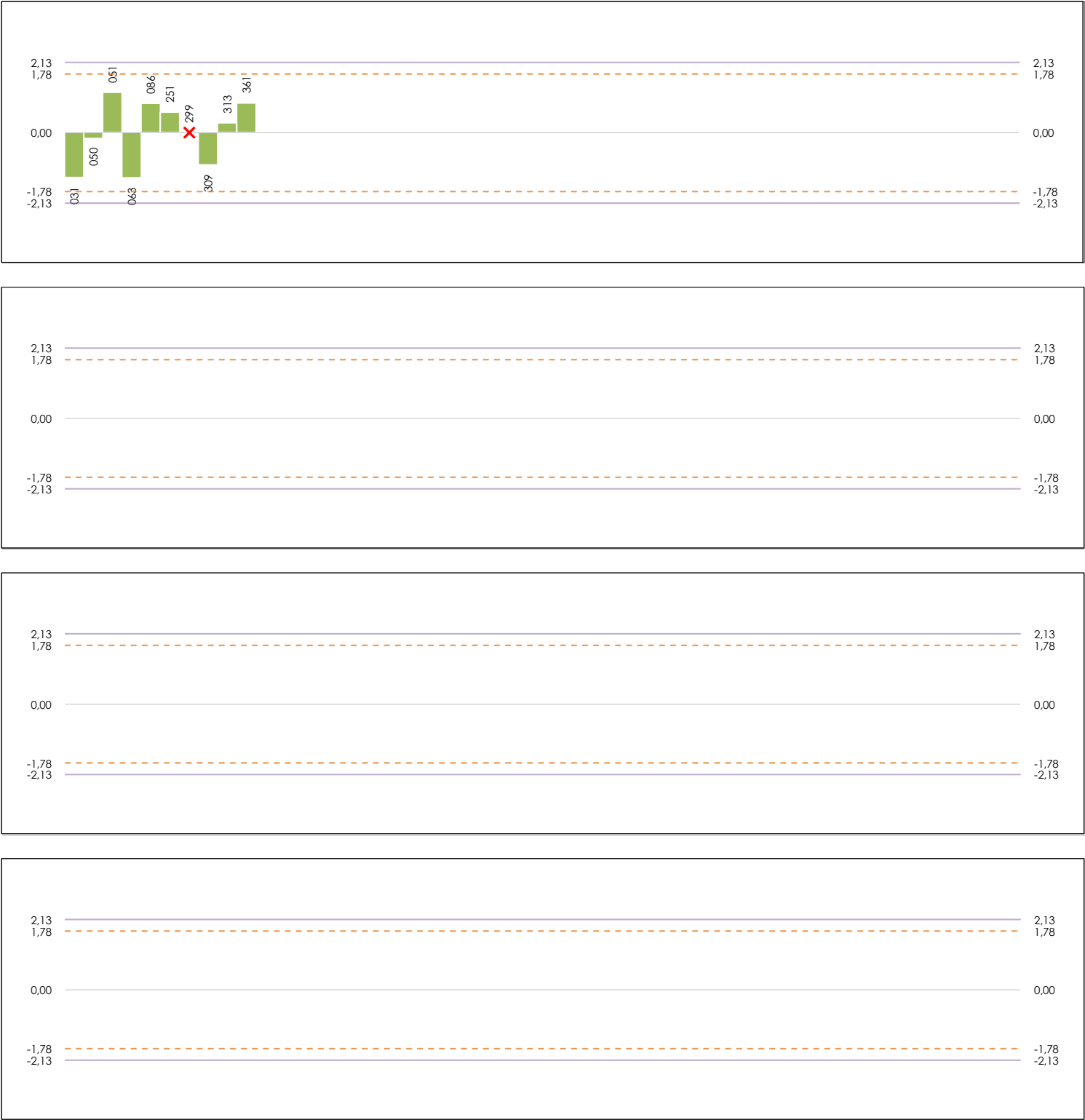
04 El código colorimétrico empleado para las celdas es:

|          |          |
|----------|----------|
| [máximo] | [mínimo] |
|----------|----------|

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

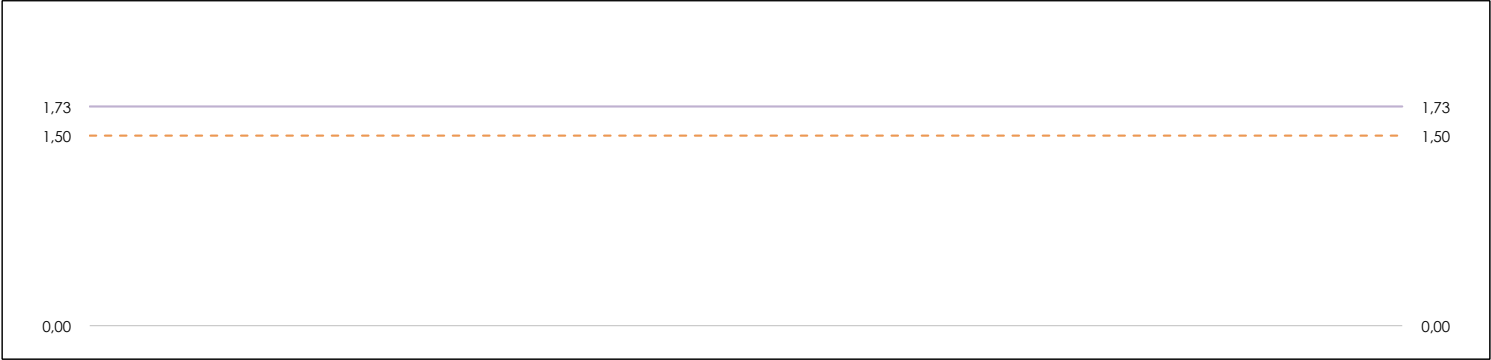
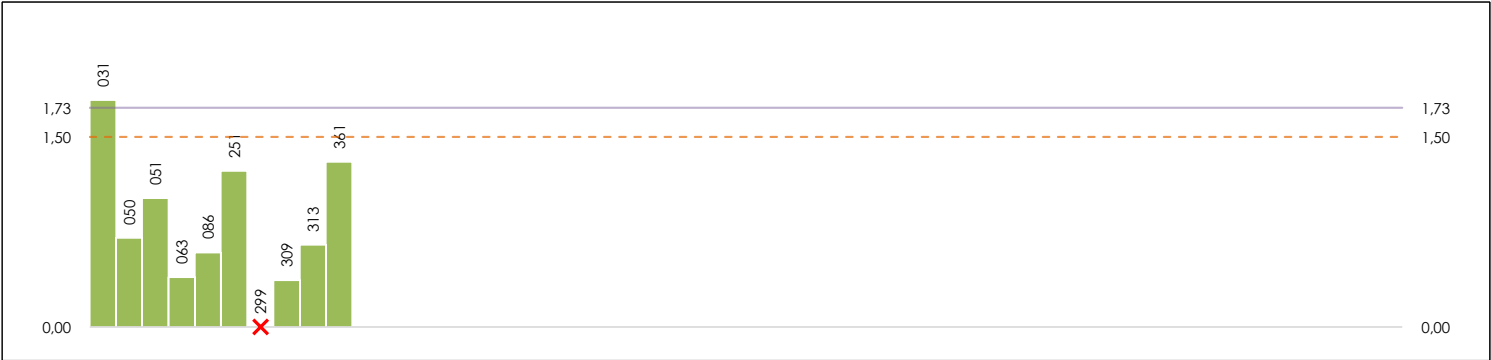
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

# D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

#### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | $X_{i1}$ | $X_{i2}$ | $X_{i3}$ | $X_{i4}$ | $X_{i5}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | $S_{Li}$ | $D_{i\text{arit}} \%$ | $h_i$ | $k_i$  | $C_i$ | $G_{\text{Sim Inf}}$ | $G_{\text{Sim Sup}}$ | $G_{\text{Dob Inf}}$ | $G_{\text{Dob Sup}}$ | Pasa B |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|----------|-----------------------|-------|--------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 24,10    | 22,100   | 21,100   | 26,900   | 22,500   | 23,340                   | 2,265    | -7,38                 | -1,34 | 1,79** | 0,357 |                      |                      | 0,4161               |                      | ✓      |
| 50  | 23,90    | 25,000   | 26,300   | 25,100   | 24,500   | 24,960                   | 0,888    | -0,96                 | -0,17 | 0,70   |       |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 51  | 26,18    | 27,597   | 27,150   | 28,336   | 25,037   | 26,861                   | 1,283    | 6,59                  | 1,20  | 1,02   |       |                      | 1,196                |                      | 0,6480               | ✓      |
| 63  | 22,60    | 23,900   | 23,600   | 23,400   | 23,100   | 23,320                   | 0,497    | -7,46                 | -1,35 | 0,39   |       | 1,355                |                      | 0,4161               |                      | ✓      |
| 86  | 27,30    | 25,801   | 26,973   | 26,405   | 25,556   | 26,407                   | 0,742    | 4,79                  | 0,87  | 0,59   |       |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 251 | 24,20    | 27,800   | 25,100   | 27,500   | 25,600   | 26,040                   | 1,557    | 3,33                  | 0,60  | 1,23   |       |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 299 | 28,30    | 27,200   | 26,600   | 27,600   | 26,300   | 27,200                   | ---      | ---                   | ---   | ---    | ---   | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 24,60    | 23,700   | 23,400   | 23,600   | 24,000   | 23,860                   | 0,467    | -5,32                 | -0,97 | 0,37   |       |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 313 | 24,90    | 25,600   | 24,900   | 26,900   | 25,700   | 25,600                   | 0,819    | 1,58                  | 0,29  | 0,65   |       |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 361 | 28,00    | 26,300   | 26,800   | 23,700   | 27,300   | 26,420                   | 1,645    | 4,84                  | 0,88  | 1,30   |       |                      |                      |                      | 0,6480               | ✓      |

#### NOTAS:

- <sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}} \%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> " $h_i$  y  $k_i$ ", " $C_i$ ", " $G_{\text{Sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

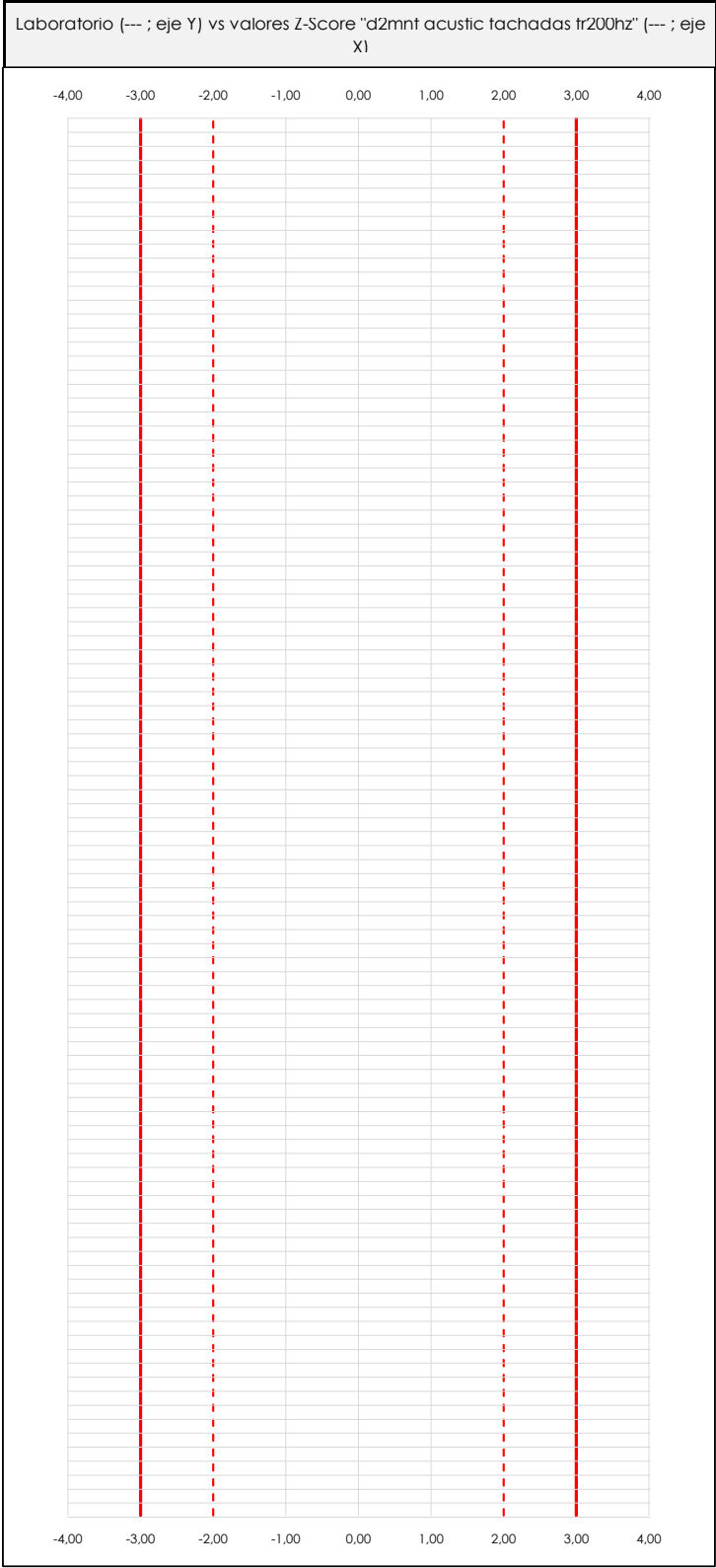
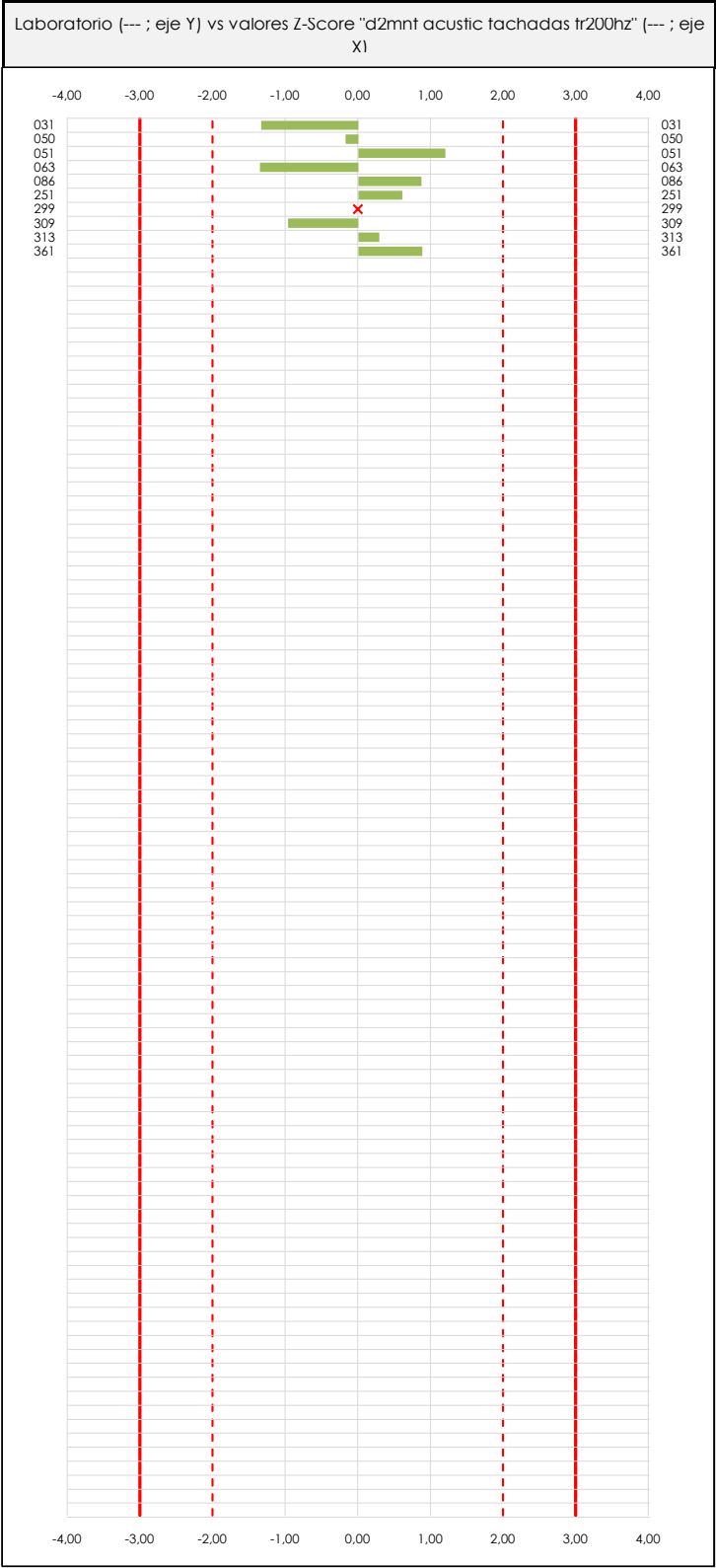
[máximo]

[mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (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.

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>j</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>L i</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

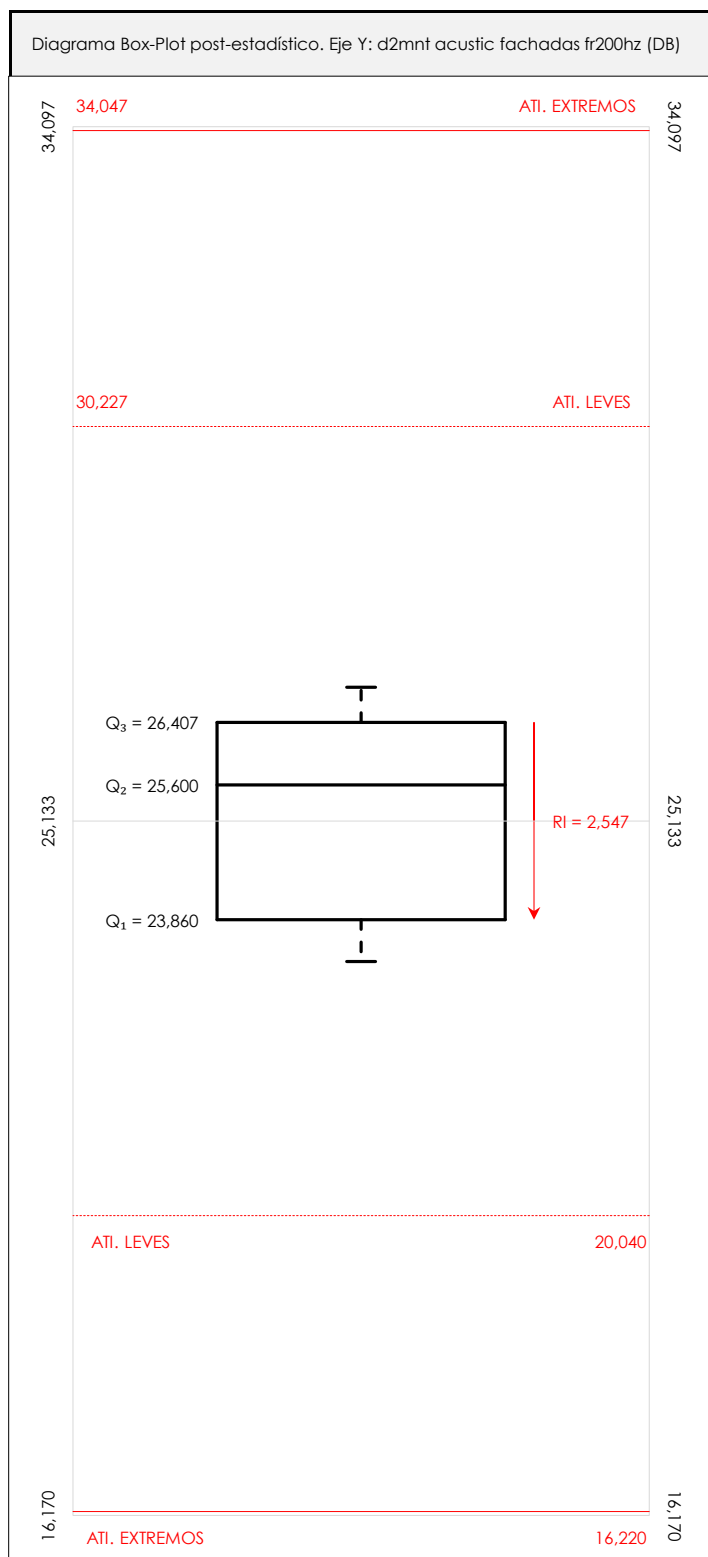
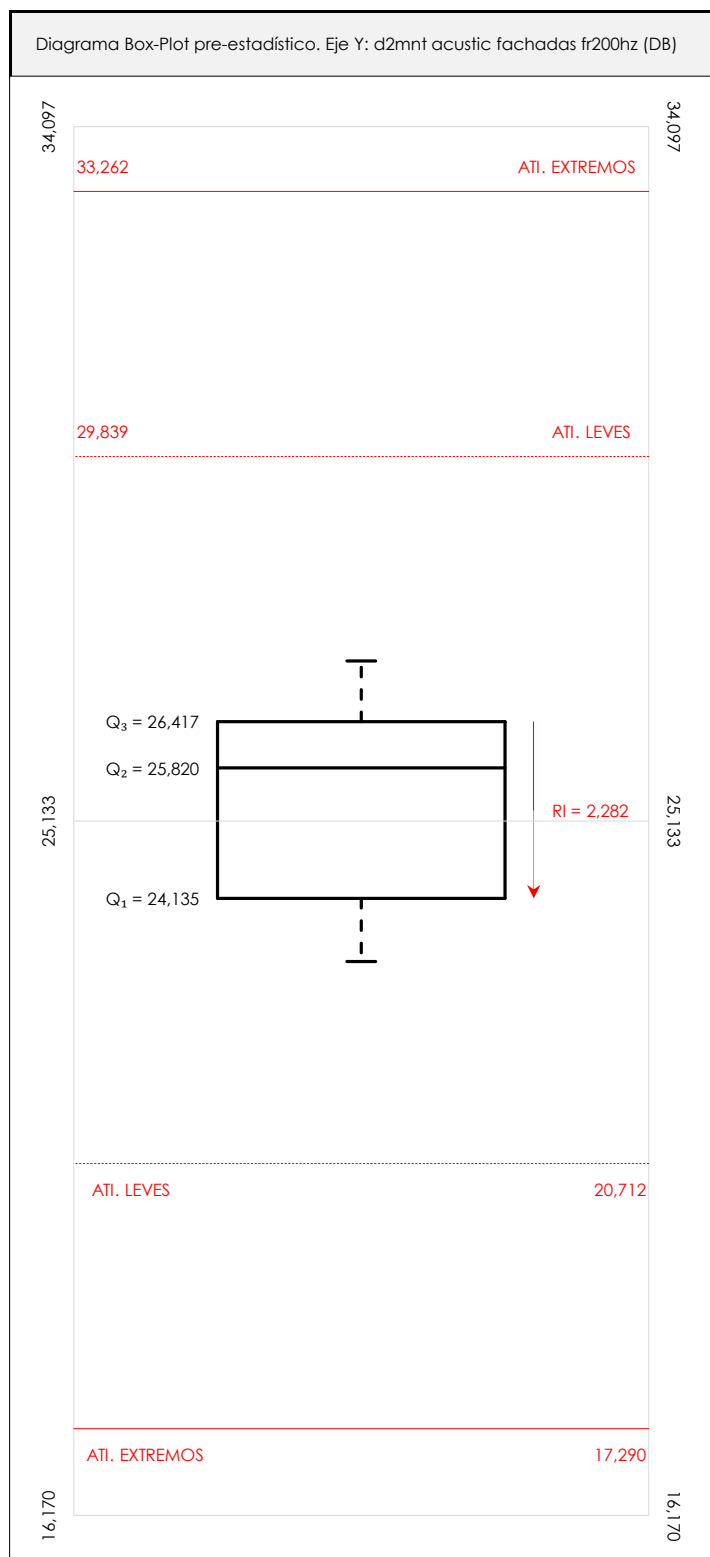
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

|          |                   |
|----------|-------------------|
| [dudoso] | [insatisfactorio] |
|----------|-------------------|

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 28,30           | 27,80    | 27,15    | 28,34    | 27,30    | 27,20                    | 28,00       | 27,80    | 27,15    | 28,34    | 27,30    | 26,86                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 22,60           | 22,10    | 21,10    | 23,40    | 22,50    | 23,32                    | 22,60       | 22,10    | 21,10    | 23,40    | 22,50    | 23,32                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 25,41           | 25,50    | 25,19    | 25,94    | 24,96    | 25,40                    | 25,09       | 25,31    | 25,04    | 25,76    | 24,81    | 25,20                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,93            | 1,85     | 1,98     | 1,85     | 1,46     | 1,45                     | 1,74        | 1,86     | 2,04     | 1,86     | 1,47     | 1,39                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,08            | 0,07     | 0,08     | 0,07     | 0,06     | 0,06                     | 0,07        | 0,07     | 0,08     | 0,07     | 0,06     | 0,06                     |
| 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              | 1,501           | 3,396    | 1,812    | 3,314    | 5,046    |                          | 1,598       | 3,504    | 1,607    | 3,205    | 4,962    |                          |
| 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% | 2,13            | 1,73 | 0,393 | 2,387     | 0,0851    | 2,13        | 1,73 | 0,425 | 2,387     | 0,0851    |
| Nivel de Significación 5% | 1,78            | 1,50 | 0,331 | 2,215     | 0,1492    | 1,78        | 1,50 | 0,358 | 2,215     | 0,1492    |

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

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr250hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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.

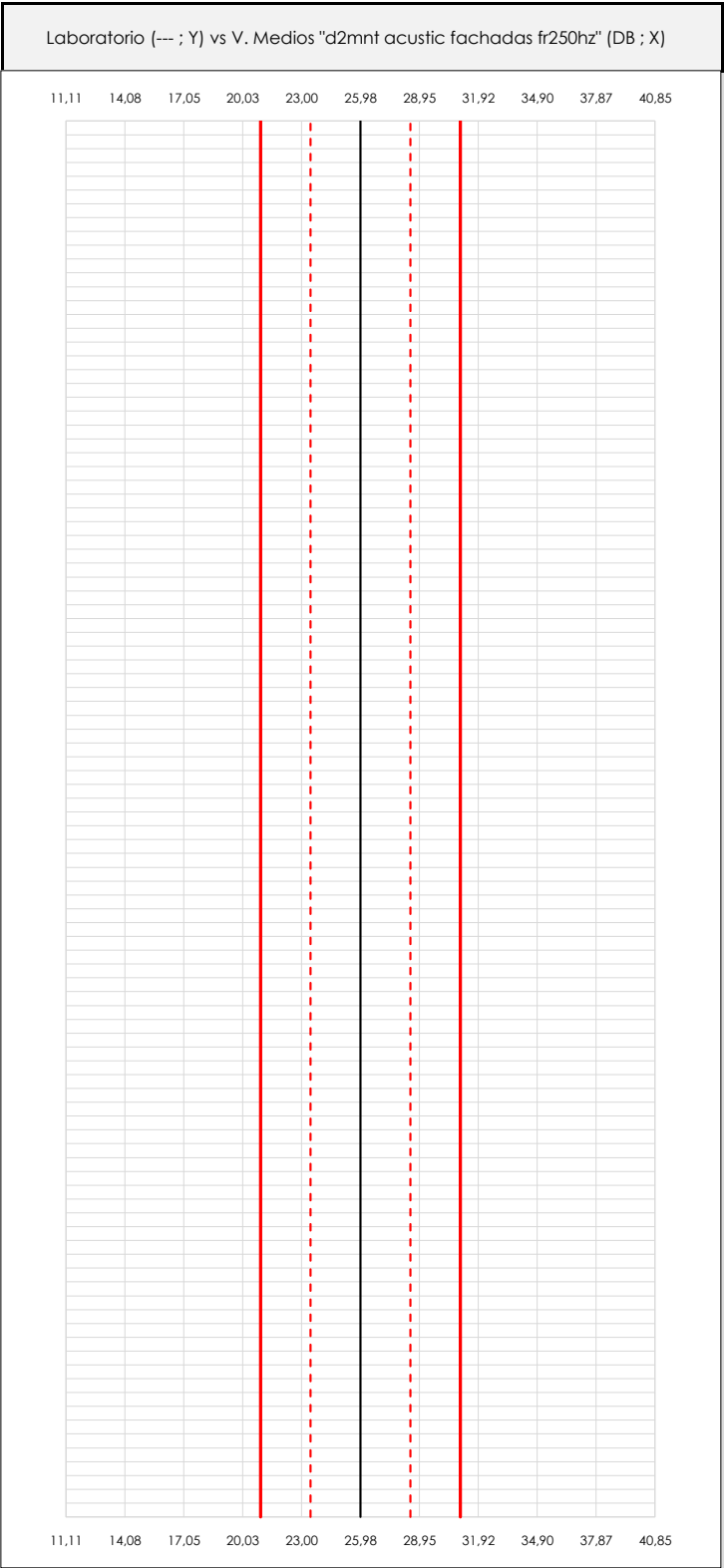
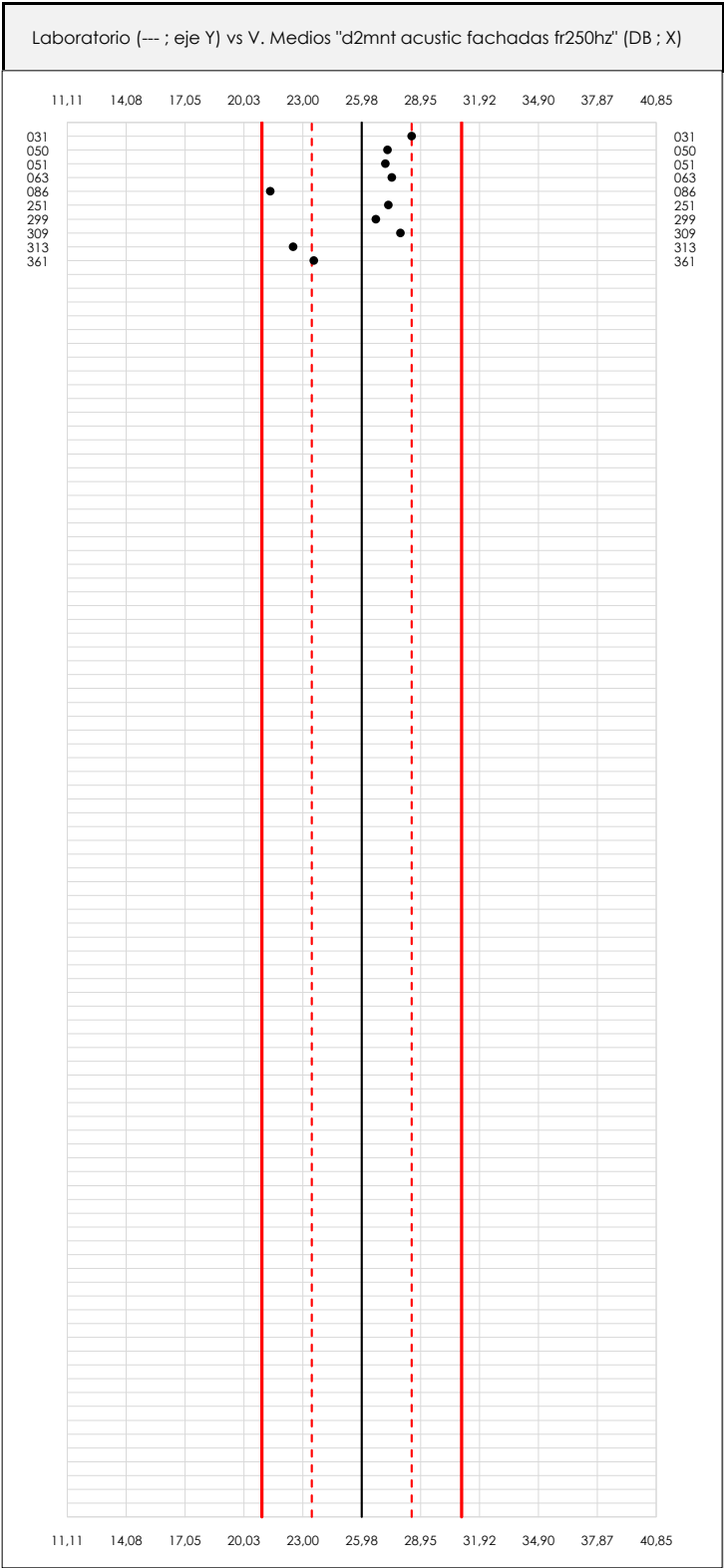
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

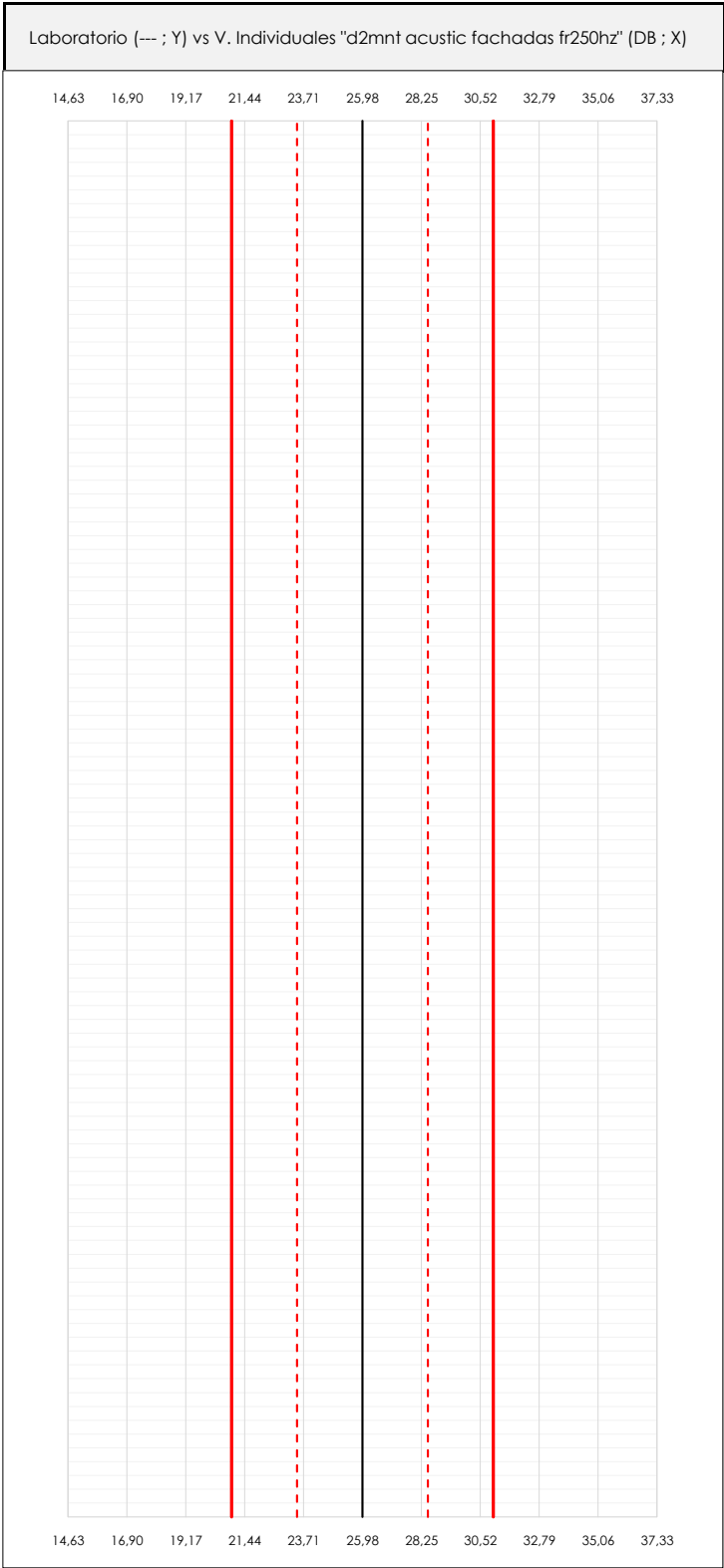
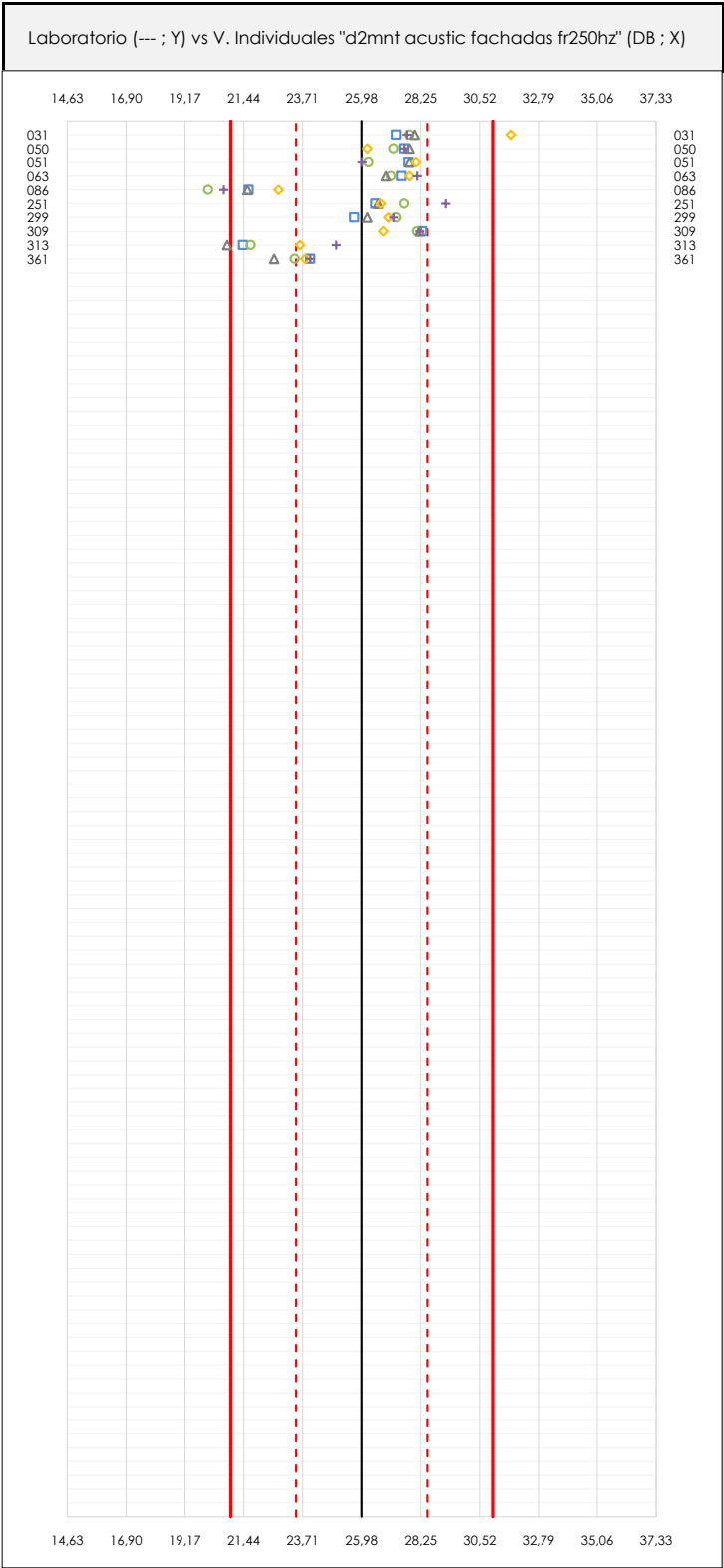
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (25,98 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (28,50/23,45 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (31,02/20,93 ; 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.

# D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



#### ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (25,98 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (28,50/23,45 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (31,02/20,93 ; 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 ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i4}$ ) con un rombo amarillo.

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

---

01 "X<sub>j</sub> 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.

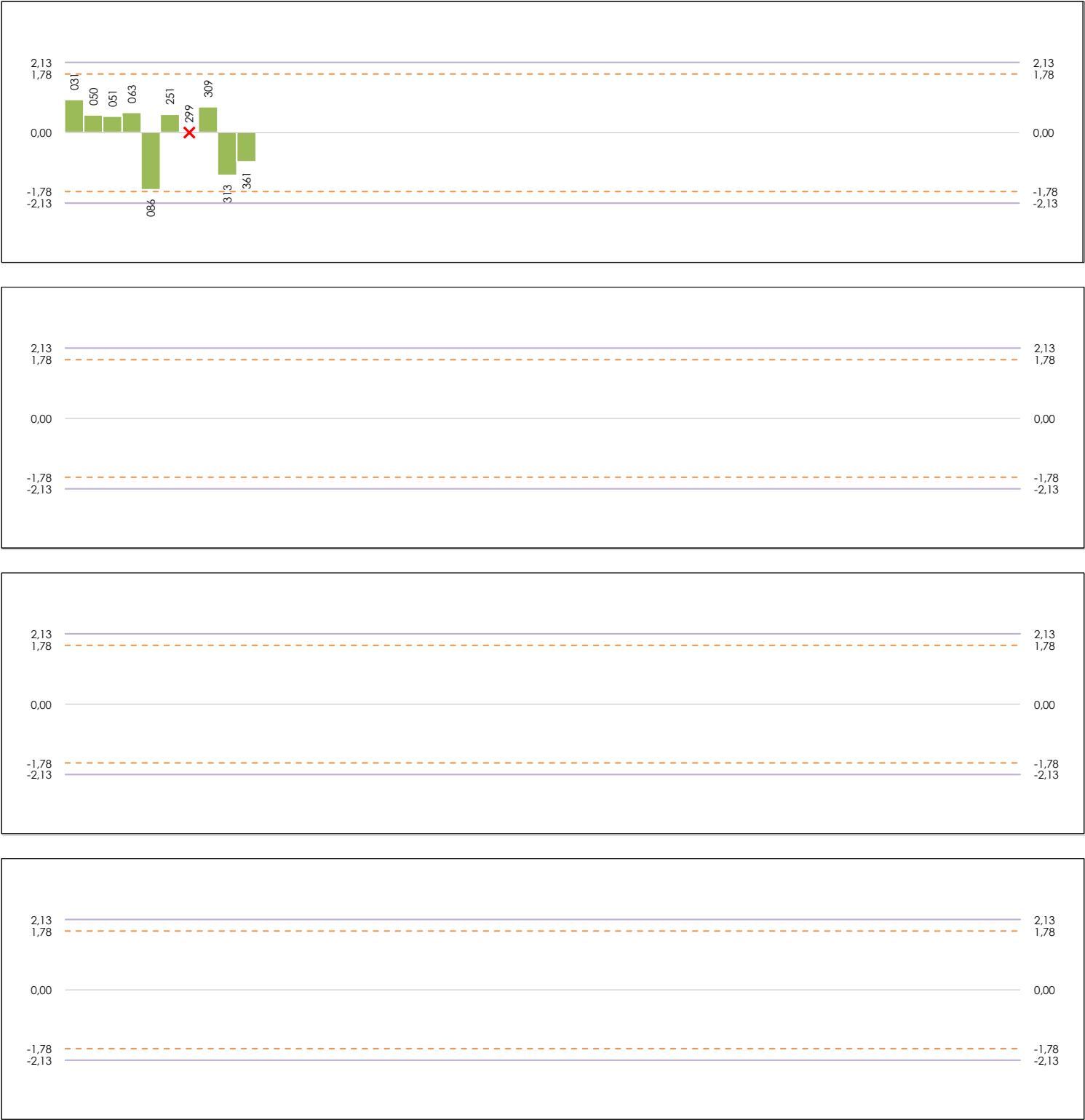
04 El código colorimétrico empleado para las celdas es:

|  | [máximo] | [mínimo] |
|--|----------|----------|
|  |          |          |

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

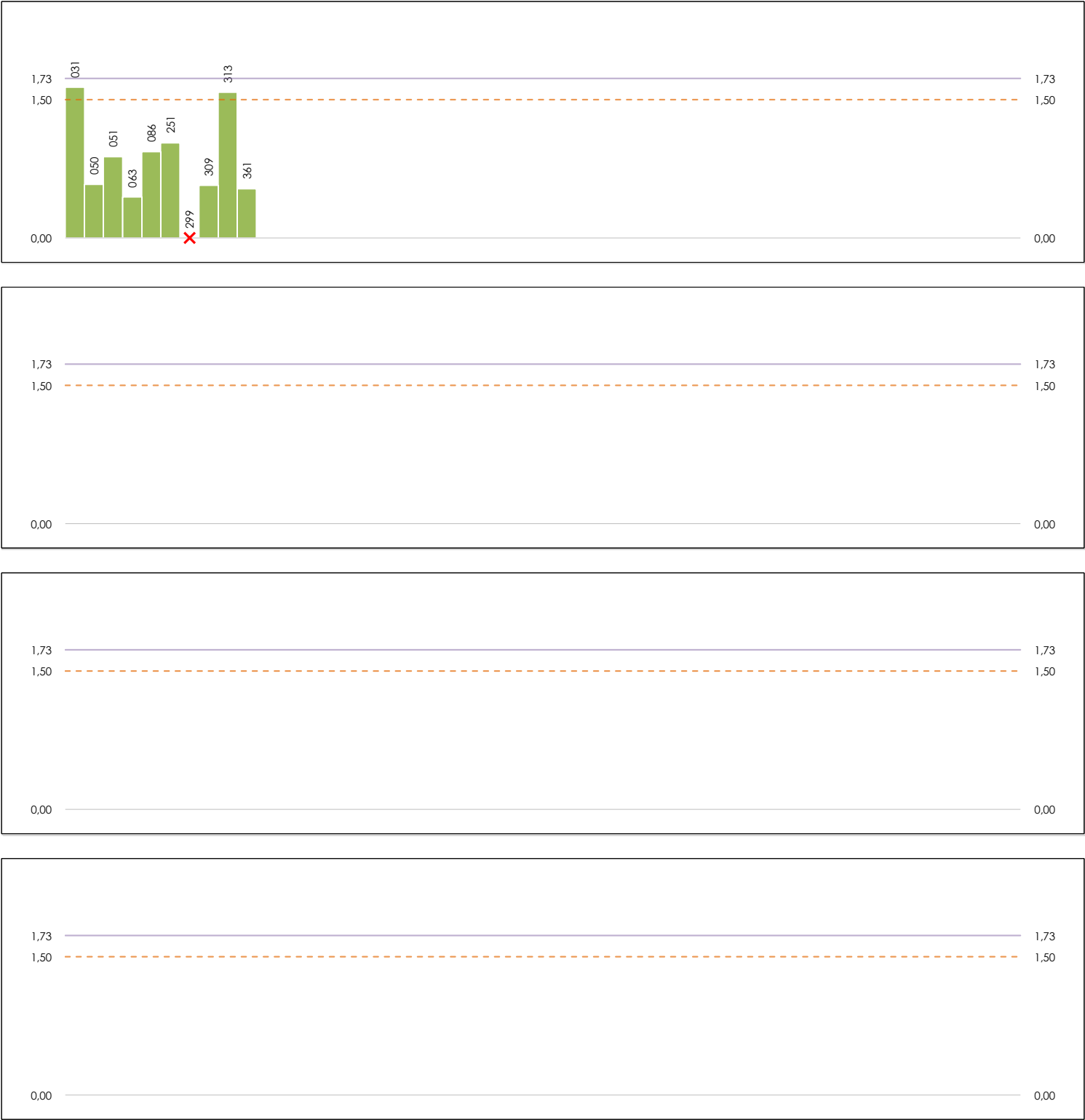
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (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.

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

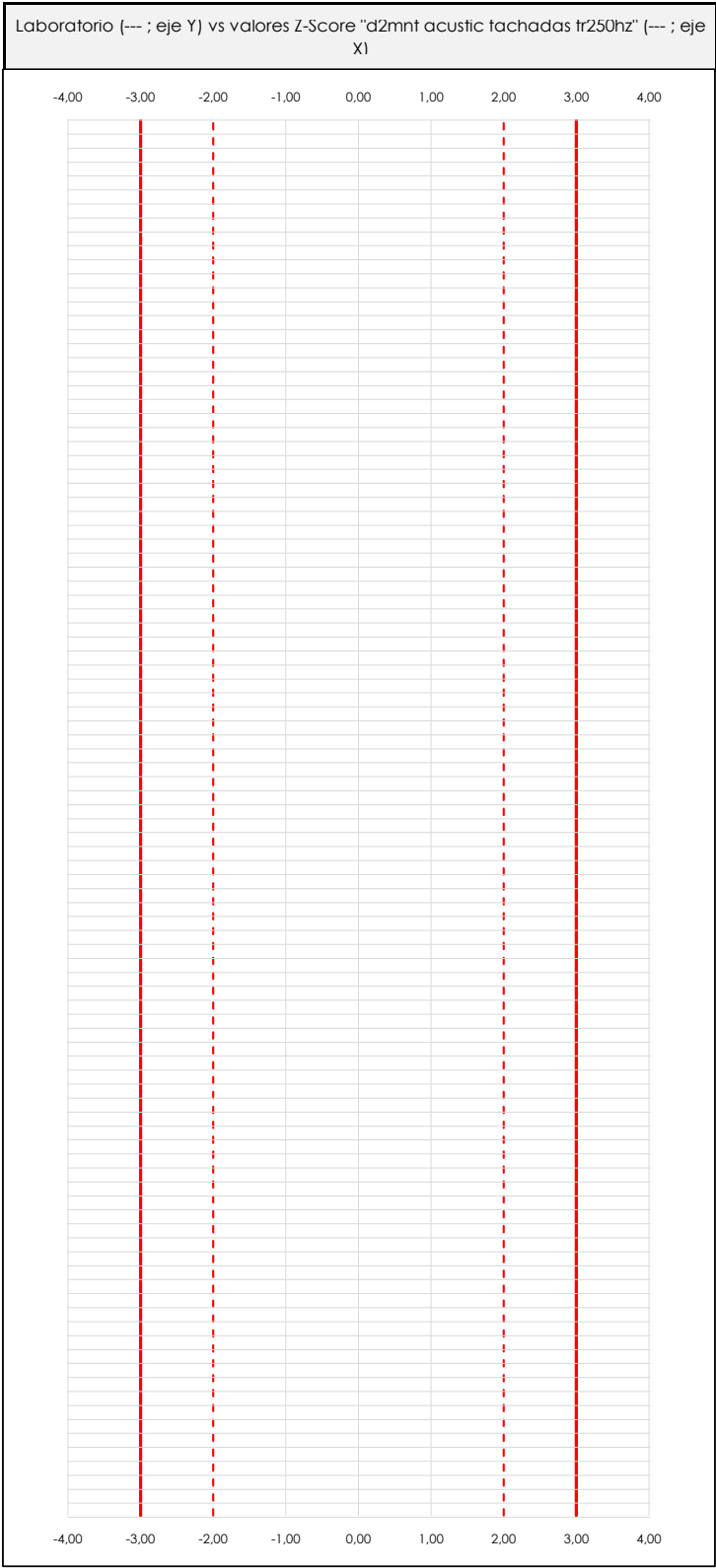
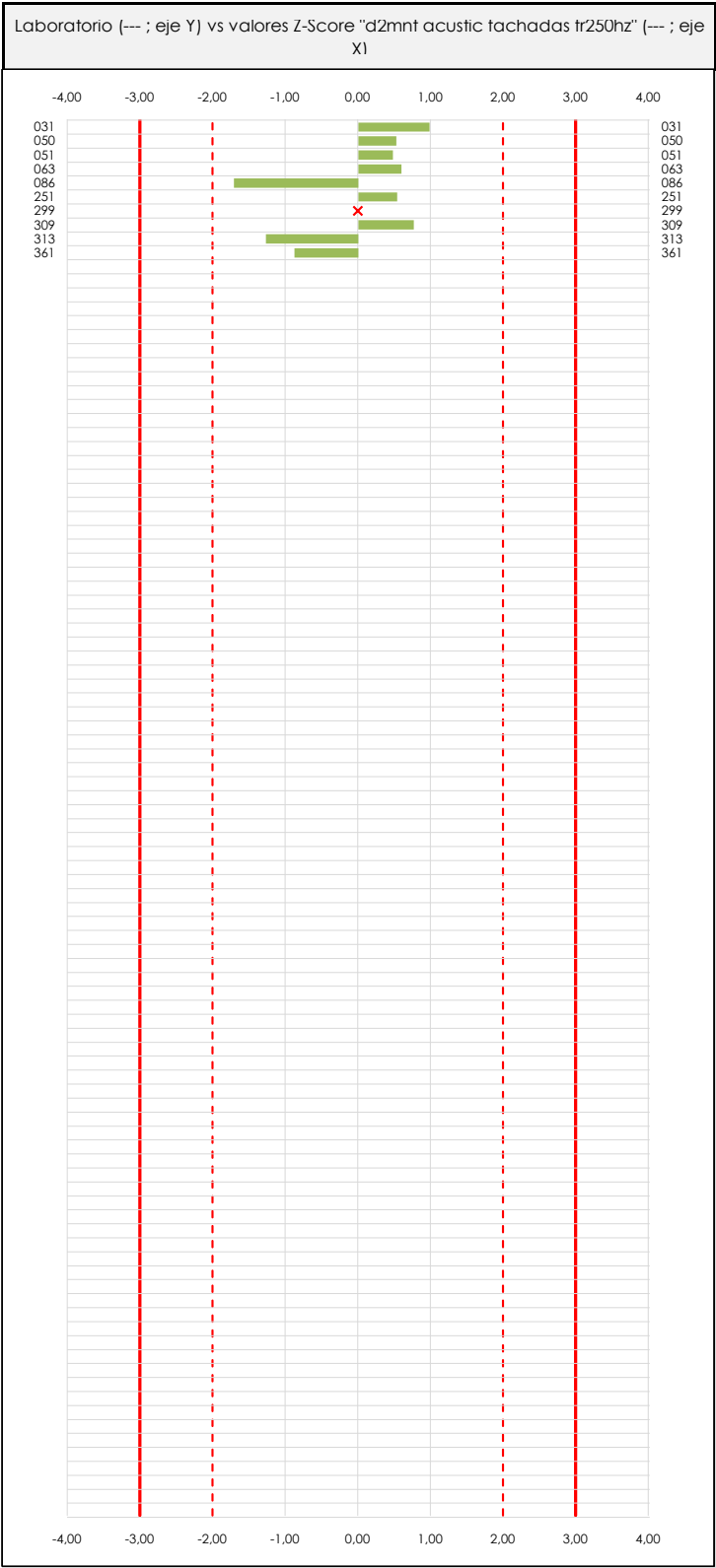
| Lab | X <sub>i1</sub> | X <sub>i2</sub> | X <sub>i3</sub> | X <sub>i4</sub> | X <sub>i5</sub> | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim Inf</sub> | G <sub>Sim Sup</sub> | G <sub>Dob Inf</sub> | G <sub>Dob Sup</sub> | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 27,30           | 27,800          | 28,000          | 31,700          | 27,700          | 28,500                   | 1,807           | 10,05                | 0,98           | 1,63*          | 0,296          |                      | 0,978                |                      | 0,7542               | ✓      |
| 50  | 27,60           | 27,200          | 27,800          | 26,200          | 27,600          | 27,280                   | 0,642           | 5,34                 | 0,52           | 0,58           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 51  | 27,77           | 26,238          | 27,802          | 28,046          | 25,986          | 27,169                   | 0,975           | 4,91                 | 0,48           | 0,88           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 63  | 27,50           | 27,100          | 26,900          | 27,800          | 28,100          | 27,480                   | 0,492           | 6,11                 | 0,59           | 0,44           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 86  | 21,63           | 20,064          | 21,581          | 22,774          | 20,665          | 21,343                   | 1,035           | -17,58               | -1,71          | 0,93           |                | 1,711                |                      | 0,2711               |                      | ✓      |
| 251 | 26,50           | 27,600          | 26,600          | 26,700          | 29,200          | 27,320                   | 1,139           | 5,50                 | 0,53           | 1,03           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 299 | 25,70           | 27,300          | 26,200          | 27,000          | 27,200          | 26,680                   | ---             | ---                  | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 28,30           | 28,100          | 28,200          | 26,800          | 28,200          | 27,920                   | 0,630           | 7,81                 | 0,76           | 0,57           |                |                      |                      |                      | 0,7542               | ✓      |
| 313 | 21,40           | 21,700          | 20,800          | 23,600          | 25,000          | 22,500                   | 1,746           | -13,12               | -1,28          | 1,58*          | 0,296          |                      |                      | 0,2711               |                      | ✓      |
| 361 | 24,00           | 23,400          | 22,600          | 23,800          | 24,000          | 23,560                   | 0,590           | -9,02                | -0,88          | 0,53           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |

[mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (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.

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>j</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>L i</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

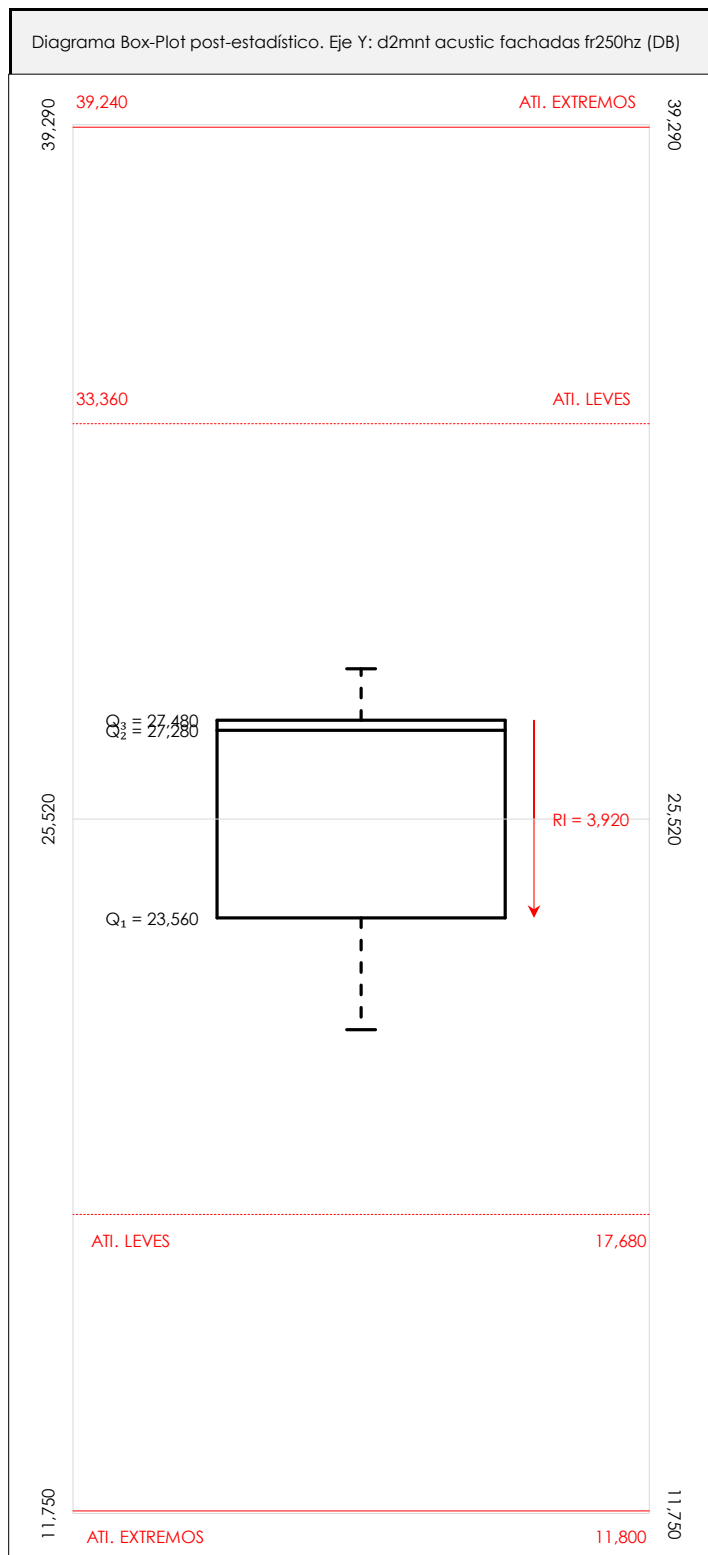
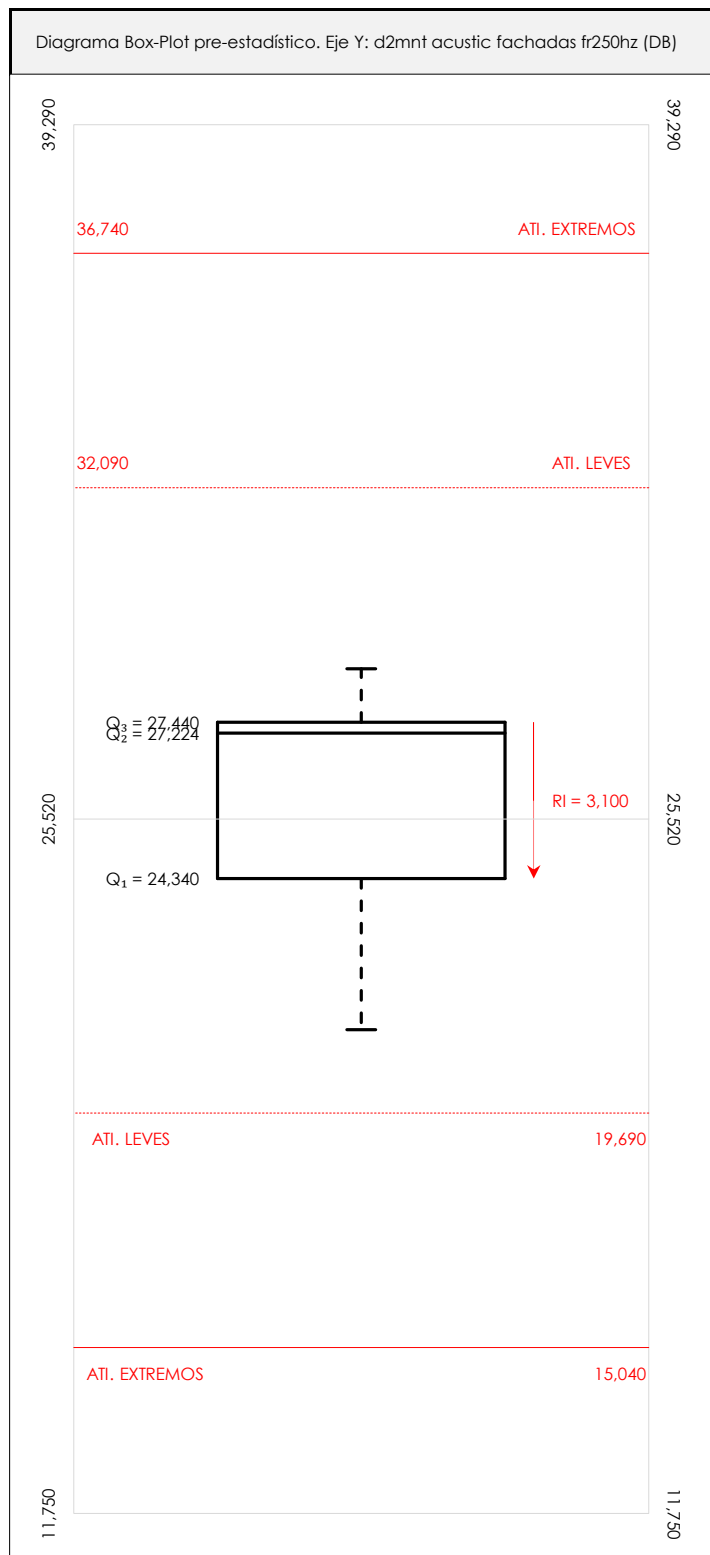
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

|          |                   |
|----------|-------------------|
| [dudoso] | [insatisfactorio] |
|----------|-------------------|

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (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 ( $Q_1$ ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana ( $Q_2$ ; 50% de los datos), el tercer cuartil ( $Q_3$ ; 75% de los datos), el rango intercuartil (RI; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves ( $f_3$  y  $f_1$  para el máximo y mínimo respectivamente; líneas discontinuas de color rojo) y extremos ( $f_3^+$  y  $f_1^+$  para el máximo y mínimo respectivamente; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 28,30           | 28,10    | 28,20    | 31,70    | 29,20    | 28,50                    | 28,30       | 28,10    | 28,20    | 31,70    | 29,20    | 28,50                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 21,40           | 20,06    | 20,80    | 22,77    | 20,67    | 21,34                    | 21,40       | 20,06    | 20,80    | 22,77    | 20,67    | 21,34                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 25,77           | 25,65    | 25,65    | 26,44    | 26,37    | 25,98                    | 25,78       | 25,47    | 25,59    | 26,38    | 26,27    | 25,90                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 2,56            | 2,87     | 2,86     | 2,61     | 2,55     | 2,52                     | 2,72        | 2,98     | 3,02     | 2,76     | 2,69     | 2,66                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,10            | 0,11     | 0,11     | 0,10     | 0,10     | 0,10                     | 0,11        | 0,12     | 0,12     | 0,10     | 0,10     | 0,10                     |
| 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              | 1,152           | 2,975    | 6,128    | 7,279    | 7,479    |                          | 1,226       | 3,069    | 6,839    | 8,064    | 7,871    |                          |
| 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% | 2,13            | 1,73 | 0,393 | 2,387     | 0,0851    | 2,13        | 1,73 | 0,425 | 2,387     | 0,0851    |
| Nivel de Significación 5% | 1,78            | 1,50 | 0,331 | 2,215     | 0,1492    | 1,78        | 1,50 | 0,358 | 2,215     | 0,1492    |

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

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr315hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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.

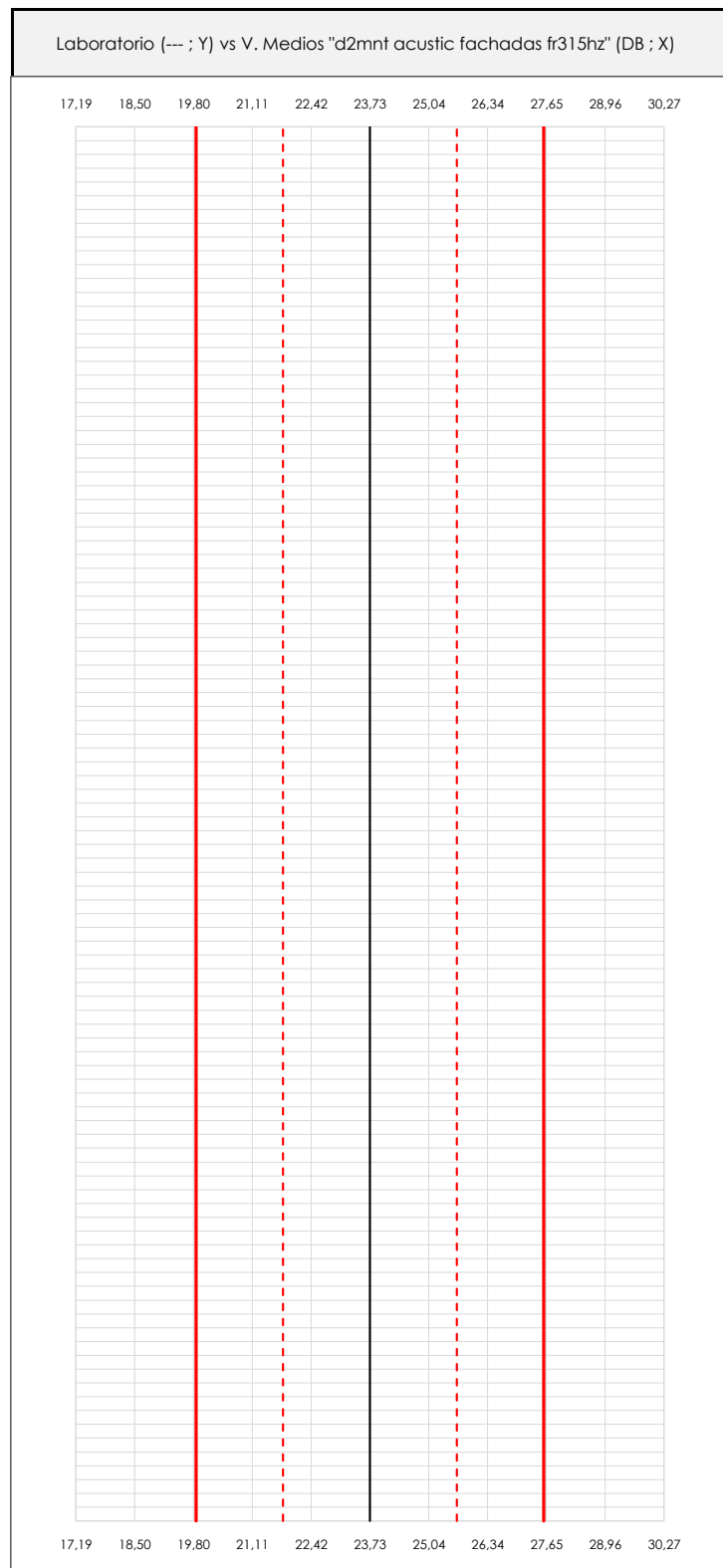
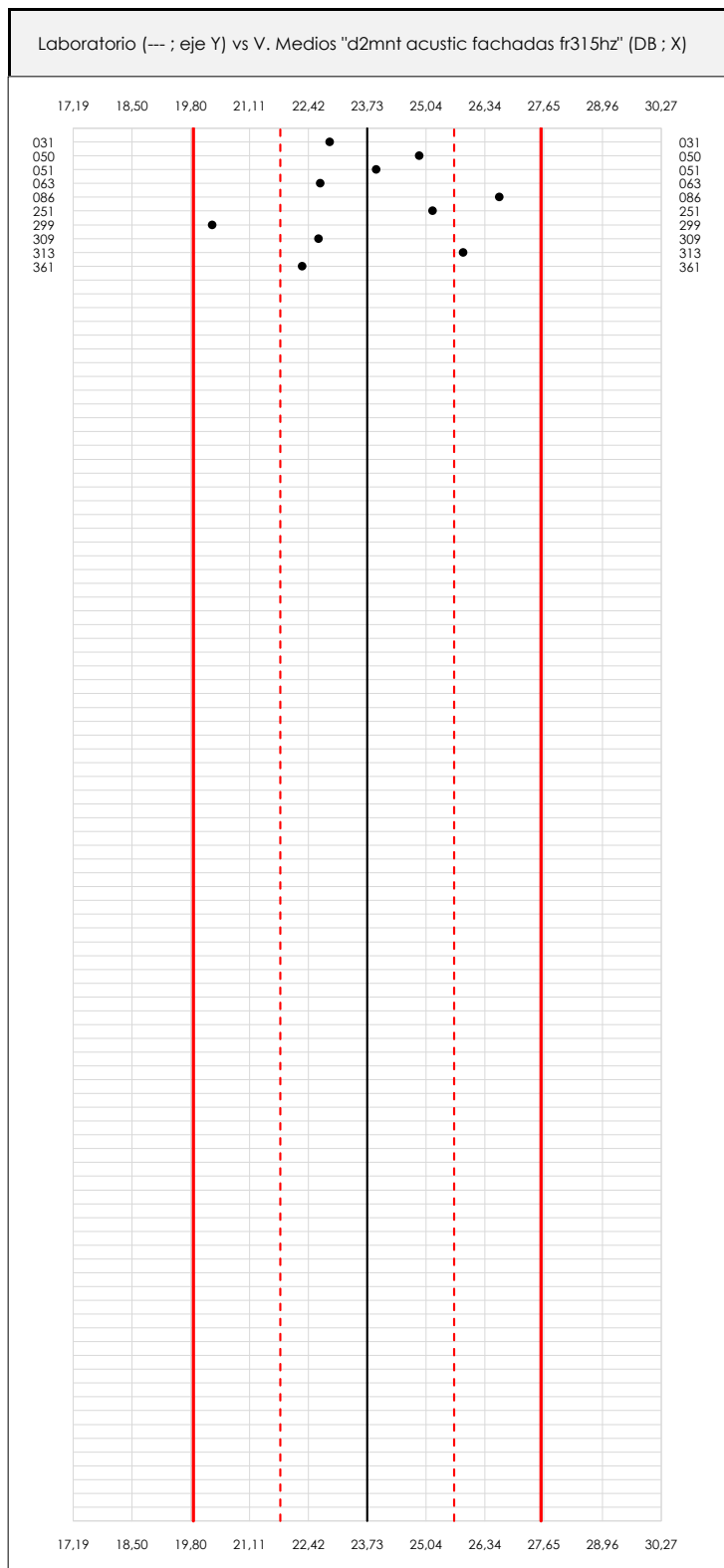
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

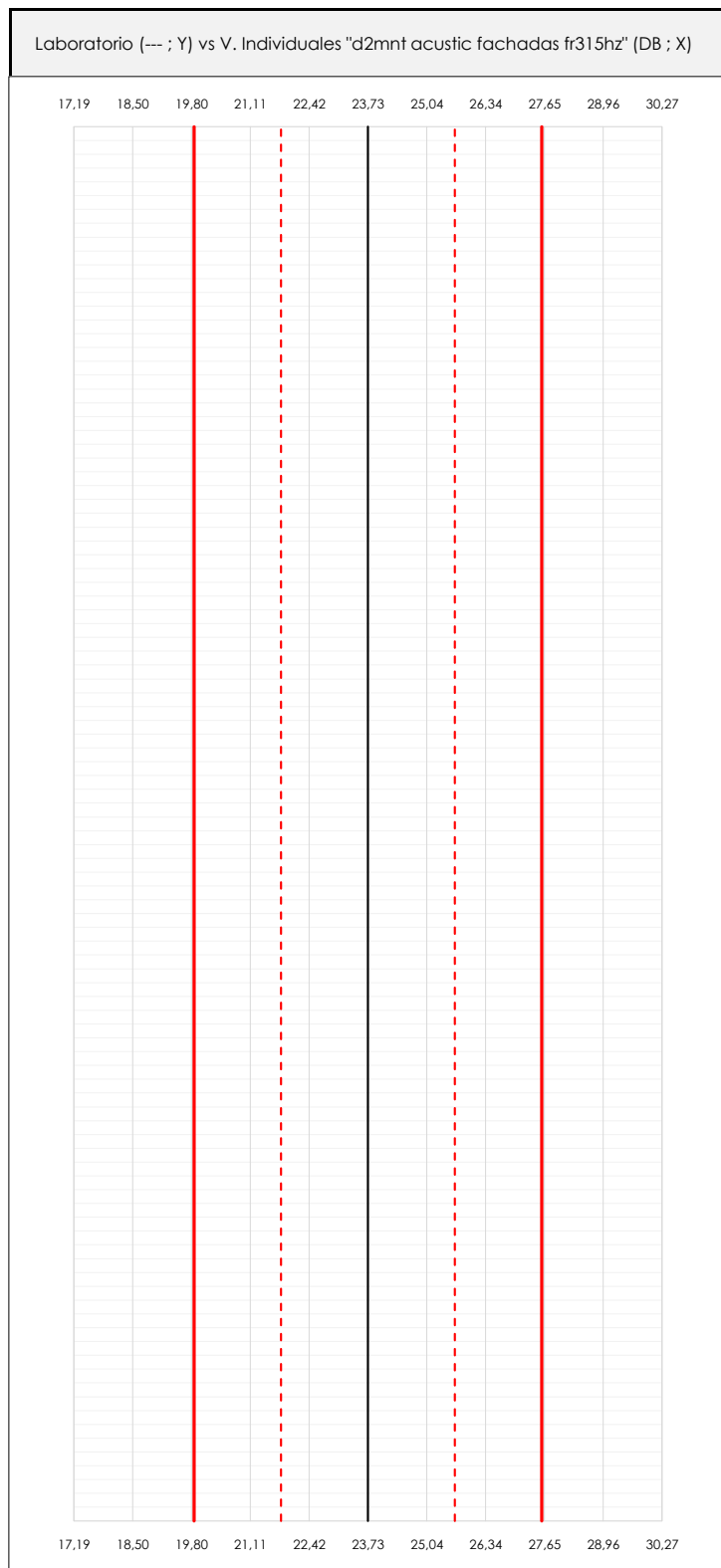
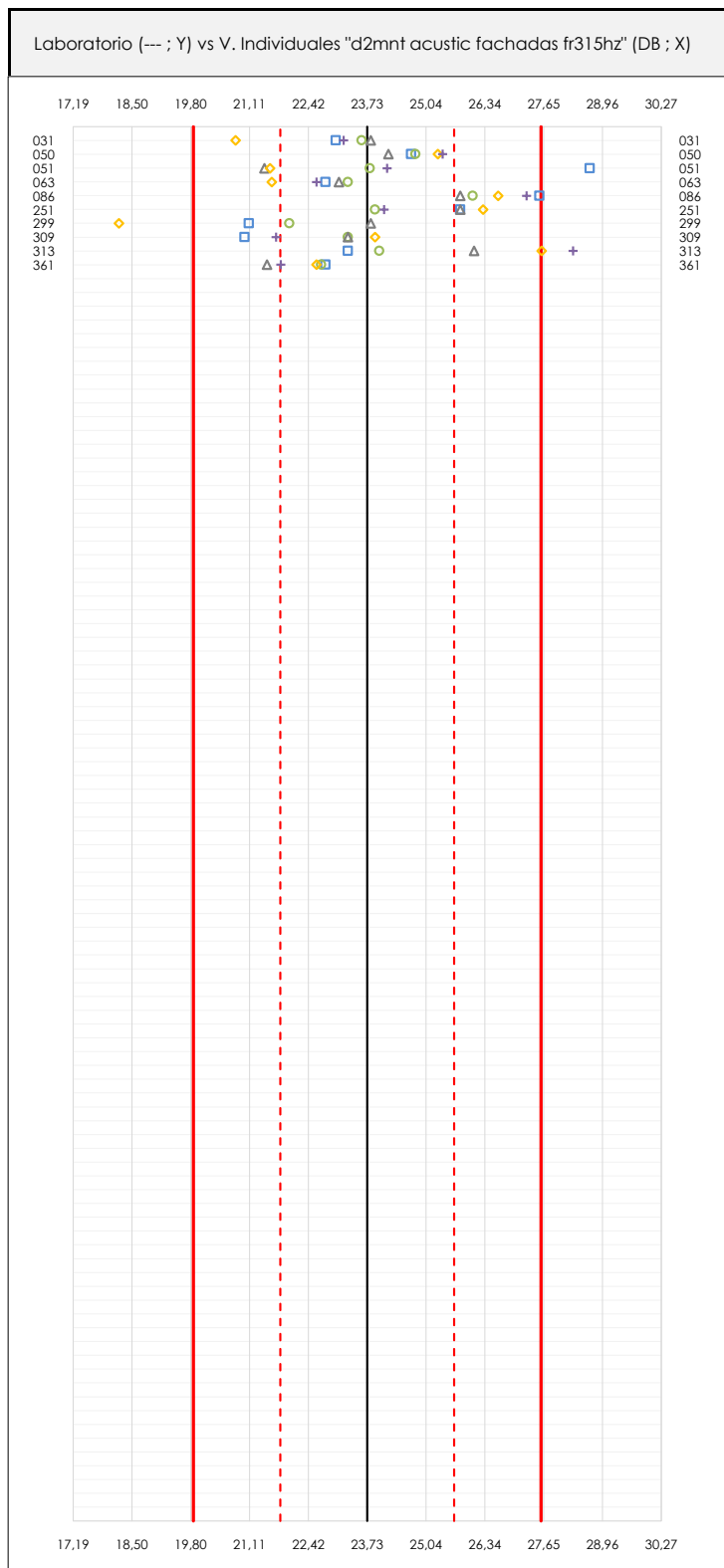
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (23,73 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (25,66/21,79 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (27,59/19,86 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (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 (23,73 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (25,66/21,79 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (27,59/19,86 ; 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 ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i4}$ ) con un rombo amarillo.

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

01 "X<sub>ij</sub>" con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio. "X<sub>arif</sub>" es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

02 "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i</sub> arif %" 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] |
|----------|----------|

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

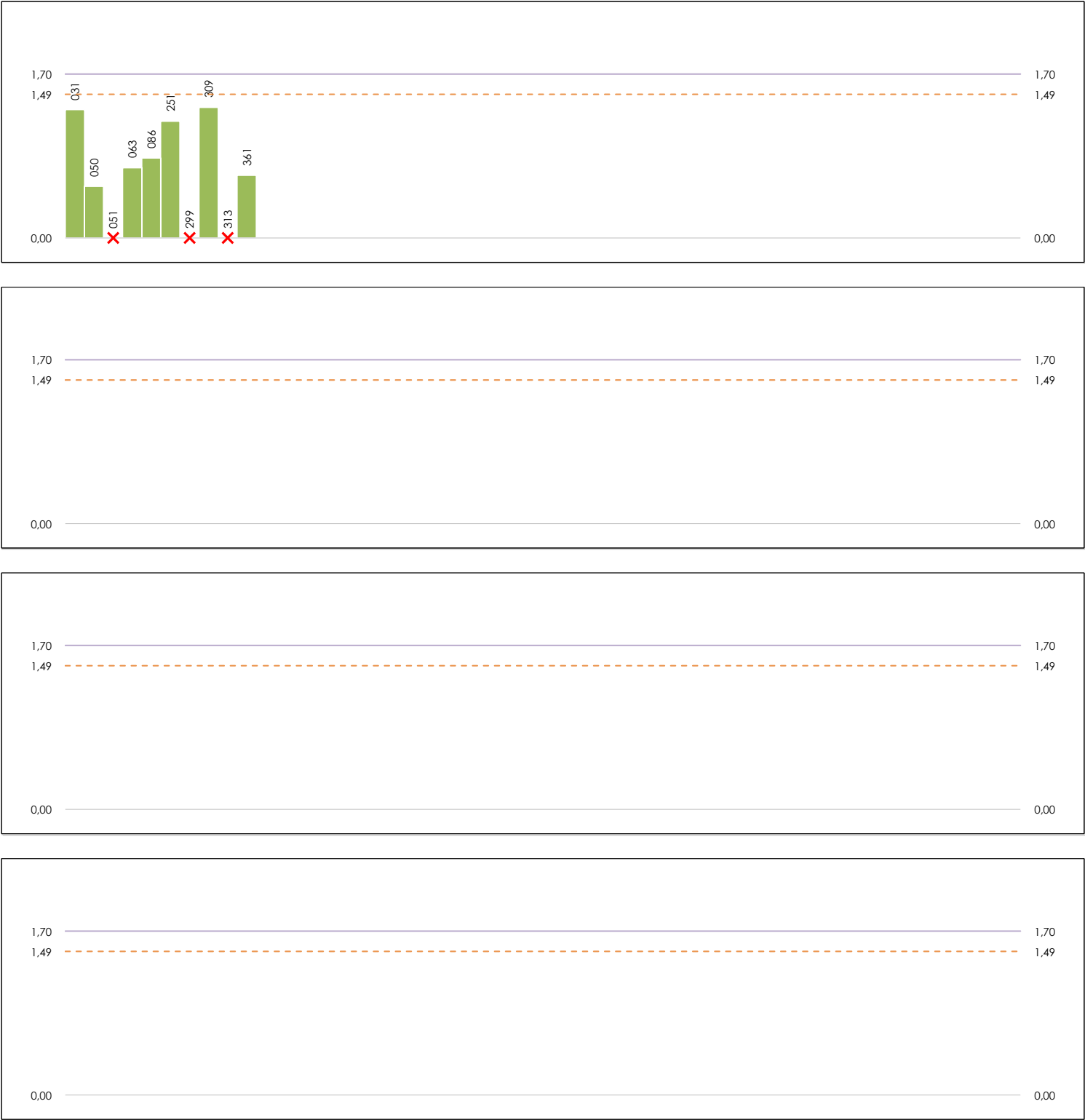
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

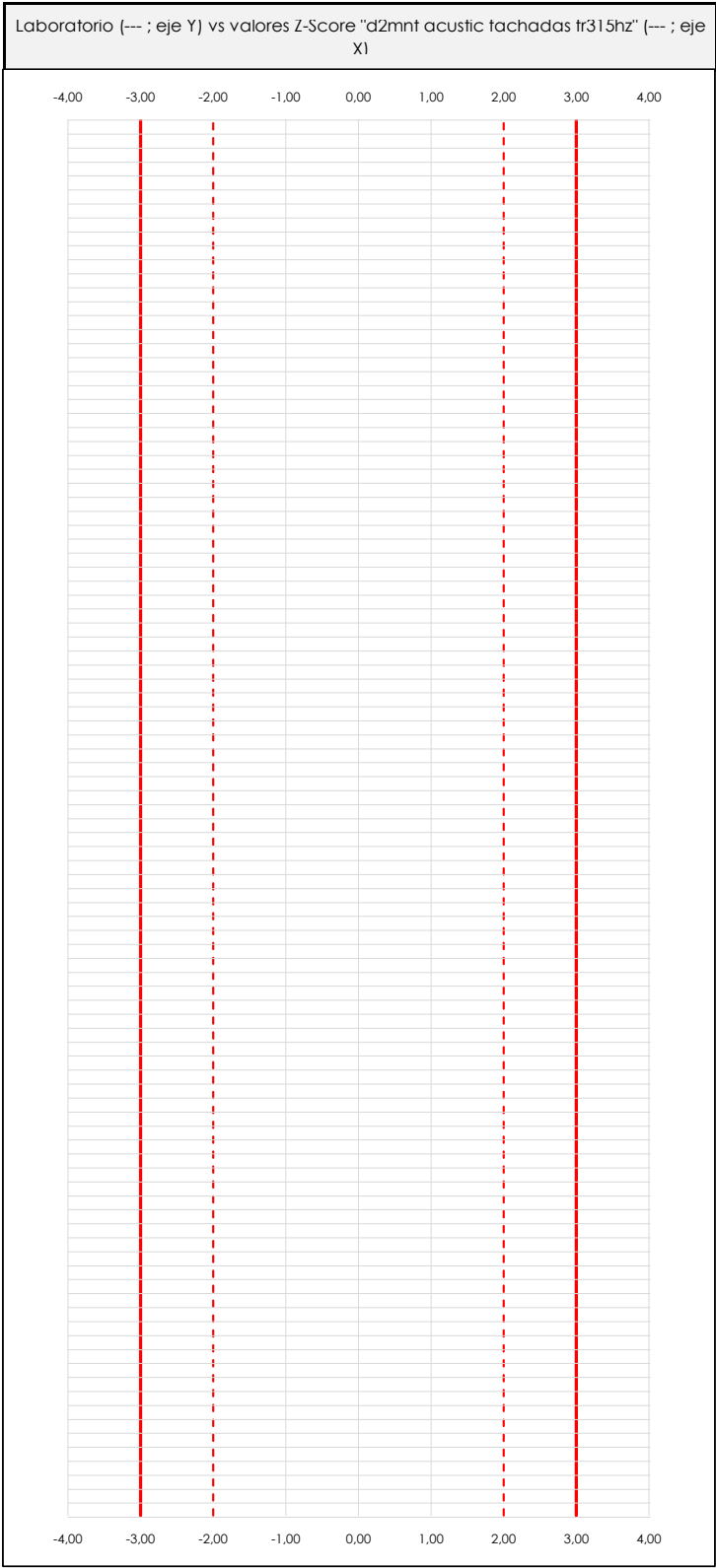
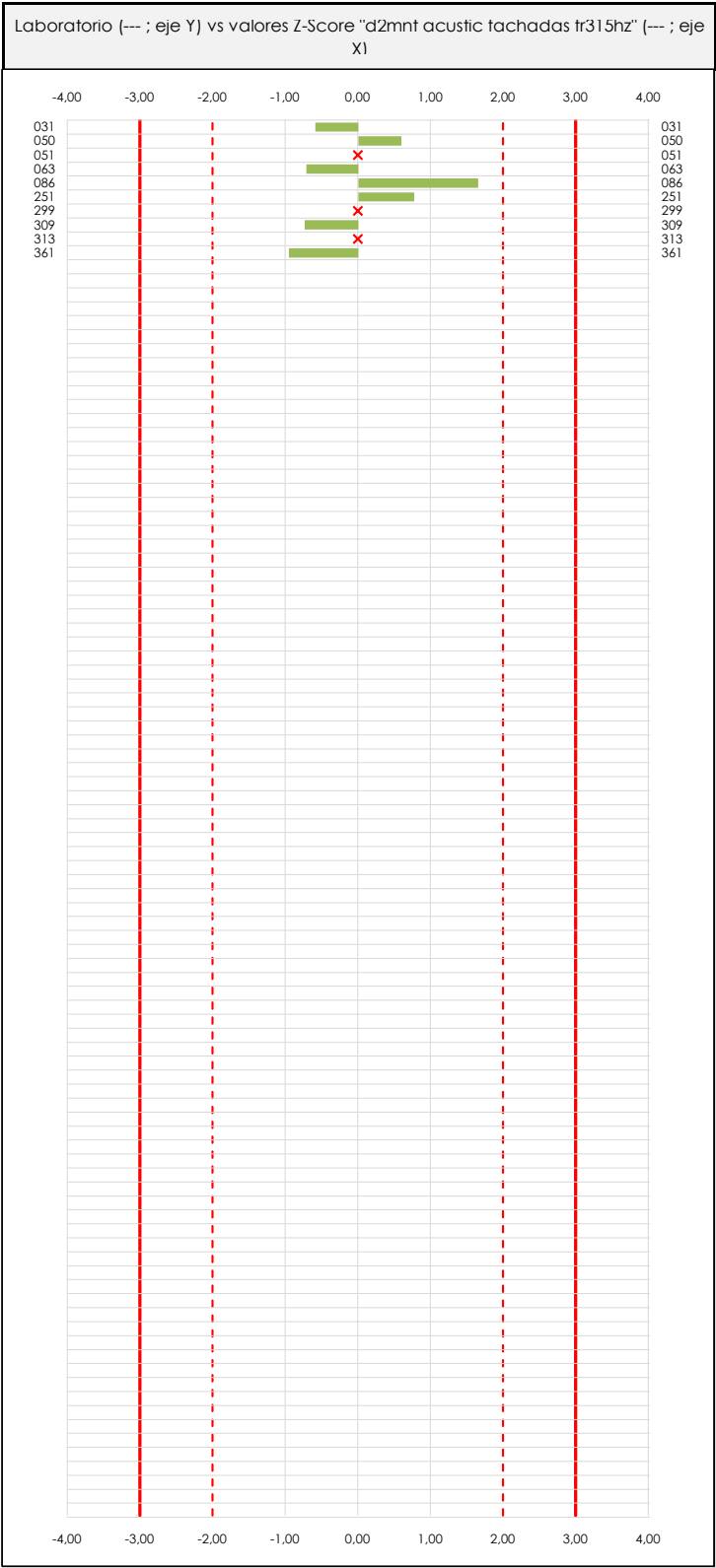
| Lab | X <sub>i1</sub> | X <sub>i2</sub> | X <sub>i3</sub> | X <sub>i4</sub> | X <sub>i5</sub> | $\overline{X}_{i\text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim</sub> Inf | G <sub>Sim</sub> Sup | G <sub>Dob</sub> Inf | G <sub>Dob</sub> Sup | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 23,03           | 23,600          | 23,800          | 20,800          | 23,200          | 22,886                        | 1,206           | -4,19                | -0,60          | 1,33           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 24,70           | 24,800          | 24,200          | 25,300          | 25,400          | 24,880                        | 0,487           | 4,16                 | 0,59           | 0,54           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 51  | 28,67           | 23,786          | 21,437          | 21,564          | 24,167          | 23,925                        | ---             | ---                  | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 63  | 22,80           | 23,300          | 23,100          | 21,600          | 22,600          | 22,680                        | 0,661           | -5,05                | -0,72          | 0,73           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 86  | 27,55           | 26,071          | 25,793          | 26,635          | 27,268          | 26,664                        | 0,753           | 11,63                | 1,65           | 0,83           |                |                      | 1,651                |                      | 0,2517               | ✓      |
| 251 | 25,80           | 23,900          | 25,800          | 26,300          | 24,100          | 25,180                        | 1,099           | 5,41                 | 0,77           | 1,21           |                |                      |                      |                      | 0,2517               | ✓      |
| 299 | 21,10           | 22,000          | 23,800          | 18,200          | 16,300          | 20,280                        | ---             | ---                  | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 21,00           | 23,300          | 23,300          | 23,900          | 21,700          | 22,640                        | 1,228           | -5,22                | -0,74          | 1,35           |                |                      |                      | 0,6600               |                      | ✓      |
| 313 | 23,30           | 24,000          | 26,100          | 27,600          | 28,300          | 25,860                        | ---             | ---                  | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 361 | 22,80           | 22,700          | 21,500          | 22,600          | 21,800          | 22,280                        | 0,589           | -6,73                | -0,96          | 0,65           |                | 0,956                |                      | 0,6600               |                      | ✓      |

## Zona 06 -pag68

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (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.

## Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

01 "X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "X<sub>i arit</sub>" es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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].

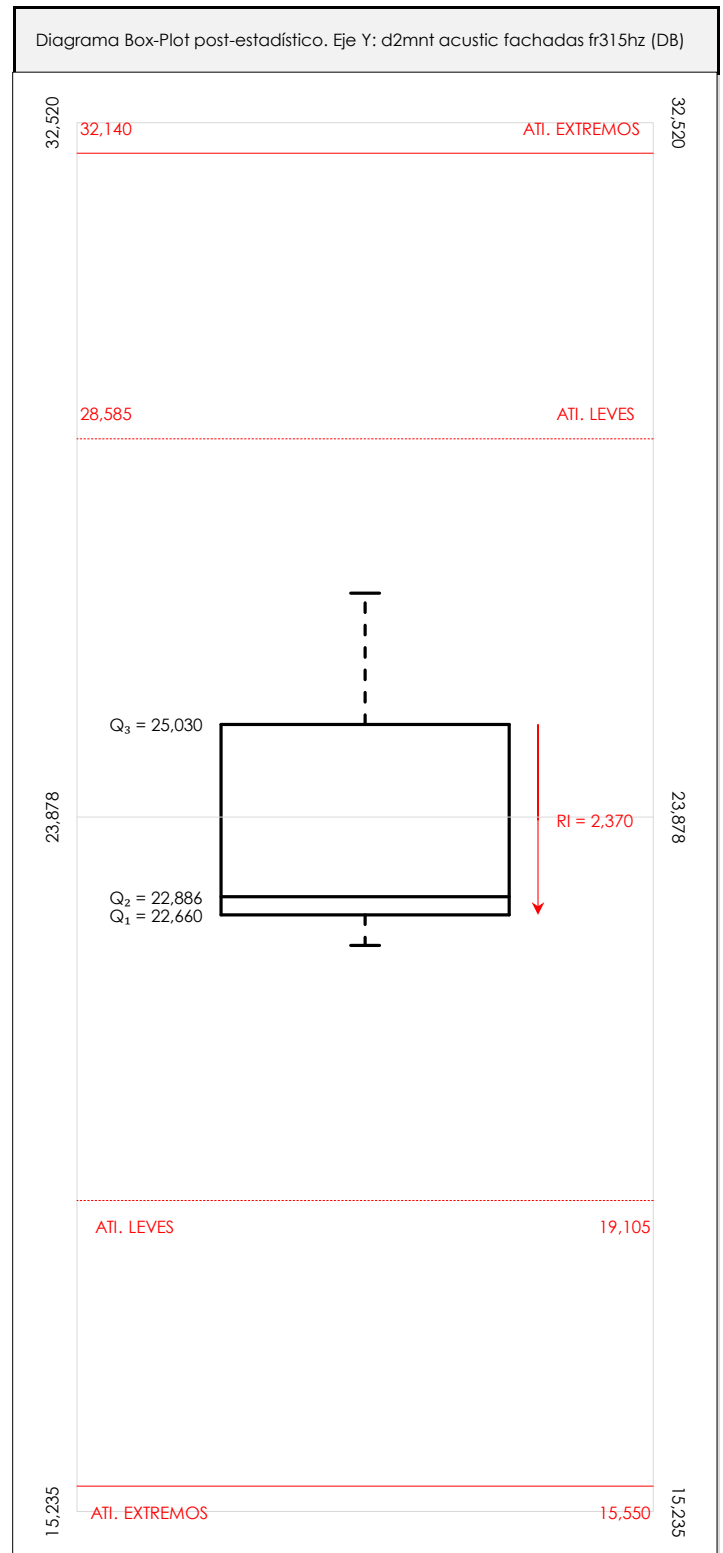
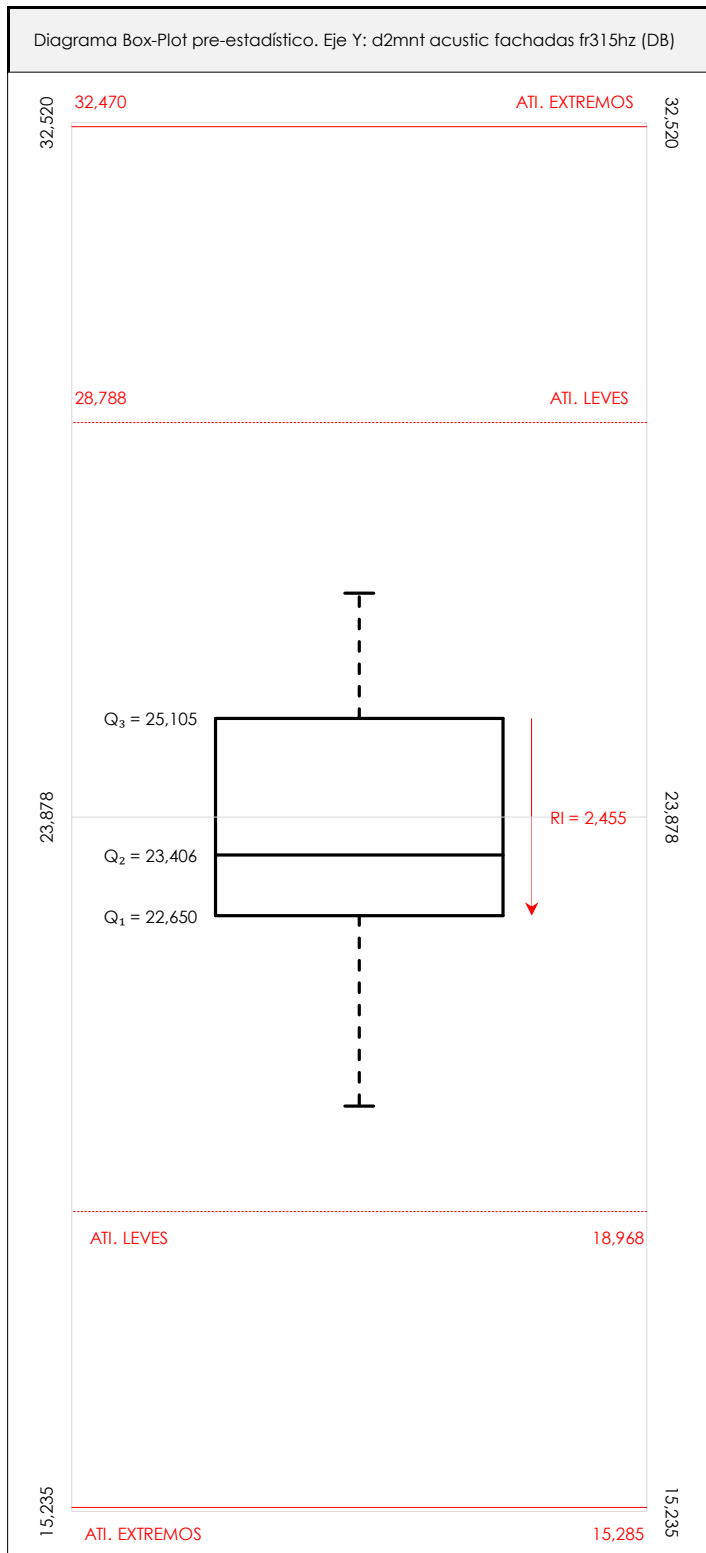
04 El código colorimétrico empleado para las celdas es:

|          |                   |
|----------|-------------------|
| [dudoso] | [insatisfactorio] |
|----------|-------------------|

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (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 ( $Q_1$ ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana ( $Q_2$ ; 50% de los datos), el tercer cuartil ( $Q_3$ ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves ( $f_3$  y  $f_1$  para el máximo y mínimo respectivamente; líneas discontinuas de color rojo) y extremos ( $f_3^+$  y  $f_1^+$  para el máximo y mínimo respectivamente; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 28,67           | 26,07    | 26,10    | 27,60    | 28,30    | 26,66                    | 27,55       | 26,07    | 25,80    | 26,64    | 27,27    | 26,66                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 21,00           | 22,00    | 21,44    | 18,20    | 16,30    | 20,28                    | 21,00       | 22,70    | 21,50    | 20,80    | 21,70    | 22,28                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 24,08           | 23,75    | 23,88    | 23,45    | 23,48    | 23,73                    | 23,95       | 23,95    | 23,93    | 23,88    | 23,72    | 23,89                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 2,58            | 1,11     | 1,67     | 3,01     | 3,34     | 1,93                     | 2,20        | 1,14     | 1,53     | 2,30     | 2,04     | 1,68                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,11            | 0,05     | 0,07     | 0,13     | 0,14     | 0,08                     | 0,09        | 0,05     | 0,06     | 0,10     | 0,09     | 0,07                     |
| 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              | 2,816           | 4,652    | 3,172    | 5,988    | 6,783    |                          | 0,822       | 2,514    | 2,663    | 3,486    | 5,175    |                          |
| 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 | 0,393 | 2,139     | 0,0308    | 1,98        | 1,70 | 0,508 | 2,139     | 0,0308    |
| Nivel de Significación 5% | 1,71            | 1,49 | 0,331 | 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.

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr400hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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.

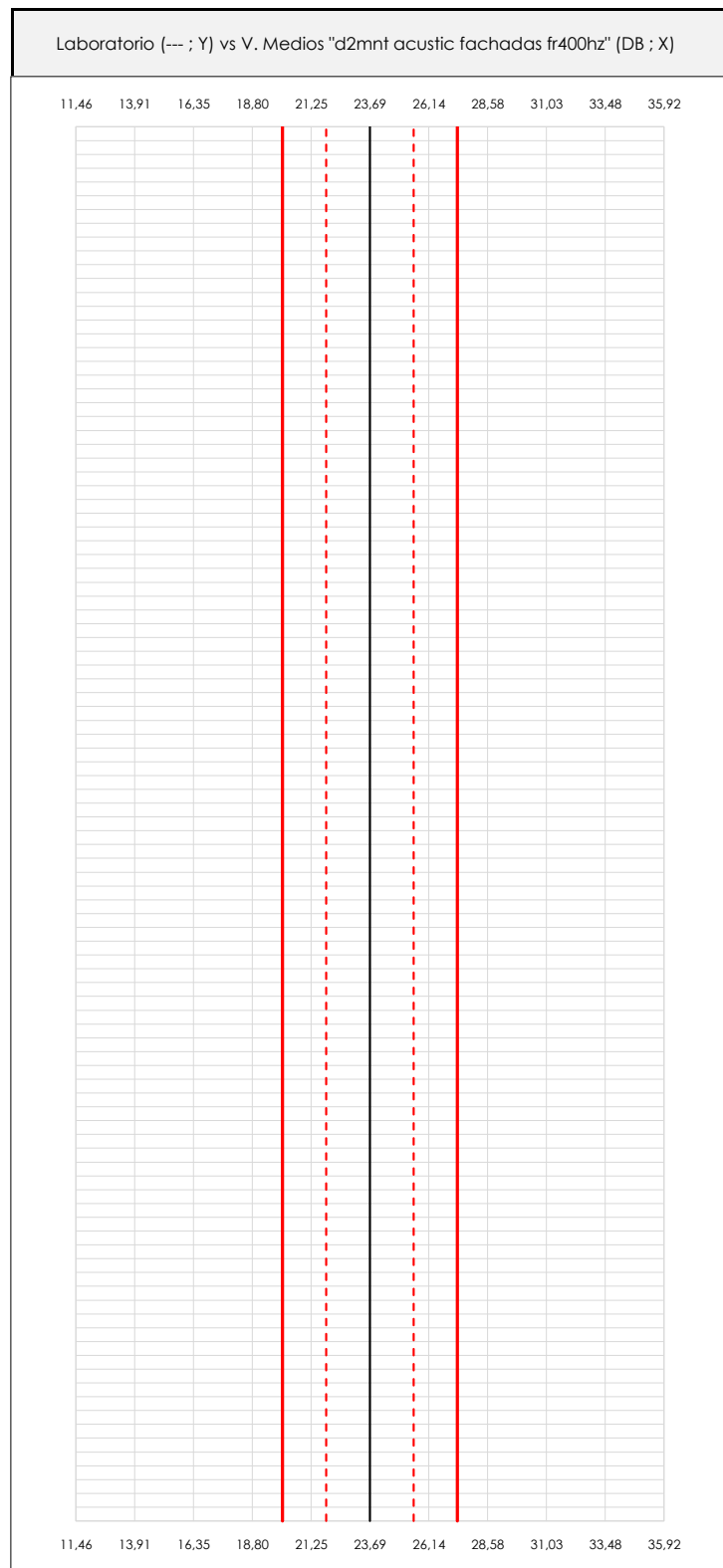
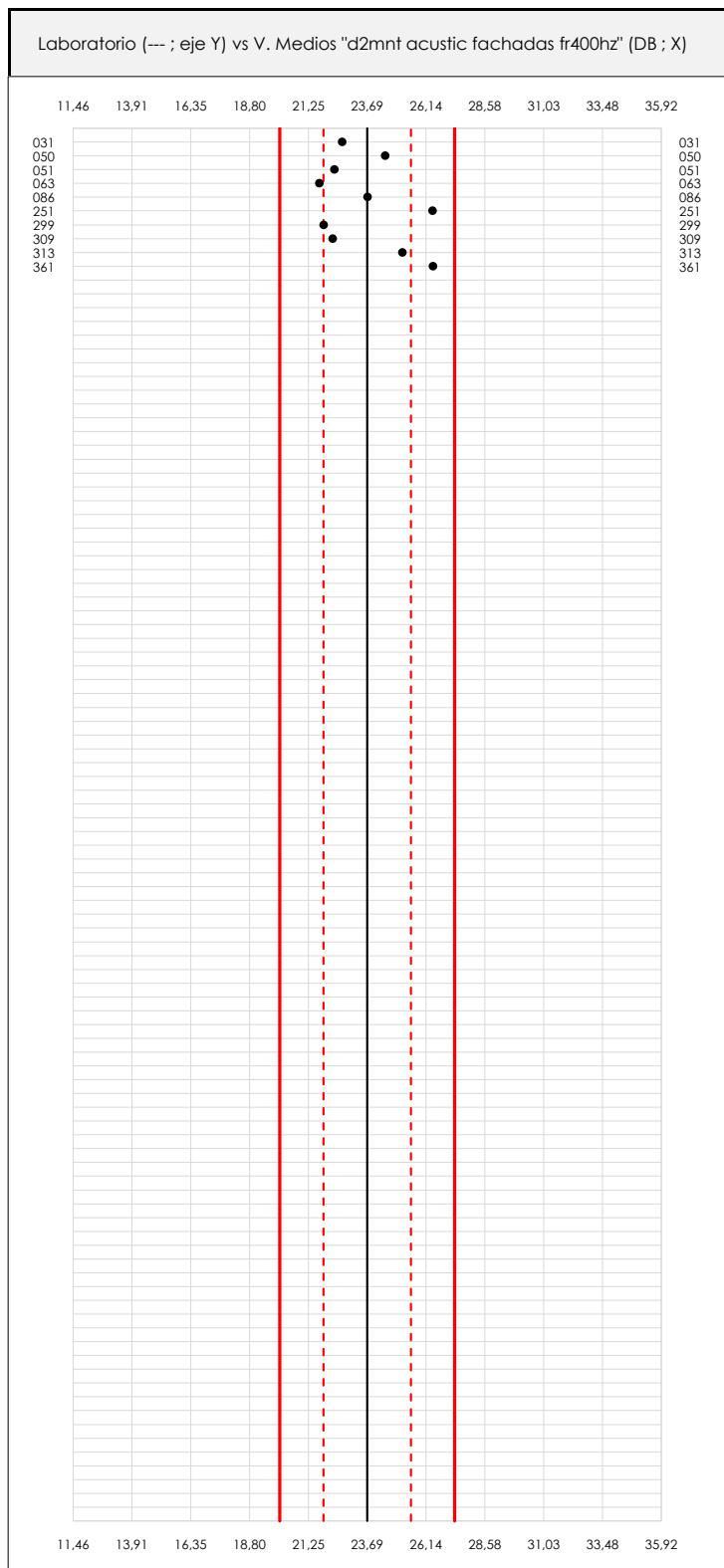
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

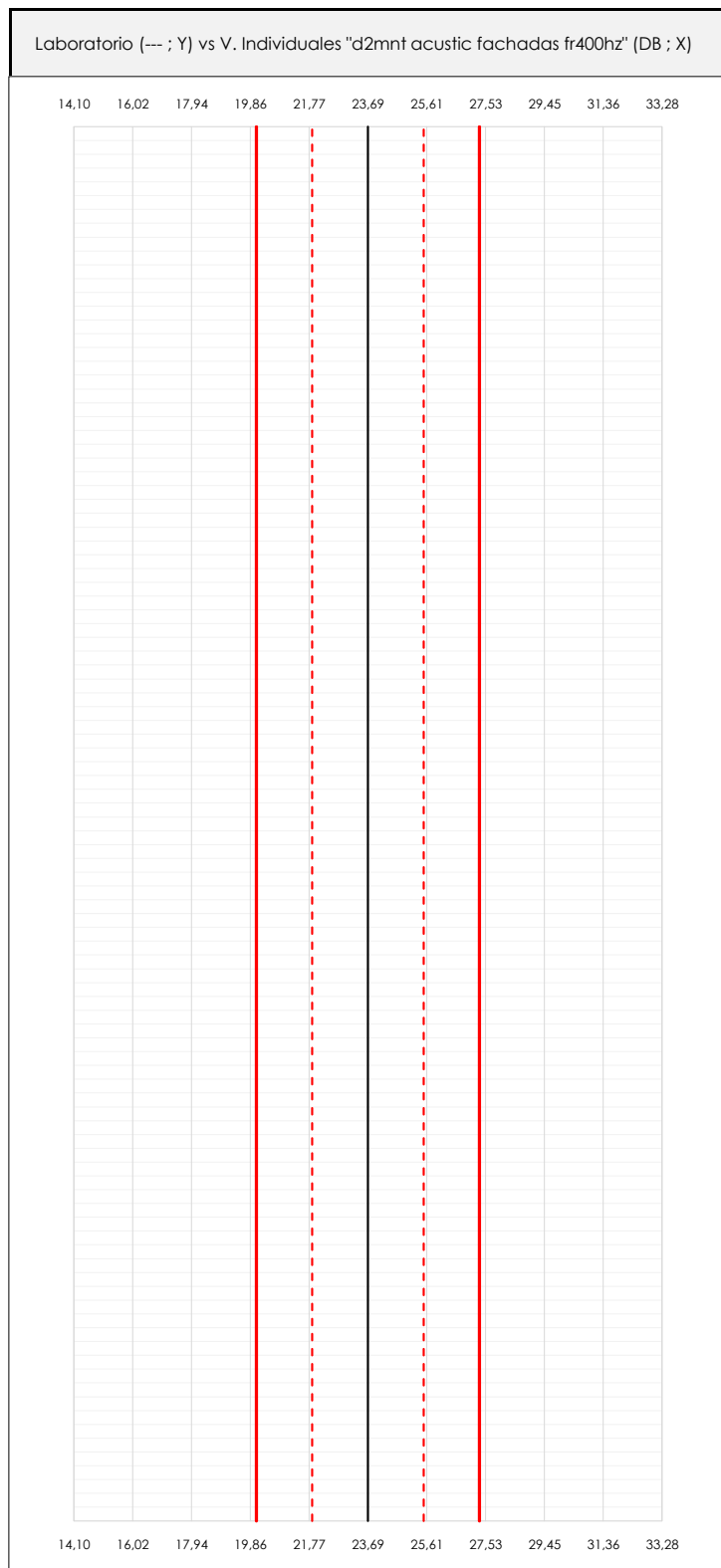
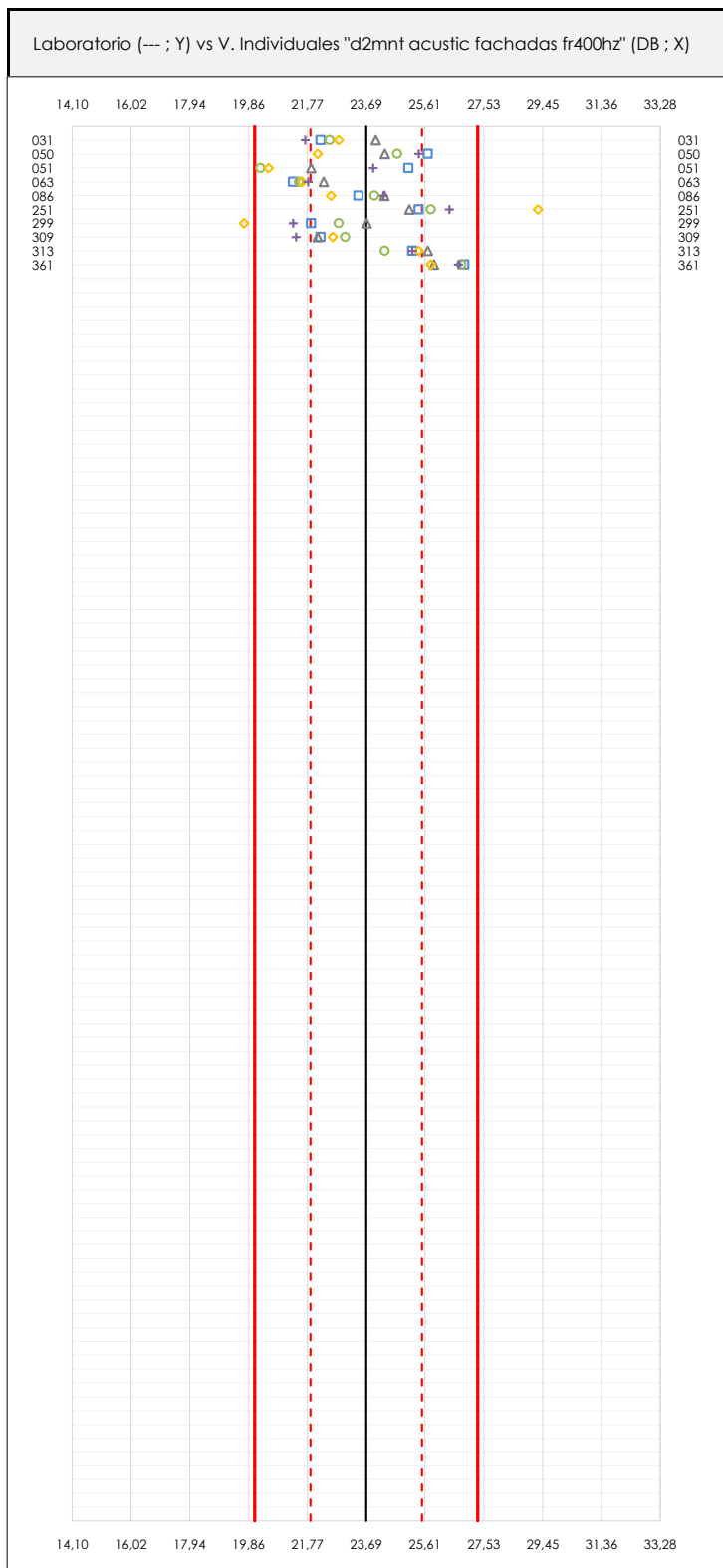
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (23,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (25,51/21,87 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (27,33/20,06 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (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 (23,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (25,51/21,87 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (27,33/20,06 ; 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 ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i4}$ ) con un rombo amarillo.

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

---

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>L</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i</sub> coef. %" la "desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



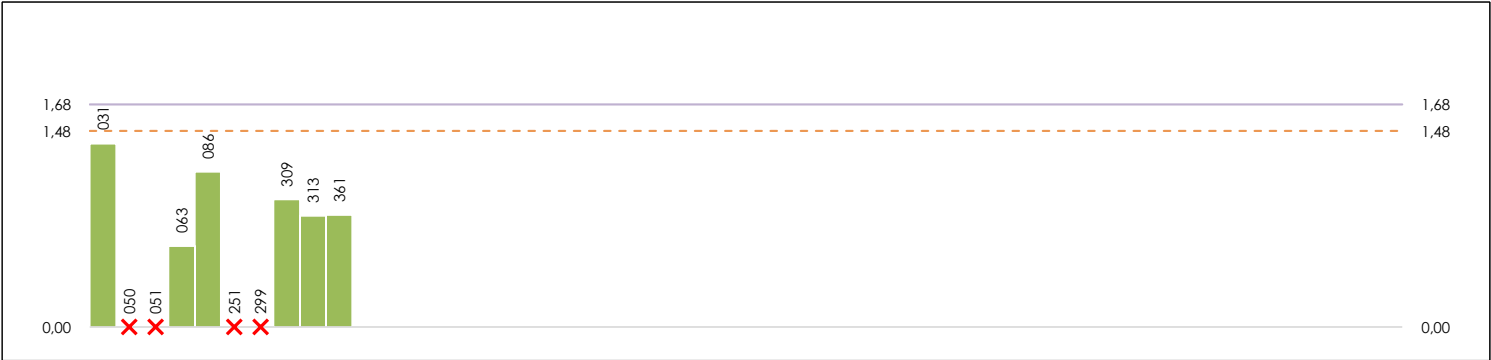
ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

**D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

#### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i1</sub> | X <sub>i2</sub> | X <sub>i3</sub> | X <sub>i4</sub> | X <sub>i5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>i arit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim Inf</sub> | G <sub>Sim Sup</sub> | G <sub>Dob Inf</sub> | G <sub>Dob Sup</sub> | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 22,20           | 22,500          | 24,000          | 22,800          | 21,700          | 22,640                    | 0,862           | -4,25                 | -0,55          | 1,38           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 25,70           | 24,700          | 24,300          | 22,100          | 25,400          | 24,440                    | ---             | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 51  | 25,06           | 20,243          | 21,899          | 20,507          | 23,924          | 22,327                    | ---             | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 63  | 21,30           | 21,500          | 22,300          | 21,600          | 21,800          | 21,700                    | 0,381           | -8,23                 | -1,06          | 0,61           |                | 1,065                |                      | 0,4922               |                      | ✓      |
| 86  | 23,44           | 23,954          | 24,281          | 22,543          | 24,261          | 23,697                    | 0,728           | 0,21                  | 0,03           | 1,17           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 251 | 25,40           | 25,800          | 25,100          | 29,300          | 26,400          | 26,400                    | ---             | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 299 | 21,90           | 22,800          | 23,700          | 19,700          | 21,300          | 21,880                    | ---             | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 22,20           | 23,000          | 22,100          | 22,600          | 21,400          | 22,260                    | 0,598           | -5,86                 | -0,76          | 0,96           |                |                      |                      | 0,4922               |                      | ✓      |
| 313 | 25,20           | 24,300          | 25,700          | 25,400          | 25,200          | 25,160                    | 0,522           | 6,40                  | 0,83           | 0,84           |                |                      |                      |                      | 0,1273               | ✓      |
| 361 | 26,90           | 26,800          | 25,900          | 25,800          | 26,700          | 26,420                    | 0,526           | 11,73                 | 1,52           | 0,85           |                |                      | 1,517                |                      | 0,1273               | ✓      |

#### NOTAS:

- <sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> 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.
- <sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>Sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

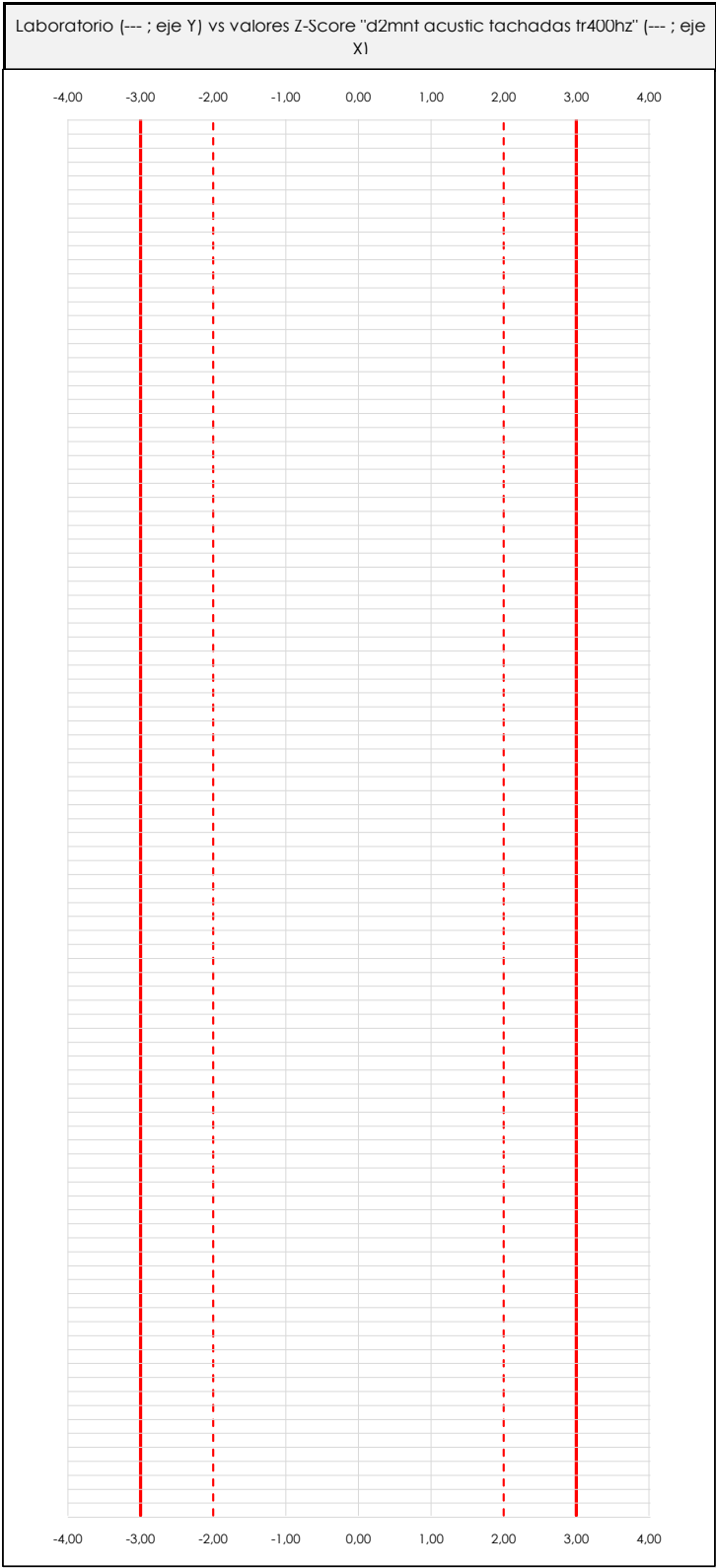
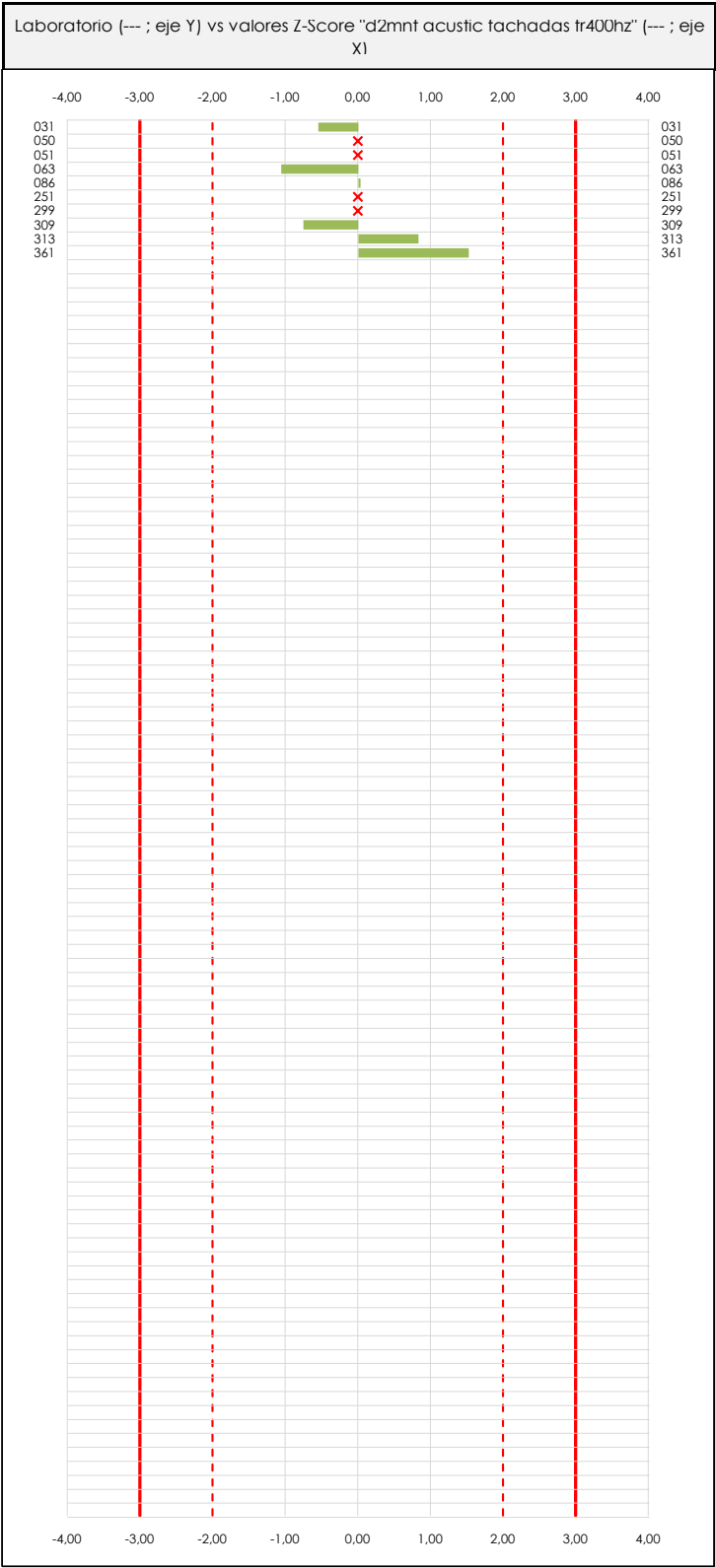
[máximo]

[mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (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.

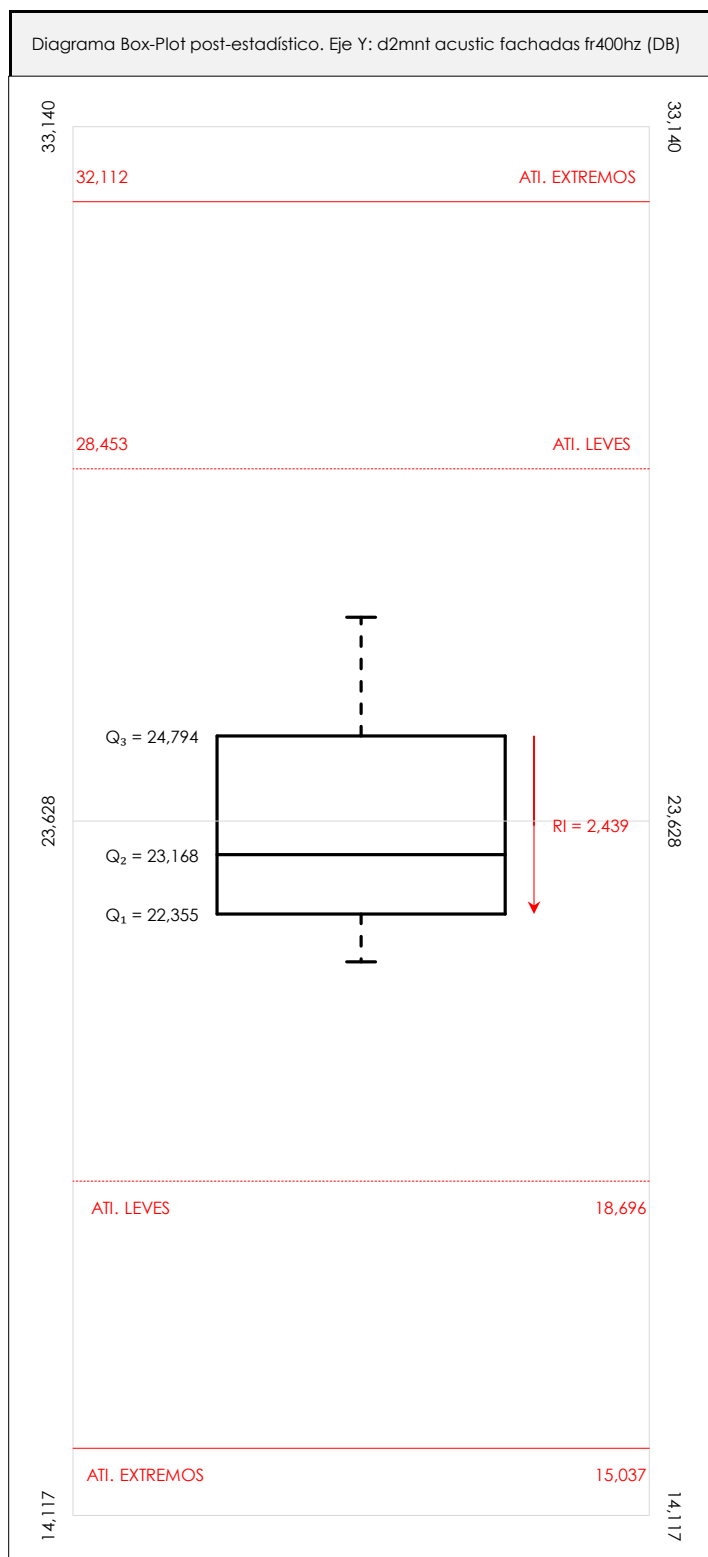
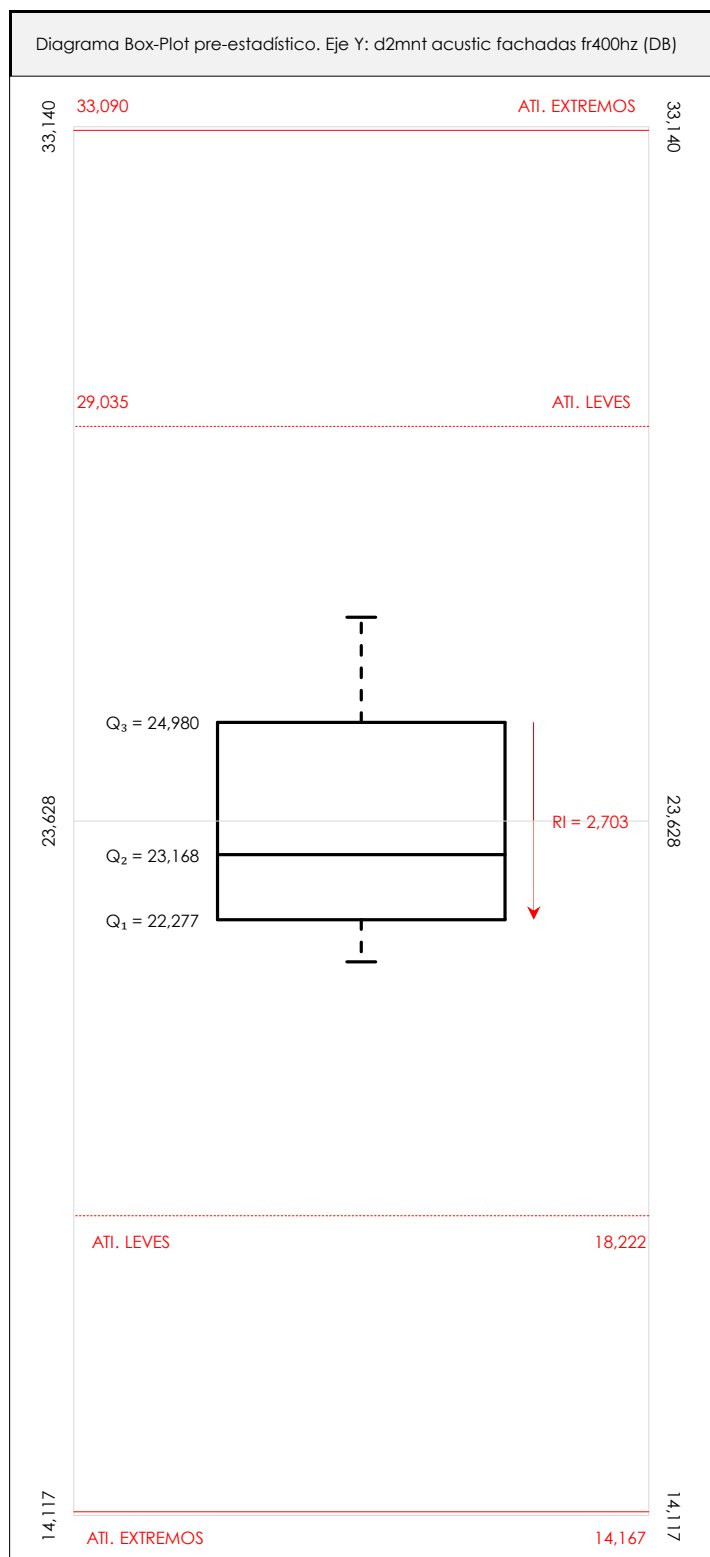
Los resultados satisfactorios quedan reflejados entre las dos líneas rojas discontinuas, líneas de referencia en la evaluación Z-Score.



## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 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 4 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 ; DB)      | 26,90           | 26,80    | 25,90    | 29,30    | 26,70    | 26,42                    | 26,90       | 26,80    | 25,90    | 25,80    | 26,70    | 26,42                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 21,30           | 20,24    | 21,90    | 19,70    | 21,30    | 21,70                    | 21,30       | 21,50    | 22,10    | 21,60    | 21,40    | 21,70                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 23,93           | 23,56    | 23,93    | 23,24    | 23,81    | 23,69                    | 23,54       | 23,68    | 24,05    | 23,46    | 23,51    | 23,65                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,95            | 1,97     | 1,45     | 2,85     | 2,12     | 1,82                     | 2,13        | 1,83     | 1,62     | 1,72     | 2,20     | 1,83                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,08            | 0,08     | 0,06     | 0,12     | 0,09     | 0,08                     | 0,09        | 0,08     | 0,07     | 0,07     | 0,09     | 0,08                     |
| 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              | 1,399           | 3,278    | 3,027    | 4,426    | 5,831    |                          | 0,388       | 1,726    | 3,264    | 3,652    | 5,297    |                          |
| 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% | 1,87            | 1,68 | 0,393 | 1,973     | 0,0116    | 1,87        | 1,68 | 0,564 | 1,973     | 0,0116    |
| Nivel de Significación 5% | 1,66            | 1,48 | 0,331 | 1,887     | 0,0349    | 1,66        | 1,48 | 0,480 | 1,887     | 0,0349    |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr500hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

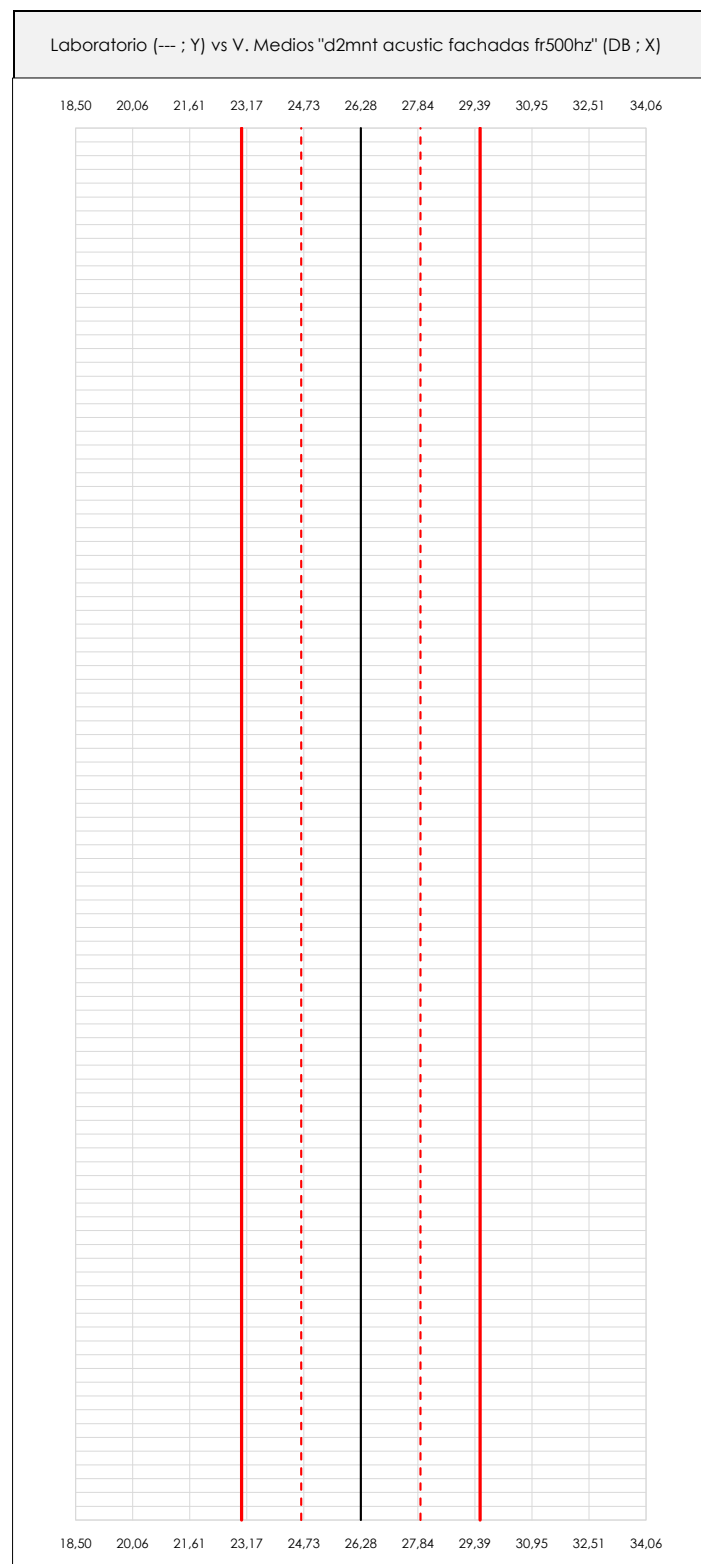
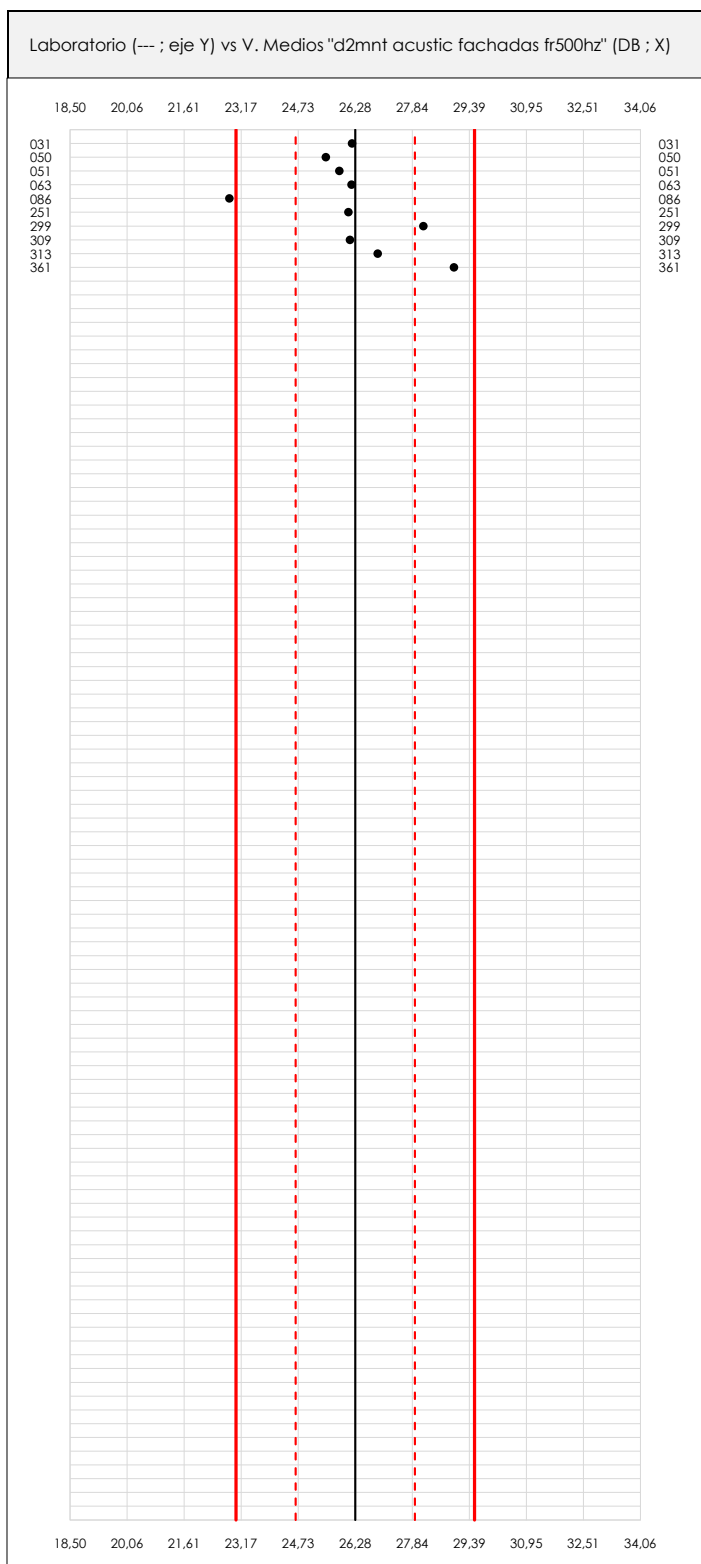
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

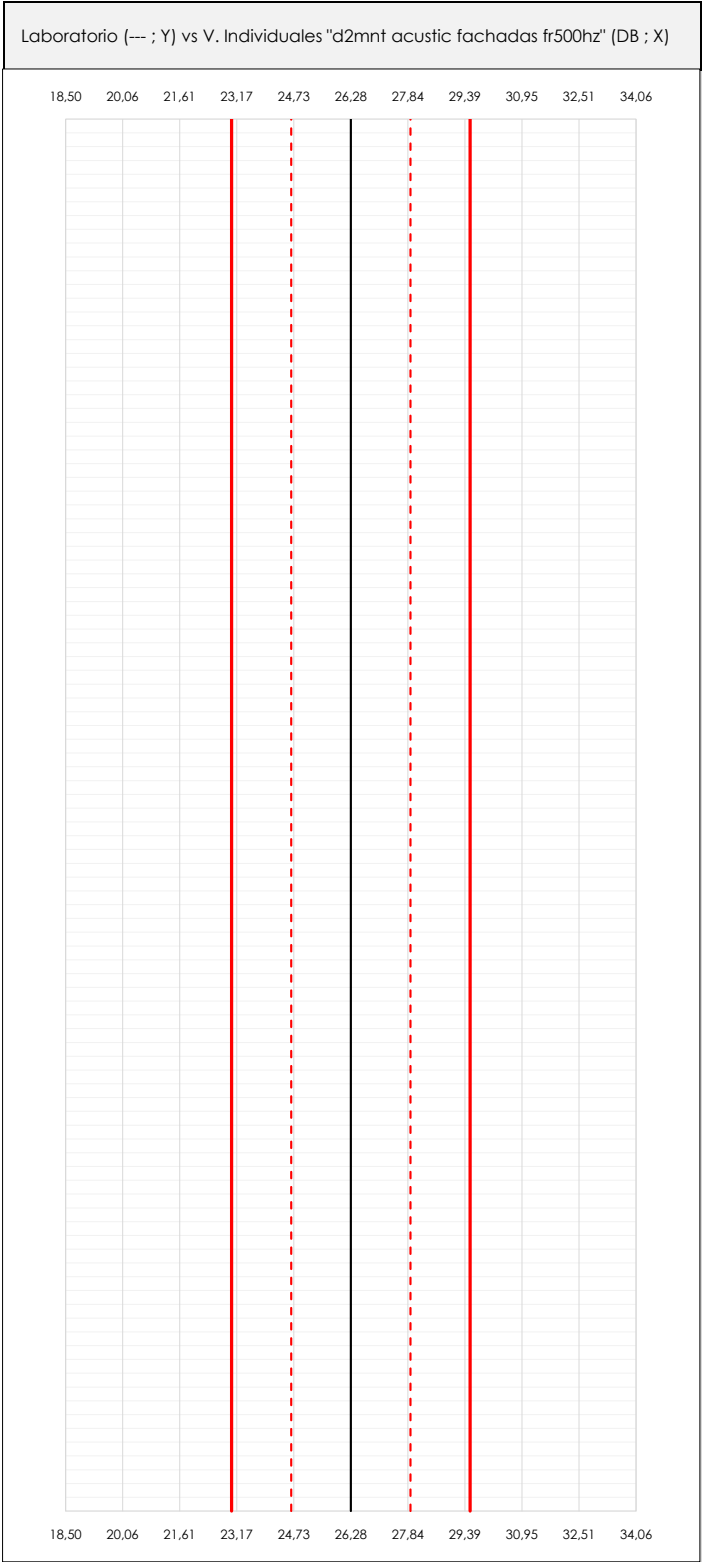
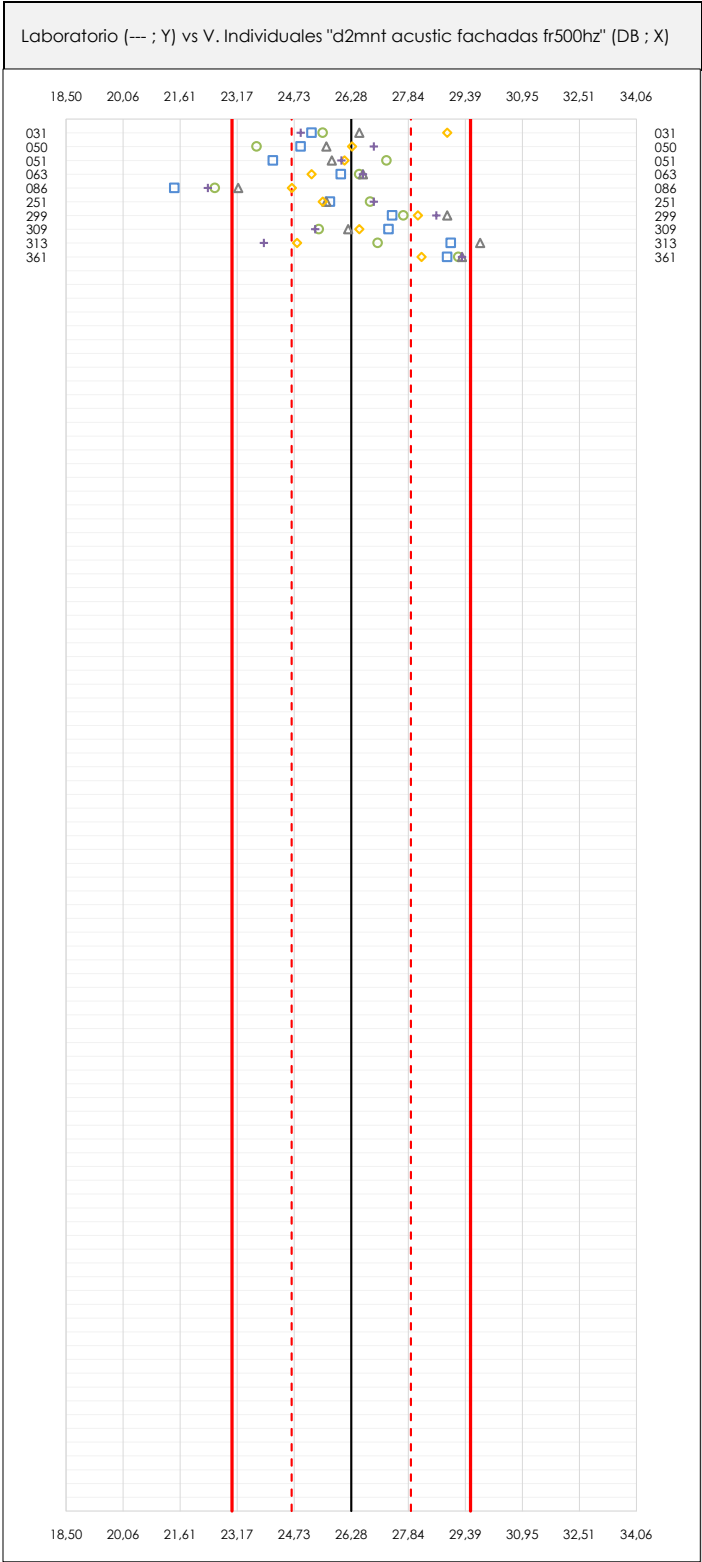
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (26,28 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (27,91/24,66 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (29,53/23,03 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

#### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



#### ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (26,28 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (27,91/24,66 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (29,53/23,03 ; 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 ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>i i</sub> | D <sub>i arit</sub> % | Pasa A | Observaciones                                            |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 31  | 25,20            | 25,50            | 26,50            | 28,90            | 24,90            | 26,20                     | 1,625            | -0,31                 | ✓      |                                                          |
| 50  | 24,90            | 23,70            | 25,60            | 26,30            | 26,90            | 25,48                     | 1,246            | -3,05                 | ✓      |                                                          |
| 51  | 24,14            | 27,25            | 25,75            | 26,10            | 26,01            | 25,85                     | 1,113            | -1,64                 | ✓      |                                                          |
| 63  | 26,00            | 26,50            | 26,60            | 25,20            | 26,60            | 26,18                     | 0,602            | -0,39                 | ✓      |                                                          |
| 86  | 21,45            | 22,56            | 23,19            | 24,66            | 22,37            | 22,85                     | 1,189            | -13,07                | ✓      |                                                          |
| 251 | 25,70            | 26,80            | 25,60            | 25,50            | 26,90            | 26,10                     | 0,689            | -0,69                 | ✓      |                                                          |
| 299 | 27,40            | 27,70            | 28,90            | 28,10            | 28,60            | 28,14                     | 0,619            | 7,07                  | ✗      | La calibración del equipo no estaba vigente en el ensayo |
| 309 | 27,30            | 25,40            | 26,20            | 26,50            | 25,30            | 26,14                     | 0,826            | -0,54                 | ✓      |                                                          |
| 313 | 29,00            | 27,00            | 29,80            | 24,80            | 23,90            | 26,90                     | 2,561            | 2,35                  | ✓      |                                                          |
| 361 | 28,90            | 29,20            | 29,30            | 28,20            | 29,30            | 28,98                     | 0,466            | 10,27                 | ✓      |                                                          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>j</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arif %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

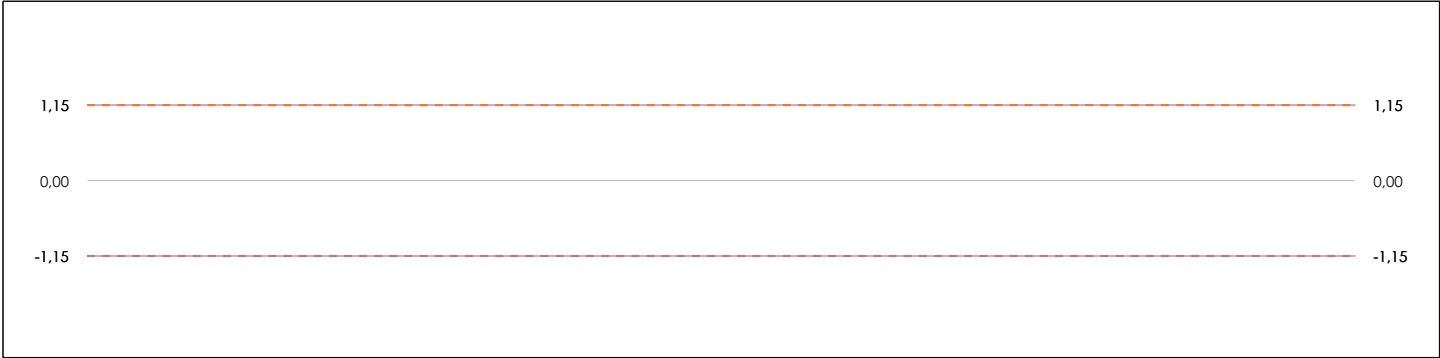
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

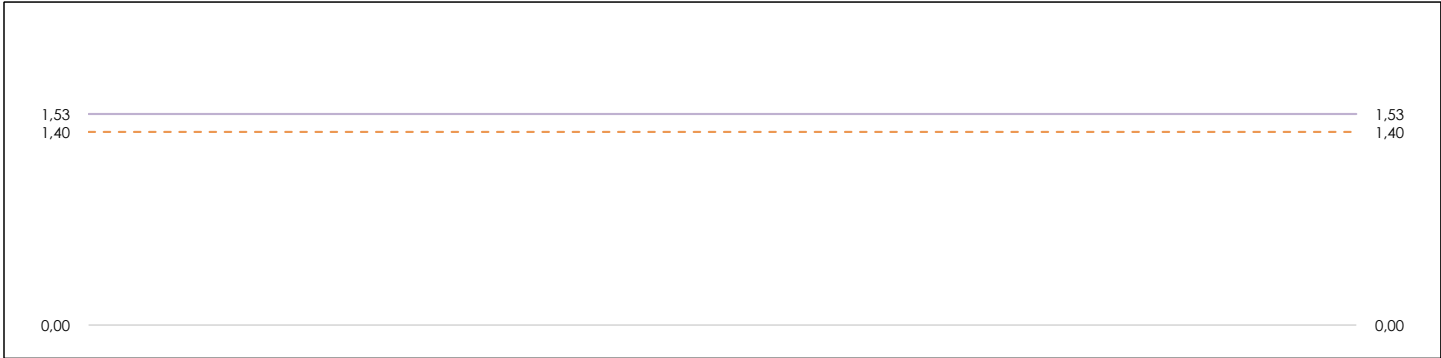
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

<sup>03</sup> " $\eta_i$  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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

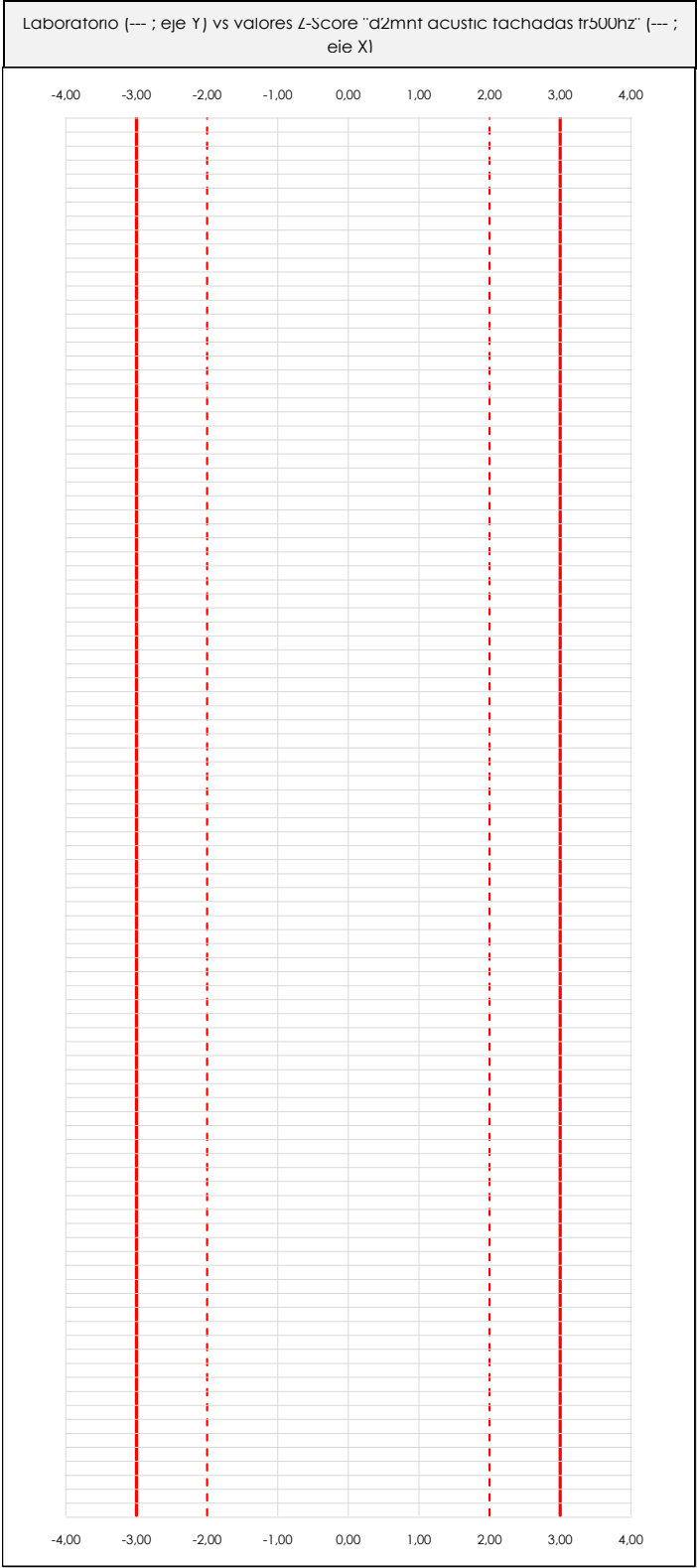
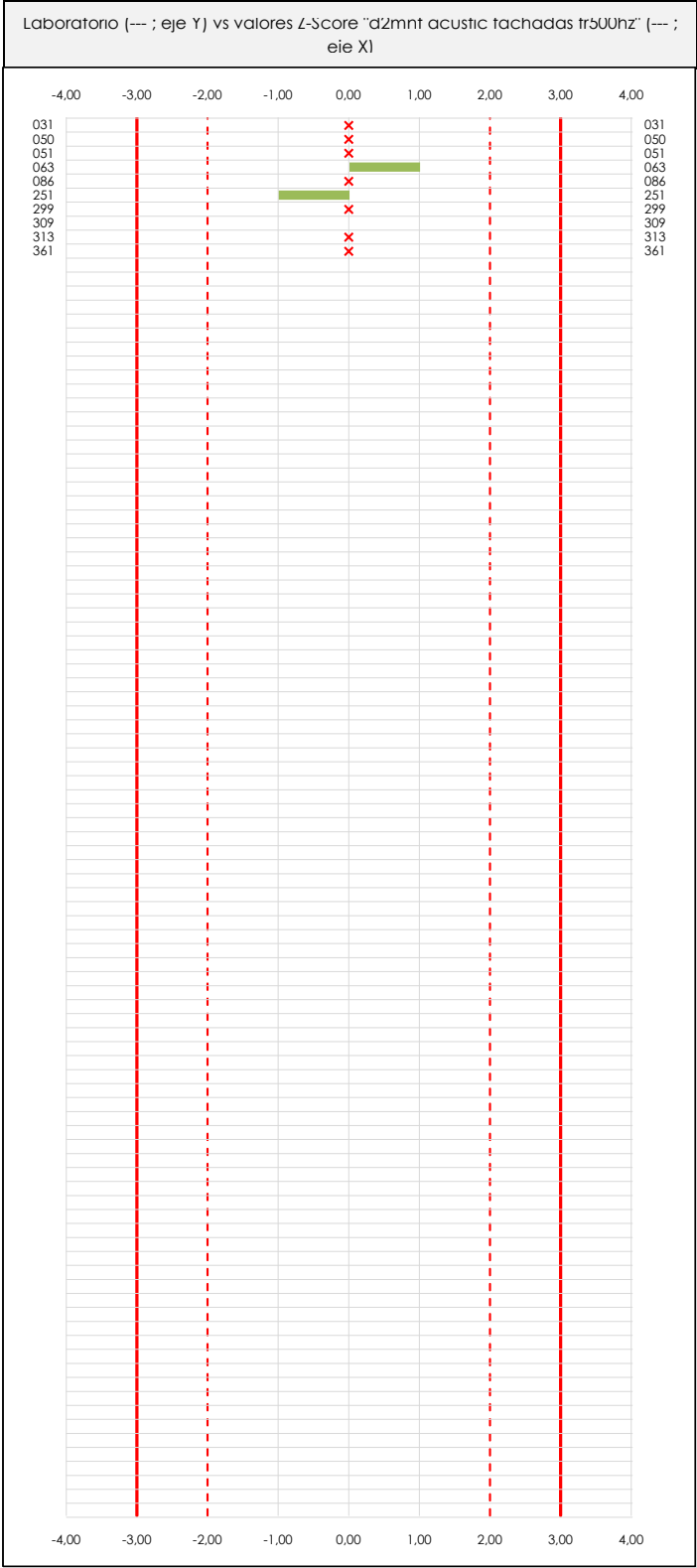
[máximo]

[mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>i arit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 25,20            | 25,50            | 26,50            | 28,90            | 24,90            | 26,20                     | ---             | ---                   | ✓      | ✗      | ✗     | AN    | 2         | ---     | ---        |
| 50  | 24,90            | 23,70            | 25,60            | 26,30            | 26,90            | 25,48                     | ---             | ---                   | ✓      | ✗      | ✗     | AN    | 1         | ---     | ---        |
| 51  | 24,14            | 27,25            | 25,75            | 26,10            | 26,01            | 25,85                     | ---             | ---                   | ✓      | ✗      | ✗     | AN    | 1         | ---     | ---        |
| 63  | 26,00            | 26,50            | 26,60            | 25,20            | 26,60            | 26,18                     | 0,602           | 0,15                  | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,000   | S          |
| 86  | 21,45            | 22,56            | 23,19            | 24,66            | 22,37            | 22,85                     | ---             | ---                   | ✓      | ✗      | ✗     | AB    | 0         | ---     | ---        |
| 251 | 25,70            | 26,80            | 25,60            | 25,50            | 26,90            | 26,10                     | 0,689           | -0,15                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,000  | S          |
| 299 | 27,40            | 27,70            | 28,90            | 28,10            | 28,60            | 28,14                     | ---             | ---                   | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 27,30            | 25,40            | 26,20            | 26,50            | 25,30            | 26,14                     | 0,826           | 0,00                  | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,000   | S          |
| 313 | 29,00            | 27,00            | 29,80            | 24,80            | 23,90            | 26,90                     | ---             | ---                   | ✓      | ✗      | ✗     | AB    | 0         | ---     | ---        |
| 361 | 28,90            | 29,20            | 29,30            | 28,20            | 29,30            | 28,98                     | ---             | ---                   | ✓      | ✗      | ✗     | AB    | 0         | ---     | ---        |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $x_{ij}$  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.

<sup>02</sup> "S<sub>L</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

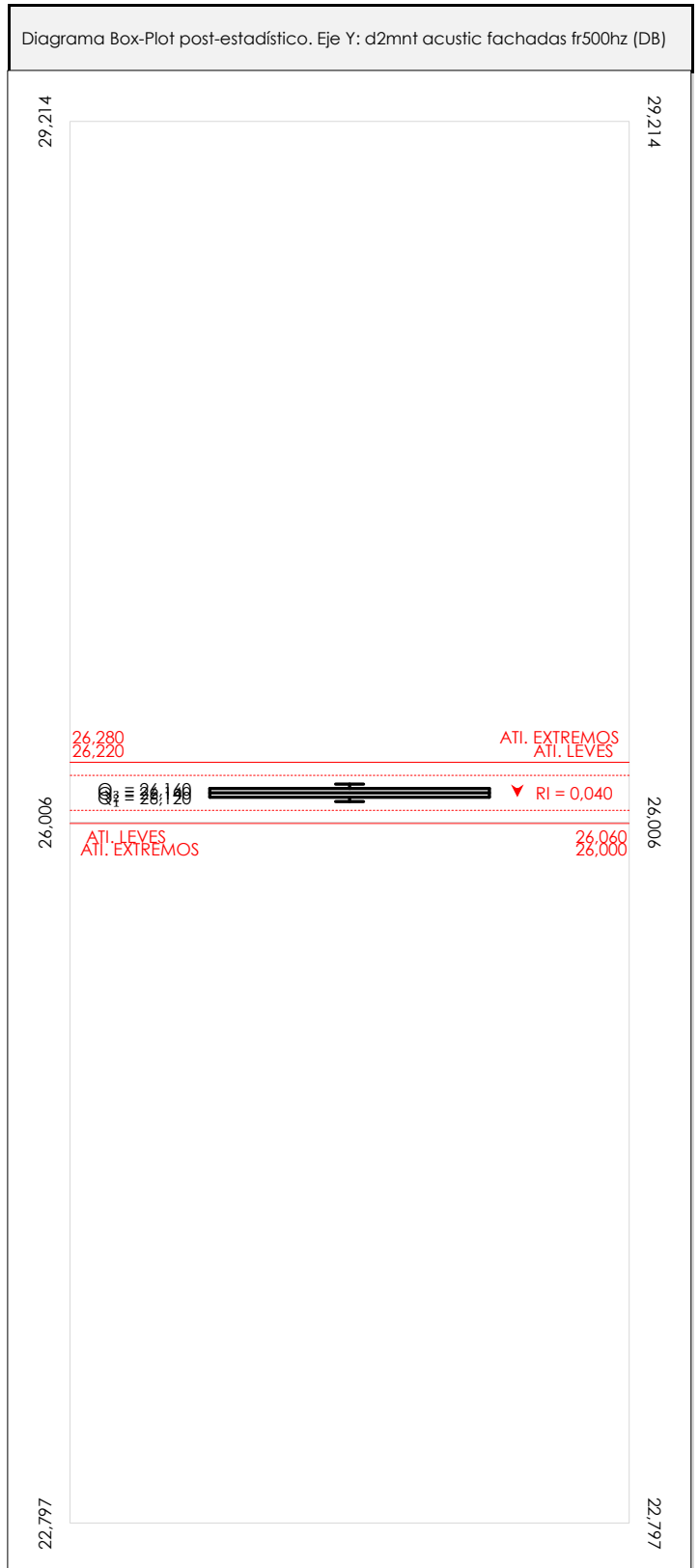
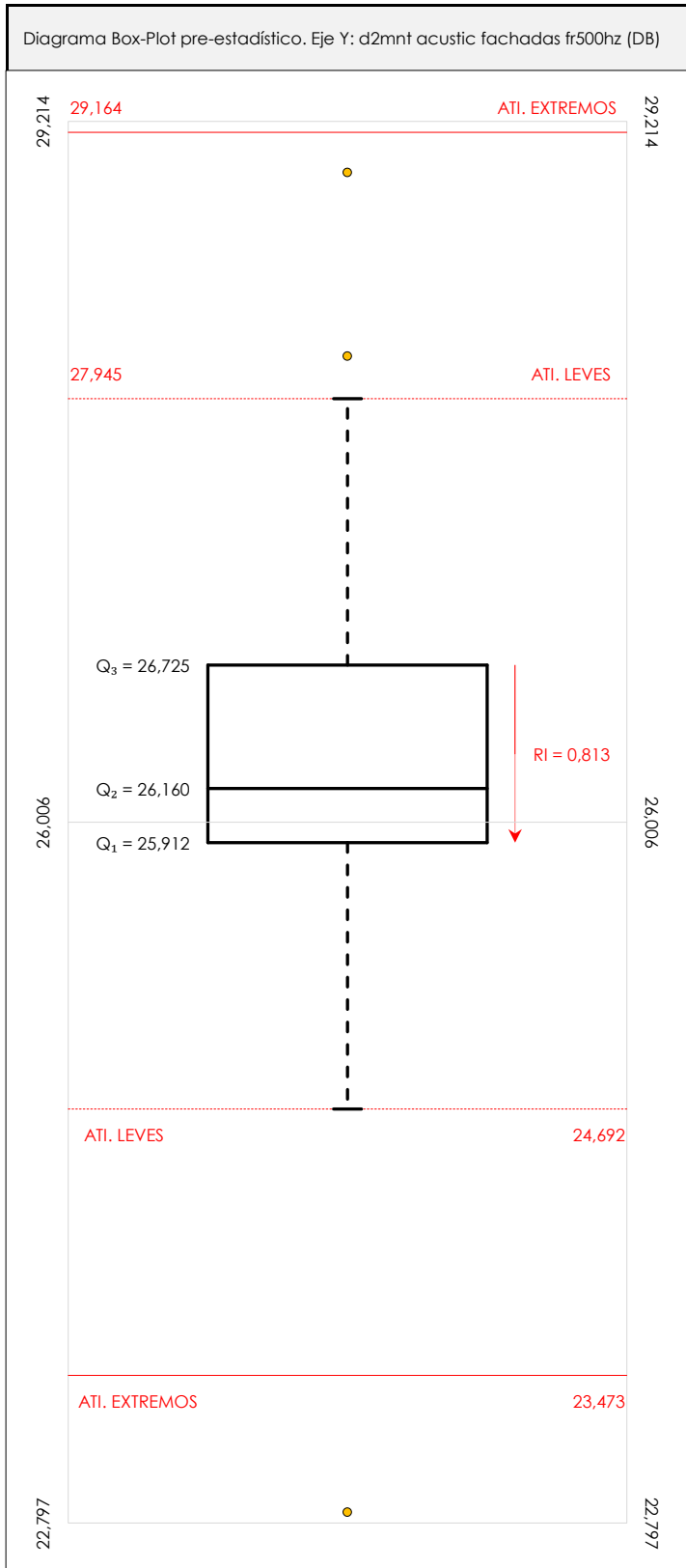
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (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 ( $Q_1$  ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana ( $Q_2$  ; 50% de los datos), el tercer cuartil ( $Q_3$  ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves ( $f_3$  y  $f_1$  para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos ( $f_3^*$  y  $f_1^*$  para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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 6 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 5 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 4 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 ; DB)      | 29,00           | 29,20    | 29,80    | 28,90    | 29,30    | 28,98                    | 27,30       | 26,80    | 26,60    | 26,50    | 26,90    | 26,18                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 21,45           | 22,56    | 23,19    | 24,66    | 22,37    | 22,85                    | 25,70       | 25,40    | 25,60    | 25,20    | 25,30    | 26,10                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 26,00           | 26,16    | 26,74    | 26,43    | 26,08    | 26,28                    | 26,33       | 26,23    | 26,13    | 25,73    | 26,27    | 26,14                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 2,29            | 1,95     | 2,03     | 1,50     | 2,08     | 1,63                     | 0,85        | 0,74     | 0,50     | 0,68     | 0,85     | 0,04                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,09            | 0,07     | 0,08     | 0,06     | 0,08     | 0,06                     | 0,03        | 0,03     | 0,02     | 0,03     | 0,03     | 0,00                     |
| VARIABLES                    | $S_r^2$         | r        | $S_L^2$  | $S_R^2$  | R        |                          | $S_r^2$     | r        | $S_L^2$  | $S_R^2$  | R        |                          |
| Valor Calculado              | 1,553           | 3,454    | 2,335    | 3,888    | 5,466    |                          | 0,507       | 1,973    | -0,100   | 0,407    | 1,768    |                          |
| 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% | 1,15            | 1,53 | 0,393 | 1,155     | 0,0000    | 1,15        | 1,53 | 0,834 | 1,155     | 0,0000    |
| Nivel de Significación 5% | 1,15            | 1,40 | 0,331 | 1,155     | 0,0000    | 1,15        | 1,40 | 0,746 | 1,155     | 0,0000    |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 3 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr630hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

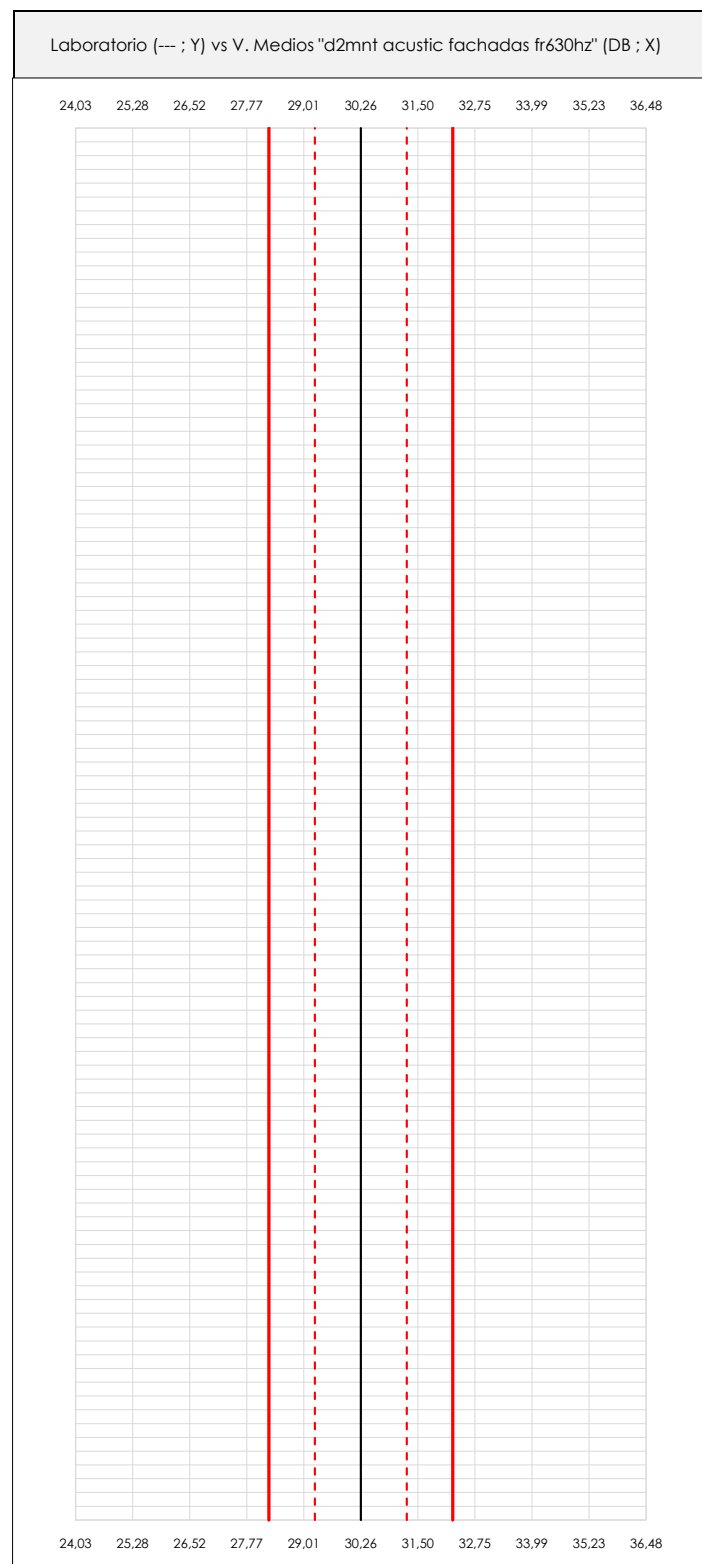
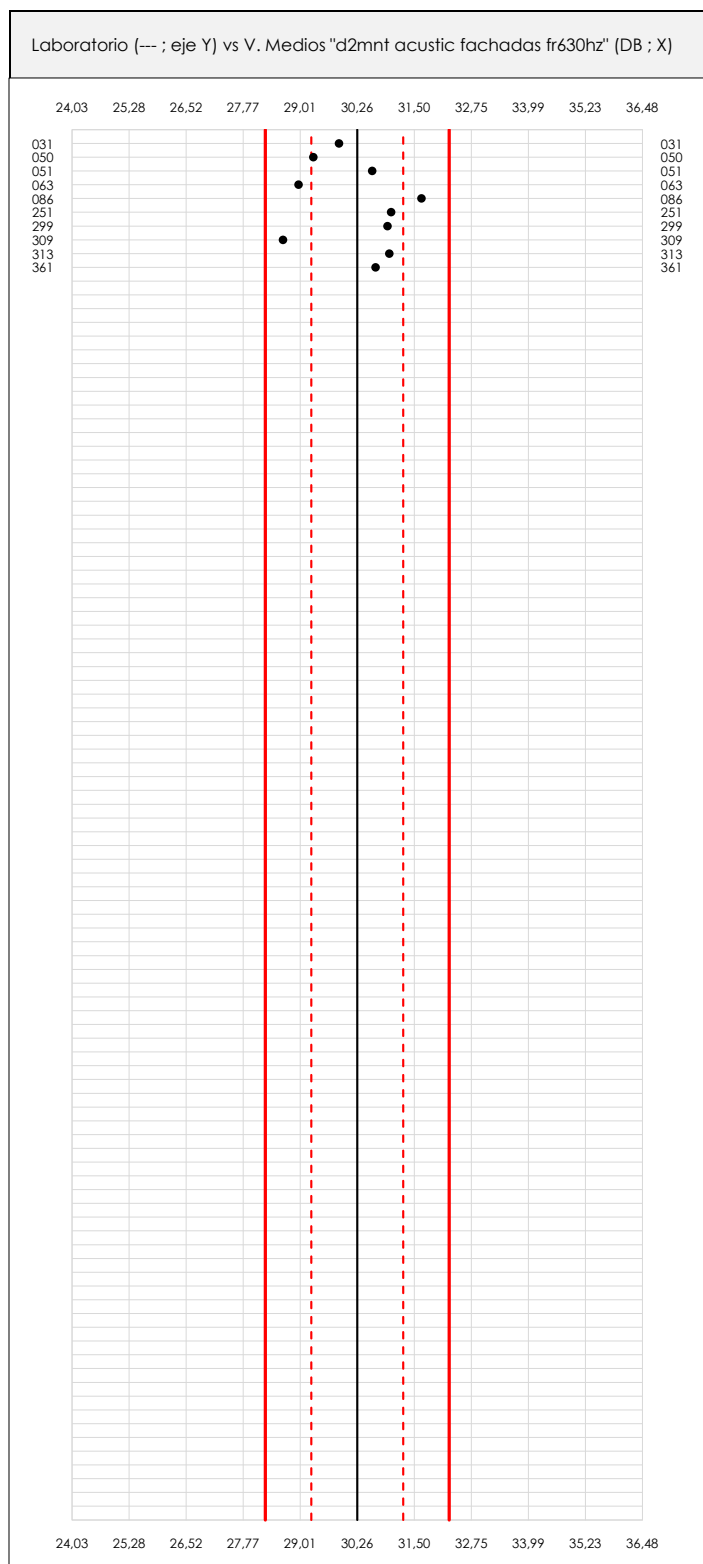
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

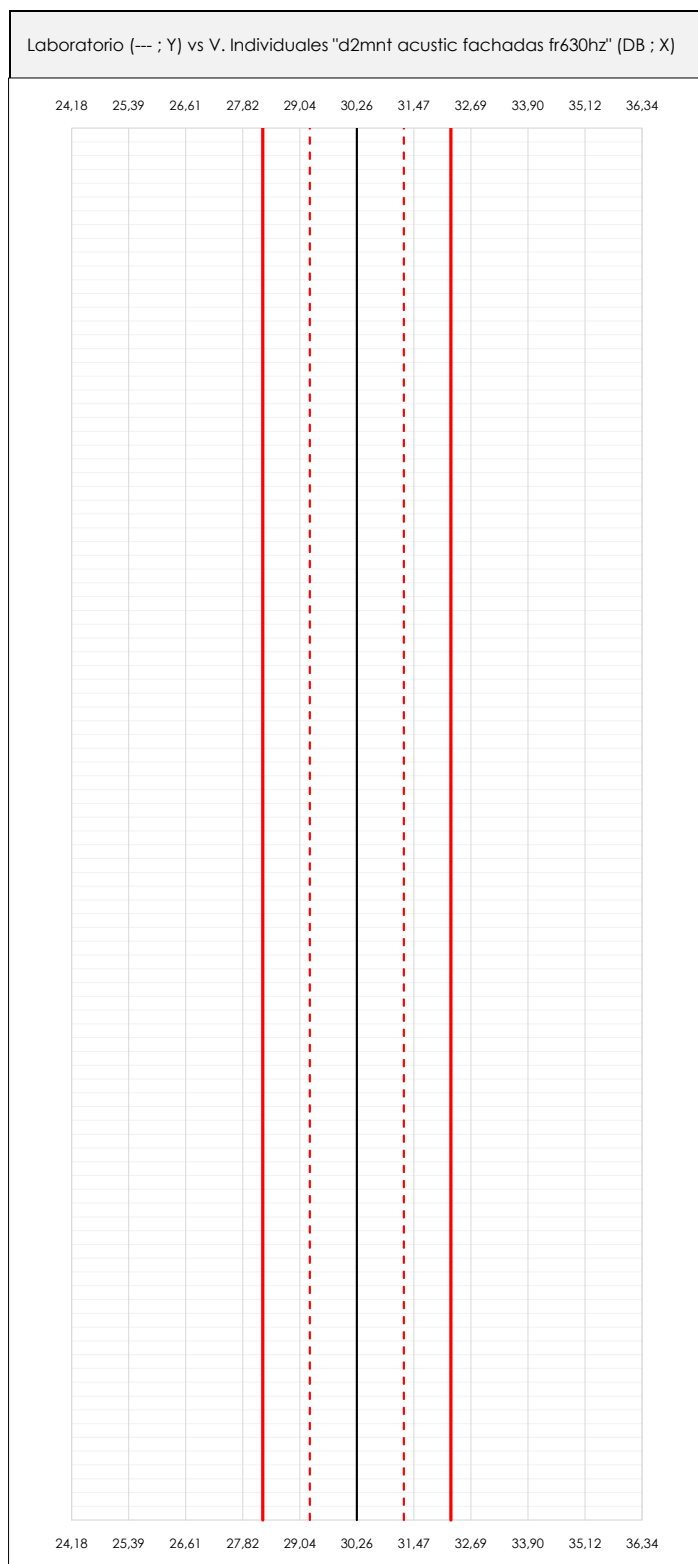
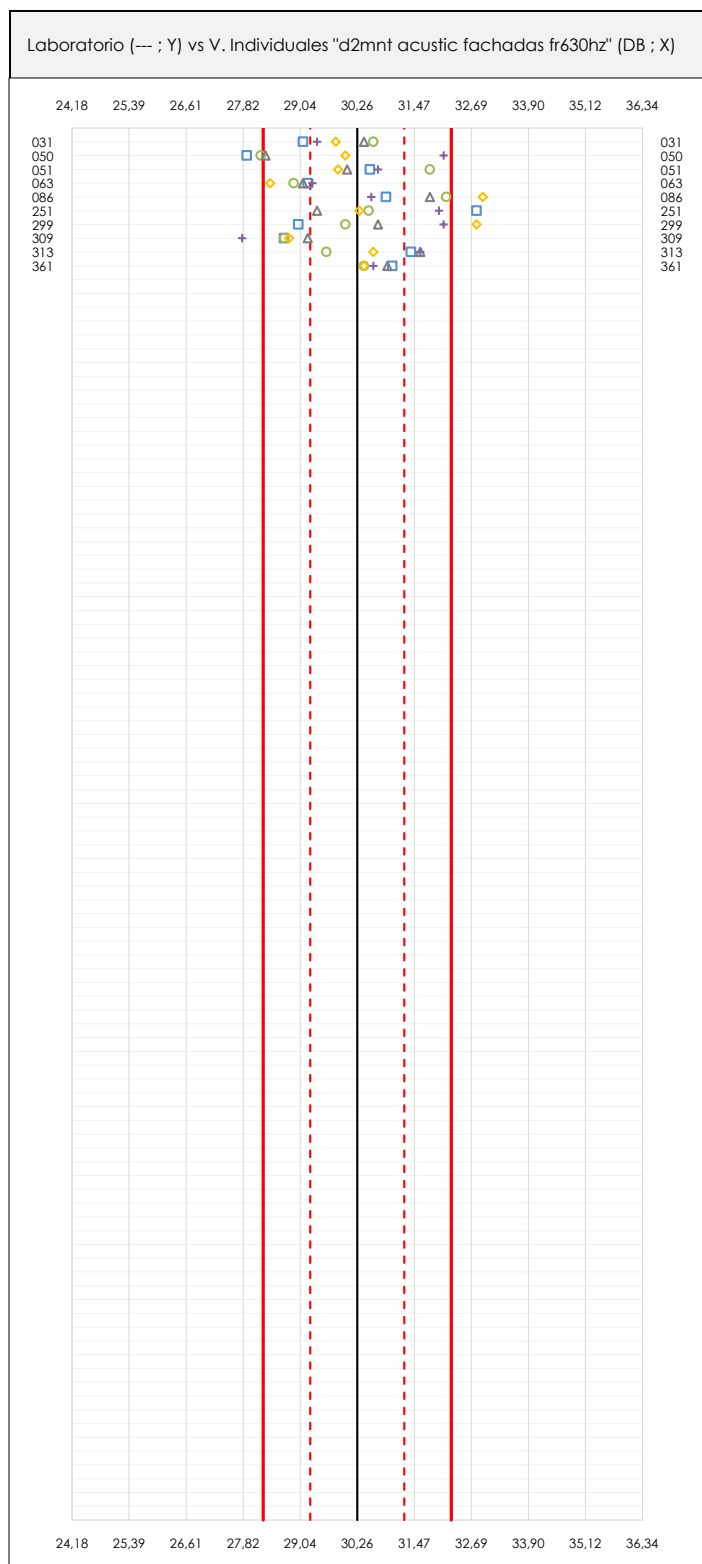
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (30,26 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,26/29,25 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,26/28,25 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (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 (30,26 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,26/29,25 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,26/28,25 ; 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 ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i1</sub> | X <sub>i2</sub> | X <sub>i3</sub> | X <sub>i4</sub> | X <sub>i5</sub> | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Observaciones                                            |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 31  | 29,10           | 30,60           | 30,40           | 29,80           | 29,40           | 29,86                    | 0,639           | -1,31                | ✓      |                                                          |
| 50  | 27,90           | 28,20           | 28,30           | 30,00           | 32,10           | 29,30                    | 1,768           | -3,16                | ✓      |                                                          |
| 51  | 30,53           | 31,80           | 30,04           | 29,85           | 30,70           | 30,58                    | 0,764           | 1,08                 | ✓      |                                                          |
| 63  | 29,20           | 28,90           | 29,10           | 28,40           | 29,30           | 28,98                    | 0,356           | -4,22                | ✓      |                                                          |
| 86  | 30,87           | 32,15           | 31,80           | 32,93           | 30,55           | 31,66                    | 0,965           | 4,65                 | ✓      |                                                          |
| 251 | 32,80           | 30,50           | 29,40           | 30,30           | 32,00           | 31,00                    | 1,373           | 2,46                 | ✓      |                                                          |
| 299 | 29,00           | 30,00           | 30,70           | 32,80           | 32,10           | 30,92                    | 1,542           | 2,19                 | ✗      | La calibración del equipo no estaba vigente en el ensayo |
| 309 | 28,70           | 28,70           | 29,20           | 28,80           | 27,80           | 28,64                    | 0,513           | -5,34                | ✓      |                                                          |
| 313 | 31,40           | 29,60           | 31,60           | 30,60           | 31,60           | 30,96                    | 0,865           | 2,32                 | ✓      |                                                          |
| 361 | 31,00           | 30,40           | 30,90           | 30,40           | 30,60           | 30,66                    | 0,279           | 1,33                 | ✓      |                                                          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i,j</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arif %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

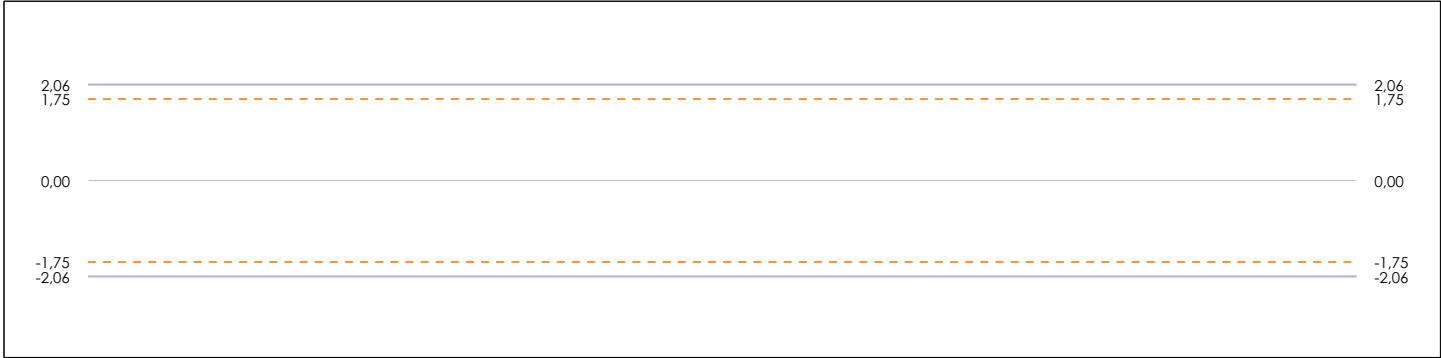
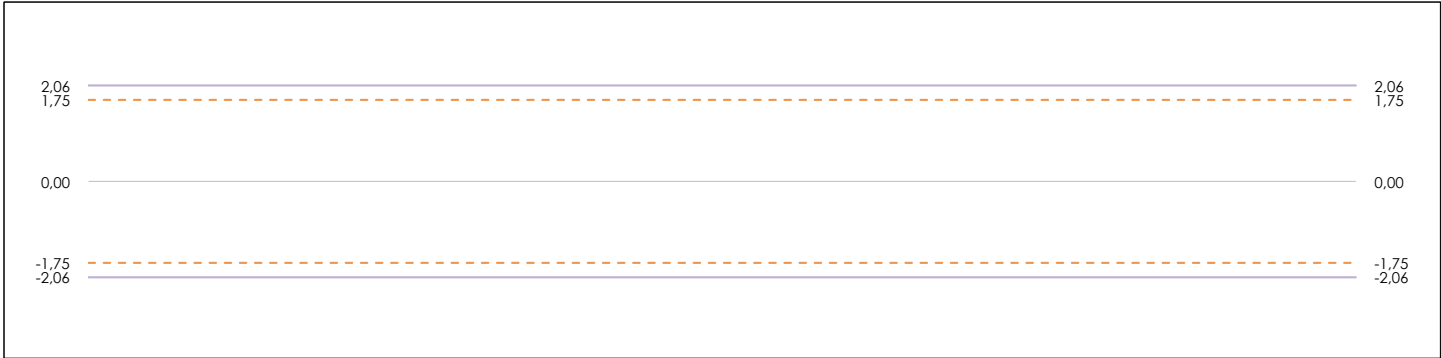
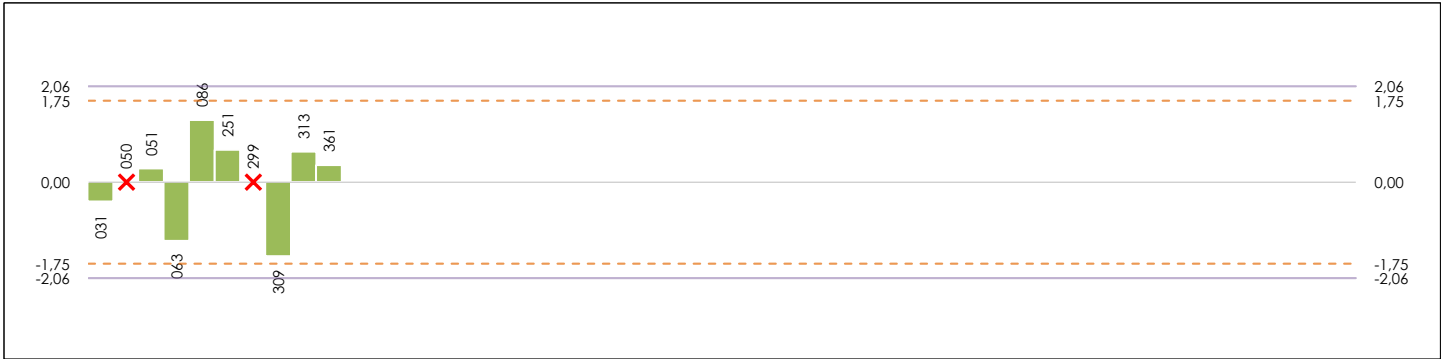
[máximo]

[mínimo]

# D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

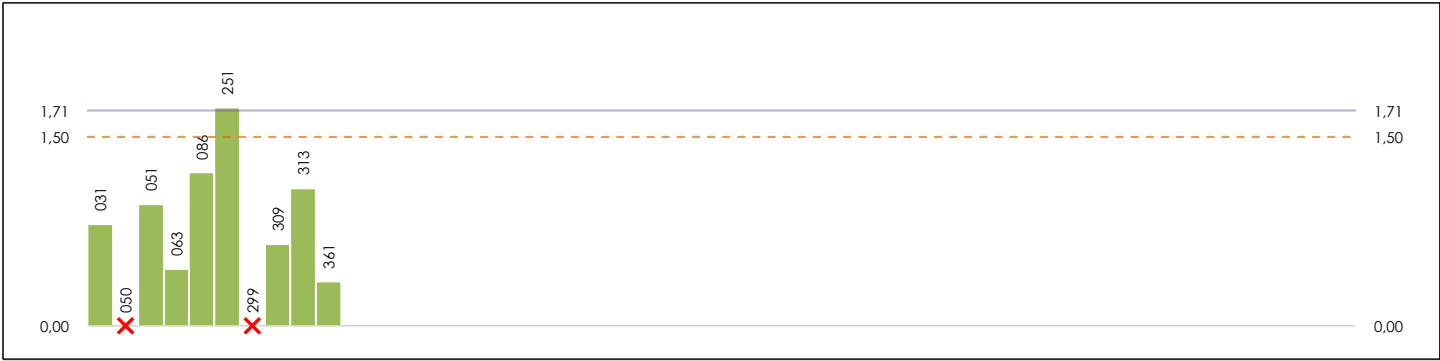
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{arit}$ | S <sub>L i</sub> | D <sub>i</sub> arit % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim</sub> Inf | G <sub>Sim</sub> Sup | G <sub>Dob</sub> Inf | G <sub>Dob</sub> Sup | Pasa B |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 29,10            | 30,600           | 30,400           | 29,800           | 29,400           | 29,860           | 0,639            | -1,43                 | -0,41          | 0,81           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 27,90            | 28,200           | 28,300           | 30,000           | 32,100           | 29,300           | ---              | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 51  | 30,53            | 31,802           | 30,043           | 29,846           | 30,700           | 30,583           | 0,764            | 0,96                  | 0,28           | 0,96           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 63  | 29,20            | 28,900           | 29,100           | 28,400           | 29,300           | 28,980           | 0,356            | -4,33                 | -1,25          | 0,45           |                |                      |                      | 0,2288               |                      | ✓      |
| 86  | 30,87            | 32,155           | 31,804           | 32,929           | 30,553           | 31,662           | 0,965            | 4,52                  | 1,31           | 1,22           |                |                      | 1,307                |                      | 0,5975               | ✓      |
| 251 | 32,80            | 30,500           | 29,400           | 30,300           | 32,000           | 31,000           | 1,373            | 2,33                  | 0,67           | 1,73**         | 0,375          |                      |                      |                      | 0,5975               | ✓      |
| 299 | 29,00            | 30,000           | 30,700           | 32,800           | 32,100           | 30,920           | ---              | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 28,70            | 28,700           | 29,200           | 28,800           | 27,800           | 28,640           | 0,513            | -5,46                 | -1,58          | 0,65           |                | 1,578                |                      | 0,2288               |                      | ✓      |
| 313 | 31,40            | 29,600           | 31,600           | 30,600           | 31,600           | 30,960           | 0,865            | 2,20                  | 0,64           | 1,09           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 361 | 31,00            | 30,400           | 30,900           | 30,400           | 30,600           | 30,660           | 0,279            | 1,21                  | 0,35           | 0,35           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

<sup>03</sup> " $\eta_i$  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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

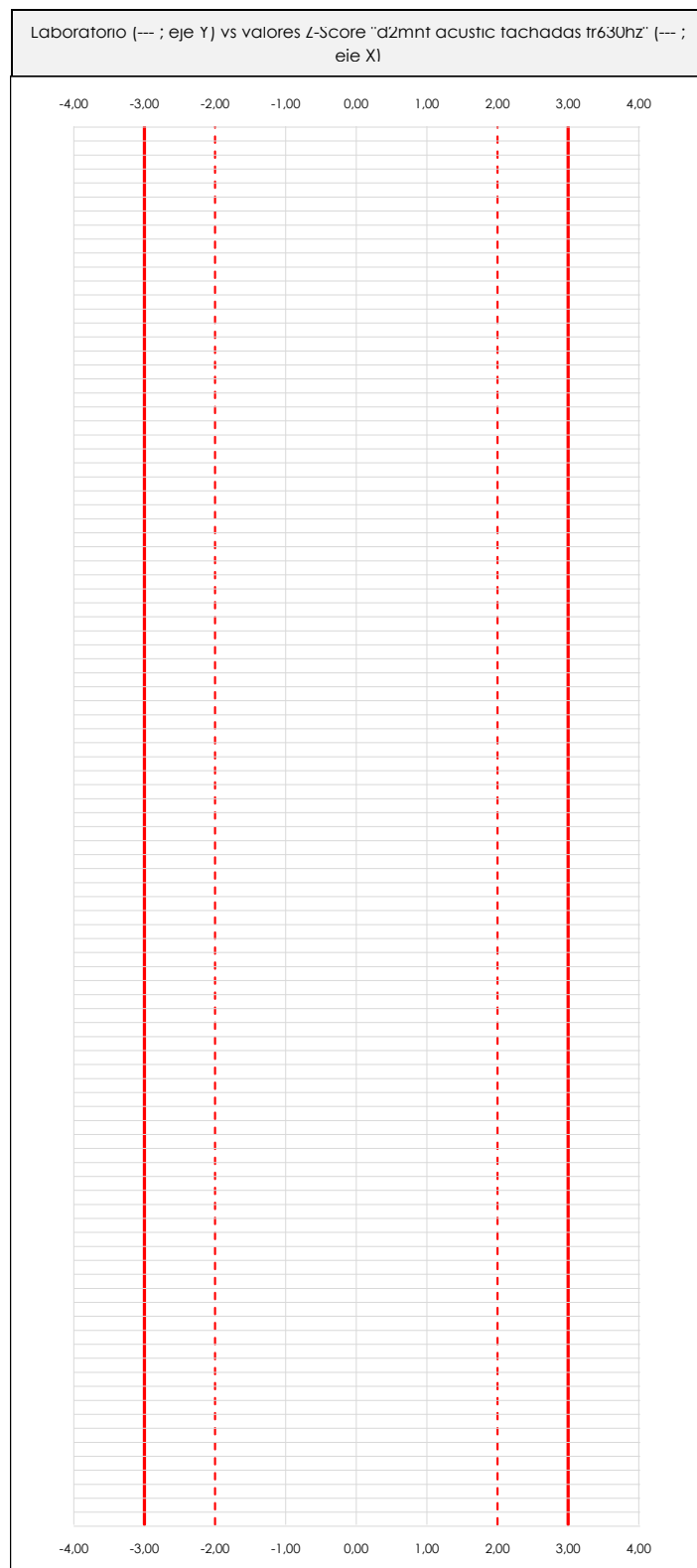
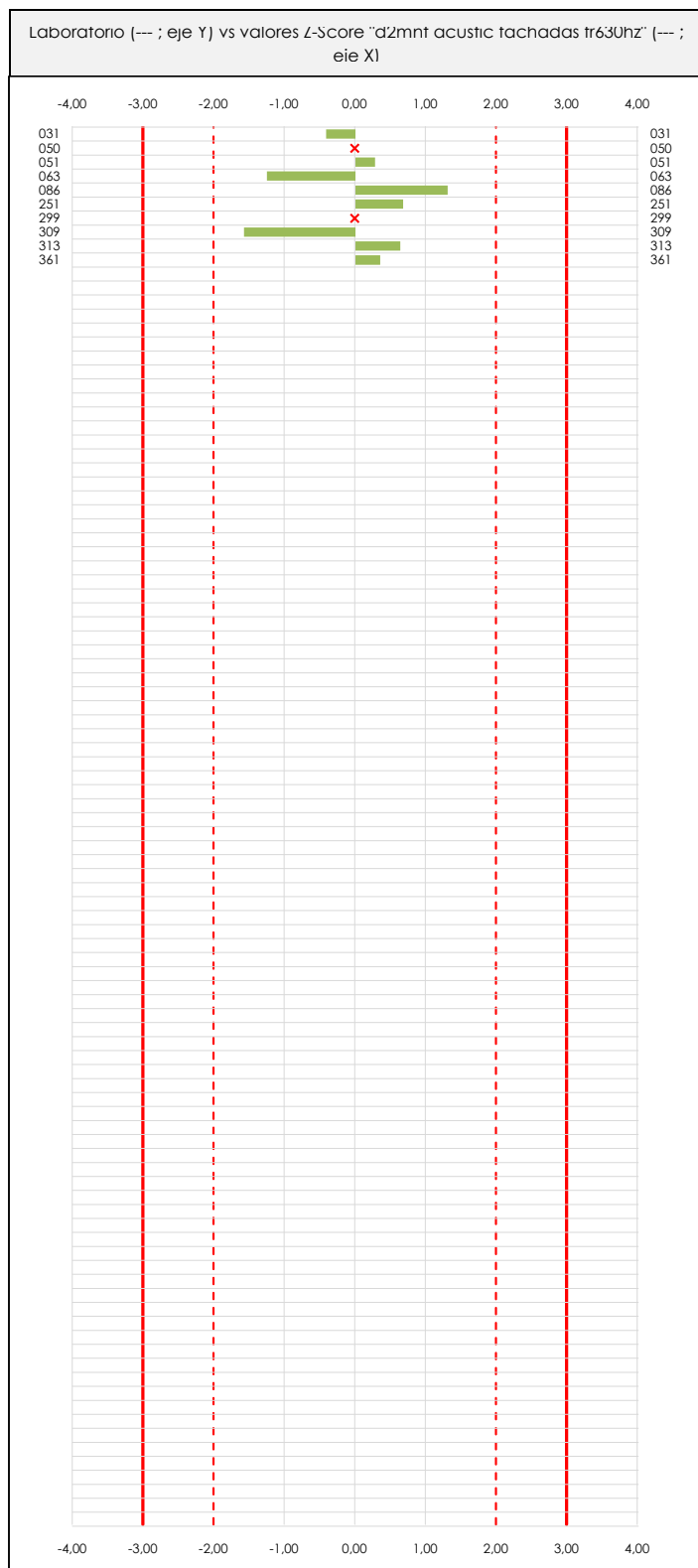
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>i arit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 29,10            | 30,60            | 30,40            | 29,80            | 29,40            | 29,86                     | 0,639           | -1,43                 | ✓      | ✓      | ✓     | AN    | 0         | -0,413  | S          |
| 50  | 27,90            | 28,20            | 28,30            | 30,00            | 32,10            | 29,30                     | ---             | ---                   | ✓      | ✗      | ✗     |       |           | ---     | ---        |
| 51  | 30,53            | 31,80            | 30,04            | 29,85            | 30,70            | 30,58                     | 0,764           | 0,96                  | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,277   | S          |
| 63  | 29,20            | 28,90            | 29,10            | 28,40            | 29,30            | 28,98                     | 0,356           | -4,33                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,254  | S          |
| 86  | 30,87            | 32,15            | 31,80            | 32,93            | 30,55            | 31,66                     | 0,965           | 4,52                  | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,307   | S          |
| 251 | 32,80            | 30,50            | 29,40            | 30,30            | 32,00            | 31,00                     | 1,373           | 2,33                  | ✓      | ✓      | ✓     | SD    |           | 0,675   | S          |
| 299 | 29,00            | 30,00            | 30,70            | 32,80            | 32,10            | 30,92                     | ---             | ---                   | ✗      | ✗      | ✗     |       |           | ---     | ---        |
| 309 | 28,70            | 28,70            | 29,20            | 28,80            | 27,80            | 28,64                     | 0,513           | -5,46                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,578  | S          |
| 313 | 31,40            | 29,60            | 31,60            | 30,60            | 31,60            | 30,96                     | 0,865           | 2,20                  | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,637   | S          |
| 361 | 31,00            | 30,40            | 30,90            | 30,40            | 30,60            | 30,66                     | 0,279           | 1,21                  | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,350   | S          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

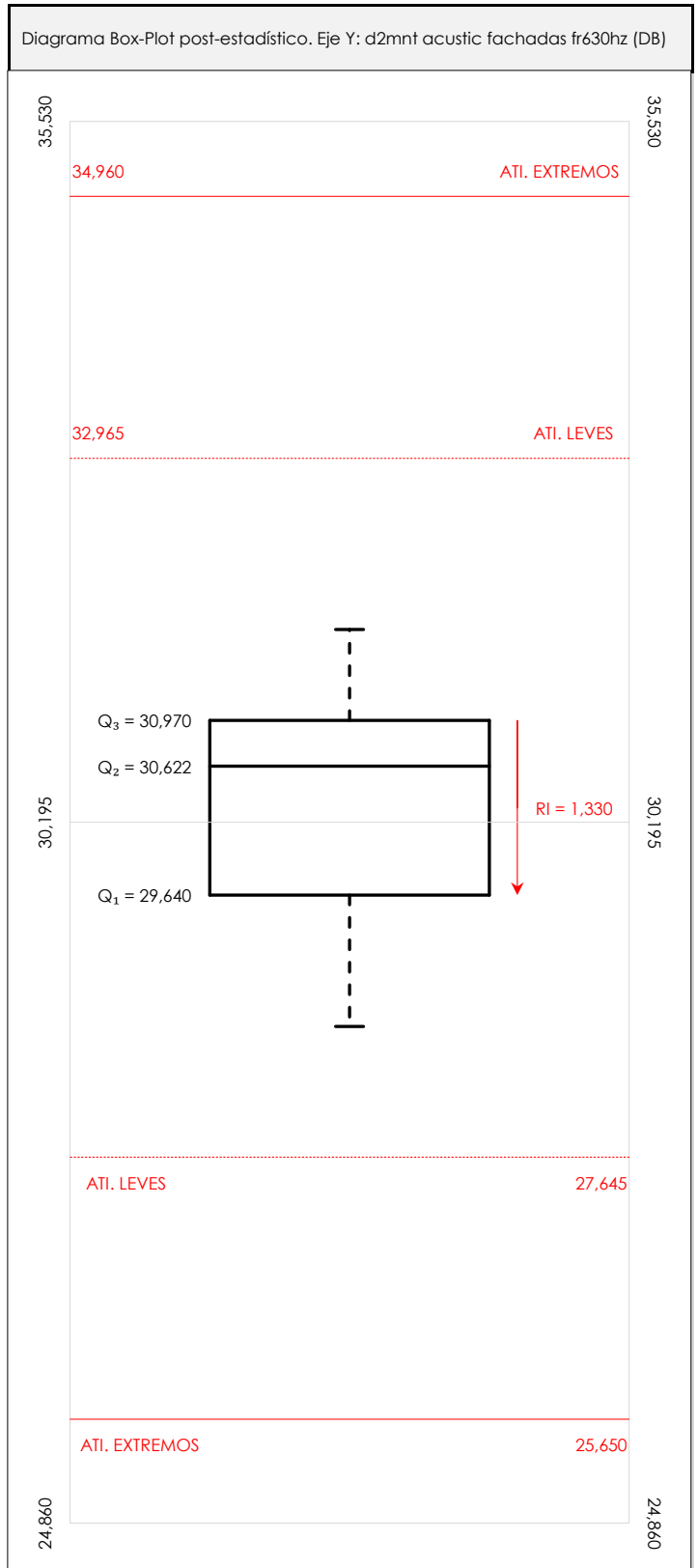
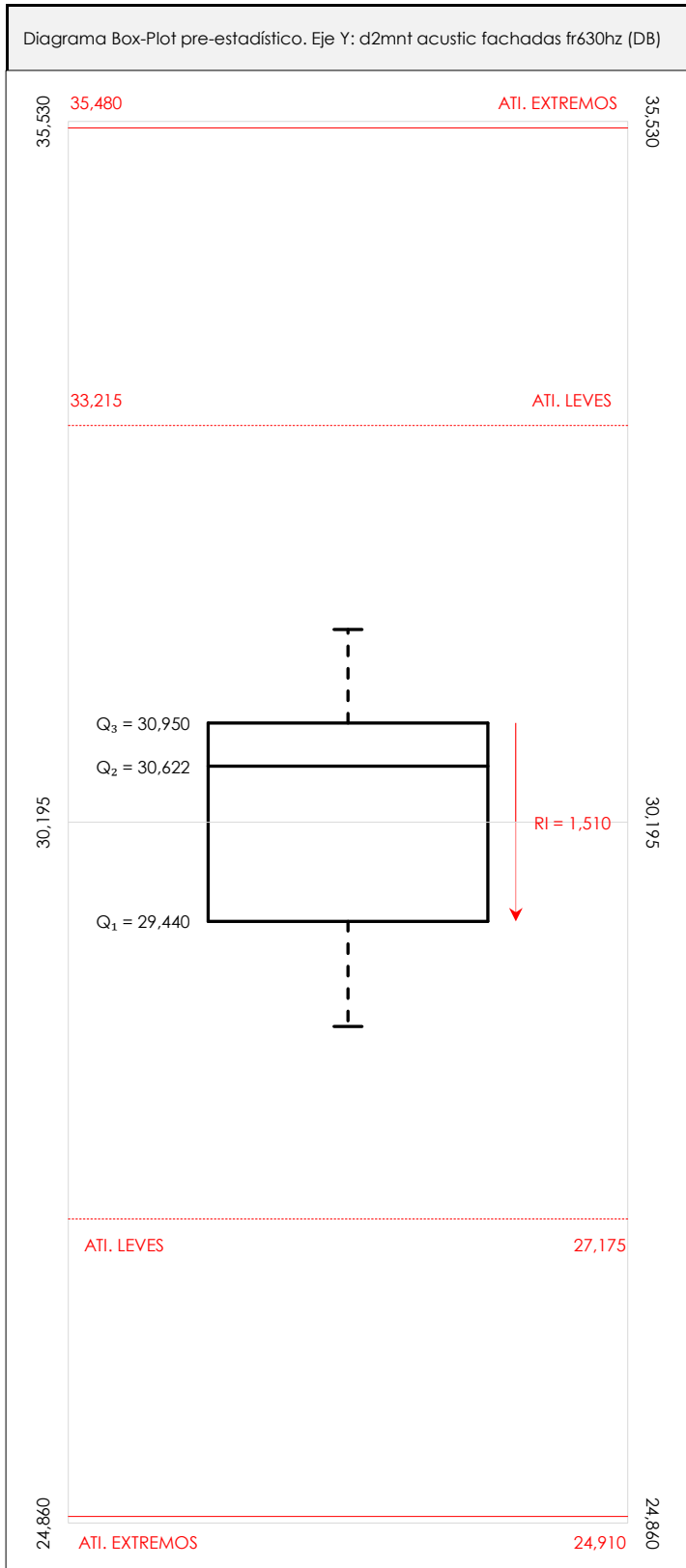
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 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 ; DB)      | 32,80           | 32,15    | 31,80    | 32,93    | 32,10    | 31,66                    | 32,80       | 32,15    | 31,80    | 32,93    | 32,00    | 31,66                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 27,90           | 28,20    | 28,30    | 28,40    | 27,80    | 28,64                    | 28,70       | 28,70    | 29,10    | 28,40    | 27,80    | 28,64                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 30,05           | 30,09    | 30,14    | 30,39    | 30,62    | 30,26                    | 30,45       | 30,33    | 30,31    | 30,13    | 30,24    | 30,29                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,50            | 1,29     | 1,14     | 1,48     | 1,43     | 1,00                     | 1,38        | 1,24     | 1,06     | 1,37     | 1,36     | 1,05                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,05            | 0,04     | 0,04     | 0,05     | 0,05     | 0,03                     | 0,05        | 0,04     | 0,03     | 0,05     | 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              | 1,053           | 2,844    | 0,795    | 1,847    | 3,768    |                          | 0,628       | 2,197    | 0,972    | 1,600    | 3,506    |                          |
| 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% | 2,06            | 1,71 | 0,393 | 2,274     | 0,0563    | 2,06        | 1,71 | 0,463 | 2,274     | 0,0563    |
| Nivel de Significación 5% | 1,75            | 1,50 | 0,331 | 2,126     | 0,1101    | 1,75        | 1,50 | 0,391 | 2,126     | 0,1101    |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr800hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

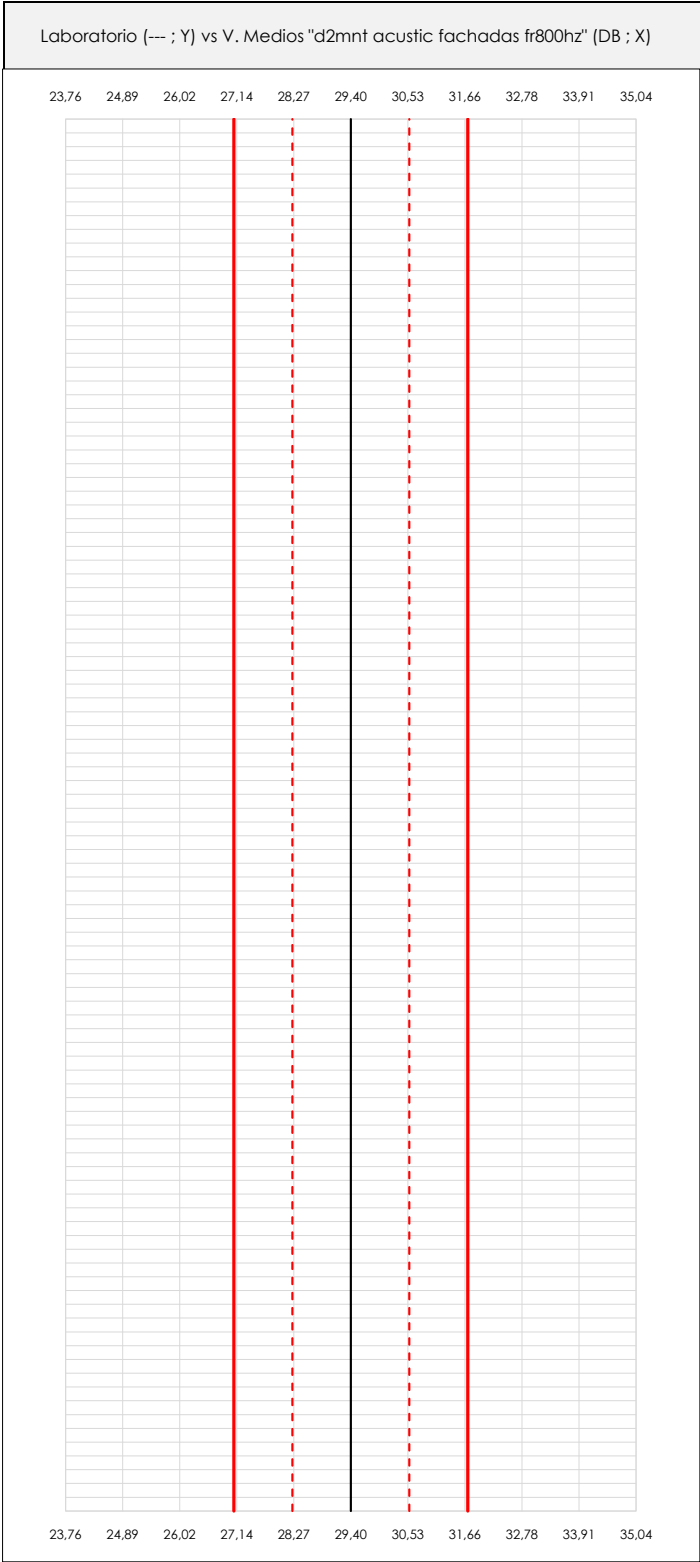
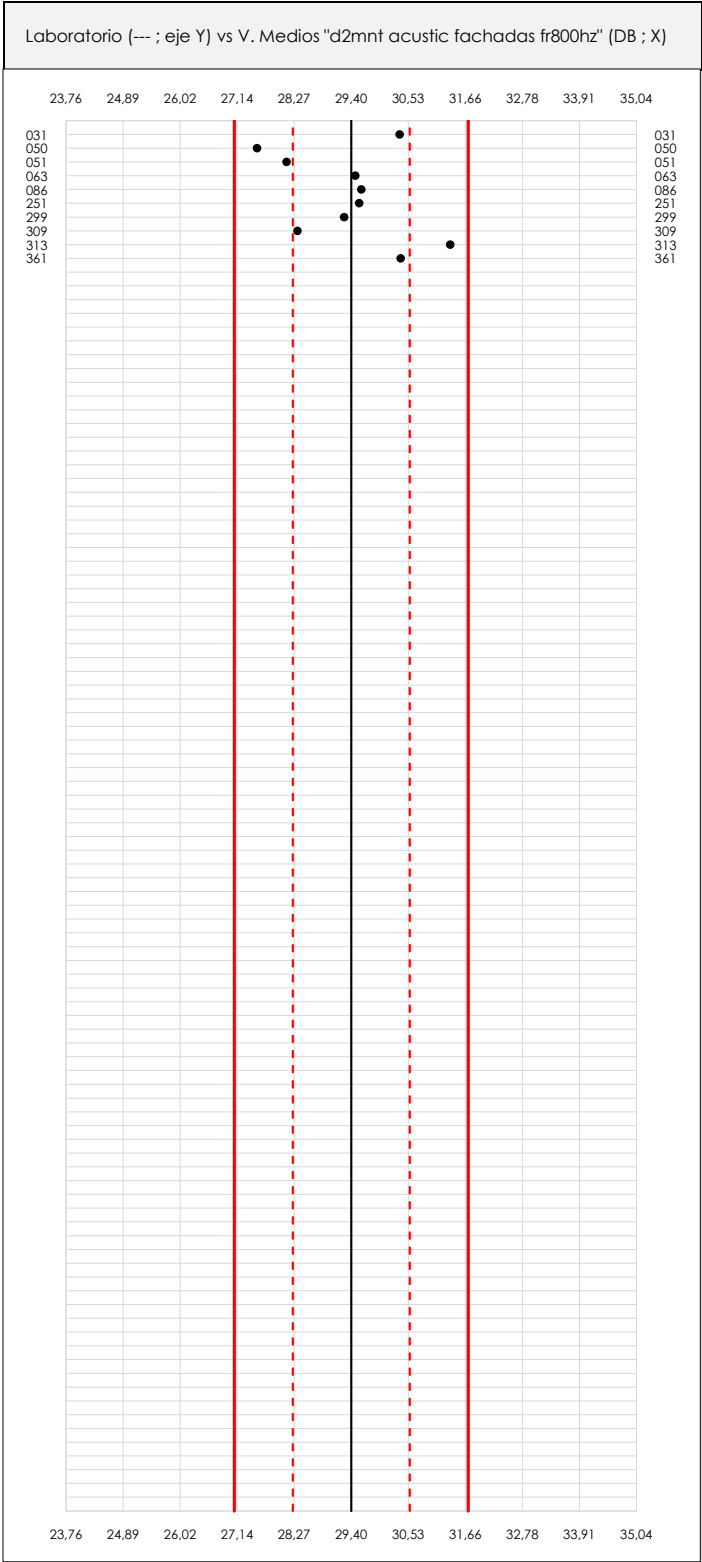
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

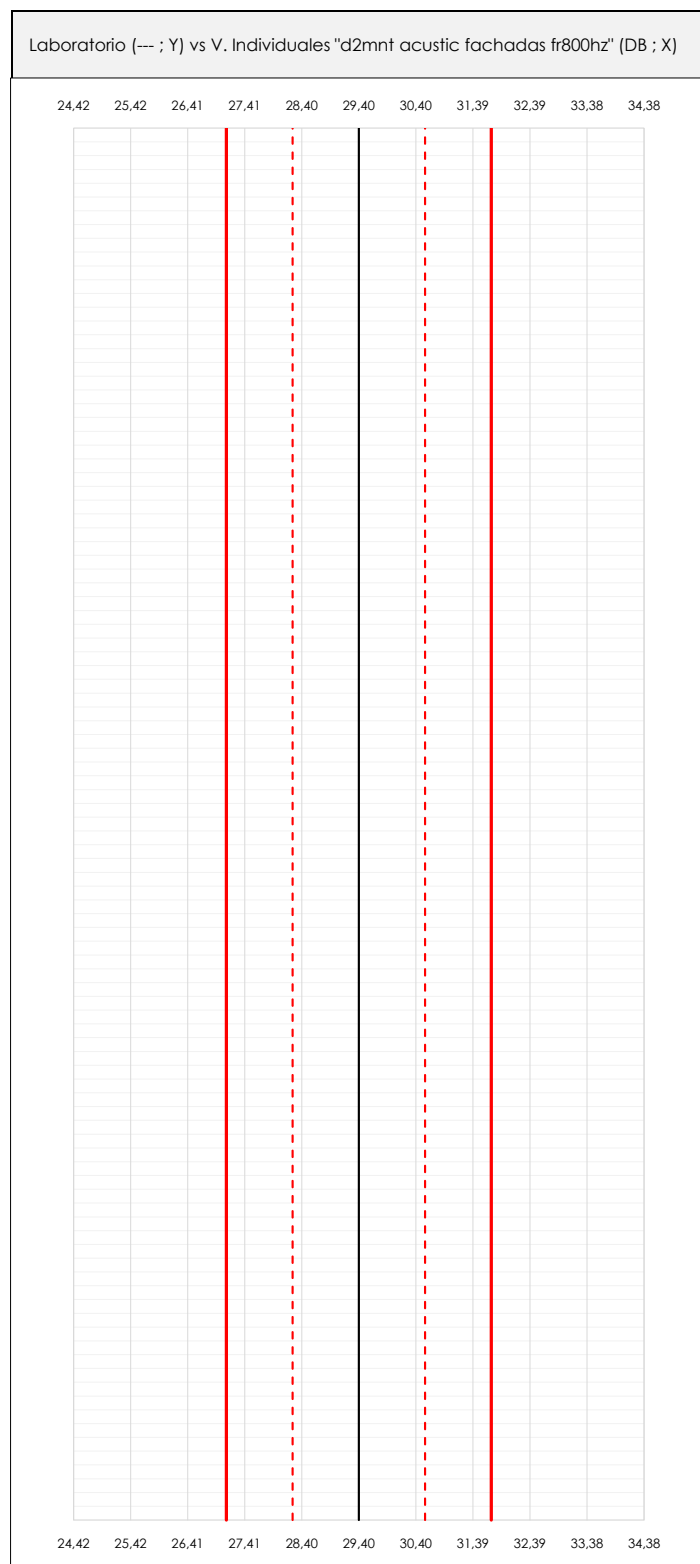
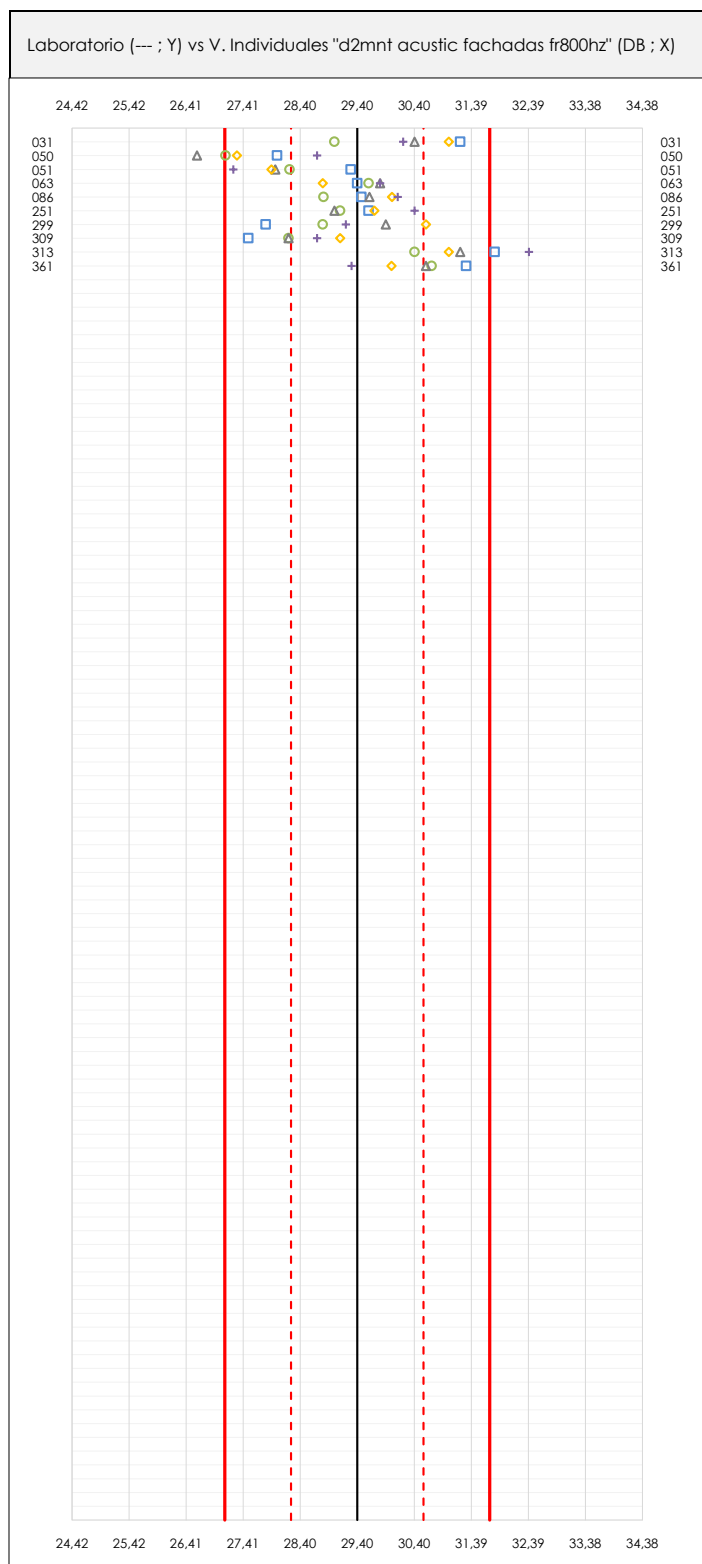
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (29,40 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (30,56/28,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (31,71/27,09 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (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 (29,40 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (30,56/28,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (31,71/27,09 ; 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 ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (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                                            |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|------------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 31  | 31,20    | 29,00    | 30,40    | 31,00    | 30,20    | 30,36                     | 0,865    | 3,26                   | ✓      |                                                          |
| 50  | 28,00    | 27,10    | 26,60    | 27,30    | 28,70    | 27,54                     | 0,820    | -6,33                  | ✓      |                                                          |
| 51  | 29,29    | 28,22    | 27,97    | 27,90    | 27,24    | 28,12                     | 0,745    | -4,35                  | ✓      |                                                          |
| 63  | 29,40    | 29,60    | 29,80    | 28,80    | 29,80    | 29,48                     | 0,415    | 0,27                   | ✓      |                                                          |
| 86  | 29,47    | 28,81    | 29,61    | 30,01    | 30,10    | 29,60                     | 0,515    | 0,68                   | ✓      |                                                          |
| 251 | 29,60    | 29,10    | 29,00    | 29,70    | 30,40    | 29,56                     | 0,559    | 0,54                   | ✓      |                                                          |
| 299 | 27,80    | 28,80    | 29,90    | 30,60    | 29,20    | 29,26                     | 1,067    | -0,48                  | X      | La calibración del equipo no estaba vigente en el ensayo |
| 309 | 27,50    | 28,20    | 28,20    | 29,10    | 28,70    | 28,34                     | 0,602    | -3,61                  | ✓      |                                                          |
| 313 | 31,80    | 30,40    | 31,20    | 31,00    | 32,40    | 31,36                     | 0,767    | 6,67                   | ✓      |                                                          |
| 361 | 31,30    | 30,70    | 30,60    | 30,00    | 29,30    | 30,38                     | 0,760    | 3,33                   | ✓      |                                                          |

#### NOTAS:

<sup>01</sup> " $X_{ij}$ " 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.

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

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{arit}$ | S <sub>L i</sub> | D <sub>i arit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim Inf</sub> | G <sub>Sim Sup</sub> | G <sub>Dob Inf</sub> | G <sub>Dob Sup</sub> | Pasa B |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 31,20            | 29,000           | 30,400           | 31,000           | 30,200           | 30,360           | 0,865            | 3,21                  | 0,77           | 1,26           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 28,00            | 27,100           | 26,600           | 27,300           | 28,700           | 27,540           | 0,820            | -6,38                 | -1,53          | 1,19           |                | 1,531                |                      | 0,4480               |                      | ✓      |
| 51  | 29,29            | 28,217           | 27,967           | 27,900           | 27,237           | 28,122           | 0,745            | -4,40                 | -1,06          | 1,08           |                |                      |                      | 0,4480               |                      | ✓      |
| 63  | 29,40            | 29,600           | 29,800           | 28,800           | 29,800           | 29,480           | 0,415            | 0,22                  | 0,05           | 0,60           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 86  | 29,47            | 28,810           | 29,612           | 30,006           | 30,104           | 29,601           | 0,515            | 0,63                  | 0,15           | 0,75           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 251 | 29,60            | 29,100           | 29,000           | 29,700           | 30,400           | 29,560           | 0,559            | 0,49                  | 0,12           | 0,81           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 299 | 27,80            | 28,800           | 29,900           | 30,600           | 29,200           | 29,260           | ---              | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 27,50            | 28,200           | 28,200           | 29,100           | 28,700           | 28,340           | 0,602            | -3,66                 | -0,88          | 0,88           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 313 | 31,80            | 30,400           | 31,200           | 31,000           | 32,400           | 31,360           | 0,767            | 6,61                  | 1,59           | 1,12           |                |                      | 1,587                |                      | 0,5073               | ✓      |
| 361 | 31,30            | 30,700           | 30,600           | 30,000           | 29,300           | 30,380           | 0,760            | 3,28                  | 0,79           | 1,10           |                |                      |                      |                      | 0,5073               | ✓      |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $x_{ij}$  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.

<sup>02</sup> "S<sub>L</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

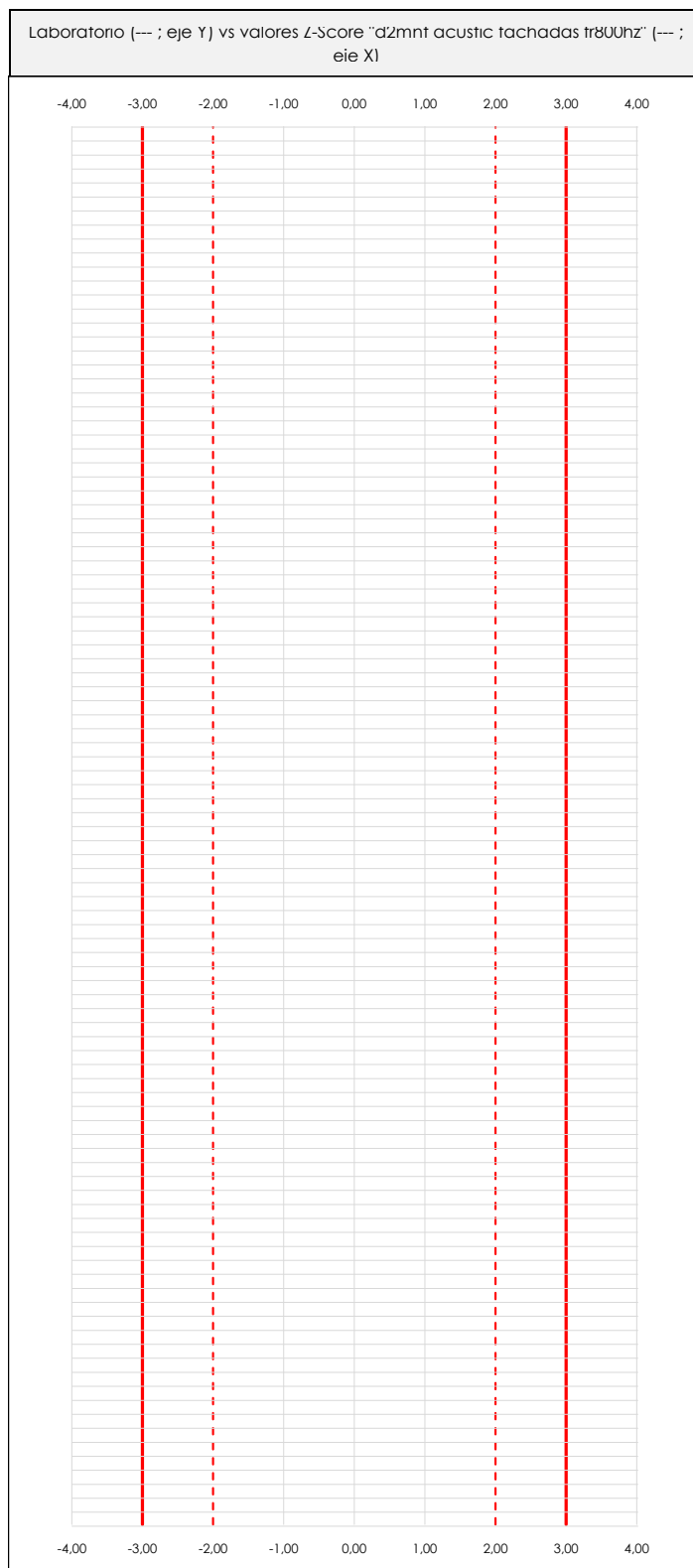
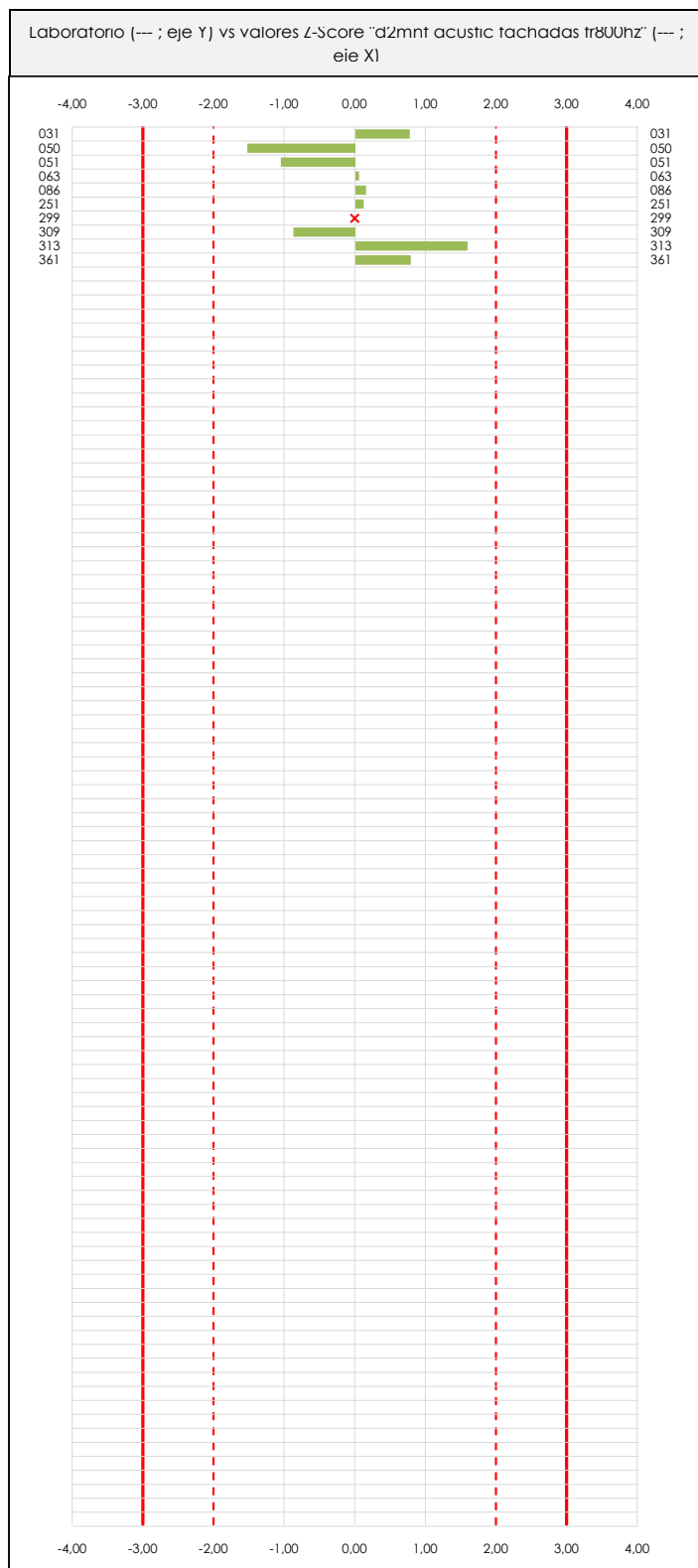
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 31,20            | 29,00            | 30,40            | 31,00            | 30,20            | 30,36                     | 0,865           | 3,21                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,771   | S          |
| 50  | 28,00            | 27,10            | 26,60            | 27,30            | 28,70            | 27,54                     | 0,820           | -6,38                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,531  | S          |
| 51  | 29,29            | 28,22            | 27,97            | 27,90            | 27,24            | 28,12                     | 0,745           | -4,40                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,056  | S          |
| 63  | 29,40            | 29,60            | 29,80            | 28,80            | 29,80            | 29,48                     | 0,415           | 0,22                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,052   | S          |
| 86  | 29,47            | 28,81            | 29,61            | 30,01            | 30,10            | 29,60                     | 0,515           | 0,63                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,151   | S          |
| 251 | 29,60            | 29,10            | 29,00            | 29,70            | 30,40            | 29,56                     | 0,559           | 0,49                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,118   | S          |
| 299 | 27,80            | 28,80            | 29,90            | 30,60            | 29,20            | 29,26                     | ---             | ---                  | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 27,50            | 28,20            | 28,20            | 29,10            | 28,70            | 28,34                     | 0,602           | -3,66                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,878  | S          |
| 313 | 31,80            | 30,40            | 31,20            | 31,00            | 32,40            | 31,36                     | 0,767           | 6,61                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,587   | S          |
| 361 | 31,30            | 30,70            | 30,60            | 30,00            | 29,30            | 30,38                     | 0,760           | 3,28                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,787   | S          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $x_{ij}$  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.

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

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

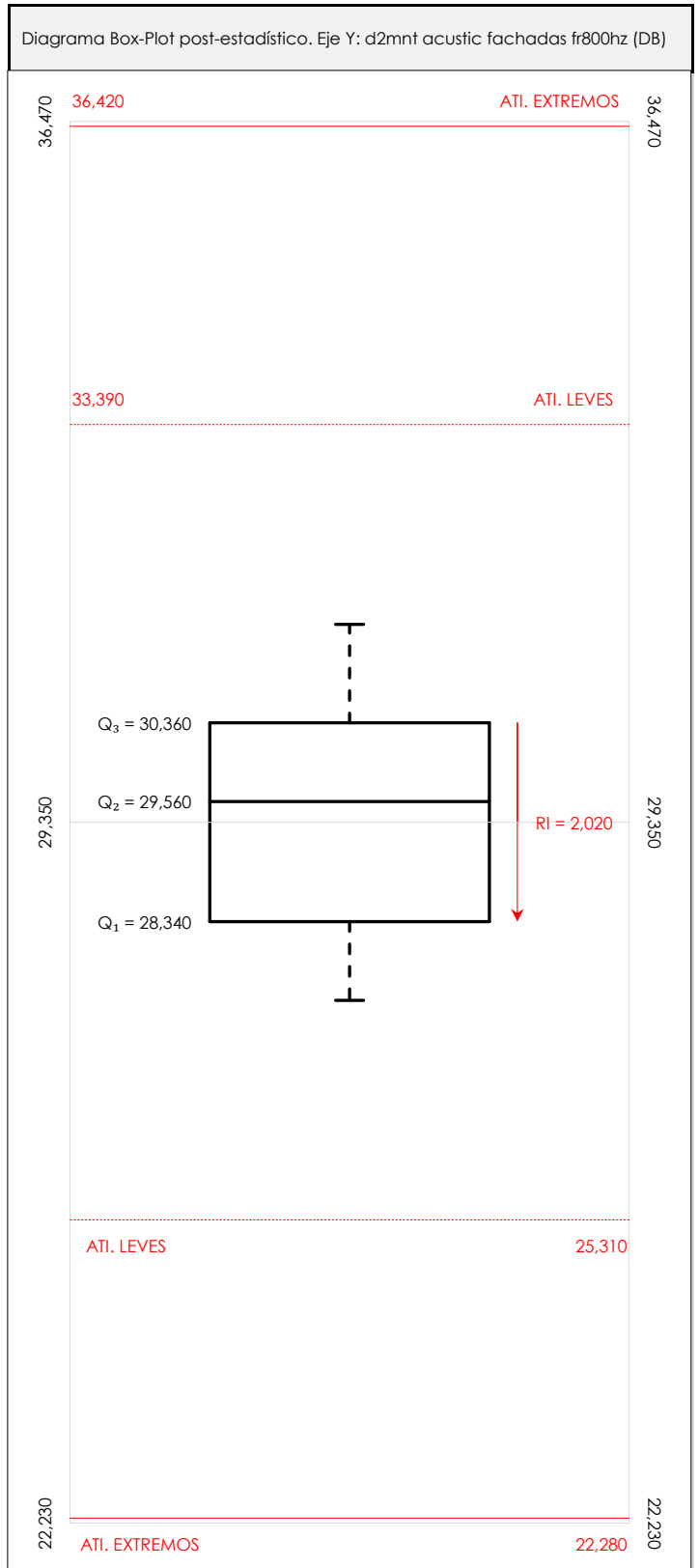
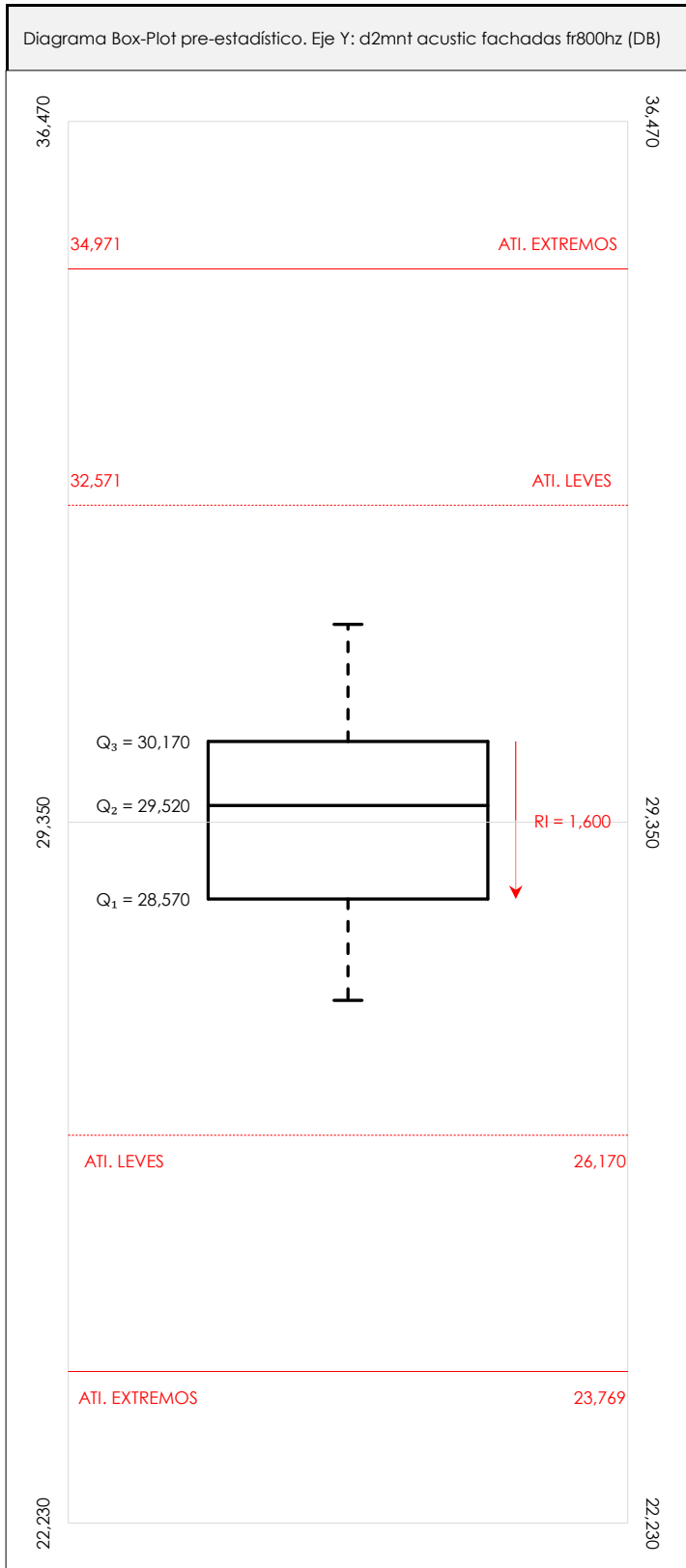
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 31,80           | 30,70    | 31,20    | 31,00    | 32,40    | 31,36                    | 31,80       | 30,70    | 31,20    | 31,00    | 32,40    | 31,36                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 27,50           | 27,10    | 26,60    | 27,30    | 27,24    | 27,54                    | 27,50       | 27,10    | 26,60    | 27,30    | 27,24    | 27,54                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 29,54           | 28,99    | 29,33    | 29,54    | 29,60    | 29,40                    | 29,73       | 29,01    | 29,26    | 29,42    | 29,65    | 29,42                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,51            | 1,06     | 1,40     | 1,26     | 1,36     | 1,16                     | 1,47        | 1,12     | 1,47     | 1,28     | 1,43     | 1,23                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,05            | 0,04     | 0,05     | 0,04     | 0,05     | 0,04                     | 0,05        | 0,04     | 0,05     | 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              | 0,539           | 2,035    | 1,229    | 1,768    | 3,686    |                          | 0,473       | 1,906    | 1,407    | 1,880    | 3,800    |                          |
| Valor Referencia             |                 |          |          |          |          |                          |             |          |          |          |          |                          |

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

| TIPO DE ANALISIS          | PRE-ESTADISTICO |      |       |           |           | ESTADISTICO |      |       |           |           |
|---------------------------|-----------------|------|-------|-----------|-----------|-------------|------|-------|-----------|-----------|
| VARIABLES                 | h               | k    | C     | $G_{sim}$ | $G_{dob}$ | h           | k    | C     | $G_{sim}$ | $G_{dob}$ |
| Nivel de Significación 1% | 2,13            | 1,73 | 0,393 | 2,387     | 0,0851    | 2,13        | 1,73 | 0,425 | 2,387     | 0,0851    |
| Nivel de Significación 5% | 1,78            | 1,50 | 0,331 | 2,215     | 0,1492    | 1,78        | 1,50 | 0,358 | 2,215     | 0,1492    |

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

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr1000hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

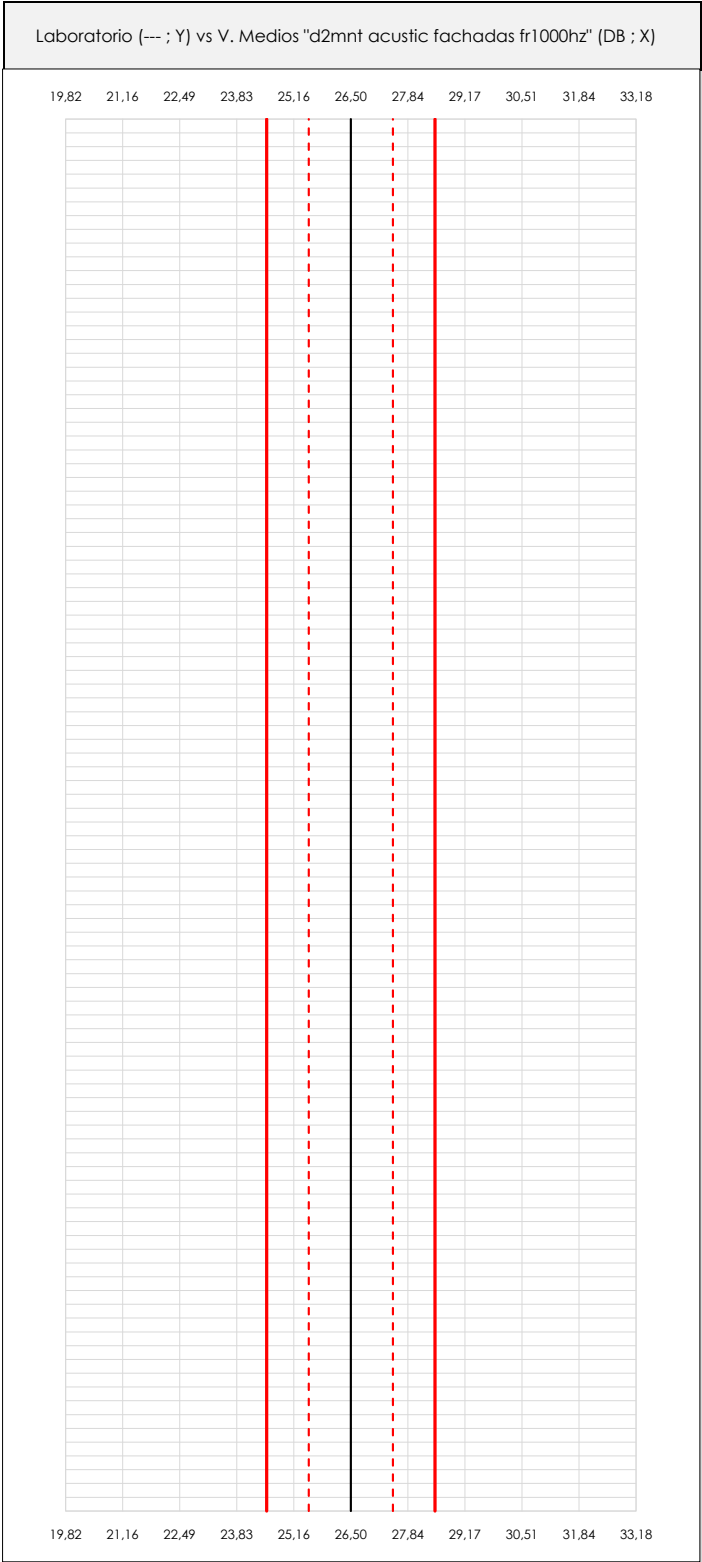
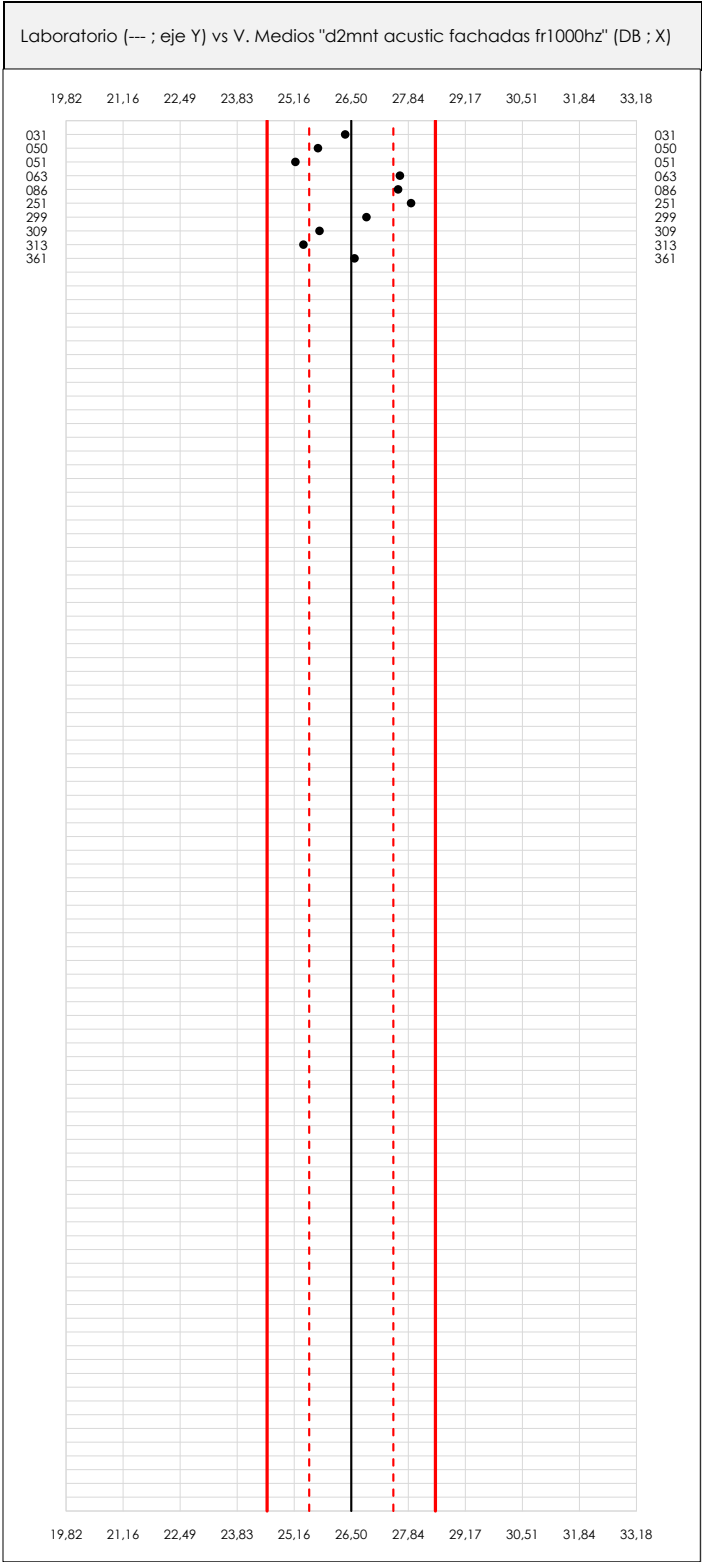
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

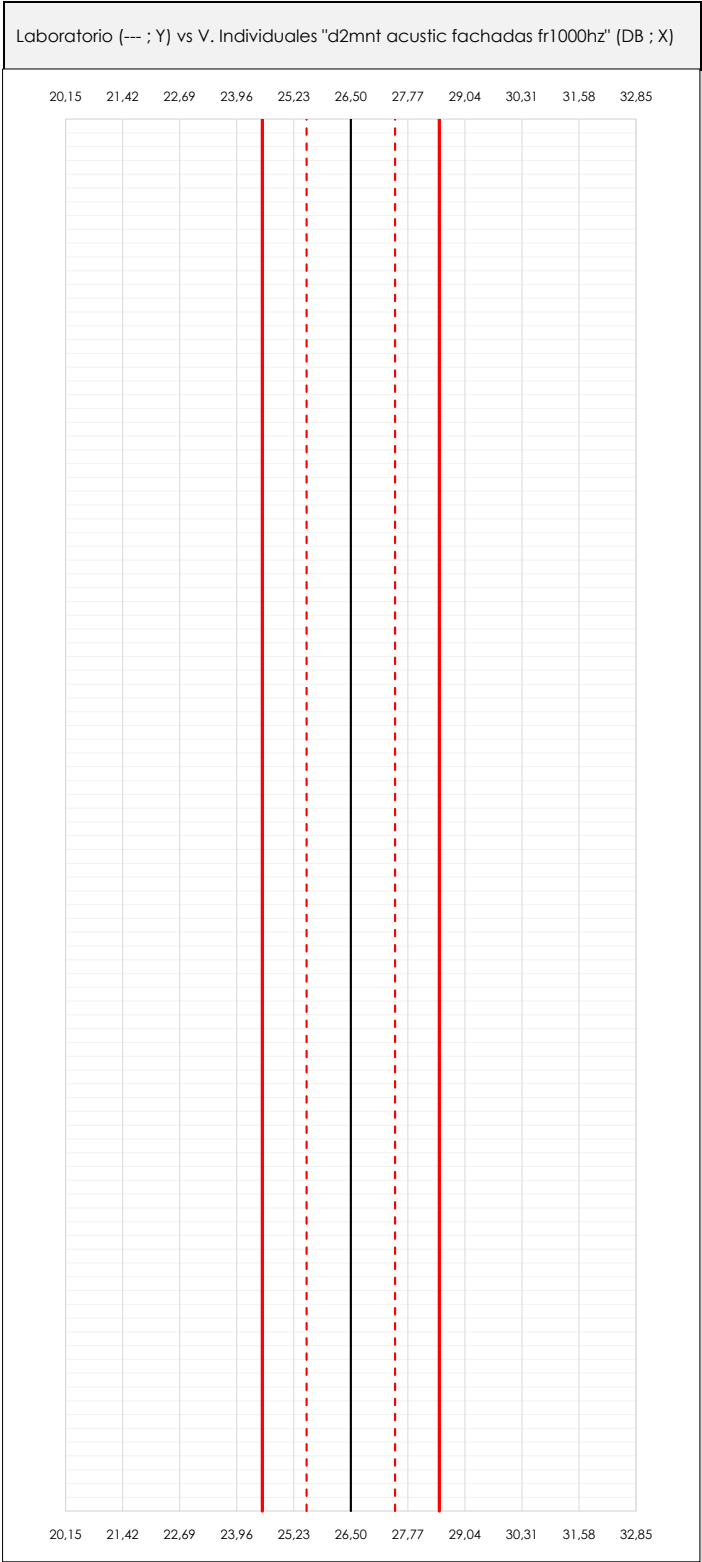
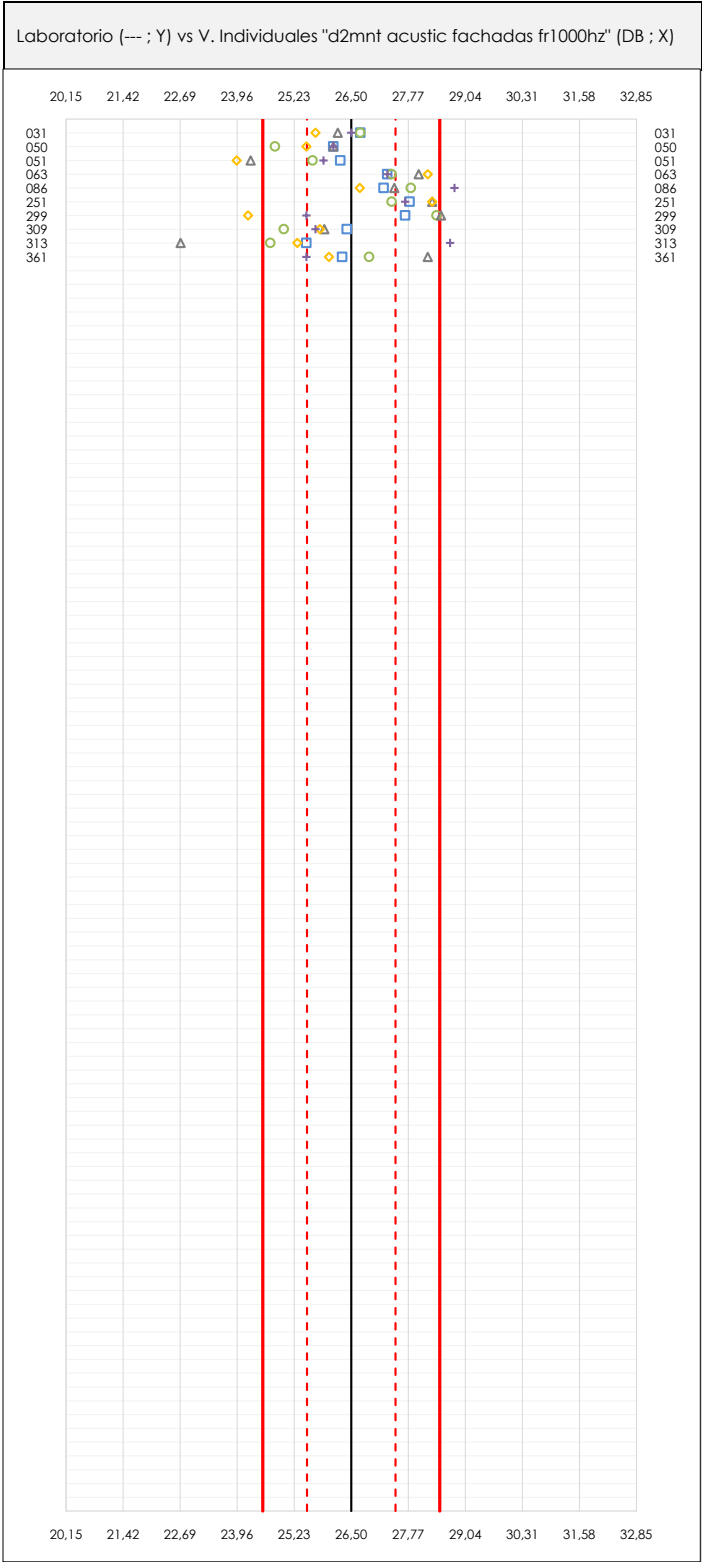
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (26,50 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (27,48/25,51 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (28,47/24,53 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

#### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



#### ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (26,50 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (27,48/25,51 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (28,47/24,53 ; 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 ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i,j</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arif %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>L i</sub> | D <sub>i arit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim Inf</sub> | G <sub>Sim Sup</sub> | G <sub>Dob Inf</sub> | G <sub>Dob Sup</sub> | Pasa B |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 26,70            | 26,700           | 26,200           | 25,700           | 26,500           | 26,360                    | 0,422            | -0,88                 | -0,23          | 0,61           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 26,10            | 24,800           | 26,100           | 25,500           | 26,100           | 25,720                    | 0,576            | -3,29                 | -0,86          | 0,83           |                |                      |                      | 0,5081               |                      | ✓      |
| 51  | 26,26            | 25,637           | 24,257           | 23,947           | 25,883           | 25,196                    | 1,029            | -5,26                 | -1,37          | 1,48           |                | 1,371                |                      | 0,5081               |                      | ✓      |
| 63  | 27,30            | 27,400           | 28,000           | 28,200           | 27,300           | 27,640                    | 0,428            | 3,93                  | 1,03           | 0,62           |                |                      |                      |                      | 0,4891               | ✓      |
| 86  | 27,22            | 27,830           | 27,456           | 26,693           | 28,798           | 27,600                    | 0,787            | 3,78                  | 0,99           | 1,13           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 251 | 27,80            | 27,400           | 28,300           | 28,300           | 27,700           | 27,900                    | 0,394            | 4,91                  | 1,28           | 0,57           |                |                      | 1,280                |                      | 0,4891               | ✓      |
| 299 | 27,70            | 28,400           | 28,500           | 24,200           | 25,500           | 26,860                    | ---              | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 26,40            | 25,000           | 25,900           | 25,800           | 25,700           | 25,760                    | 0,503            | -3,14                 | -0,82          | 0,72           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 313 | 25,50            | 24,700           | 22,700           | 25,300           | 28,700           | 25,380                    | ---              | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 361 | 26,30            | 26,900           | 28,200           | 26,000           | 25,500           | 26,580                    | 1,038            | -0,05                 | -0,01          | 1,49           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

<sup>03</sup> " $\eta_i$  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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

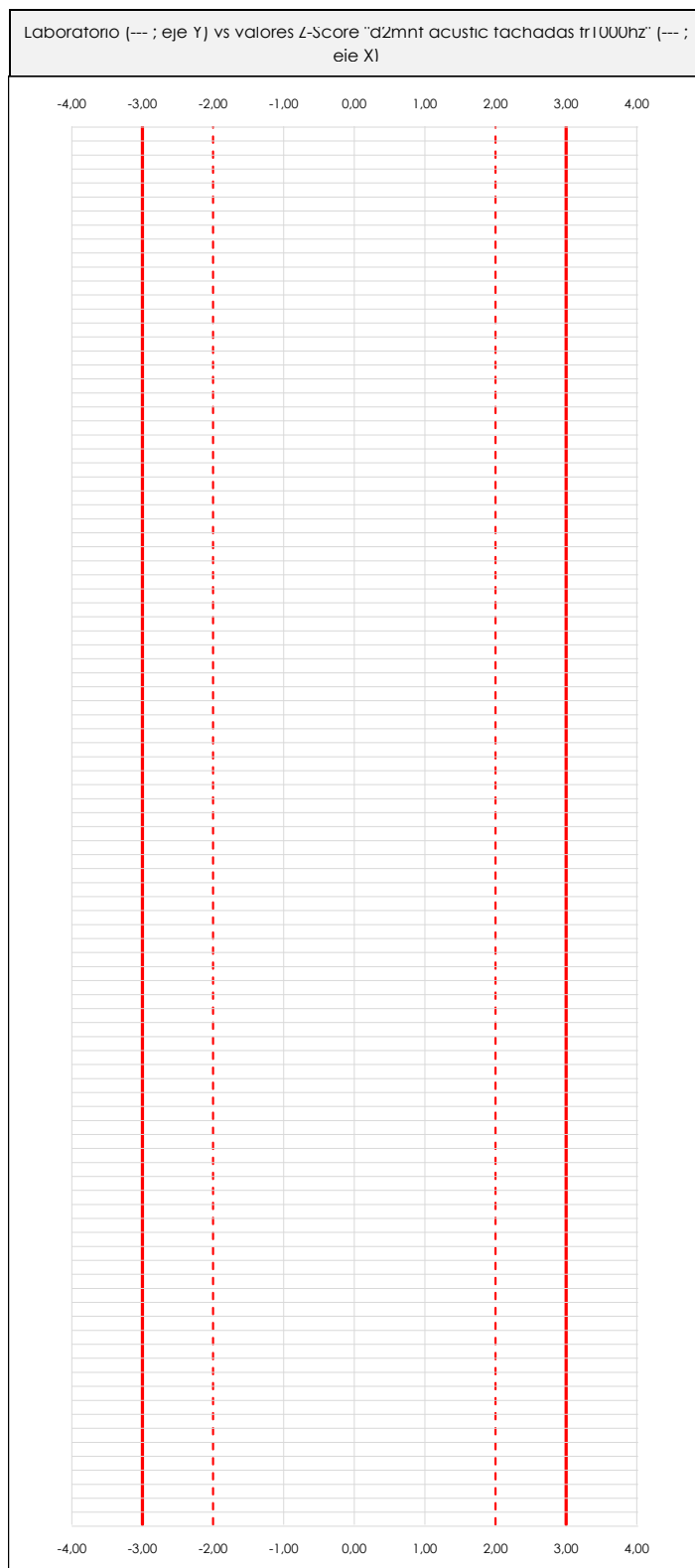
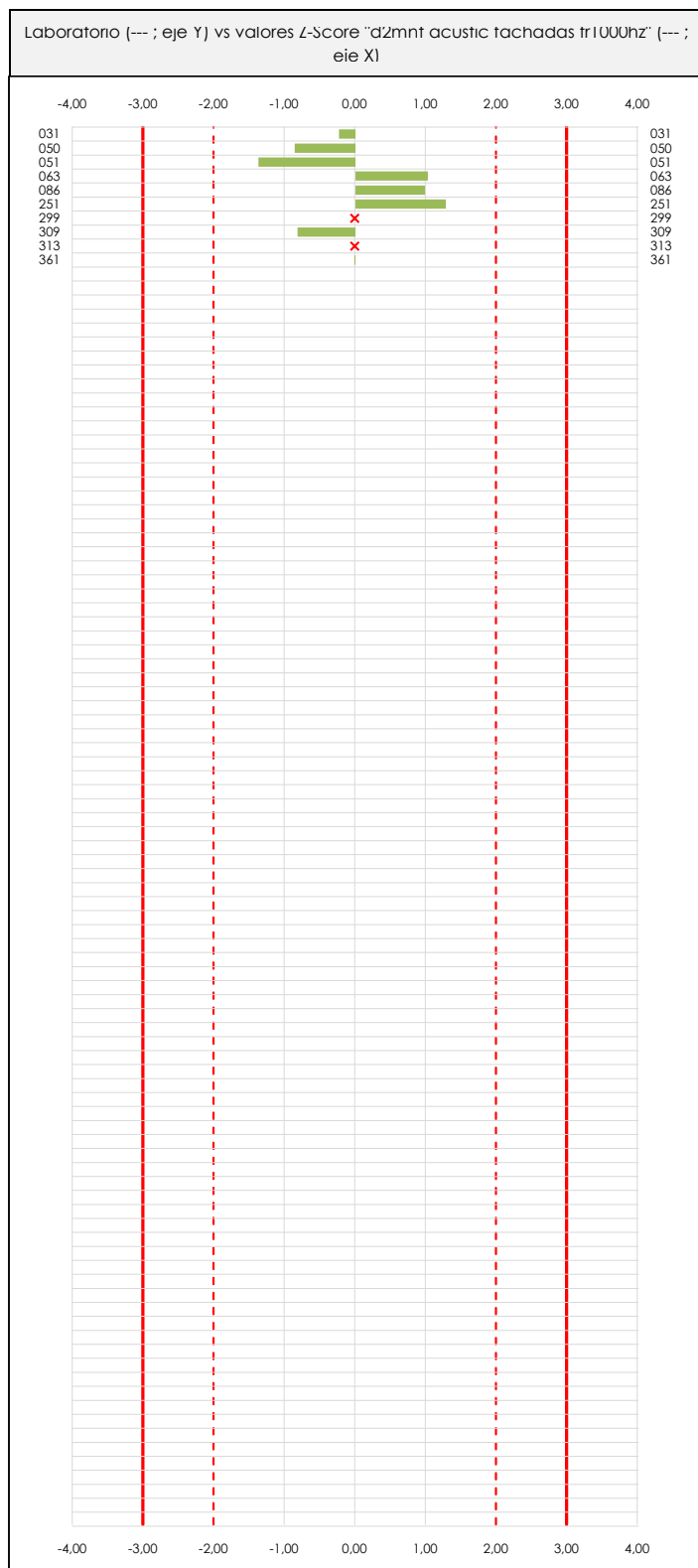
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 26,70            | 26,70            | 26,20            | 25,70            | 26,50            | 26,36                     | 0,422           | -0,88                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,230  | S          |
| 50  | 26,10            | 24,80            | 26,10            | 25,50            | 26,10            | 25,72                     | 0,576           | -3,29                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,858  | S          |
| 51  | 26,26            | 25,64            | 24,26            | 23,95            | 25,88            | 25,20                     | 1,029           | -5,26                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,371  | S          |
| 63  | 27,30            | 27,40            | 28,00            | 28,20            | 27,30            | 27,64                     | 0,428           | 3,93                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,025   | S          |
| 86  | 27,22            | 27,83            | 27,46            | 26,69            | 28,80            | 27,60                     | 0,787           | 3,78                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,986   | S          |
| 251 | 27,80            | 27,40            | 28,30            | 28,30            | 27,70            | 27,90                     | 0,394           | 4,91                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,280   | S          |
| 299 | 27,70            | 28,40            | 28,50            | 24,20            | 25,50            | 26,86                     | ---             | ---                  | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 26,40            | 25,00            | 25,90            | 25,80            | 25,70            | 25,76                     | 0,503           | -3,14                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,818  | S          |
| 313 | 25,50            | 24,70            | 22,70            | 25,30            | 28,70            | 25,38                     | ---             | ---                  | ✓      | ✗      | ✗     | AB    | 0         | ---     | ---        |
| 361 | 26,30            | 26,90            | 28,20            | 26,00            | 25,50            | 26,58                     | 1,038           | -0,05                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,014  | S          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

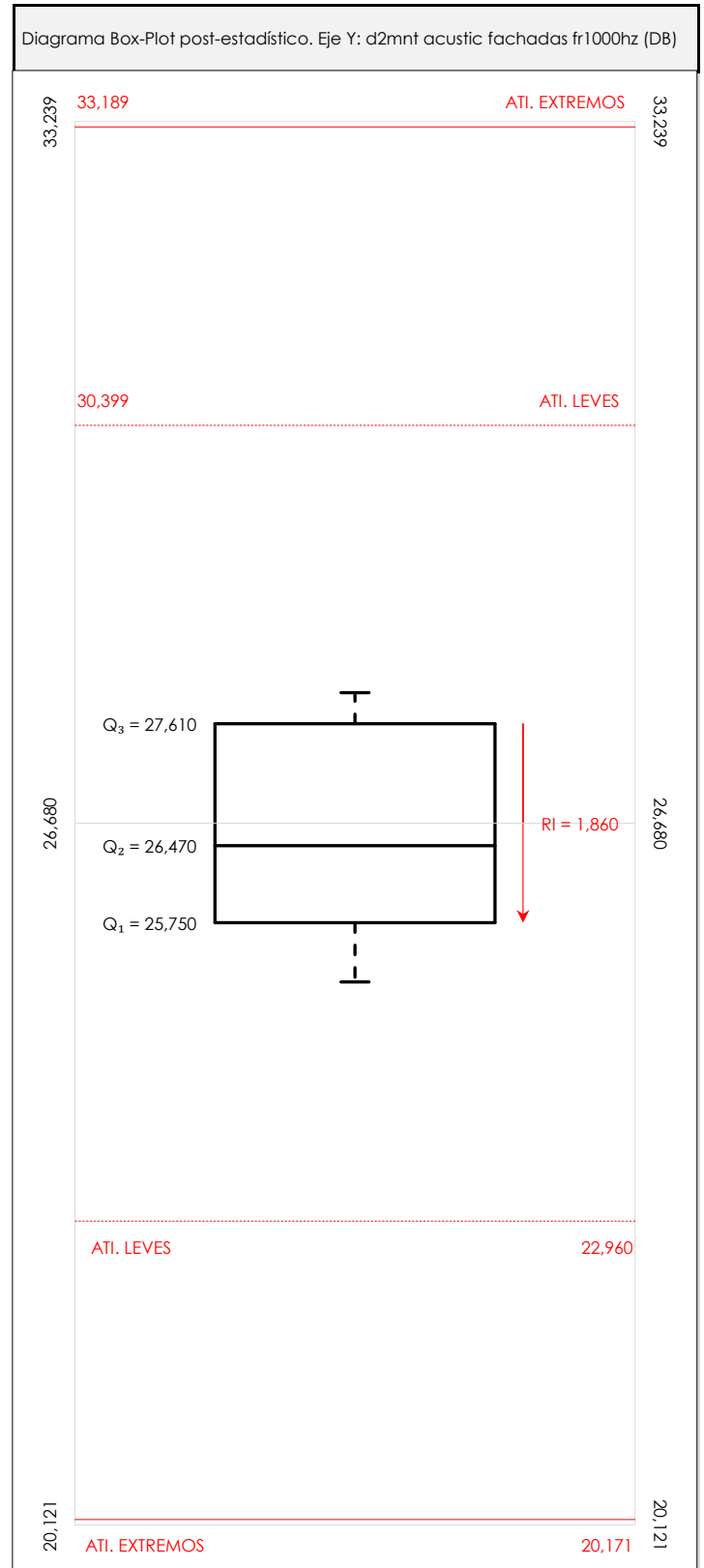
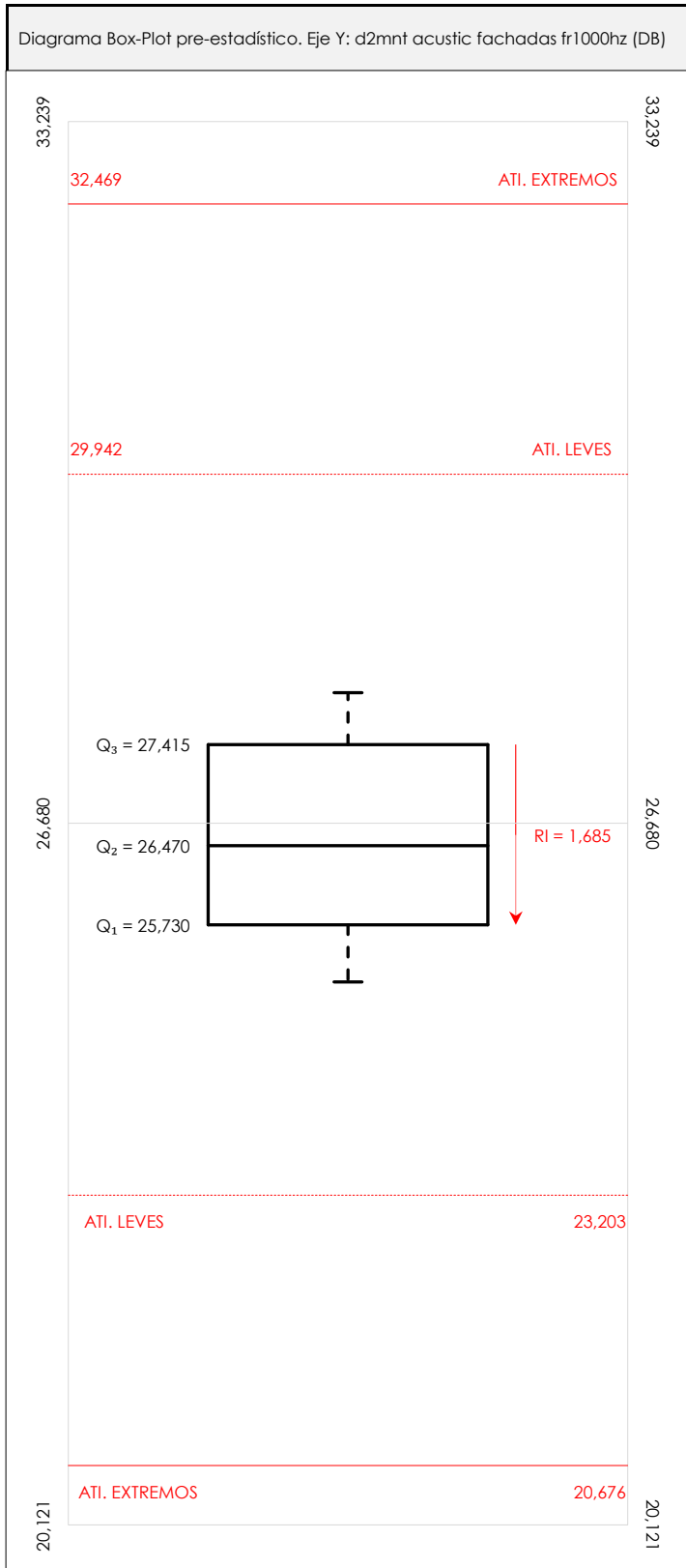
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 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 ; DB)      | 27,80           | 28,40    | 28,50    | 28,30    | 28,80    | 27,90                    | 27,80       | 27,83    | 28,30    | 28,30    | 28,80    | 27,90                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 25,50           | 24,70    | 22,70    | 23,95    | 25,50    | 25,20                    | 26,10       | 24,80    | 24,26    | 23,95    | 25,50    | 25,20                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 26,73           | 26,48    | 26,56    | 25,96    | 26,77    | 26,50                    | 26,76       | 26,46    | 26,80    | 26,27    | 26,69    | 26,59                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 0,75            | 1,35     | 1,92     | 1,45     | 1,28     | 0,99                     | 0,61        | 1,16     | 1,42     | 1,45     | 1,15     | 1,02                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,03            | 0,05     | 0,07     | 0,06     | 0,05     | 0,04                     | 0,02        | 0,04     | 0,05     | 0,06     | 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              | 1,220           | 3,062    | 0,726    | 1,946    | 3,867    |                          | 0,482       | 1,924    | 0,943    | 1,425    | 3,309    |                          |
| 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% | 2,06            | 1,71 | 0,393 | 2,274     | 0,0563    | 2,06        | 1,71 | 0,463 | 2,274     | 0,0563    |
| Nivel de Significación 5% | 1,75            | 1,50 | 0,331 | 2,126     | 0,1101    | 1,75        | 1,50 | 0,391 | 2,126     | 0,1101    |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr1250hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

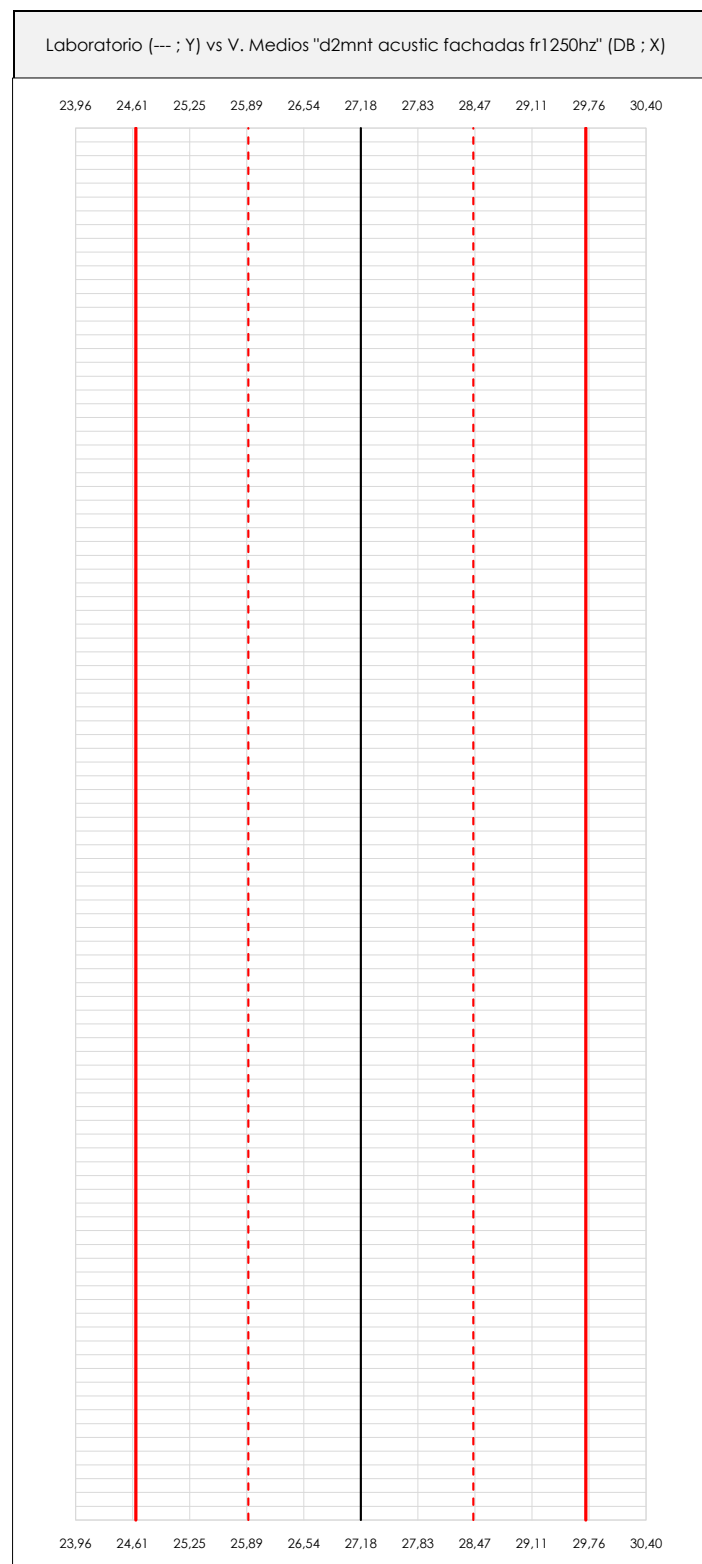
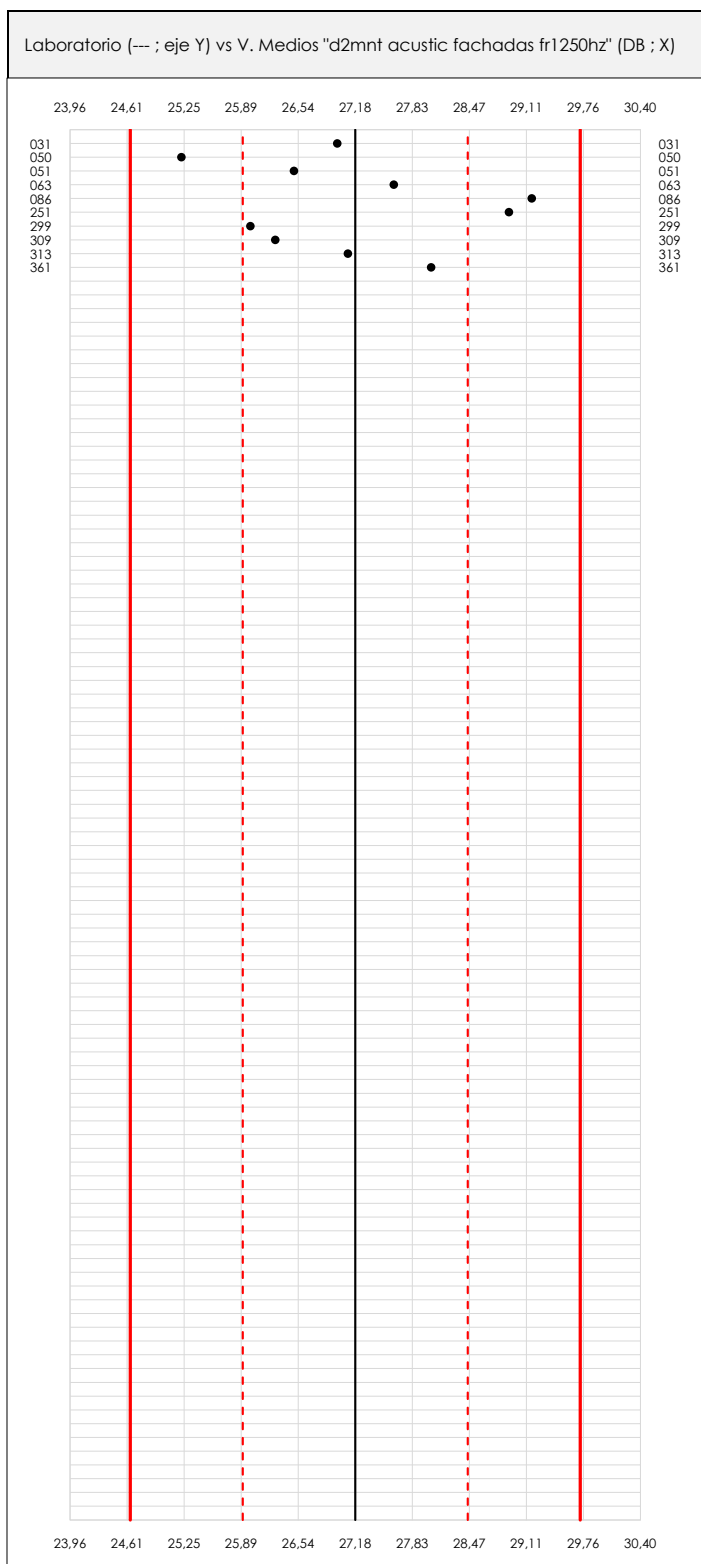
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

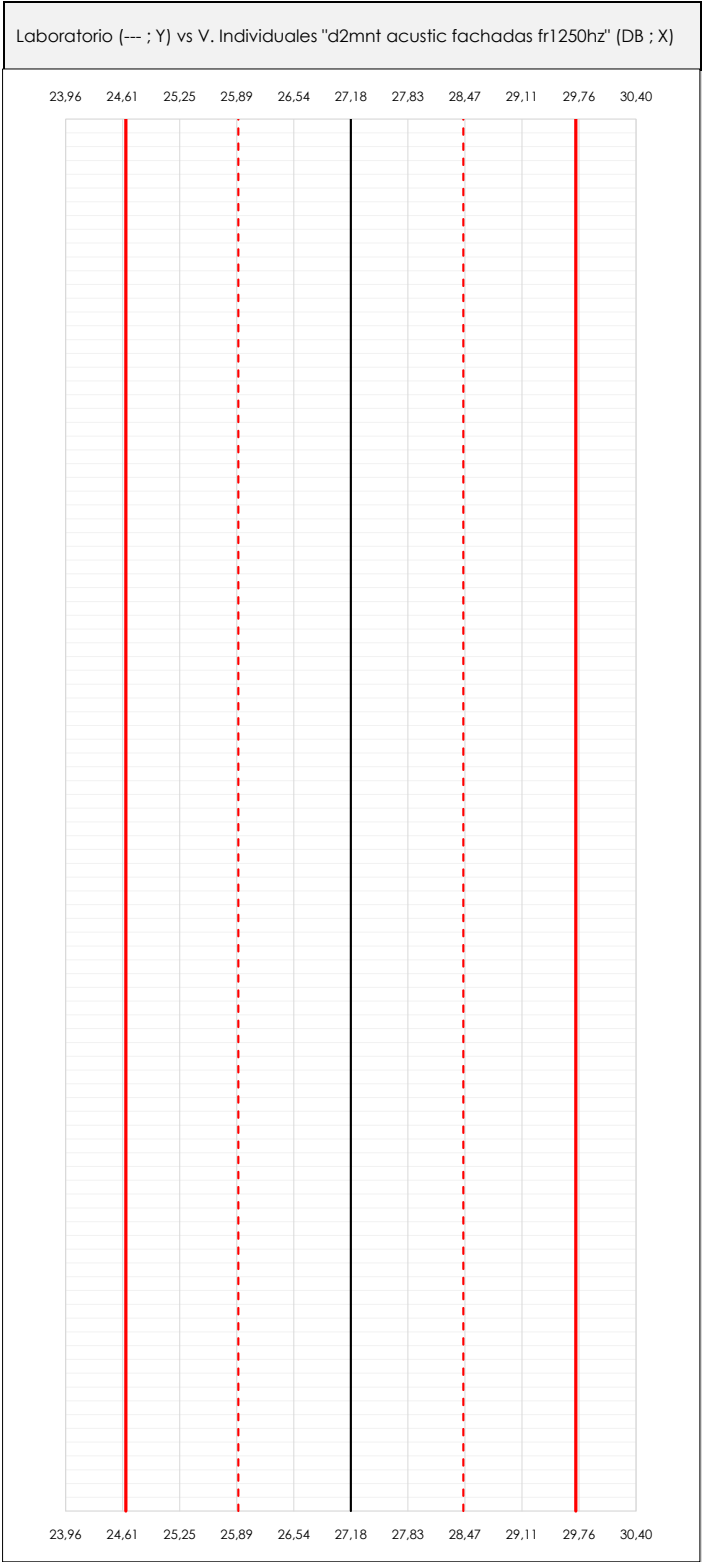
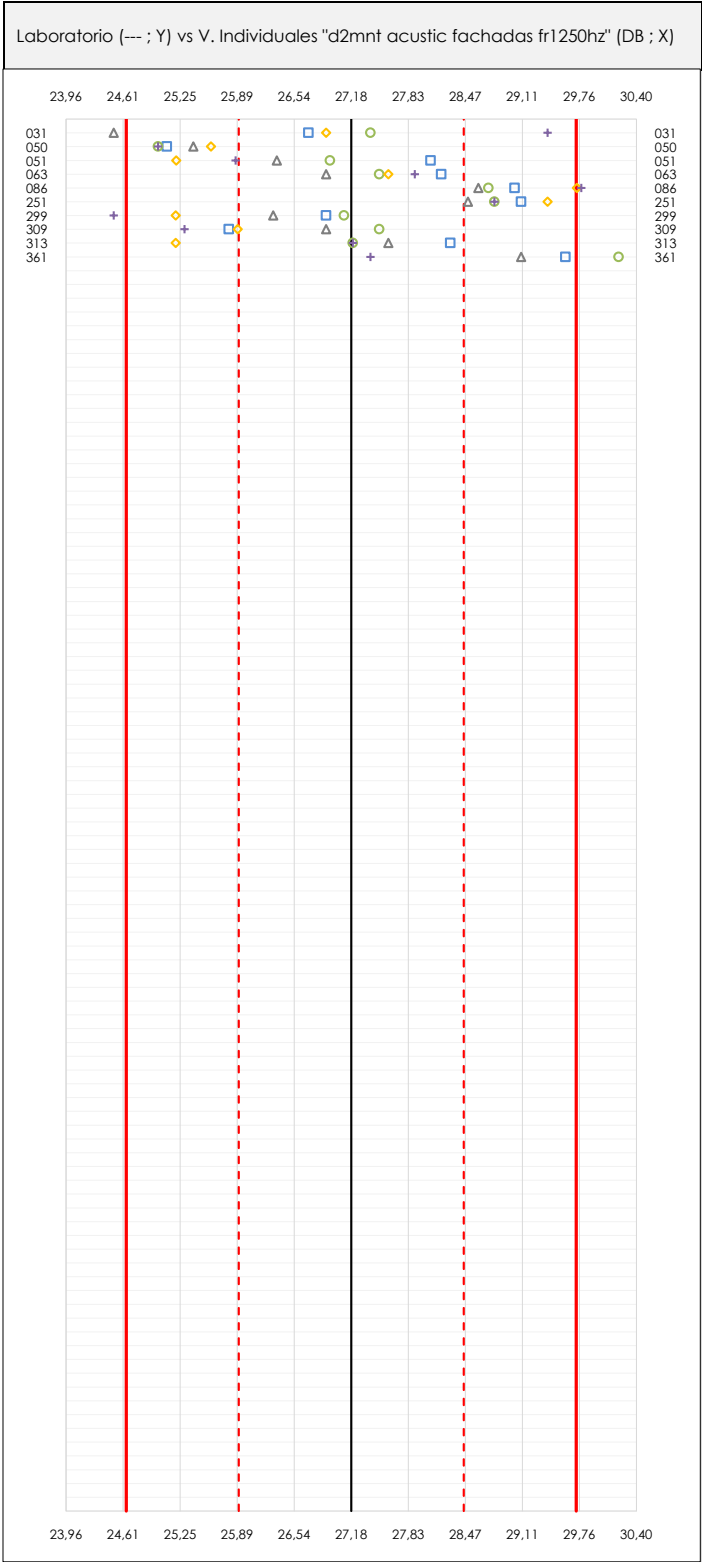
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (27,18 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (28,45/25,91 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (29,72/24,64 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

#### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



#### ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (27,18 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (28,45/25,91 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (29,72/24,64 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (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                                            |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|------------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 31  | 26,70    | 27,40    | 24,50    | 26,90    | 29,40    | 26,98                     | 1,751    | -0,75                  | ✓      |                                                          |
| 50  | 25,10    | 25,00    | 25,40    | 25,60    | 25,00    | 25,22                     | 0,268    | -7,22                  | ✓      |                                                          |
| 51  | 28,08    | 26,94    | 26,34    | 25,21    | 25,88    | 26,49                     | 1,092    | -2,55                  | ✓      |                                                          |
| 63  | 28,20    | 27,50    | 26,90    | 27,60    | 27,90    | 27,62                     | 0,487    | 1,61                   | ✓      |                                                          |
| 86  | 29,03    | 28,73    | 28,62    | 29,73    | 29,78    | 29,18                     | 0,549    | 7,34                   | ✓      |                                                          |
| 251 | 29,10    | 28,80    | 28,50    | 29,40    | 28,80    | 28,92                     | 0,342    | 6,39                   | ✓      |                                                          |
| 299 | 26,90    | 27,10    | 26,30    | 25,20    | 24,50    | 26,00                     | 1,118    | -4,35                  | X      | La calibración del equipo no estaba vigente en el ensayo |
| 309 | 25,80    | 27,50    | 26,90    | 25,90    | 25,30    | 26,28                     | 0,896    | -3,32                  | ✓      |                                                          |
| 313 | 28,30    | 27,20    | 27,60    | 25,20    | 27,20    | 27,10                     | 1,153    | -0,30                  | ✓      |                                                          |
| 361 | 29,60    | 30,20    | 29,10    | 23,90    | 27,40    | 28,04                     | 2,538    | 3,15                   | ✓      |                                                          |

#### NOTAS:

<sup>01</sup> " $X_{ij}$ " 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.

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

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

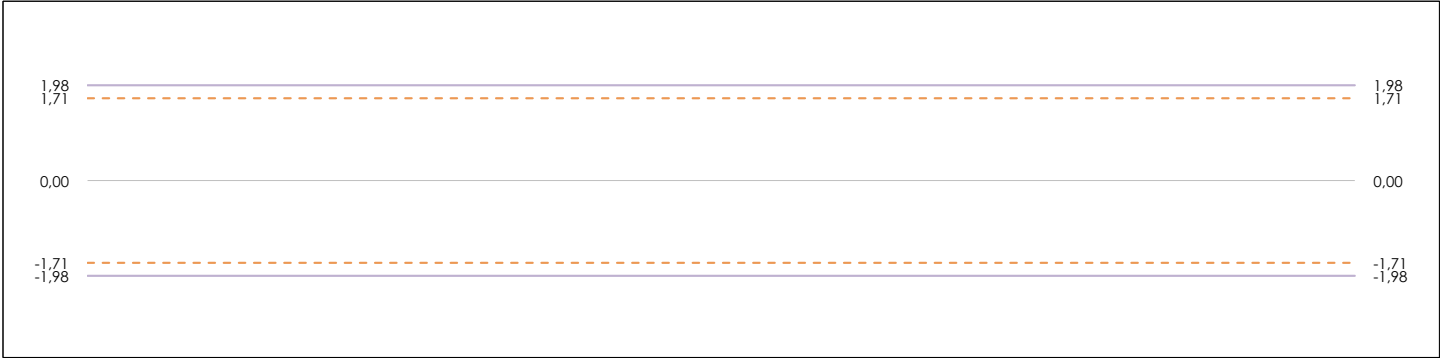
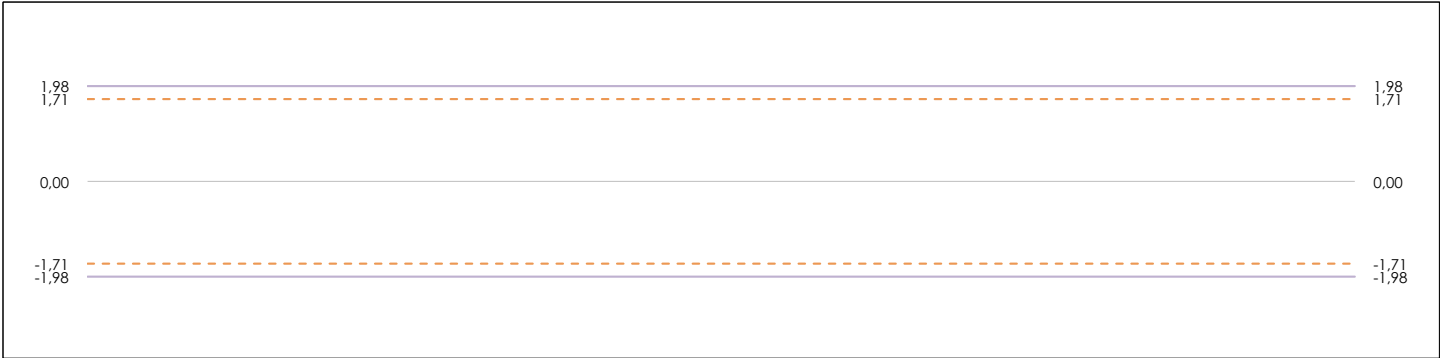
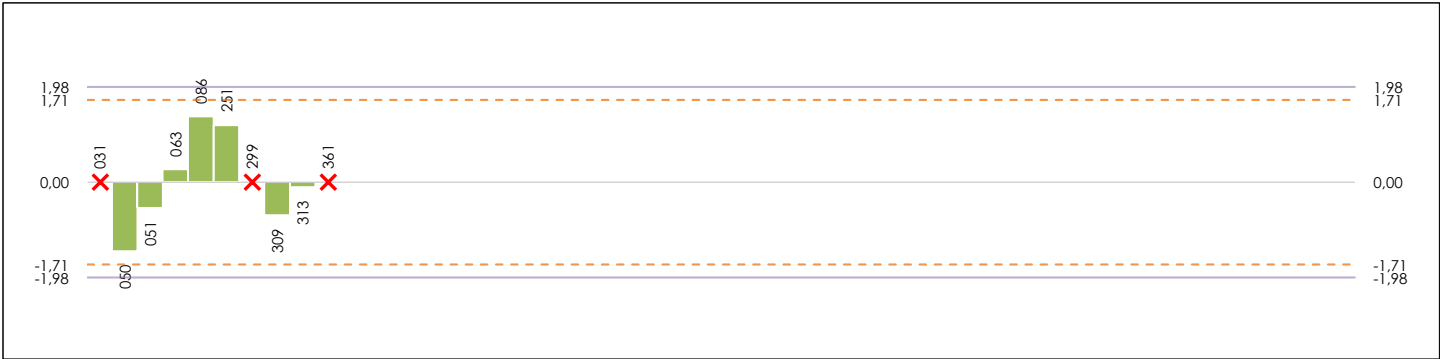
[máximo]

[mínimo]

# D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

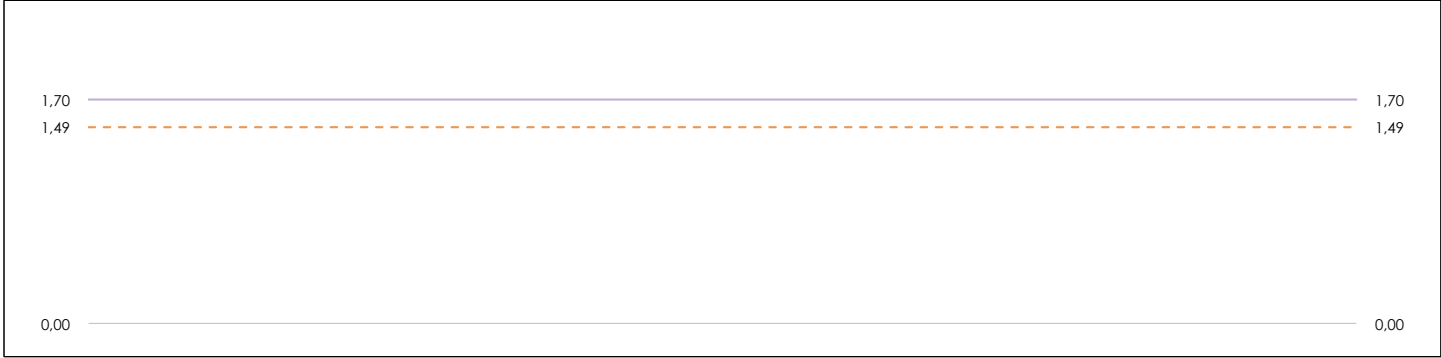
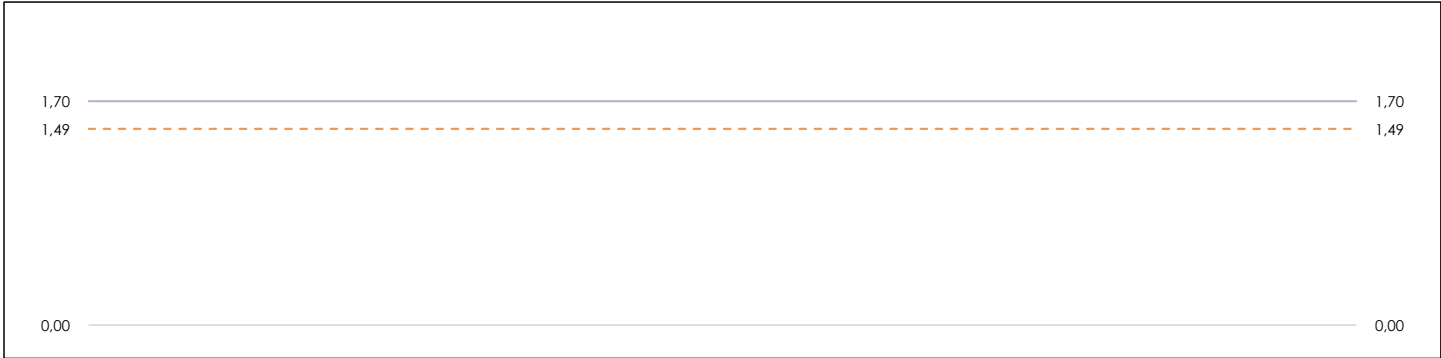
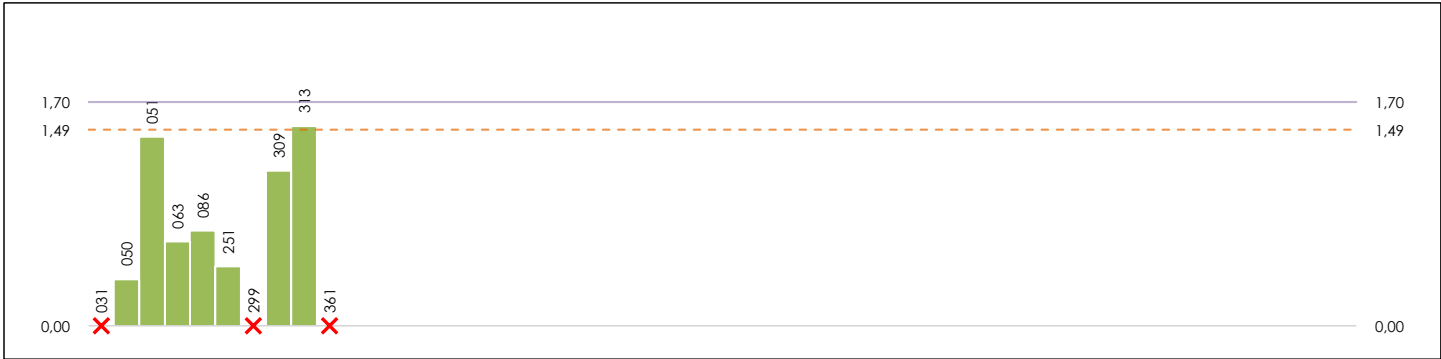
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $x_{ij}$  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.

<sup>02</sup> "S<sub>L</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

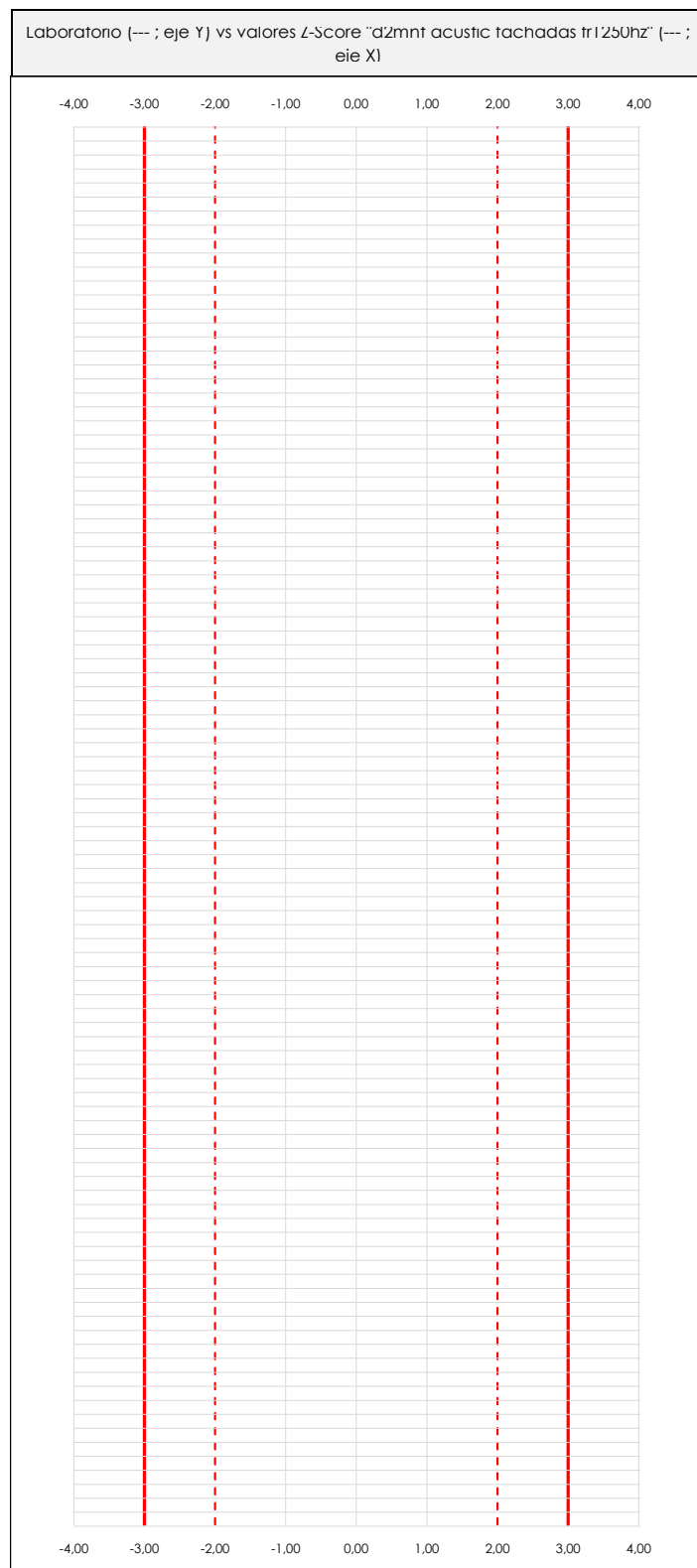
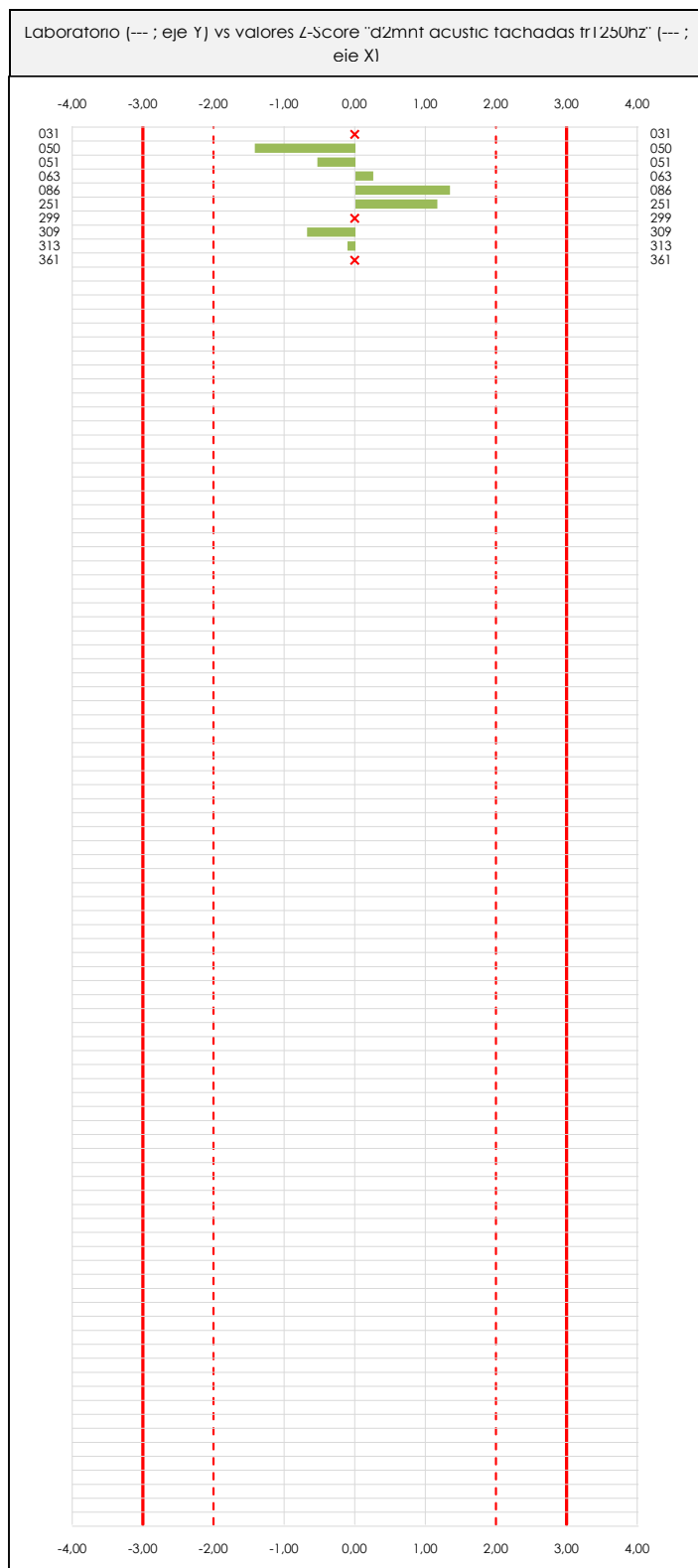
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 26,70            | 27,40            | 24,50            | 26,90            | 29,40            | 26,98                     | ---             | ---                  | ✓      | ✗      | ✗     | AN    | 1         | ---     | ---        |
| 50  | 25,10            | 25,00            | 25,40            | 25,60            | 25,00            | 25,22                     | 0,268           | -7,48                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,423  | S          |
| 51  | 28,08            | 26,94            | 26,34            | 25,21            | 25,88            | 26,49                     | 1,092           | -2,82                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,536  | S          |
| 63  | 28,20            | 27,50            | 26,90            | 27,60            | 27,90            | 27,62                     | 0,487           | 1,33                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,253   | S          |
| 86  | 29,03            | 28,73            | 28,62            | 29,73            | 29,78            | 29,18                     | 0,549           | 7,04                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,340   | S          |
| 251 | 29,10            | 28,80            | 28,50            | 29,40            | 28,80            | 28,92                     | 0,342           | 6,10                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,161   | S          |
| 299 | 26,90            | 27,10            | 26,30            | 25,20            | 24,50            | 26,00                     | ---             | ---                  | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 25,80            | 27,50            | 26,90            | 25,90            | 25,30            | 26,28                     | 0,896           | -3,59                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,683  | S          |
| 313 | 28,30            | 27,20            | 27,60            | 25,20            | 27,20            | 27,10                     | 1,153           | -0,58                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,111  | S          |
| 361 | 29,60            | 30,20            | 29,10            | 23,90            | 27,40            | 28,04                     | ---             | ---                  | ✓      | ✗      | ✗     | AB    | 0         | ---     | ---        |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $x_{ij}$  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.

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

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

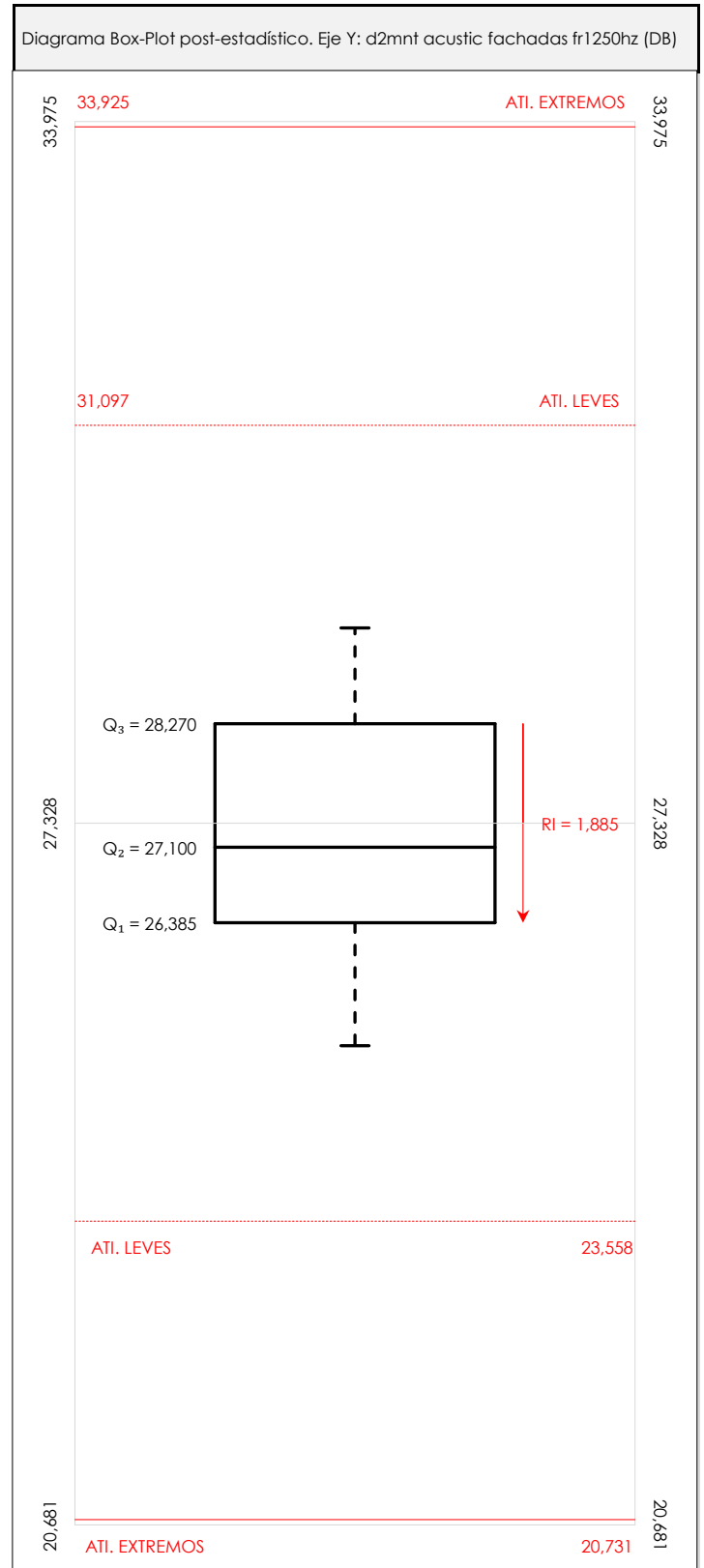
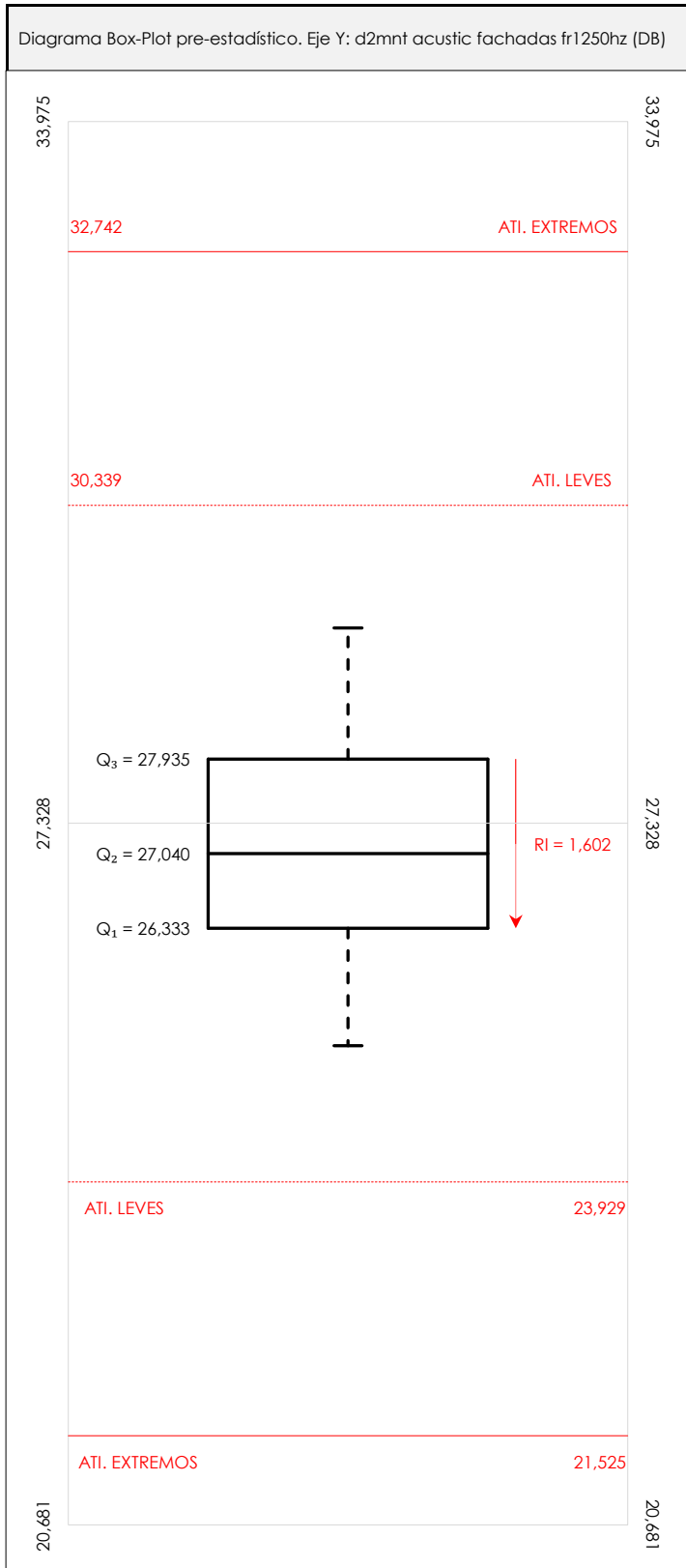
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 29,60           | 30,20    | 29,10    | 29,73    | 29,78    | 29,18                    | 29,10       | 28,80    | 28,62    | 29,73    | 29,78    | 29,18                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 25,10           | 25,00    | 24,50    | 23,90    | 24,50    | 25,22                    | 25,10       | 25,00    | 25,40    | 25,20    | 25,00    | 25,22                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 27,68           | 27,64    | 27,02    | 26,46    | 27,12    | 27,18                    | 27,66       | 27,38    | 27,18    | 26,95    | 27,12    | 27,26                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,49            | 1,38     | 1,47     | 1,92     | 1,89     | 1,27                     | 1,57        | 1,28     | 1,16     | 1,97     | 1,82     | 1,43                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,05            | 0,05     | 0,05     | 0,07     | 0,07     | 0,05                     | 0,06        | 0,05     | 0,04     | 0,07     | 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              | 1,481           | 3,373    | 1,317    | 2,798    | 4,636    |                          | 0,579       | 2,109    | 1,935    | 2,513    | 4,394    |                          |
| 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 | 0,393 | 2,139     | 0,0308    | 1,98        | 1,70 | 0,508 | 2,139     | 0,0308    |
| Nivel de Significación 5% | 1,71            | 1,49 | 0,331 | 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.

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr1600hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

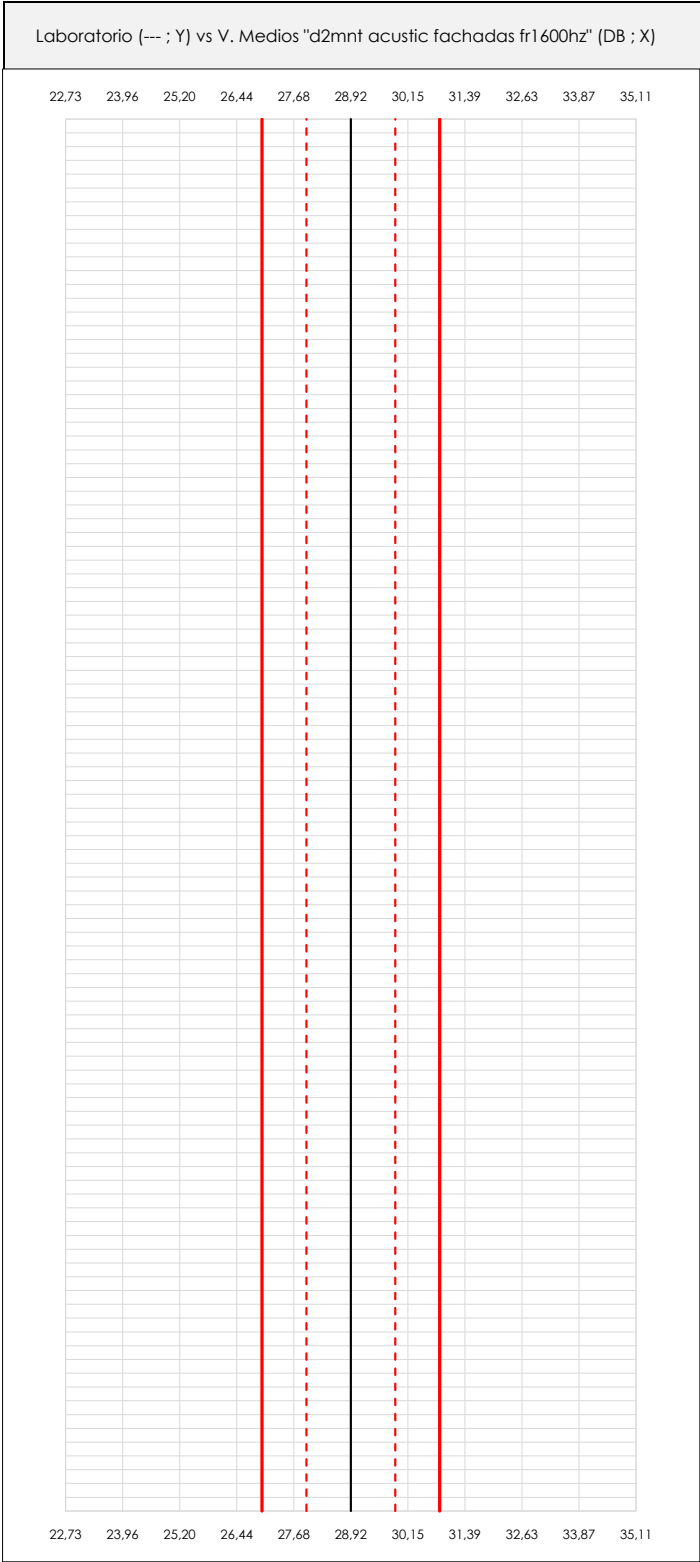
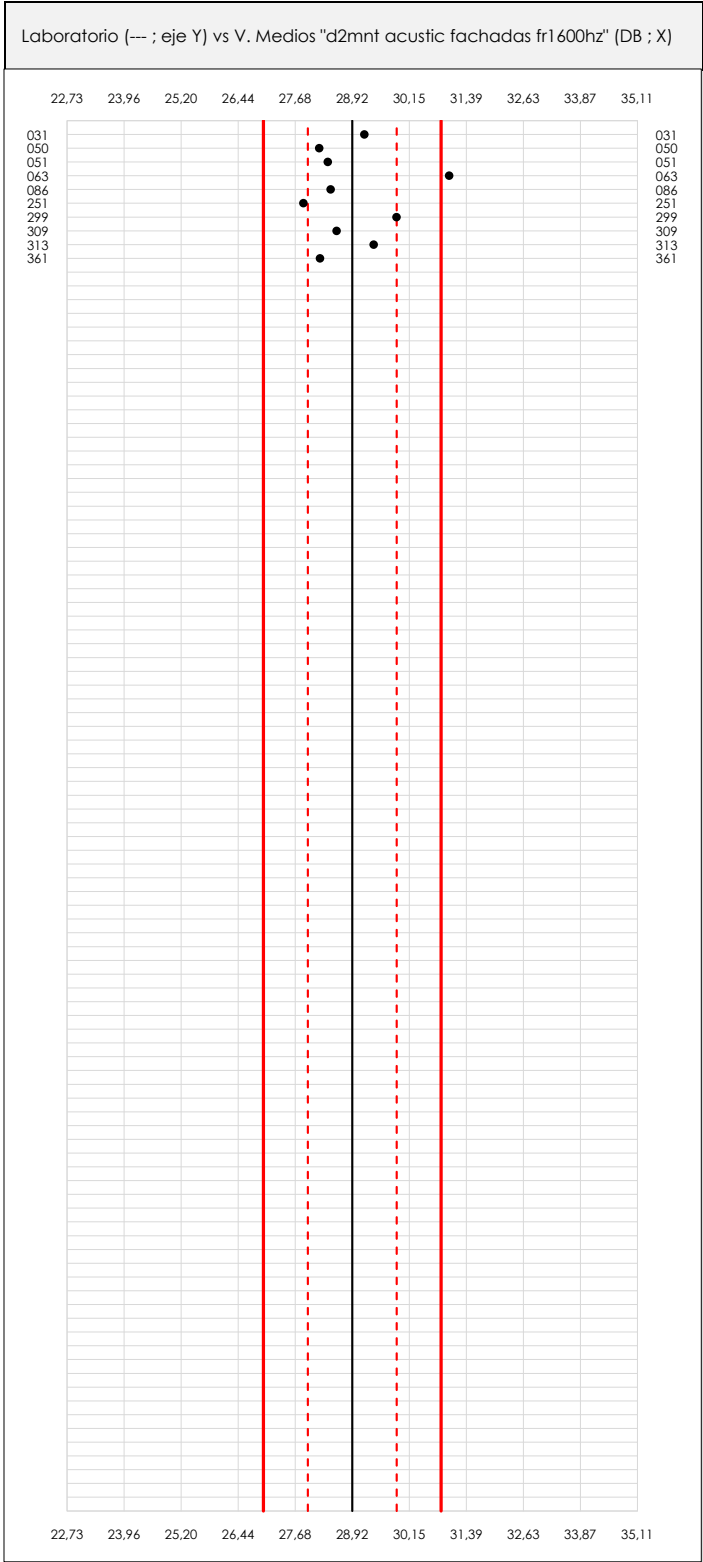
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

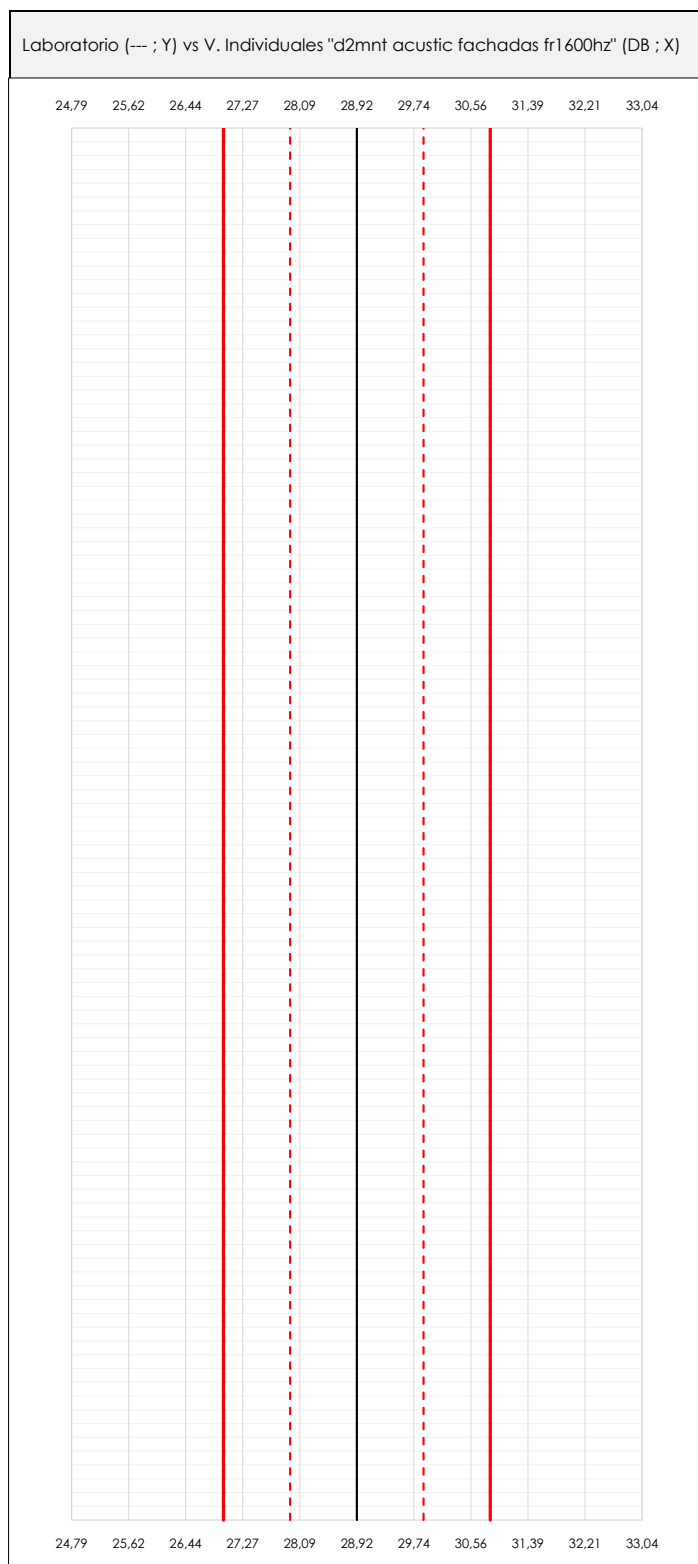
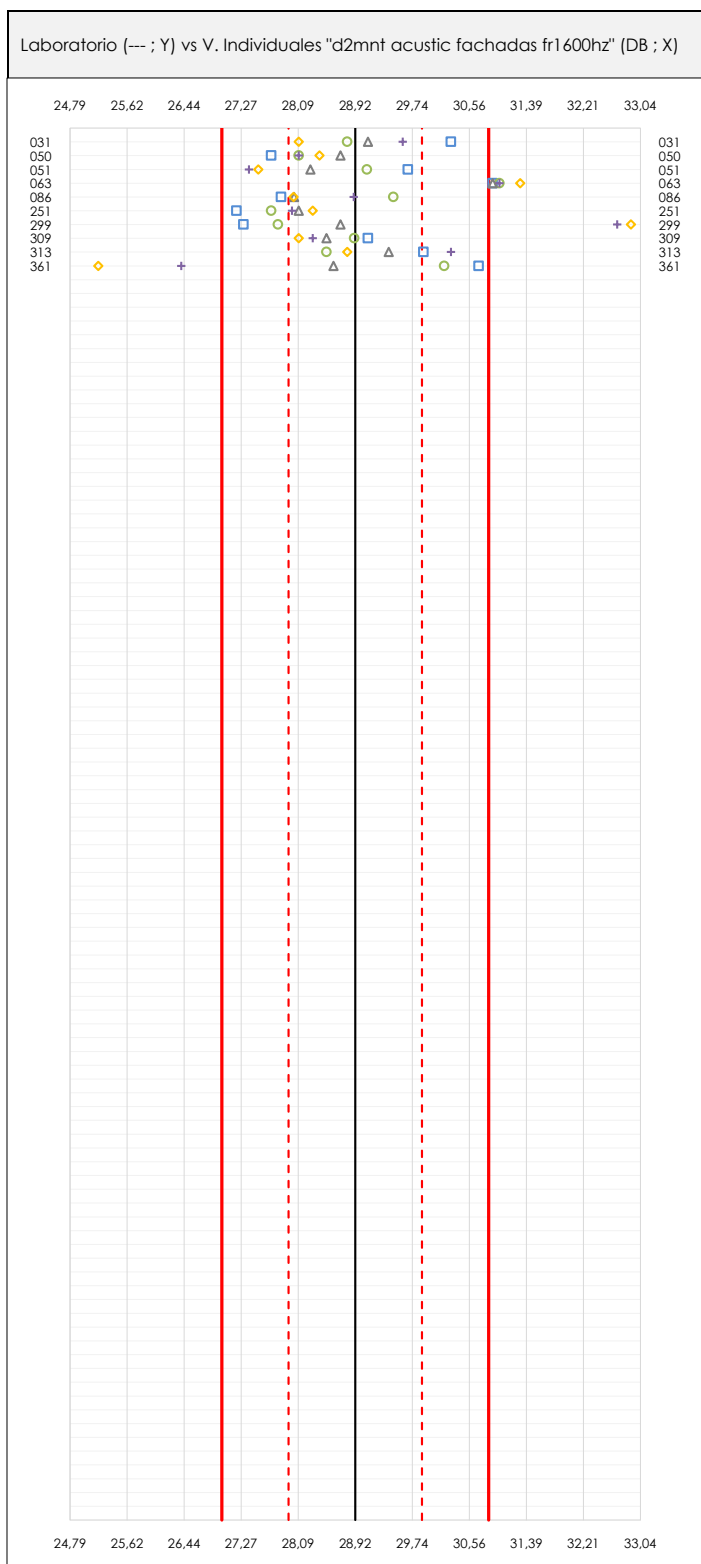
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (28,92 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (29,88/27,95 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (30,84/26,99 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (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 (28,92 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (29,88/27,95 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (30,84/26,99 ; 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 ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>i</sub> | D <sub>i</sub> arit % | Pasa A | Observaciones                                            |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|----------------|-----------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 31  | 30,30            | 28,80            | 29,10            | 28,10            | 29,60            | 29,18                     | 0,829          | 0,91                  | ✓      |                                                          |
| 50  | 27,70            | 28,10            | 28,70            | 28,40            | 28,10            | 28,20                     | 0,374          | -2,47                 | ✓      |                                                          |
| 51  | 29,68            | 29,09            | 28,27            | 27,52            | 27,38            | 28,38                     | 0,992          | -1,84                 | ✓      |                                                          |
| 63  | 30,90            | 31,00            | 30,90            | 31,30            | 31,00            | 31,02                     | 0,164          | 7,28                  | ✓      |                                                          |
| 86  | 27,84            | 29,47            | 28,03            | 28,02            | 28,89            | 28,45                     | 0,699          | -1,61                 | ✓      |                                                          |
| 251 | 27,20            | 27,70            | 28,10            | 28,30            | 28,00            | 27,86                     | 0,428          | -3,65                 | ✓      |                                                          |
| 299 | 27,30            | 27,80            | 28,70            | 32,90            | 32,70            | 29,88                     | 2,713          | 3,34                  | ✗      | La calibración del equipo no estaba vigente en el ensayo |
| 309 | 29,10            | 28,90            | 28,50            | 28,10            | 28,30            | 28,58                     | 0,415          | -1,16                 | ✓      |                                                          |
| 313 | 29,90            | 28,50            | 29,40            | 28,80            | 30,30            | 29,38                     | 0,746          | 1,61                  | ✓      |                                                          |
| 361 | 30,70            | 30,20            | 28,60            | 25,20            | 26,40            | 28,22                     | 2,379          | -2,41                 | ✓      |                                                          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i,j</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arif</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

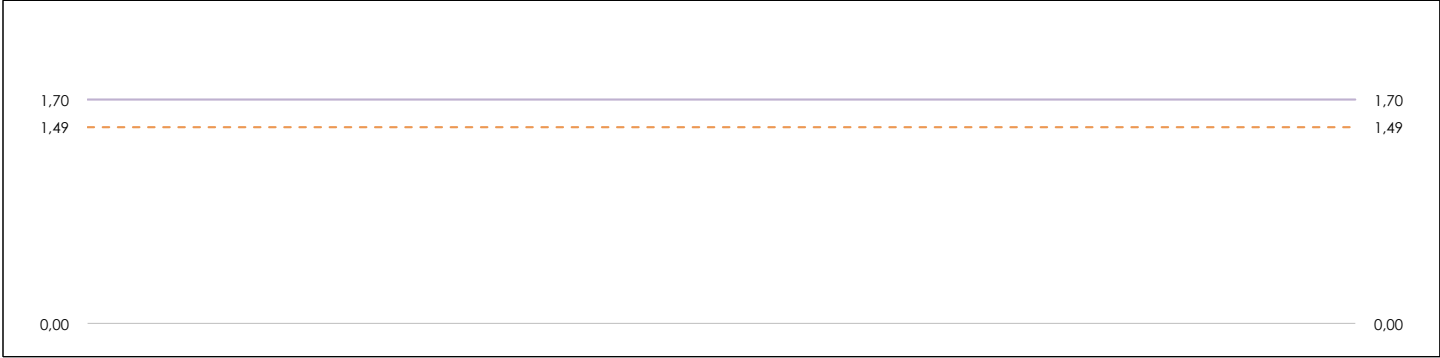
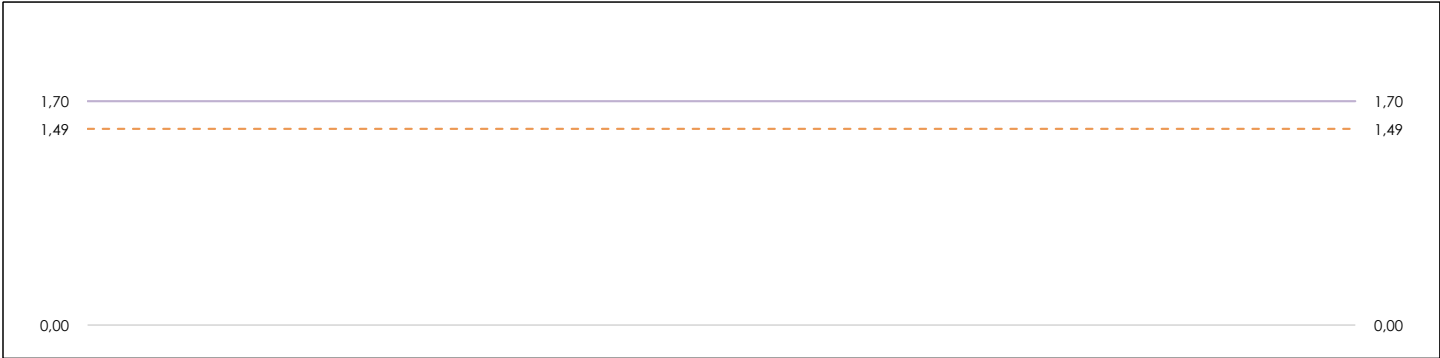
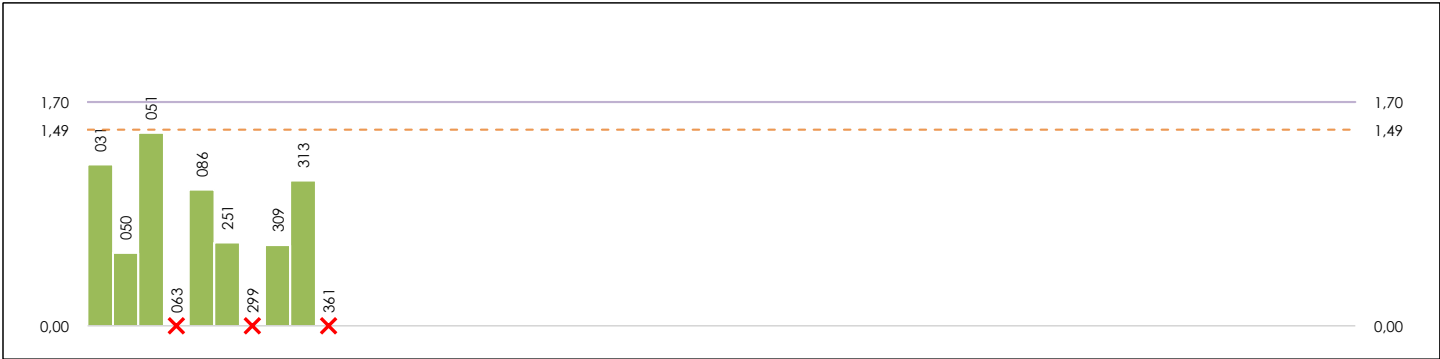
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

<sup>03</sup> " $\eta_i$  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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

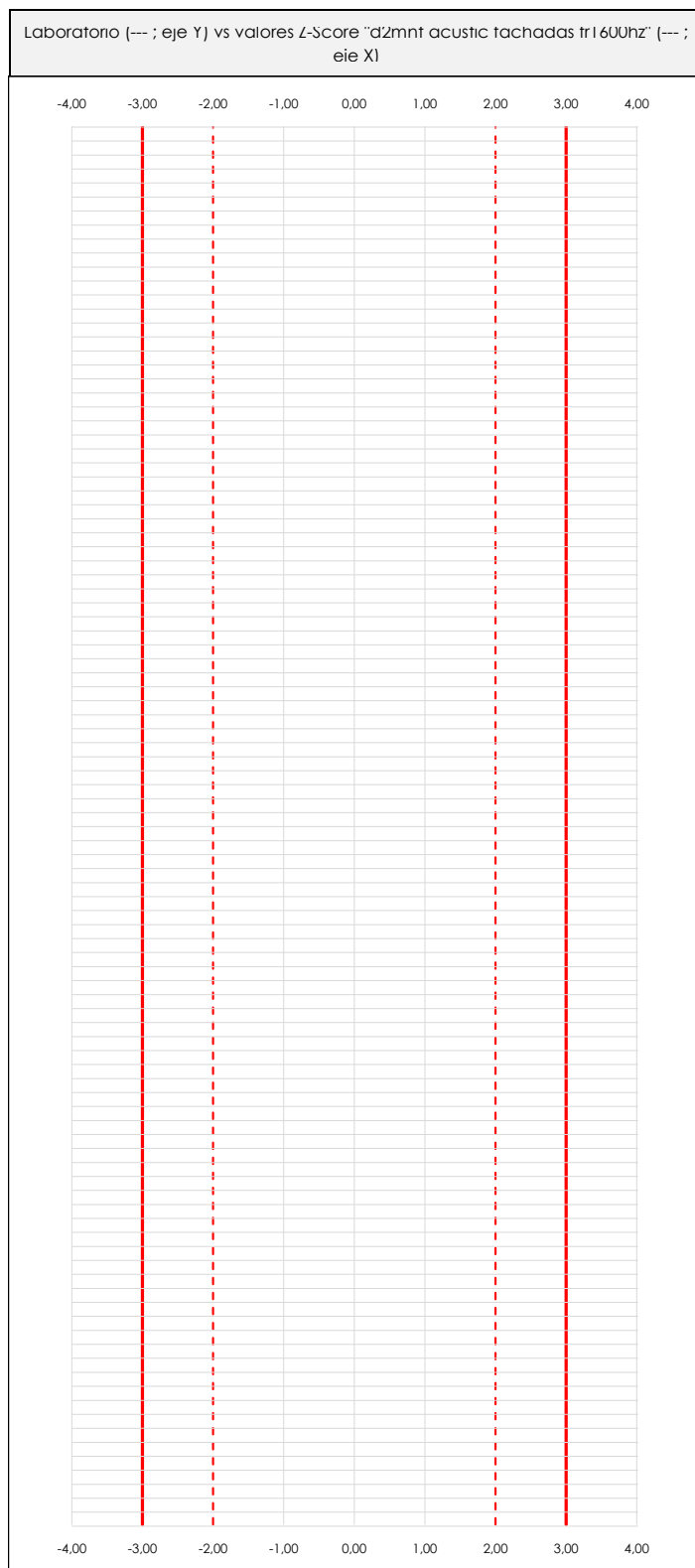
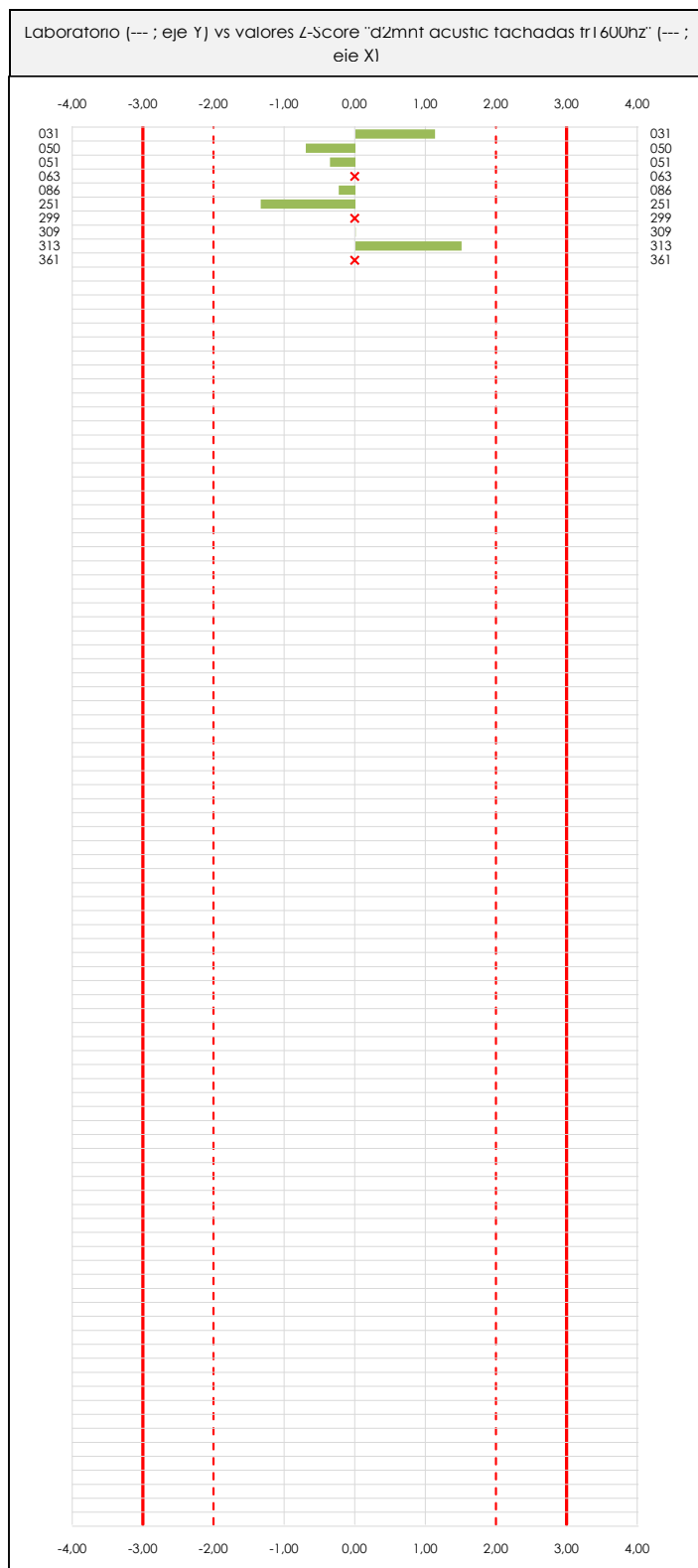
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 30,30            | 28,80            | 29,10            | 28,10            | 29,60            | 29,18                     | 0,829           | 2,11                 | ✓      | ✓      | ✓     | AB    | 0         | 1,128   | S          |
| 50  | 27,70            | 28,10            | 28,70            | 28,40            | 28,10            | 28,20                     | 0,374           | -1,32                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,704  | S          |
| 51  | 29,68            | 29,09            | 28,27            | 27,52            | 27,38            | 28,38                     | 0,992           | -0,67                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,359  | S          |
| 63  | 30,90            | 31,00            | 30,90            | 31,30            | 31,00            | 31,02                     | ---             | ---                  | ✓      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 86  | 27,84            | 29,47            | 28,03            | 28,02            | 28,89            | 28,45                     | 0,699           | -0,44                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,235  | S          |
| 251 | 27,20            | 27,70            | 28,10            | 28,30            | 28,00            | 27,86                     | 0,428           | -2,51                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,339  | S          |
| 299 | 27,30            | 27,80            | 28,70            | 32,90            | 32,70            | 29,88                     | ---             | ---                  | ✗      | ✗      | ✗     |       |           | ---     | ---        |
| 309 | 29,10            | 28,90            | 28,50            | 28,10            | 28,30            | 28,58                     | 0,415           | 0,01                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,007   | S          |
| 313 | 29,90            | 28,50            | 29,40            | 28,80            | 30,30            | 29,38                     | 0,746           | 2,81                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,502   | S          |
| 361 | 30,70            | 30,20            | 28,60            | 25,20            | 26,40            | 28,22                     | ---             | ---                  | ✓      | ✗      | ✗     | AB    | 0         | ---     | ---        |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

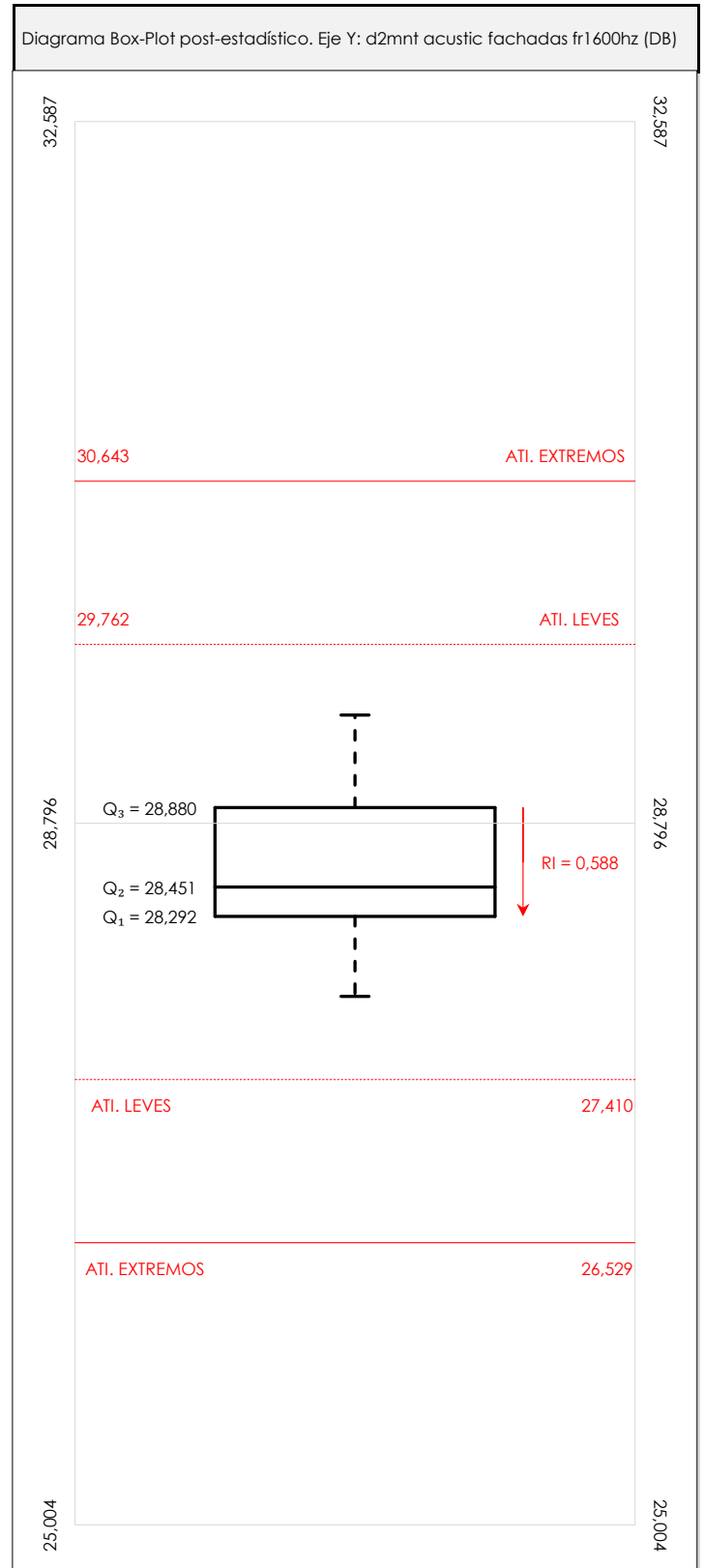
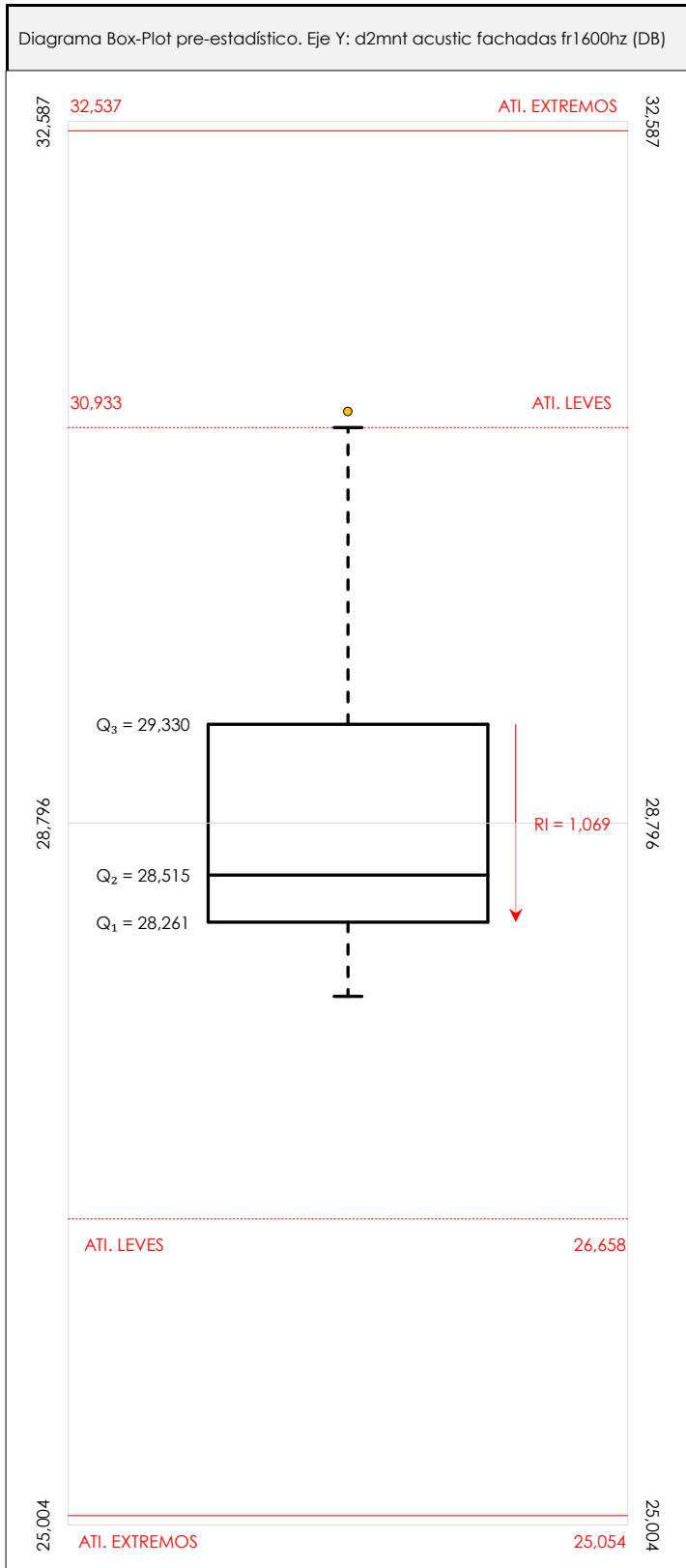
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

| TIPO DE ANALISIS             | PRE-ESTADISTICO |          |          |          |          |                          | ESTADISTICO |          |          |          |          |                          |
|------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Variables                    | $X_{i1}$        | $X_{i2}$ | $X_{i3}$ | $X_{i4}$ | $X_{i5}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | $X_{i1}$    | $X_{i2}$ | $X_{i3}$ | $X_{i4}$ | $X_{i5}$ | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ |
| Valor Máximo (max ; DB)      | 30,90           | 31,00    | 30,90    | 32,90    | 32,70    | 31,02                    | 30,30       | 29,47    | 29,40    | 28,80    | 30,30    | 29,38                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 27,20           | 27,70    | 28,03    | 25,20    | 26,40    | 27,86                    | 27,20       | 27,70    | 28,03    | 27,52    | 27,38    | 27,86                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 29,06           | 28,96    | 28,83    | 28,66    | 29,07    | 28,92                    | 28,82       | 28,65    | 28,59    | 28,18    | 28,65    | 28,58                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,44            | 1,05     | 0,84     | 2,09     | 1,87     | 0,96                     | 1,22        | 0,60     | 0,52     | 0,39     | 1,01     | 0,54                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,05            | 0,04     | 0,03     | 0,07     | 0,06     | 0,03                     | 0,04        | 0,02     | 0,02     | 0,01     | 0,04     | 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              | 1,626           | 3,535    | 0,604    | 2,231    | 4,140    |                          | 0,459       | 1,878    | 0,194    | 0,653    | 2,241    |                          |
| 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 | 0,393 | 2,139     | 0,0308    | 1,98        | 1,70 | 0,508 | 2,139     | 0,0308    |
| Nivel de Significación 5% | 1,71            | 1,49 | 0,331 | 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.

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr2000hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

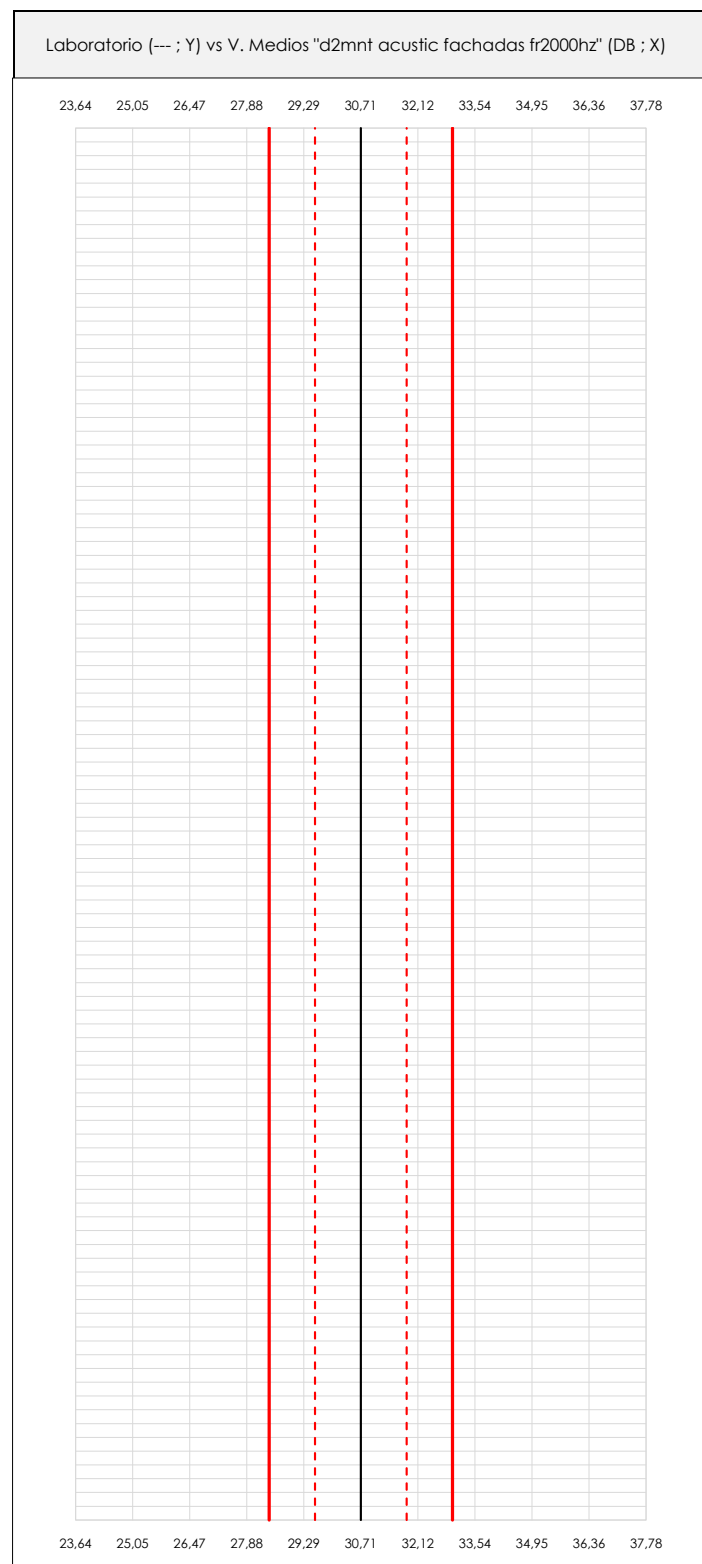
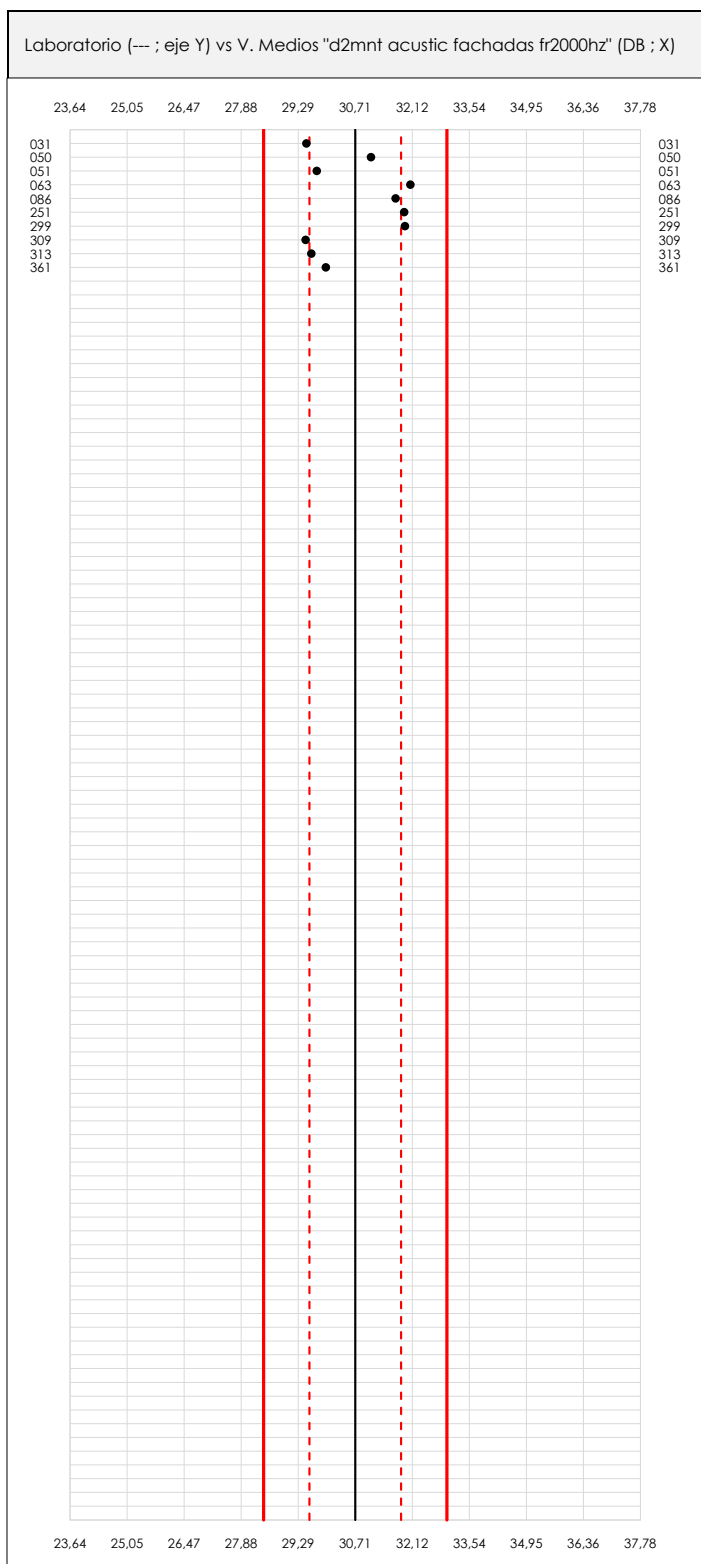
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

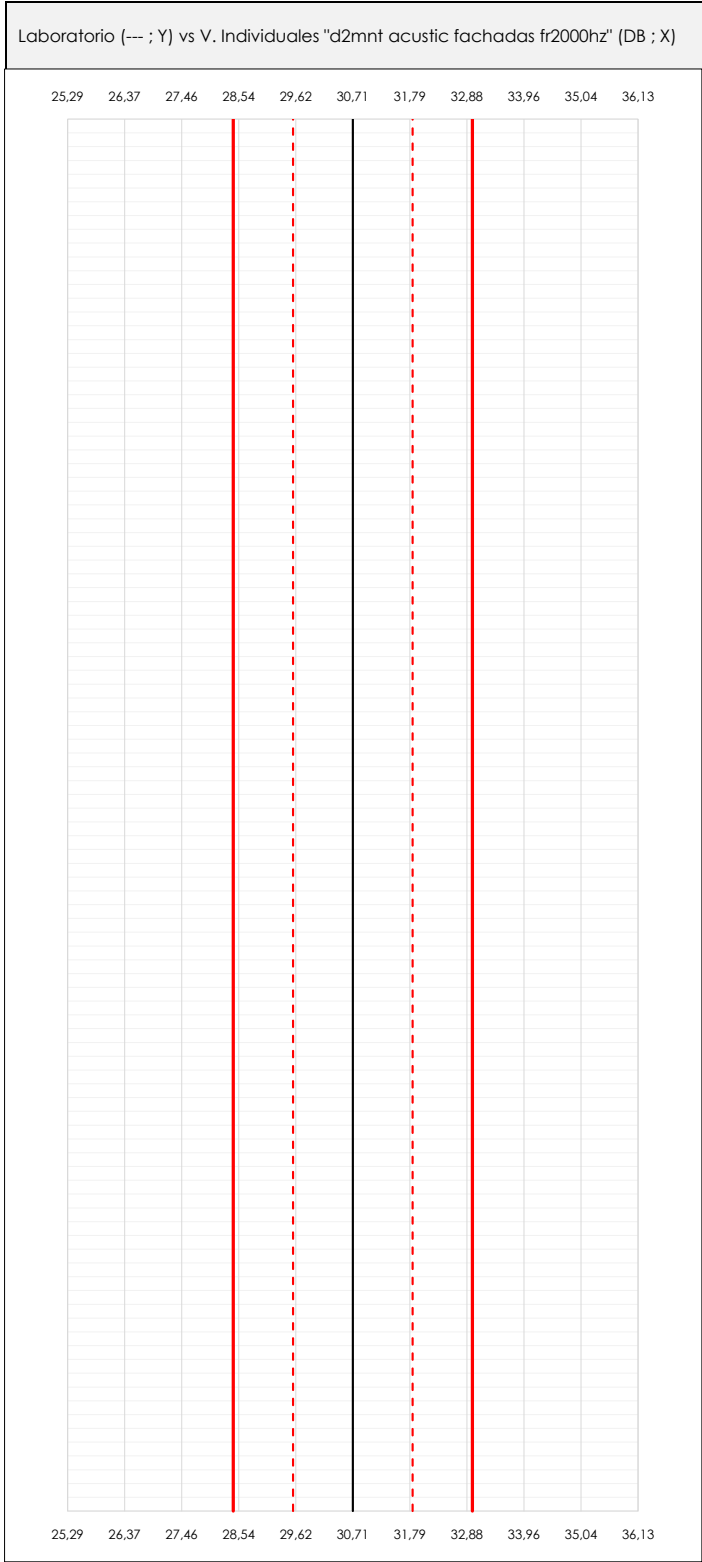
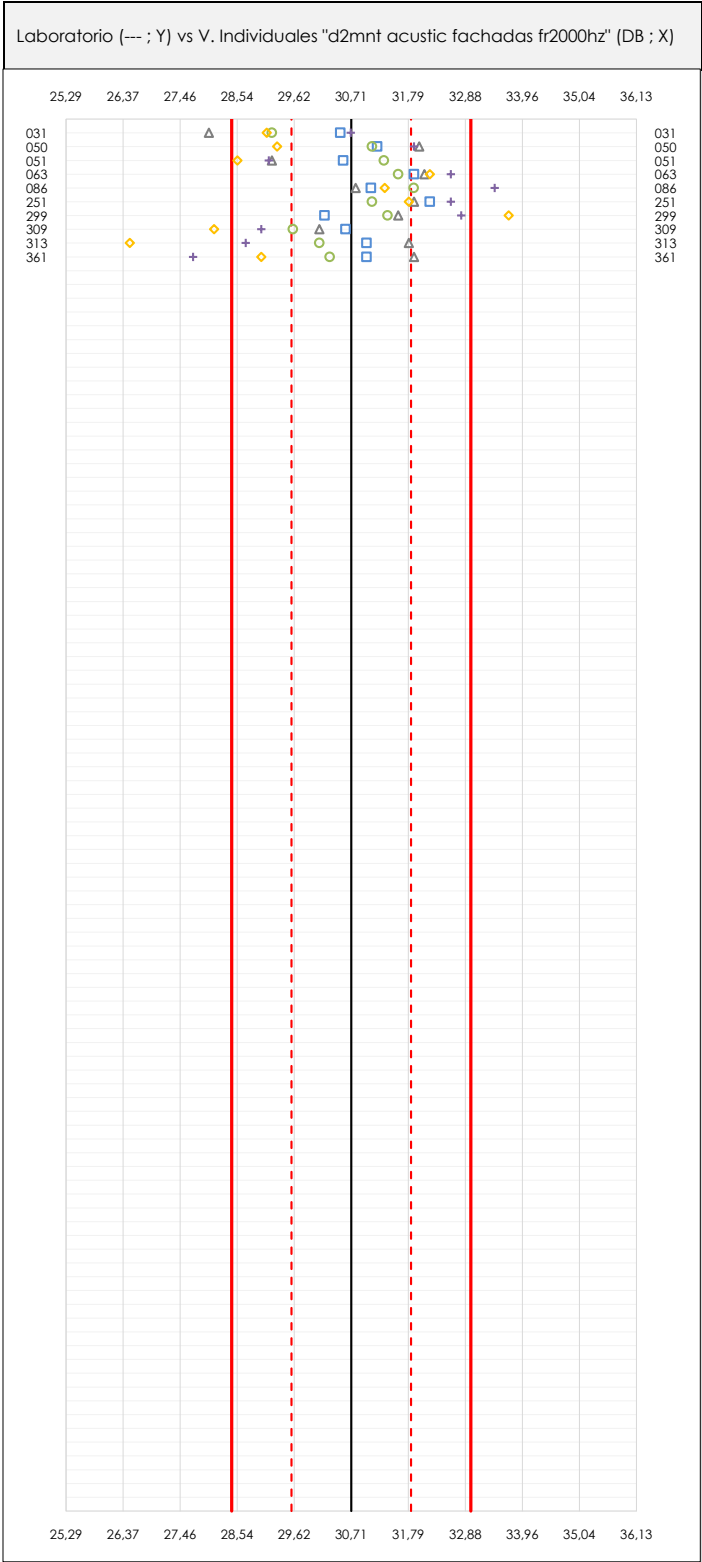
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (30,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,84/29,57 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,98/28,44 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

#### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



#### ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (30,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,84/29,57 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,98/28,44 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arif %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EIA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

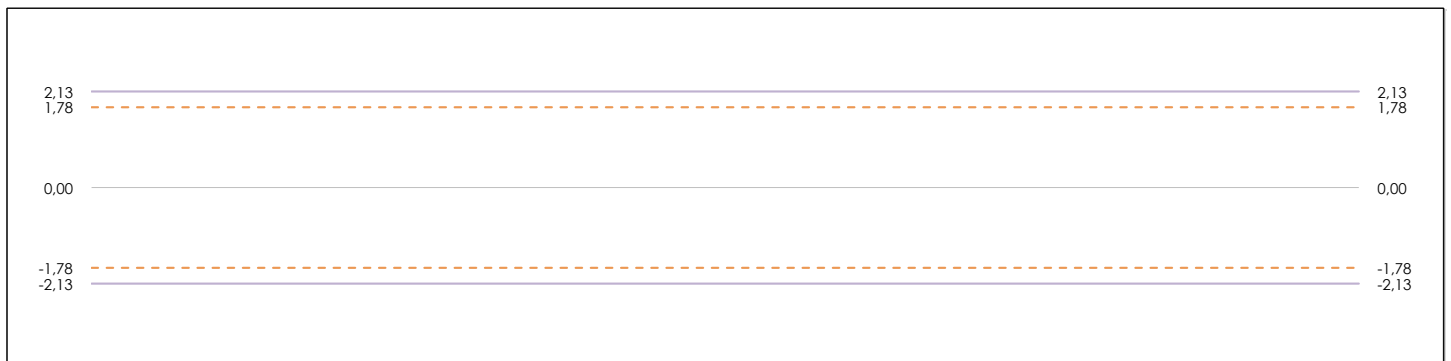
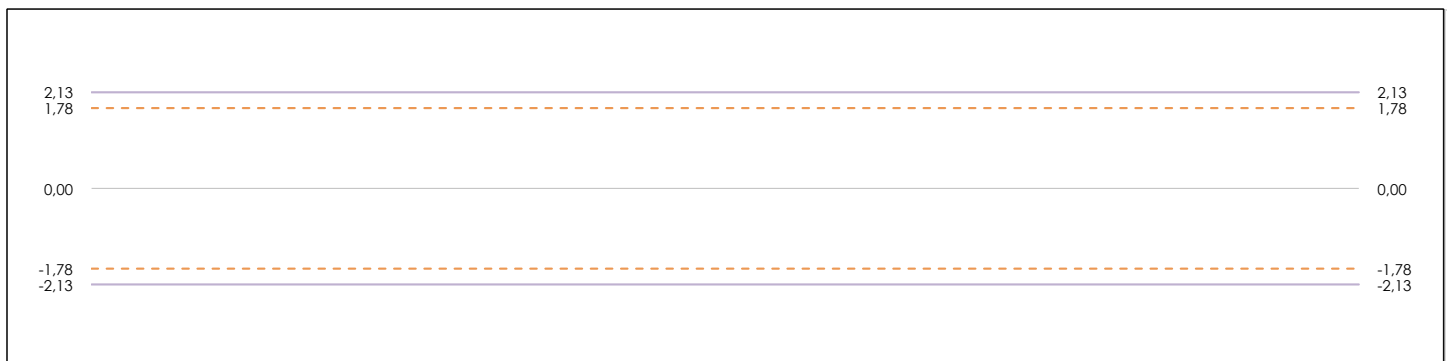
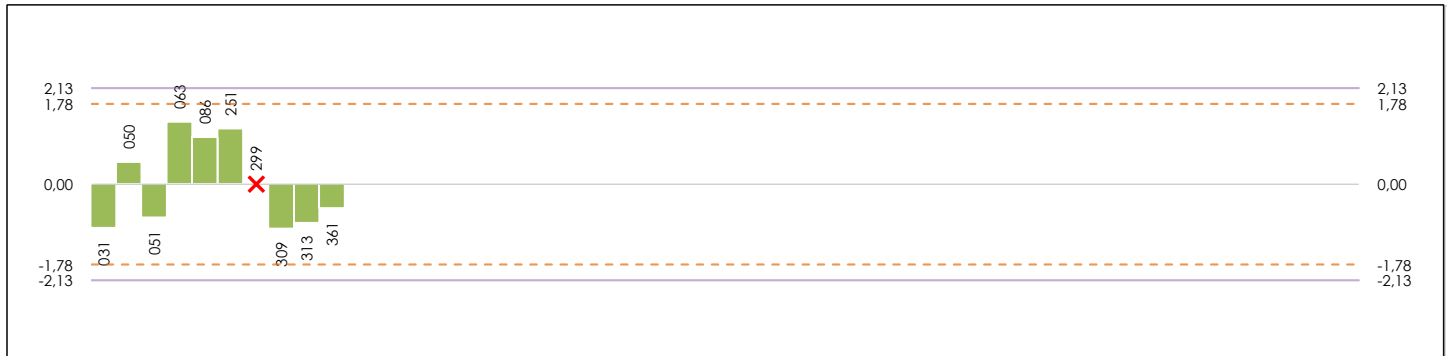
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (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 rosacea (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{arit}$ | S <sub>L i</sub> | D <sub>i arit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim Inf</sub> | G <sub>Sim Sup</sub> | G <sub>Dob Inf</sub> | G <sub>Dob Sup</sub> | Pasa B |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 30,50            | 29,200           | 28,000           | 29,100           | 30,700           | 29,500           | 1,111            | -3,50                 | -0,96          | 0,91           |                |                      |                      | 0,6972               |                      | ✓      |
| 50  | 31,20            | 31,100           | 32,000           | 29,300           | 31,900           | 31,100           | 1,084            | 1,73                  | 0,47           | 0,89           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 51  | 30,55            | 31,327           | 29,202           | 28,544           | 29,143           | 29,754           | 1,146            | -2,67                 | -0,73          | 0,94           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 63  | 31,90            | 31,600           | 32,100           | 32,200           | 32,600           | 32,080           | 0,370            | 4,93                  | 1,35           | 0,30           |                |                      | 1,354                |                      | 0,4701               | ✓      |
| 86  | 31,08            | 31,896           | 30,790           | 31,343           | 33,432           | 31,708           | 1,046            | 3,72                  | 1,02           | 0,86           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 251 | 32,20            | 31,100           | 31,900           | 31,800           | 32,600           | 31,920           | 0,554            | 4,41                  | 1,21           | 0,46           |                |                      |                      |                      | 0,4701               | ✓      |
| 299 | 30,20            | 31,400           | 31,600           | 33,700           | 32,800           | 31,940           | ---              | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 30,60            | 29,600           | 30,100           | 28,100           | 29,000           | 29,480           | 0,973            | -3,57                 | -0,98          | 0,80           |                | 0,980                |                      | 0,6972               |                      | ✓      |
| 313 | 31,00            | 30,100           | 31,800           | 26,500           | 28,700           | 29,620           | 2,090            | -3,11                 | -0,85          | 1,72*          | 0,328          |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 361 | 31,00            | 30,300           | 31,900           | 29,000           | 27,700           | 29,980           | 1,657            | -1,93                 | -0,53          | 1,36           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

<sup>03</sup> " $\eta_i$  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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

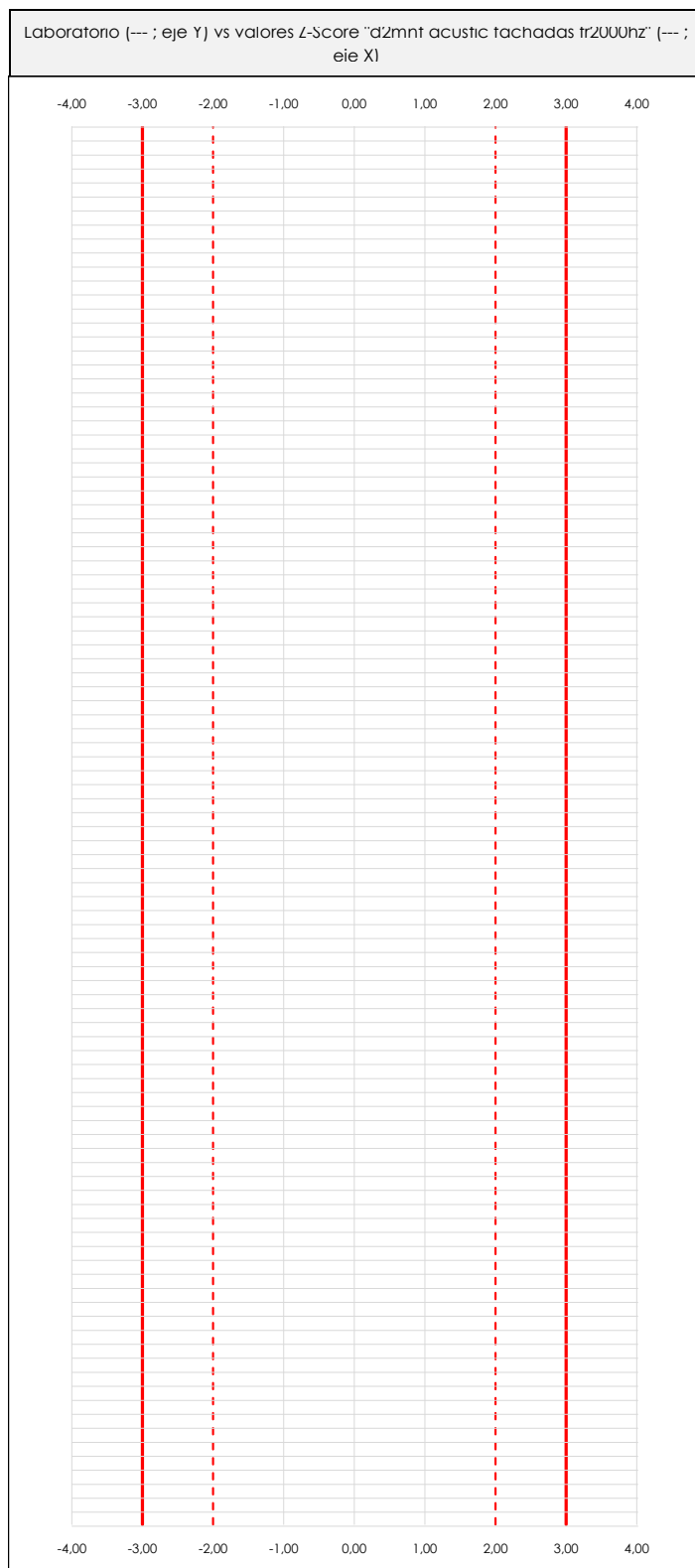
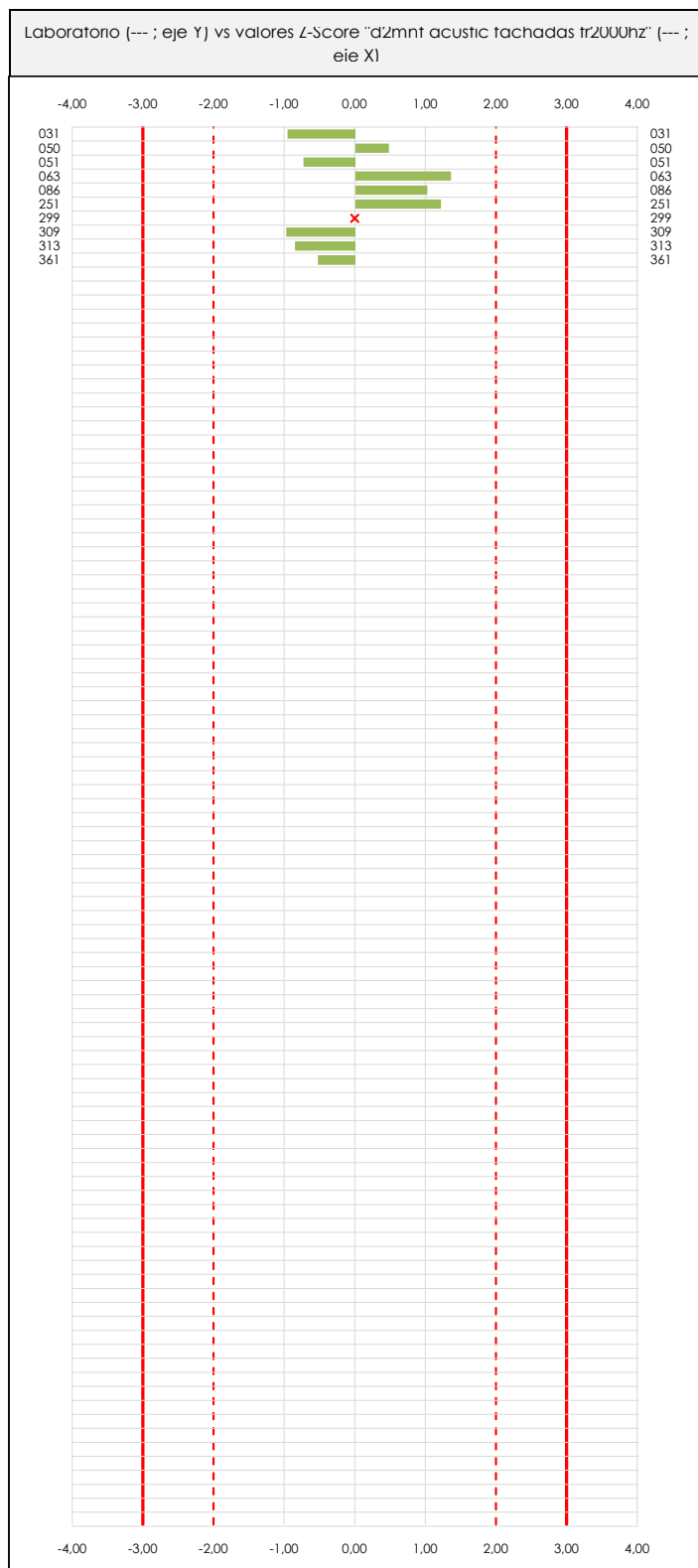
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 30,50            | 29,20            | 28,00            | 29,10            | 30,70            | 29,50                     | 1,111           | -3,50                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,962  | S          |
| 50  | 31,20            | 31,10            | 32,00            | 29,30            | 31,90            | 31,10                     | 1,084           | 1,73                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,475   | S          |
| 51  | 30,55            | 31,33            | 29,20            | 28,54            | 29,14            | 29,75                     | 1,146           | -2,67                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,734  | S          |
| 63  | 31,90            | 31,60            | 32,10            | 32,20            | 32,60            | 32,08                     | 0,370           | 4,93                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,354   | S          |
| 86  | 31,08            | 31,90            | 30,79            | 31,34            | 33,43            | 31,71                     | 1,046           | 3,72                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,021   | S          |
| 251 | 32,20            | 31,10            | 31,90            | 31,80            | 32,60            | 31,92                     | 0,554           | 4,41                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,211   | S          |
| 299 | 30,20            | 31,40            | 31,60            | 33,70            | 32,80            | 31,94                     | ---             | ---                  | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 30,60            | 29,60            | 30,10            | 28,10            | 29,00            | 29,48                     | 0,973           | -3,57                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,980  | S          |
| 313 | 31,00            | 30,10            | 31,80            | 26,50            | 28,70            | 29,62                     | 2,090           | -3,11                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,854  | S          |
| 361 | 31,00            | 30,30            | 31,90            | 29,00            | 27,70            | 29,98                     | 1,657           | -1,93                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,531  | S          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $x_{ij}$  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.

<sup>02</sup> "S<sub>L</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

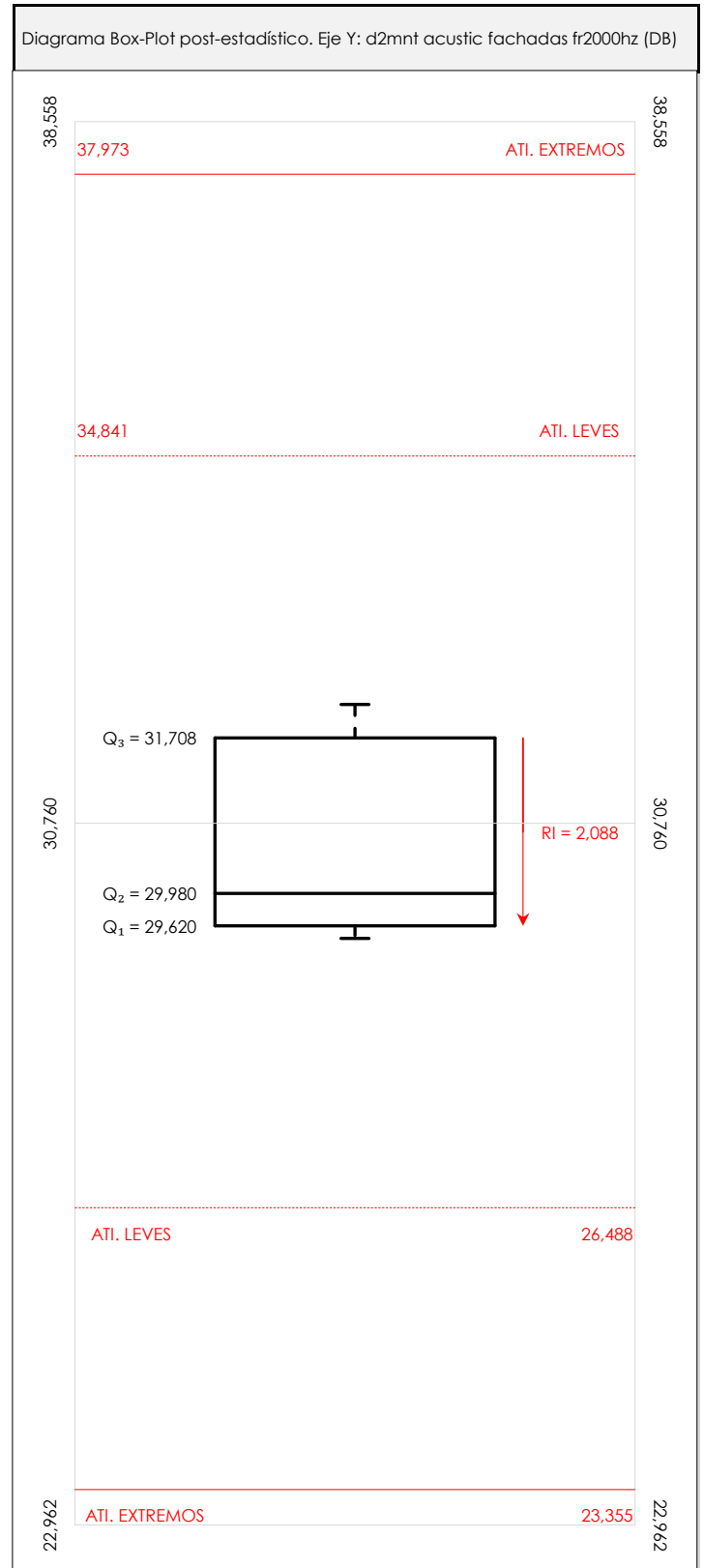
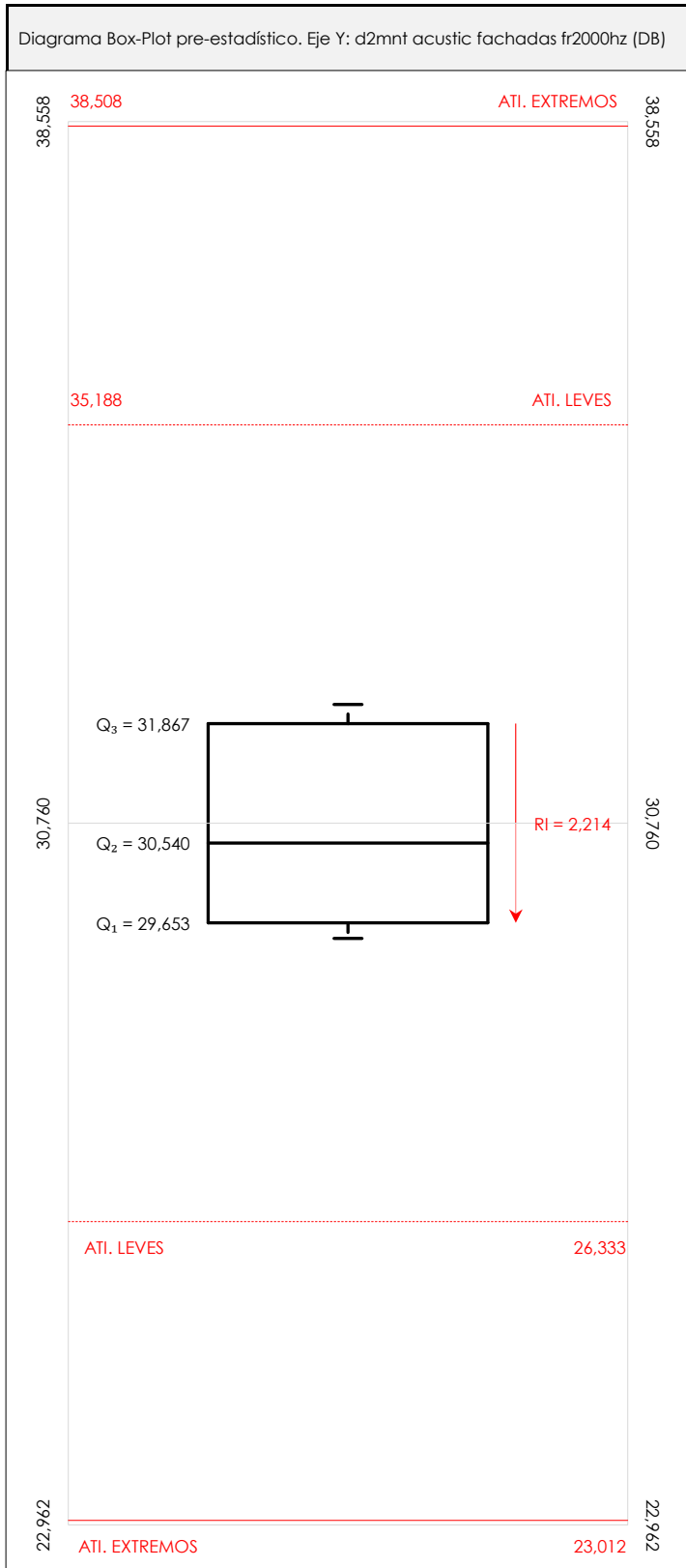
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (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 ( $Q_1$  ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana ( $Q_2$  ; 50% de los datos), el tercer cuartil ( $Q_3$  ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves ( $f_3$  y  $f_1$  para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos ( $f_3^*$  y  $f_1^*$  para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 32,20           | 31,90    | 32,10    | 33,70    | 33,43    | 32,08                    | 32,20       | 31,90    | 32,10    | 32,20    | 33,43    | 32,08                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 30,20           | 29,20    | 28,00    | 26,50    | 27,70    | 29,48                    | 30,50       | 29,20    | 28,00    | 26,50    | 27,70    | 29,48                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 31,02           | 30,76    | 30,94    | 29,96    | 30,86    | 30,71                    | 31,11       | 30,69    | 30,87    | 29,54    | 30,64    | 30,57                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 0,63            | 0,91     | 1,41     | 2,21     | 2,07     | 1,14                     | 0,59        | 0,93     | 1,47     | 1,88     | 2,07     | 1,11                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,02            | 0,03     | 0,05     | 0,07     | 0,07     | 0,04                     | 0,02        | 0,03     | 0,05     | 0,06     | 0,07     | 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              | 1,514           | 3,411    | 0,988    | 2,502    | 4,384    |                          | 1,480       | 3,373    | 0,945    | 2,425    | 4,317    |                          |
| 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% | 2,13            | 1,73 | 0,393 | 2,387     | 0,0851    | 2,13        | 1,73 | 0,425 | 2,387     | 0,0851    |
| Nivel de Significación 5% | 1,78            | 1,50 | 0,331 | 2,215     | 0,1492    | 1,78        | 1,50 | 0,358 | 2,215     | 0,1492    |

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

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr2500hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

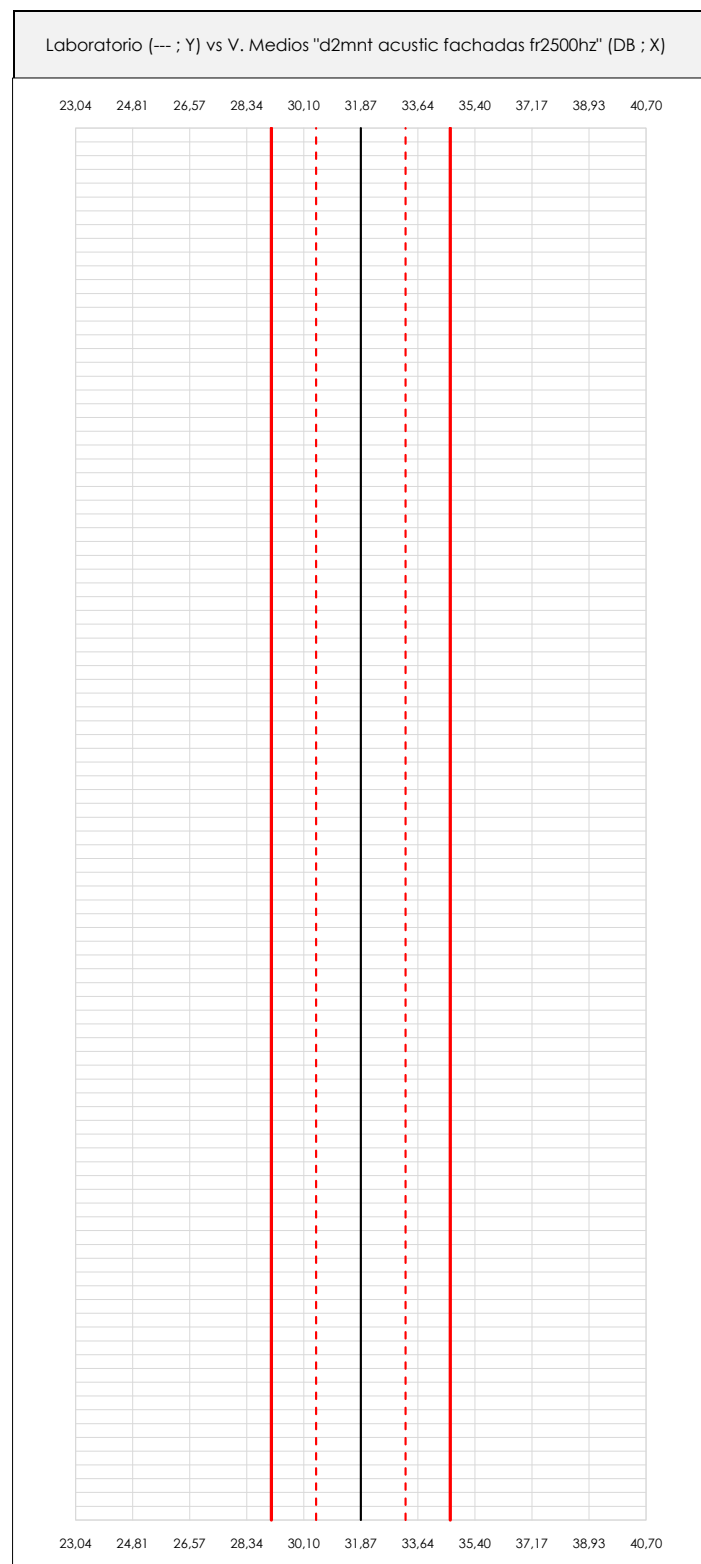
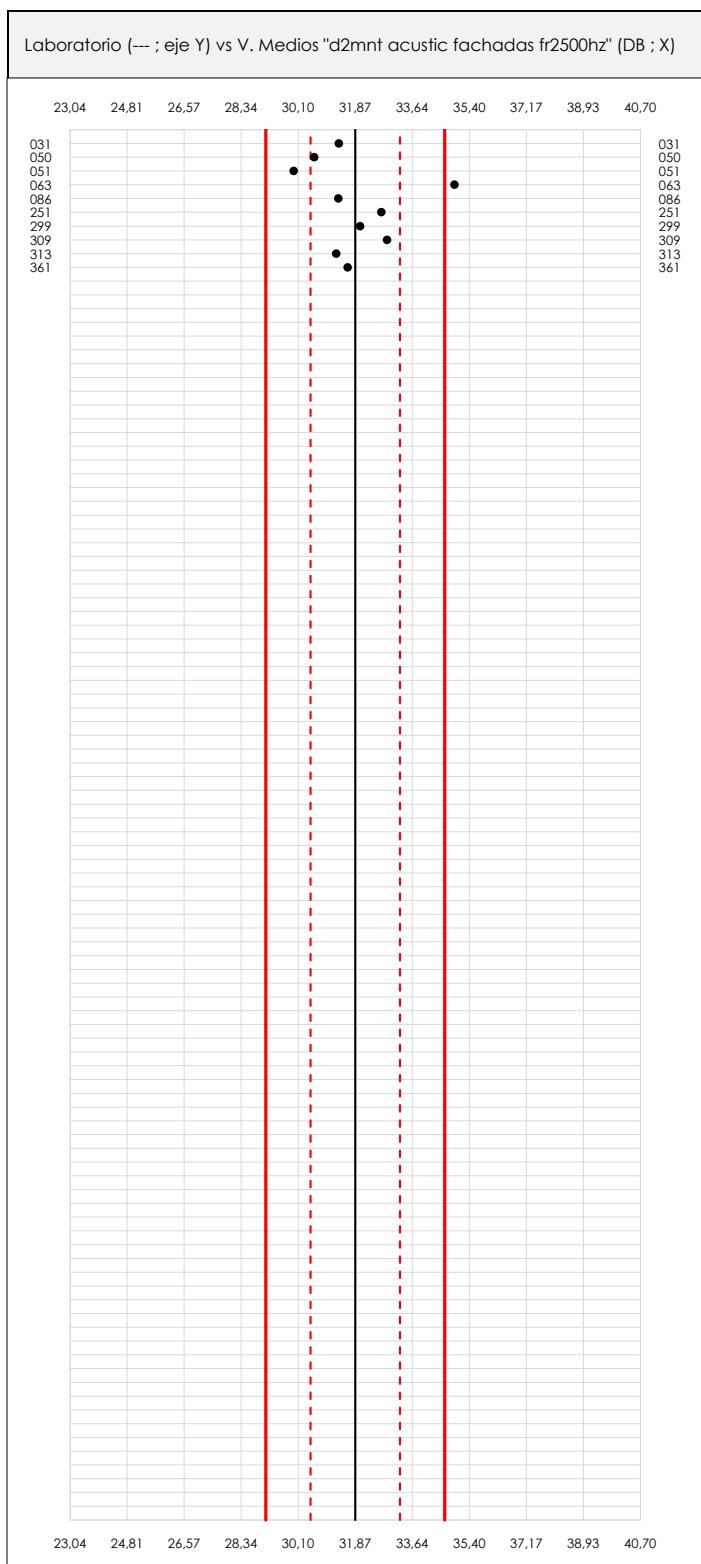
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

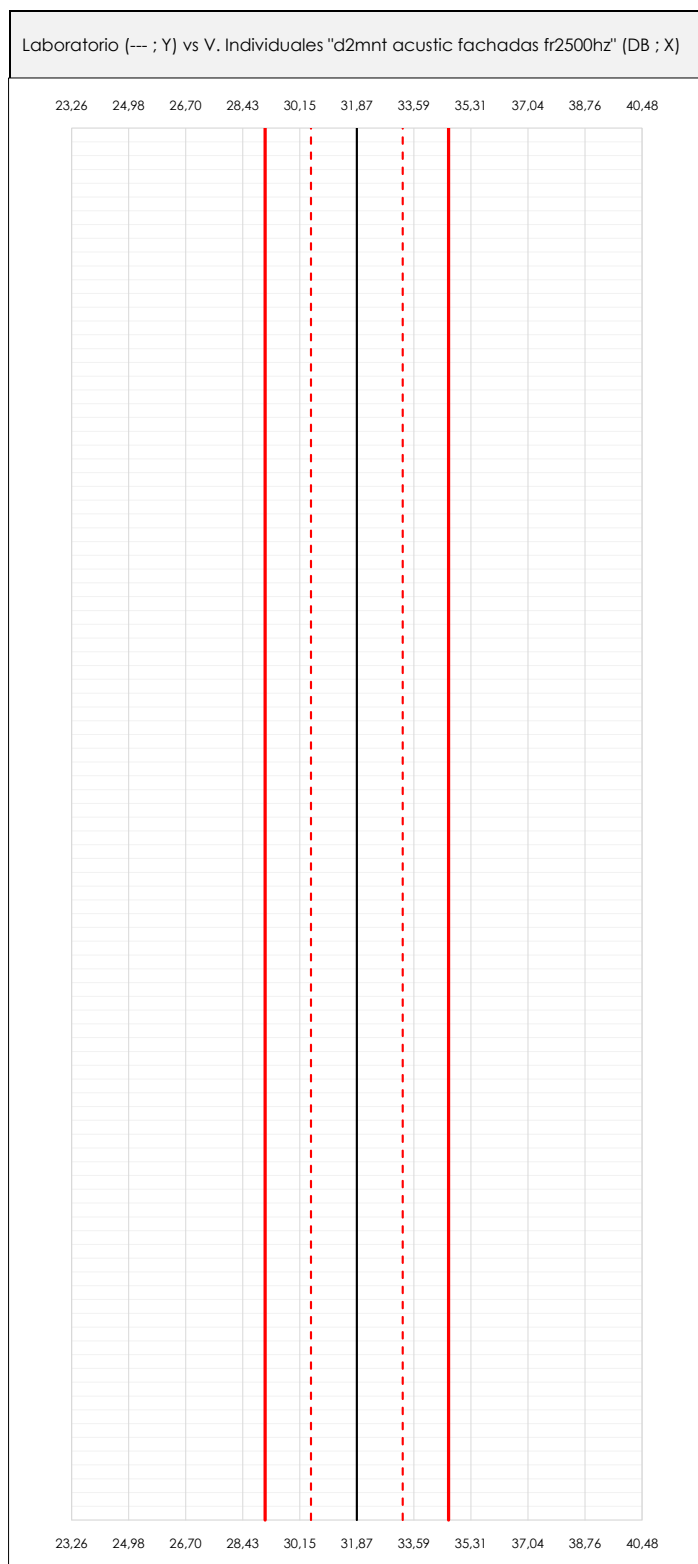
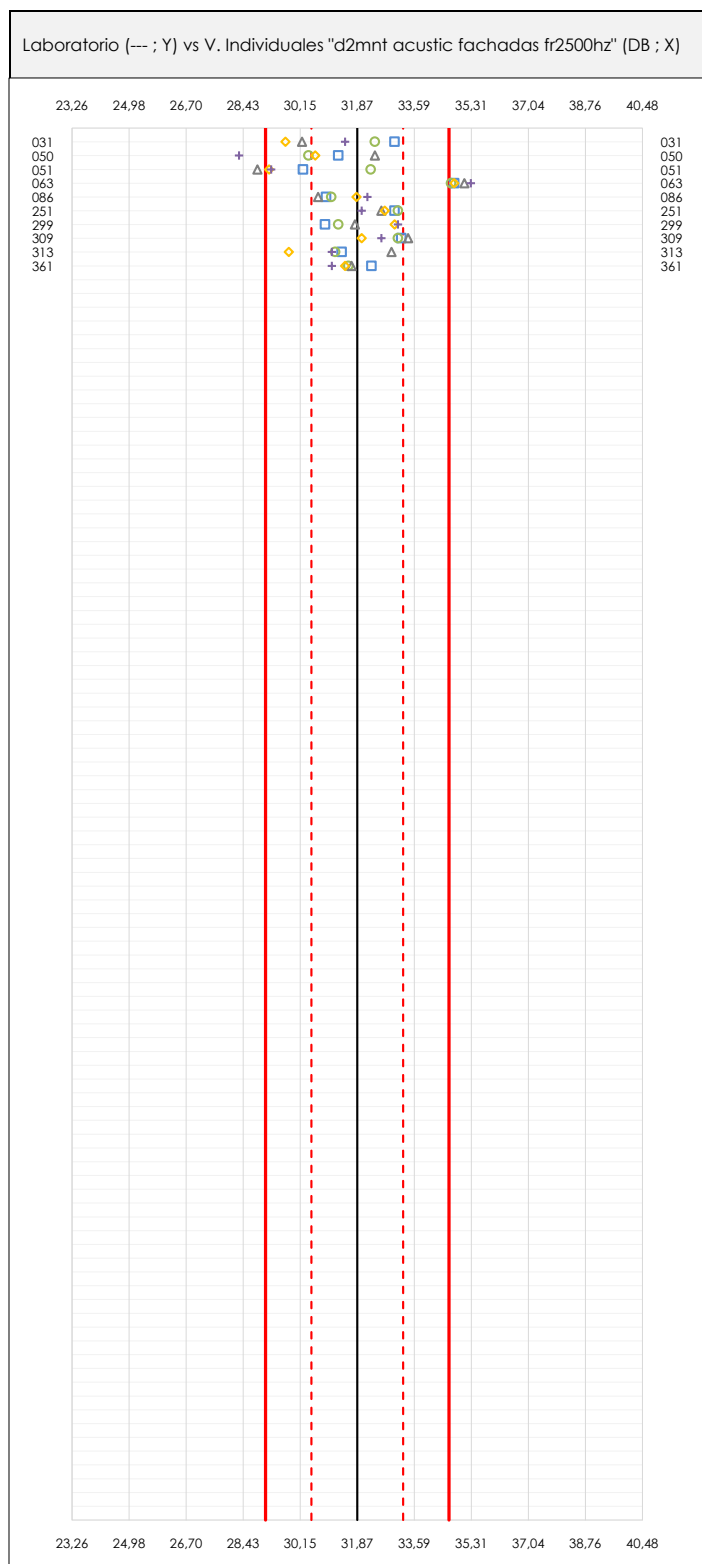
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (31,87 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (33,25/30,48 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (34,64/29,10 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (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 (31,87 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (33,25/30,48 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (34,64/29,10 ; 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 ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arif</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EIA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (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 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>L i</sub> | D <sub>i arit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim Inf</sub> | G <sub>Sim Sup</sub> | G <sub>Dob Inf</sub> | G <sub>Dob Sup</sub> | Pasa B |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 33,00            | 32,400           | 30,200           | 29,700           | 31,500           | 31,360                    | 1,405            | -1,55                 | -0,34          | 1,44           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 31,30            | 30,400           | 32,400           | 30,600           | 28,300           | 30,600                    | 1,505            | -3,93                 | -0,85          | 1,55*          | 0,265          |                      |                      | 0,6211               |                      | ✓      |
| 51  | 30,23            | 32,273           | 28,859           | 29,211           | 29,267           | 29,968                    | 1,385            | -5,92                 | -1,28          | 1,42           |                | 1,284                |                      | 0,6211               |                      | ✓      |
| 63  | 34,80            | 34,700           | 35,100           | 34,800           | 35,300           | 34,940                    | 0,251            | 9,69                  | 2,10*          | 0,26           | 0,265          |                      | 2,104                |                      | 0,2487               | ✓      |
| 86  | 30,93            | 31,086           | 30,684           | 31,846           | 32,174           | 31,344                    | 0,635            | -1,59                 | -0,35          | 0,65           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 251 | 33,00            | 33,100           | 32,600           | 32,700           | 32,000           | 32,680                    | 0,432            | 2,60                  | 0,56           | 0,44           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 299 | 30,90            | 31,300           | 31,800           | 33,000           | 33,100           | 32,020                    | ---              | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 33,20            | 33,100           | 33,400           | 32,000           | 32,600           | 32,860                    | 0,564            | 3,16                  | 0,69           | 0,58           |                |                      |                      |                      | 0,2487               | ✓      |
| 313 | 31,40            | 31,200           | 32,900           | 29,800           | 31,100           | 31,280                    | 1,103            | -1,80                 | -0,39          | 1,13           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 361 | 32,30            | 31,600           | 31,700           | 31,500           | 31,100           | 31,640                    | 0,434            | -0,67                 | -0,14          | 0,45           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |

**NOTAS:**

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

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

<sup>03</sup> " $\eta_i$  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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

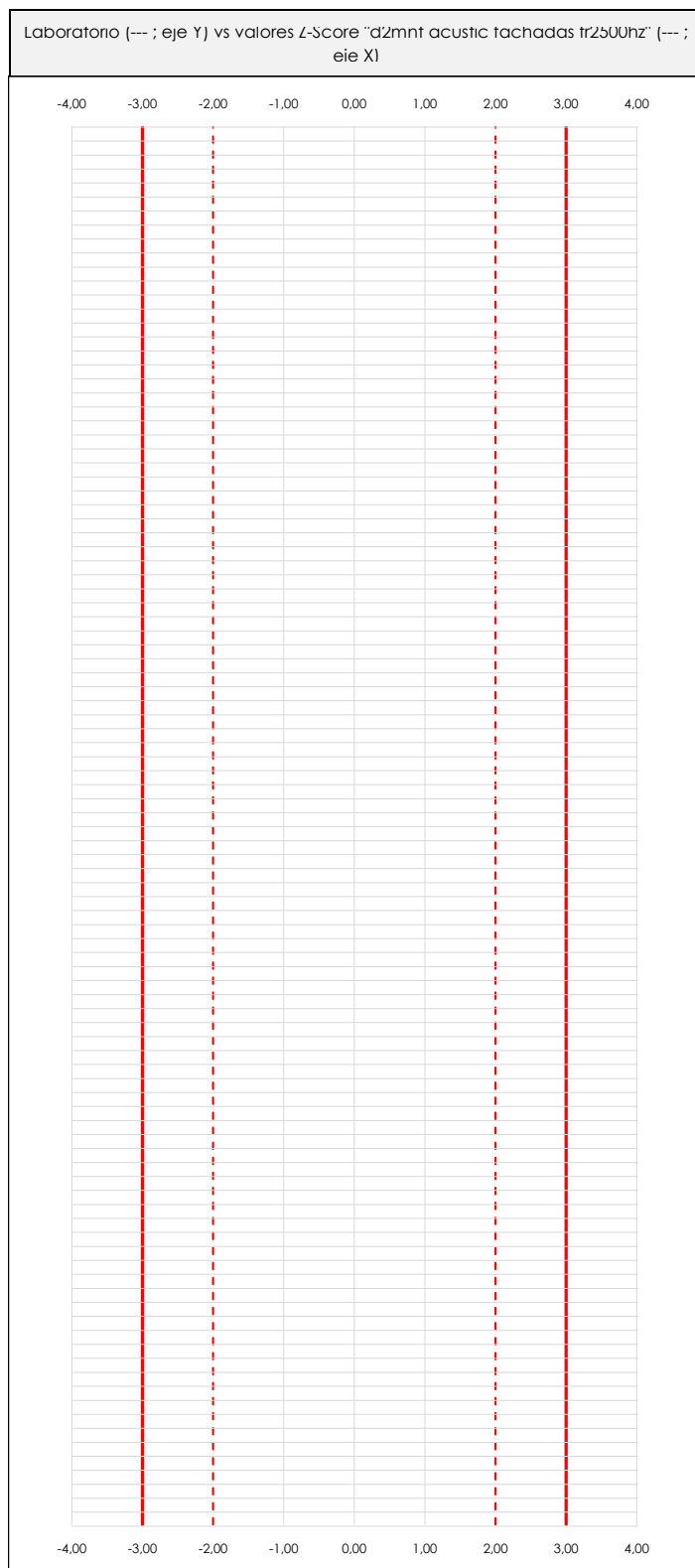
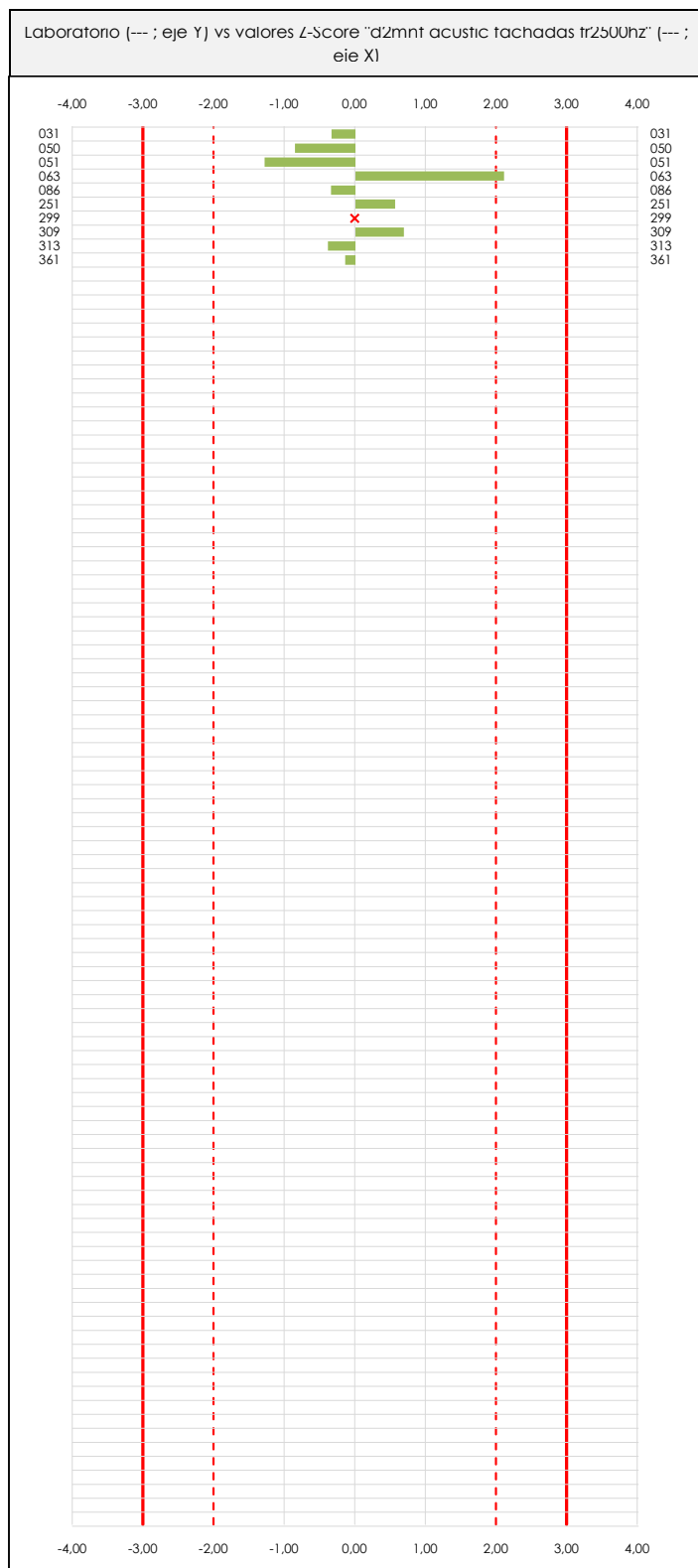
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 33,00            | 32,40            | 30,20            | 29,70            | 31,50            | 31,36                     | 1,405           | -1,55                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,336  | S          |
| 50  | 31,30            | 30,40            | 32,40            | 30,60            | 28,30            | 30,60                     | 1,505           | -3,93                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,854  | S          |
| 51  | 30,23            | 32,27            | 28,86            | 29,21            | 29,27            | 29,97                     | 1,385           | -5,92                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,284  | S          |
| 63  | 34,80            | 34,70            | 35,10            | 34,80            | 35,30            | 34,94                     | 0,251           | 9,69                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 2,104   | D          |
| 86  | 30,93            | 31,09            | 30,68            | 31,85            | 32,17            | 31,34                     | 0,635           | -1,59                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,346  | S          |
| 251 | 33,00            | 33,10            | 32,60            | 32,70            | 32,00            | 32,68                     | 0,432           | 2,60                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,564   | S          |
| 299 | 30,90            | 31,30            | 31,80            | 33,00            | 33,10            | 32,02                     | ---             | ---                  | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 33,20            | 33,10            | 33,40            | 32,00            | 32,60            | 32,86                     | 0,564           | 3,16                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,687   | S          |
| 313 | 31,40            | 31,20            | 32,90            | 29,80            | 31,10            | 31,28                     | 1,103           | -1,80                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,390  | S          |
| 361 | 32,30            | 31,60            | 31,70            | 31,50            | 31,10            | 31,64                     | 0,434           | -0,67                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,145  | S          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $x_{ij}$  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.

<sup>02</sup> "S<sub>L</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

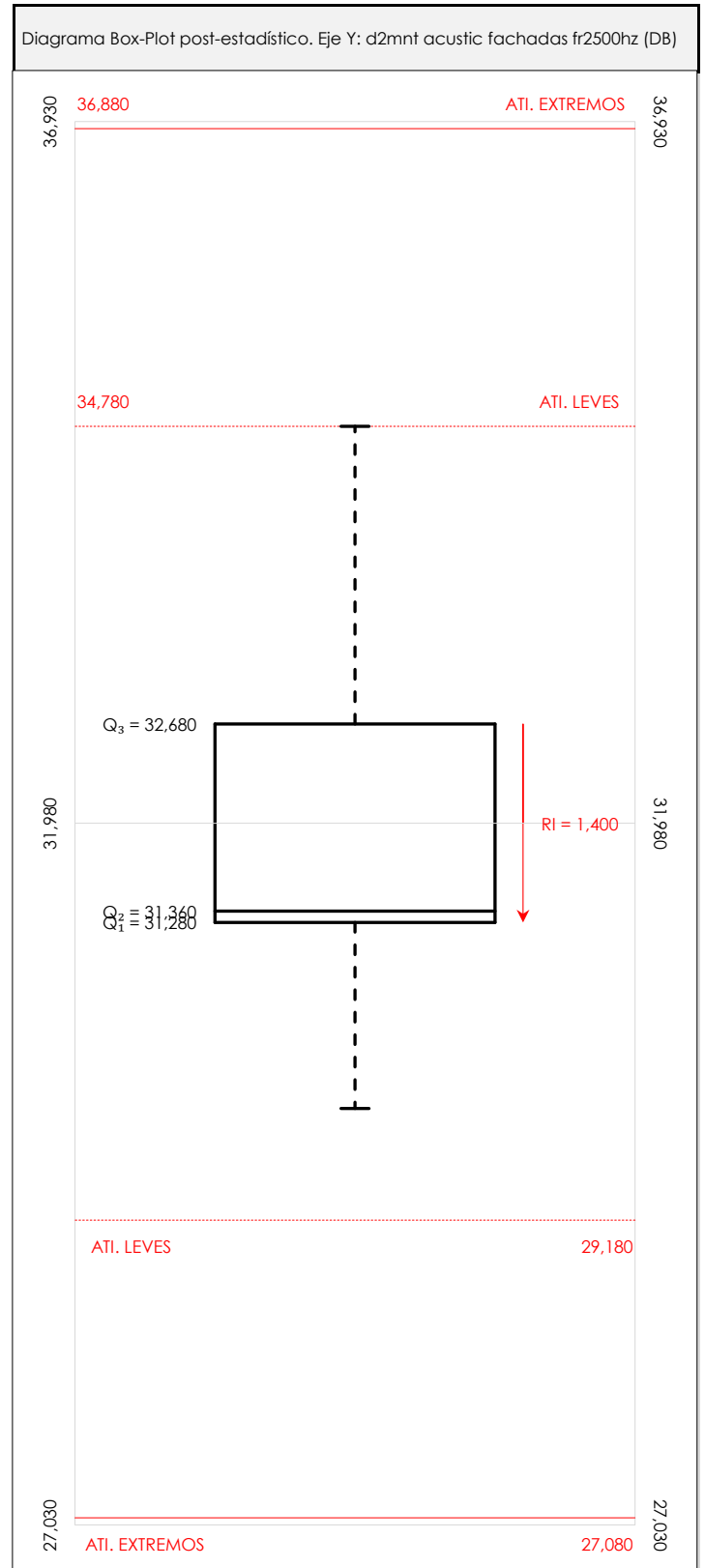
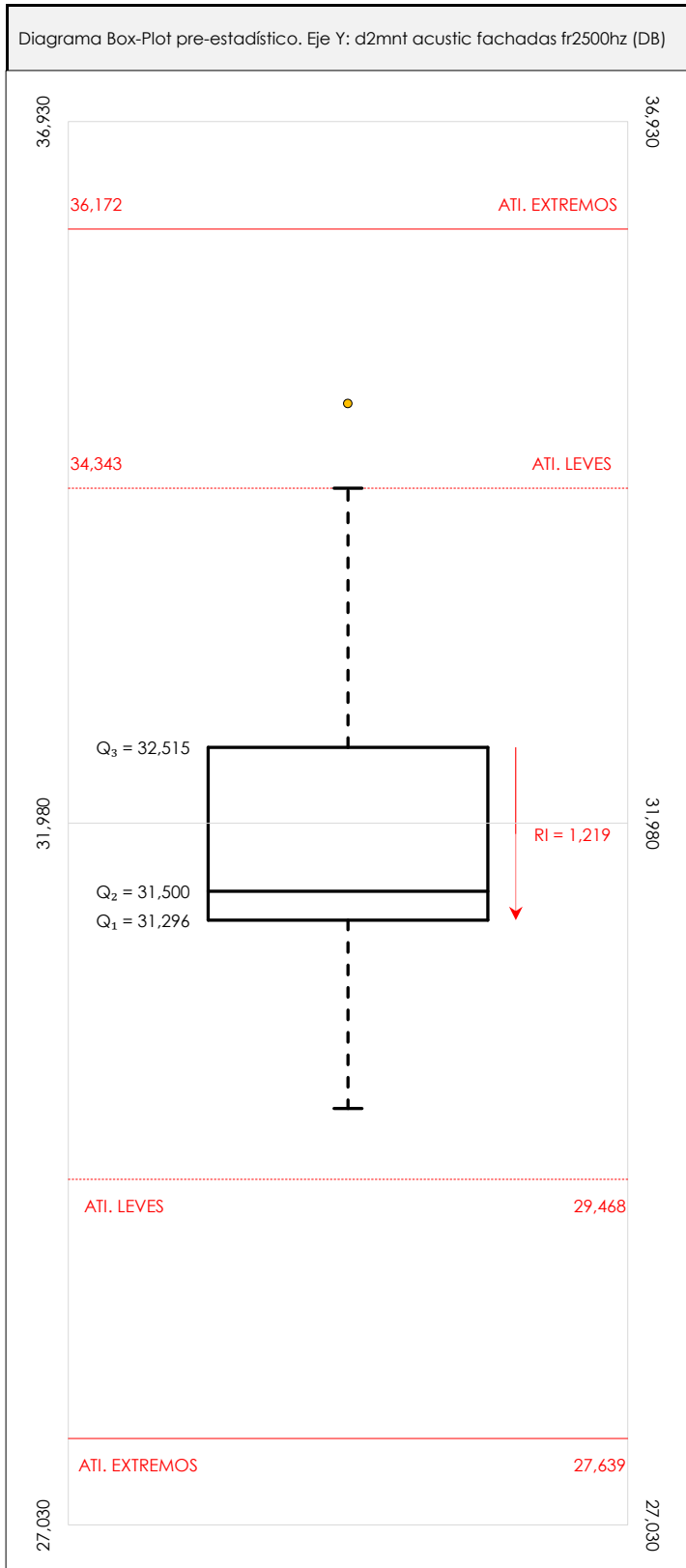
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (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 ( $Q_1$  ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana ( $Q_2$  ; 50% de los datos), el tercer cuartil ( $Q_3$  ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves ( $f_3$  y  $f_1$  para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos ( $f_3^*$  y  $f_1^*$  para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 34,80           | 34,70    | 35,10    | 34,80    | 35,30    | 34,94                    | 34,80       | 34,70    | 35,10    | 34,80    | 35,30    | 34,94                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 30,23           | 30,40    | 28,86    | 29,21    | 28,30    | 29,97                    | 30,23       | 30,40    | 28,86    | 29,21    | 28,30    | 29,97                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 32,11           | 32,12    | 31,96    | 31,52    | 31,64    | 31,87                    | 32,24       | 32,21    | 31,98    | 31,35    | 31,48    | 31,85                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,40            | 1,27     | 1,76     | 1,74     | 1,95     | 1,38                     | 1,41        | 1,31     | 1,87     | 1,76     | 2,00     | 1,47                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,04            | 0,04     | 0,06     | 0,06     | 0,06     | 0,04                     | 0,04        | 0,04     | 0,06     | 0,06     | 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              | 0,952           | 2,704    | 1,727    | 2,678    | 4,536    |                          | 0,948       | 2,699    | 1,964    | 2,912    | 4,730    |                          |
| 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% | 2,13            | 1,73 | 0,393 | 2,387     | 0,0851    | 2,13        | 1,73 | 0,425 | 2,387     | 0,0851    |
| Nivel de Significación 5% | 1,78            | 1,50 | 0,331 | 2,215     | 0,1492    | 1,78        | 1,50 | 0,358 | 2,215     | 0,1492    |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr3150hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

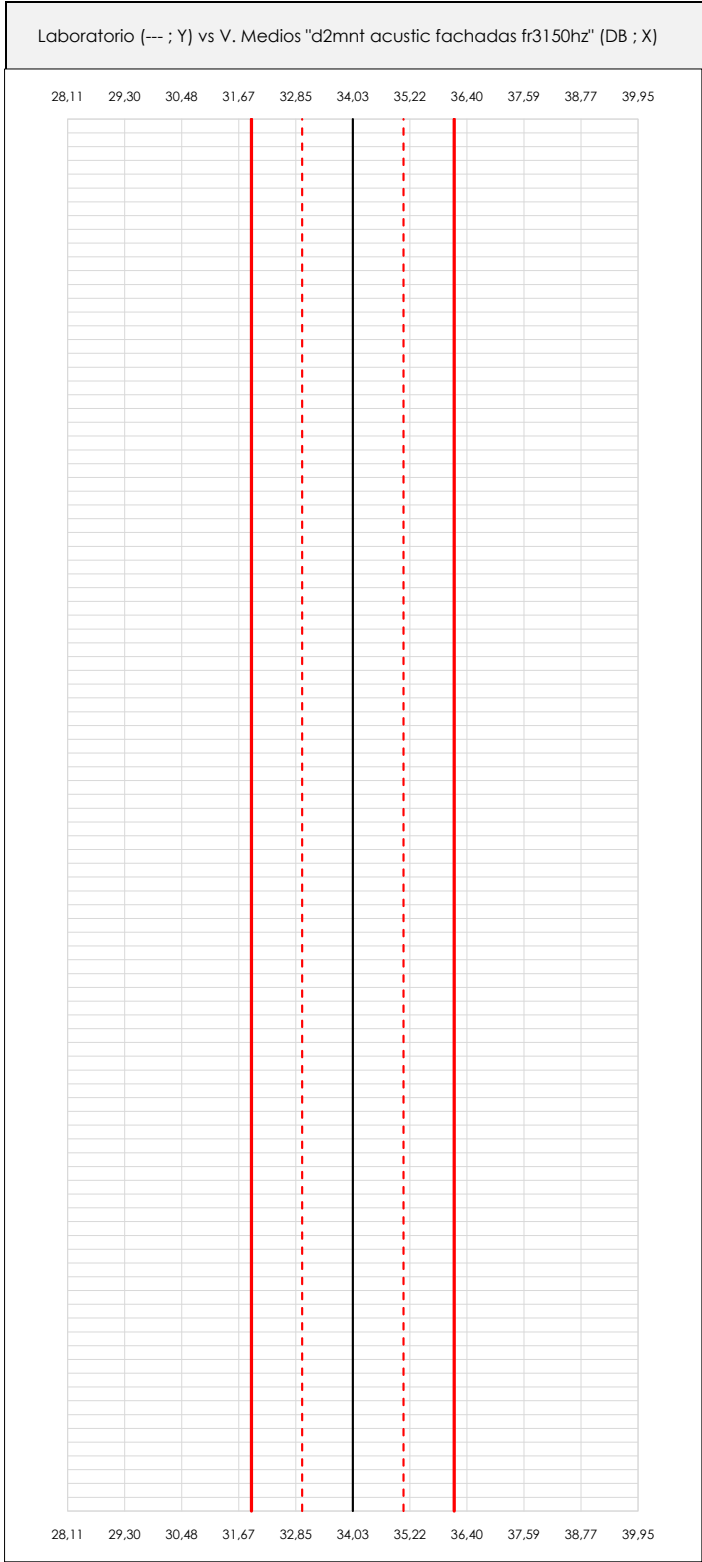
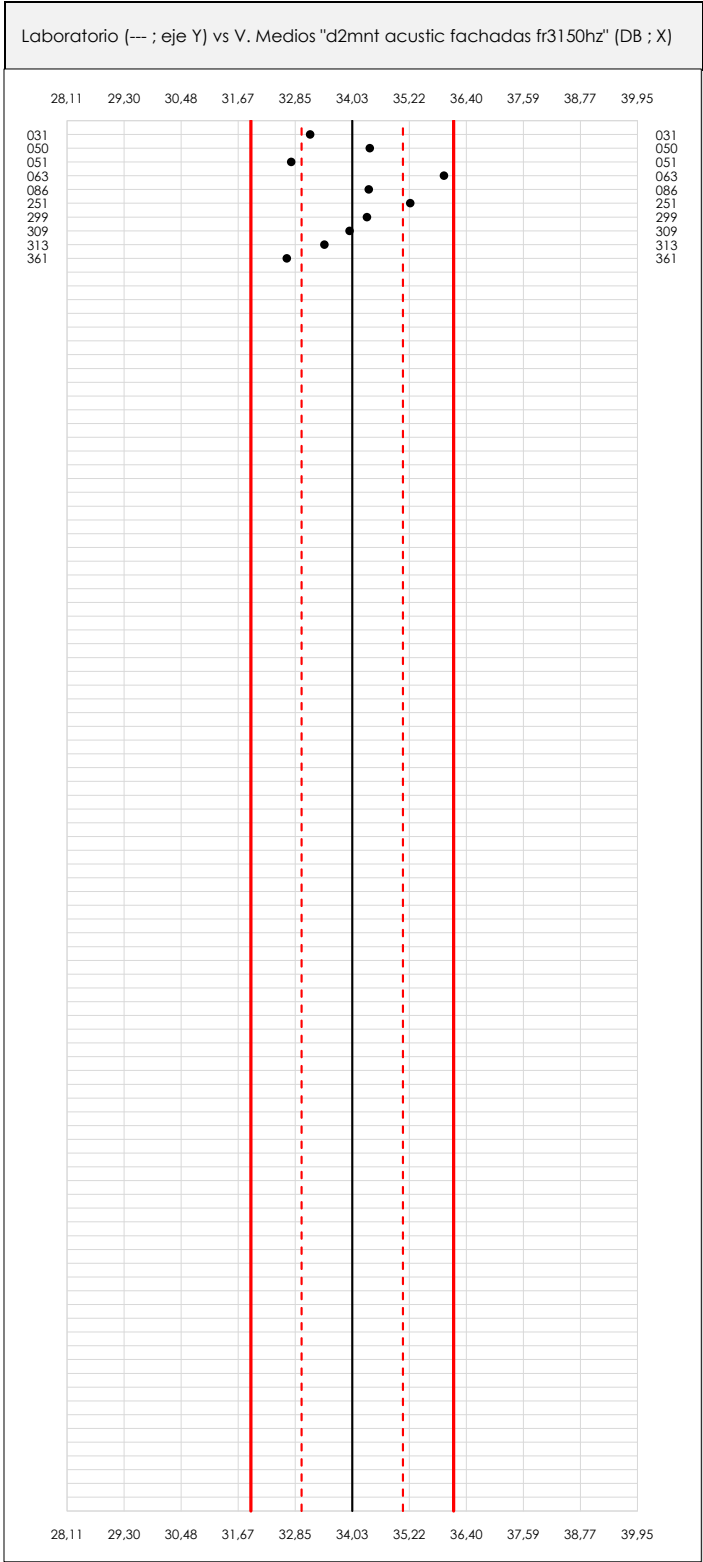
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

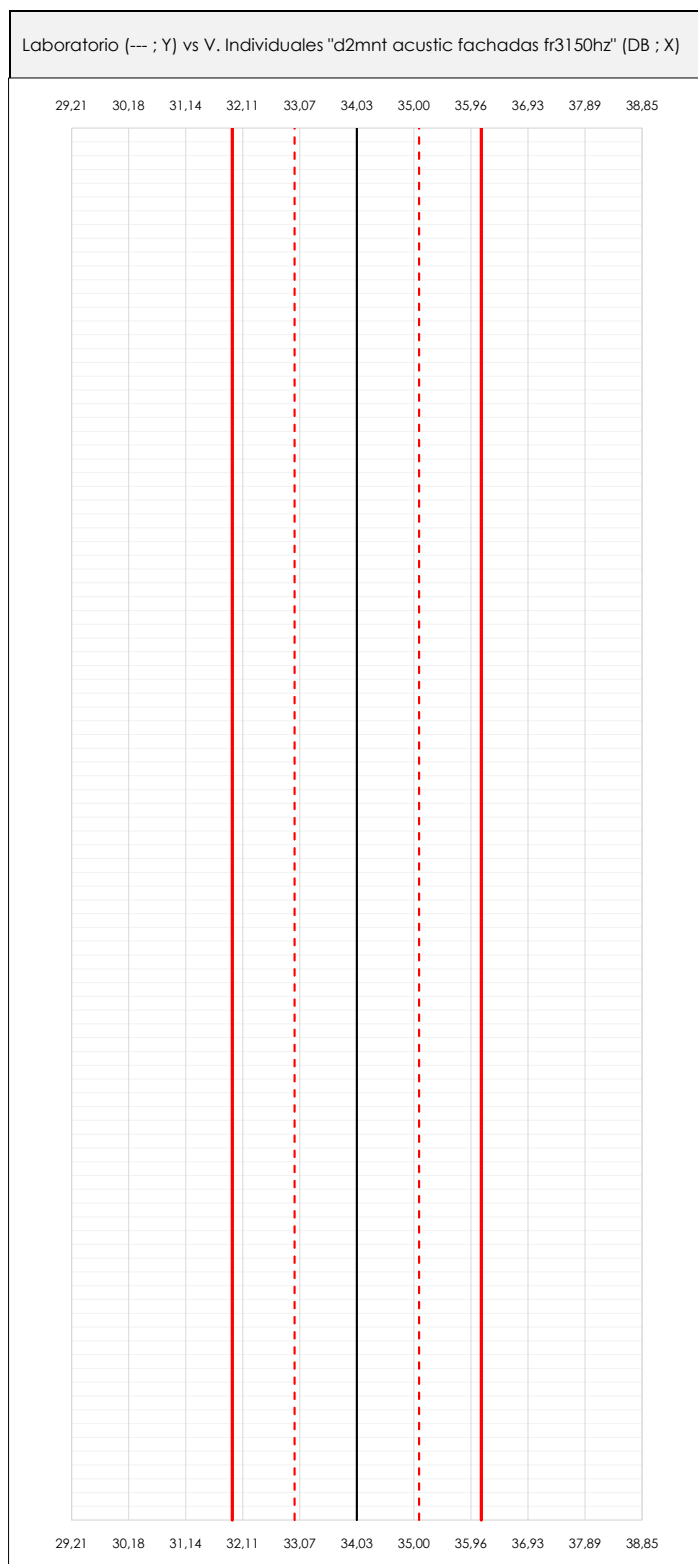
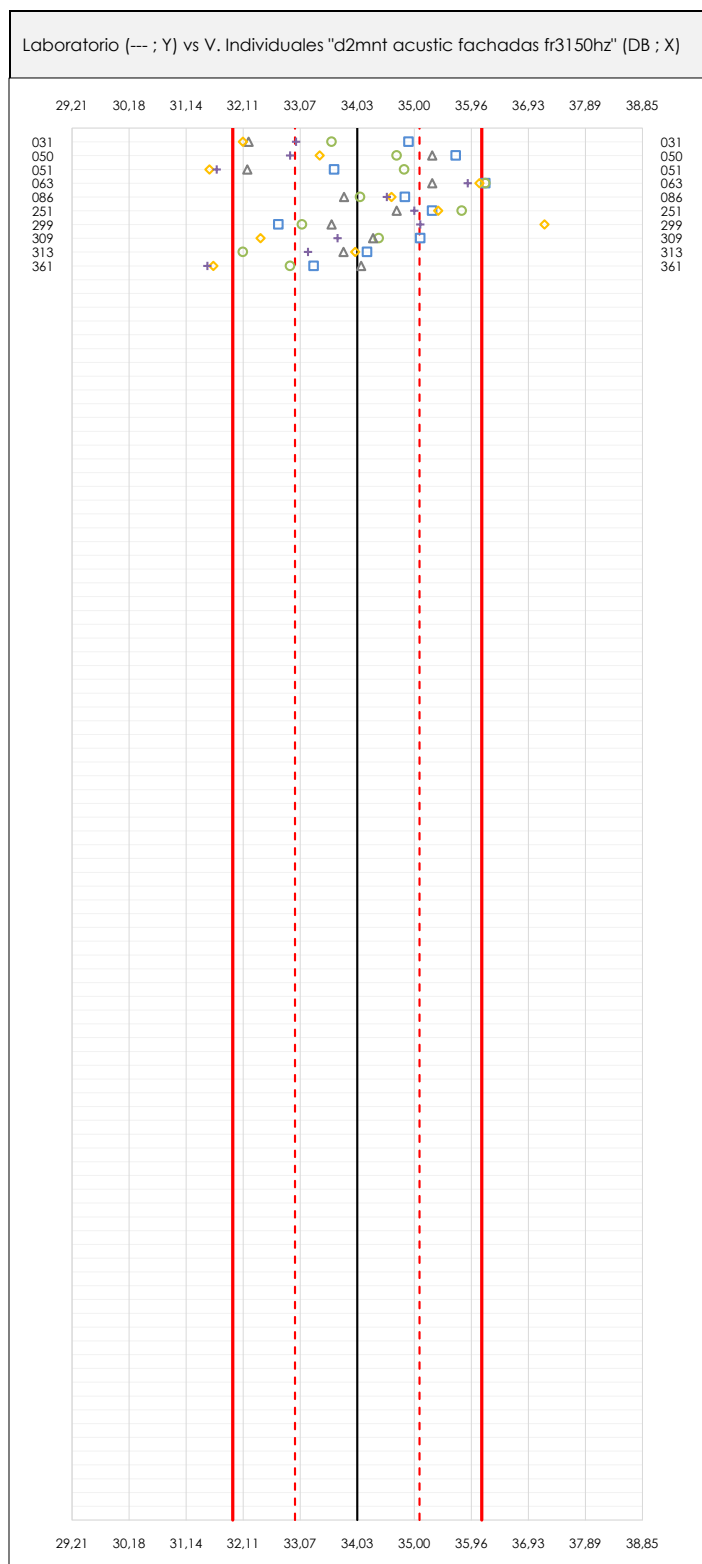
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (34,03 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,09/32,98 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (36,14/31,93 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (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 (34,03 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,09/32,98 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (36,14/31,93 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (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                                            |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|------------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 31  | 34,90    | 33,60    | 32,20    | 32,10    | 33,00    | 33,16                     | 1,150    | -2,57                  | ✓      |                                                          |
| 50  | 35,70    | 34,70    | 35,30    | 33,40    | 32,90    | 34,40                     | 1,208    | 1,07                   | ✓      |                                                          |
| 51  | 33,64    | 34,83    | 32,18    | 31,54    | 31,66    | 32,77                     | 1,423    | -3,72                  | ✓      |                                                          |
| 63  | 36,20    | 36,20    | 35,30    | 36,10    | 35,90    | 35,94                     | 0,378    | 5,60                   | ✓      |                                                          |
| 86  | 34,84    | 34,08    | 33,81    | 34,61    | 34,53    | 34,38                     | 0,419    | 1,00                   | ✓      |                                                          |
| 251 | 35,30    | 35,80    | 34,70    | 35,40    | 35,00    | 35,24                     | 0,416    | 3,54                   | ✓      |                                                          |
| 299 | 32,70    | 33,10    | 33,60    | 37,20    | 35,10    | 34,34                     | 1,839    | 0,90                   | X      | La calibración del equipo no estaba vigente en el ensayo |
| 309 | 35,10    | 34,40    | 34,30    | 32,40    | 33,70    | 33,98                     | 1,013    | -0,16                  | ✓      |                                                          |
| 313 | 34,20    | 32,10    | 33,80    | 34,00    | 33,20    | 33,46                     | 0,847    | -1,69                  | ✓      |                                                          |
| 361 | 33,30    | 32,90    | 34,10    | 31,60    | 31,50    | 32,68                     | 1,119    | -3,98                  | ✓      |                                                          |

#### NOTAS:

<sup>01</sup> " $X_{ij}$ " 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.

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

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

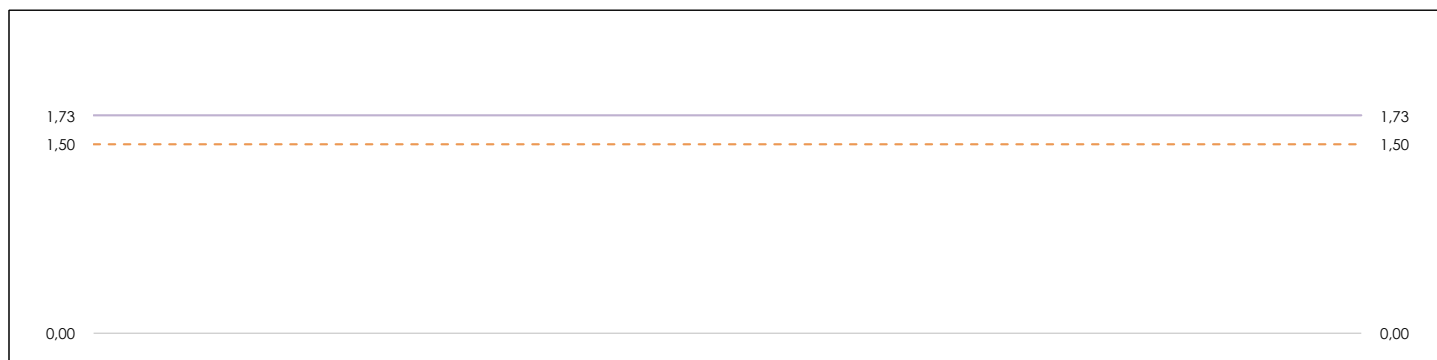
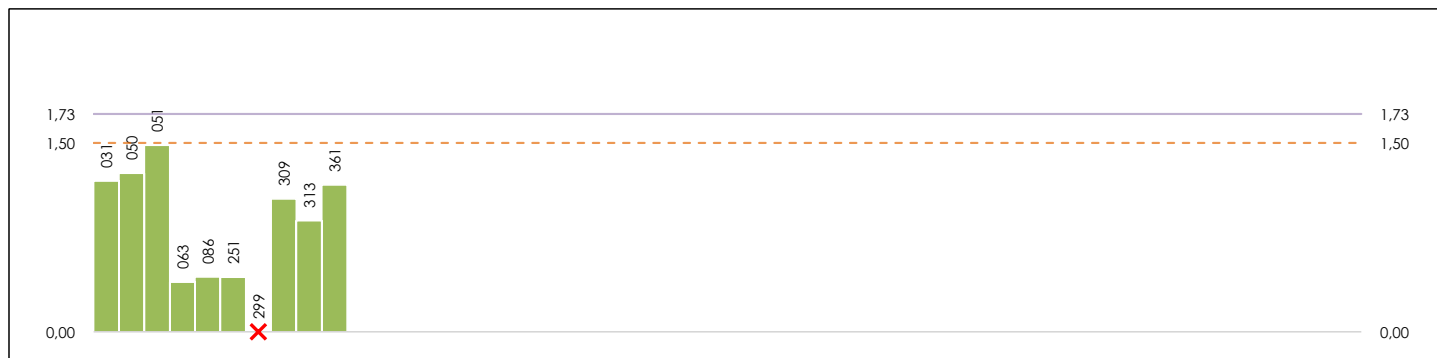
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{arit}$ | S <sub>L i</sub> | D <sub>i</sub> arit % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim</sub> Inf | G <sub>Sim</sub> Sup | G <sub>Dob</sub> Inf | G <sub>Dob</sub> Sup | Pasa B |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 34,90            | 33,600           | 32,200           | 32,100           | 33,000           | 33,160           | 1,150            | -2,47                 | -0,76          | 1,20           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 35,70            | 34,700           | 35,300           | 33,400           | 32,900           | 34,400           | 1,208            | 1,17                  | 0,36           | 1,26           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 51  | 33,64            | 34,827           | 32,178           | 31,538           | 31,659           | 32,769           | 1,423            | -3,62                 | -1,11          | 1,48           |                |                      |                      | 0,5748               |                      | ✓      |
| 63  | 36,20            | 36,200           | 35,300           | 36,100           | 35,900           | 35,940           | 0,378            | 5,70                  | 1,75           | 0,39           |                |                      | 1,747                |                      | 0,3162               | ✓      |
| 86  | 34,84            | 34,084           | 33,810           | 34,614           | 34,533           | 34,376           | 0,419            | 1,11                  | 0,34           | 0,44           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 251 | 35,30            | 35,800           | 34,700           | 35,400           | 35,000           | 35,240           | 0,416            | 3,65                  | 1,12           | 0,43           |                |                      |                      |                      | 0,3162               | ✓      |
| 299 | 32,70            | 33,100           | 33,600           | 37,200           | 35,100           | 34,340           | ---              | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 35,10            | 34,400           | 34,300           | 32,400           | 33,700           | 33,980           | 1,013            | -0,06                 | -0,02          | 1,06           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 313 | 34,20            | 32,100           | 33,800           | 34,000           | 33,200           | 33,460           | 0,847            | -1,59                 | -0,49          | 0,88           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 361 | 33,30            | 32,900           | 34,100           | 31,600           | 31,500           | 32,680           | 1,119            | -3,88                 | -1,19          | 1,17           |                |                      | 1,190                |                      | 0,5748               | ✓      |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

<sup>03</sup> " $\eta_i$  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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

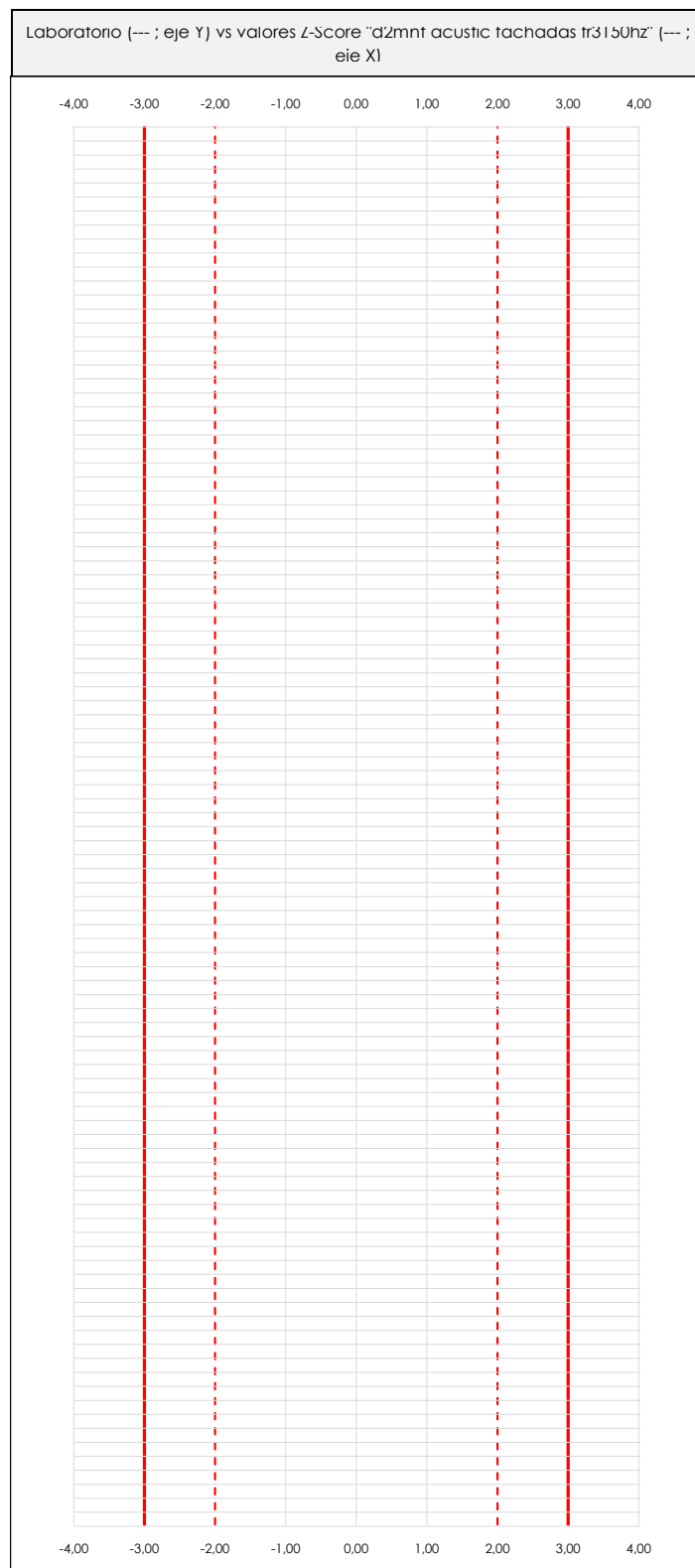
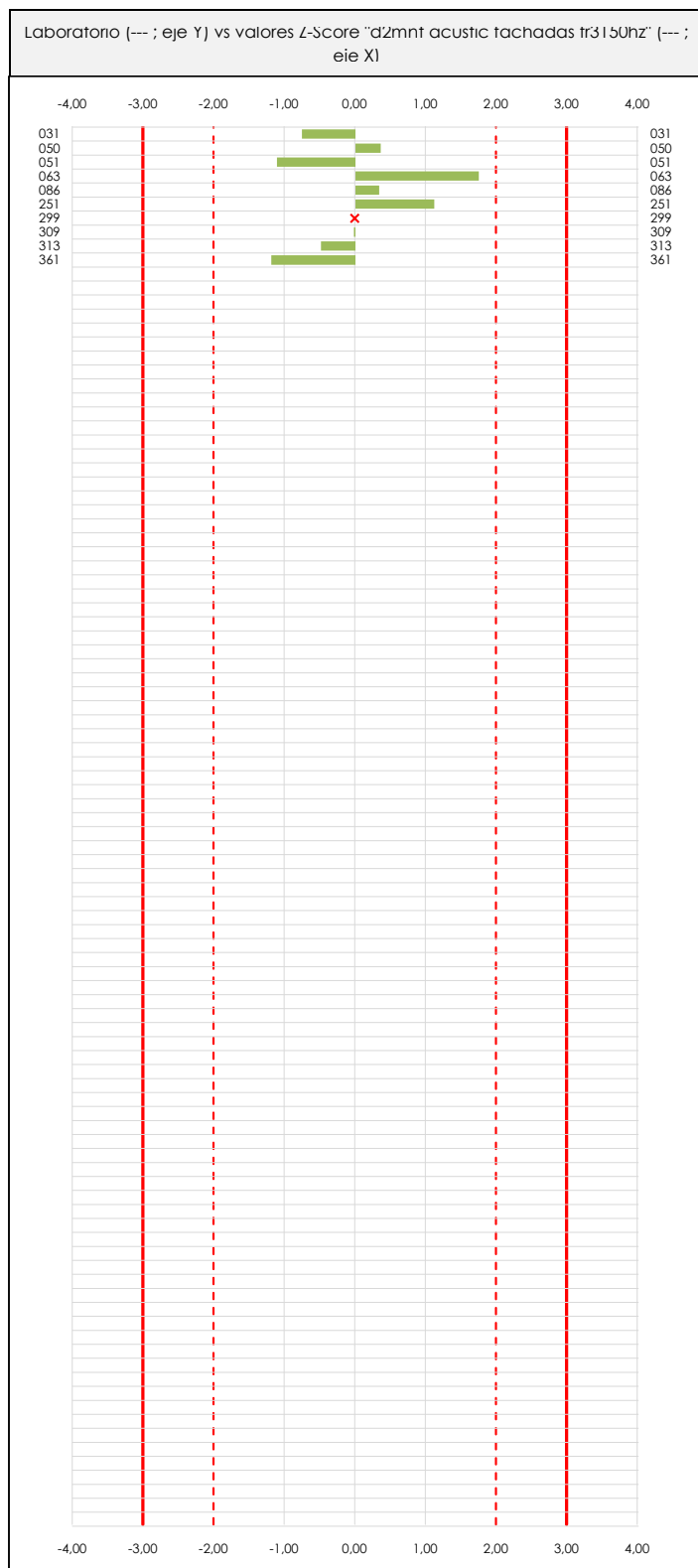
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>i arit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 34,90            | 33,60            | 32,20            | 32,10            | 33,00            | 33,16                     | 1,150           | -2,47                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,757  | S          |
| 50  | 35,70            | 34,70            | 35,30            | 33,40            | 32,90            | 34,40                     | 1,208           | 1,17                  | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,360   | S          |
| 51  | 33,64            | 34,83            | 32,18            | 31,54            | 31,66            | 32,77                     | 1,423           | -3,62                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,109  | S          |
| 63  | 36,20            | 36,20            | 35,30            | 36,10            | 35,90            | 35,94                     | 0,378           | 5,70                  | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,747   | S          |
| 86  | 34,84            | 34,08            | 33,81            | 34,61            | 34,53            | 34,38                     | 0,419           | 1,11                  | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,339   | S          |
| 251 | 35,30            | 35,80            | 34,70            | 35,40            | 35,00            | 35,24                     | 0,416           | 3,65                  | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,116   | S          |
| 299 | 32,70            | 33,10            | 33,60            | 37,20            | 35,10            | 34,34                     | ---             | ---                   | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 35,10            | 34,40            | 34,30            | 32,40            | 33,70            | 33,98                     | 1,013           | -0,06                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,019  | S          |
| 313 | 34,20            | 32,10            | 33,80            | 34,00            | 33,20            | 33,46                     | 0,847           | -1,59                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,487  | S          |
| 361 | 33,30            | 32,90            | 34,10            | 31,60            | 31,50            | 32,68                     | 1,119           | -3,88                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,190  | S          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $x_{ij}$  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.

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

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

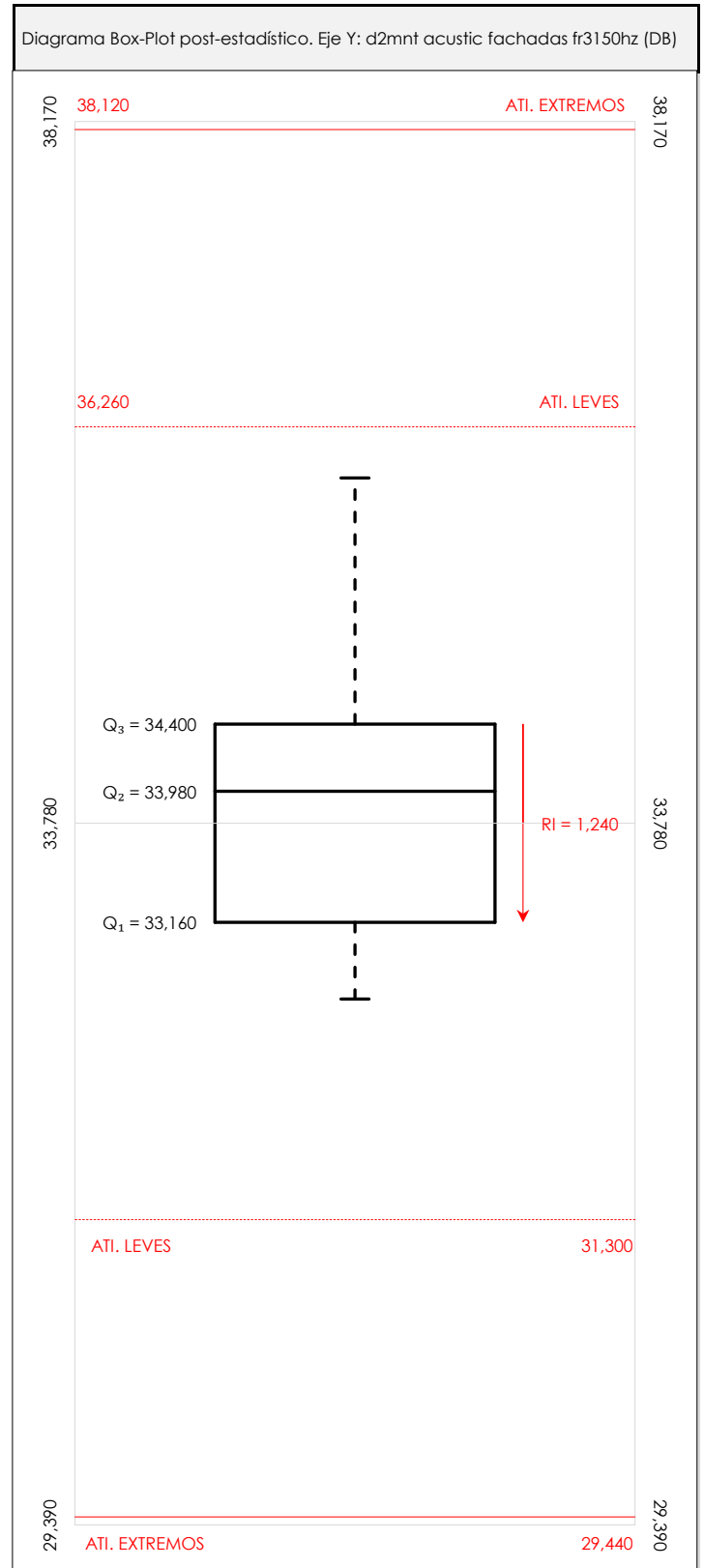
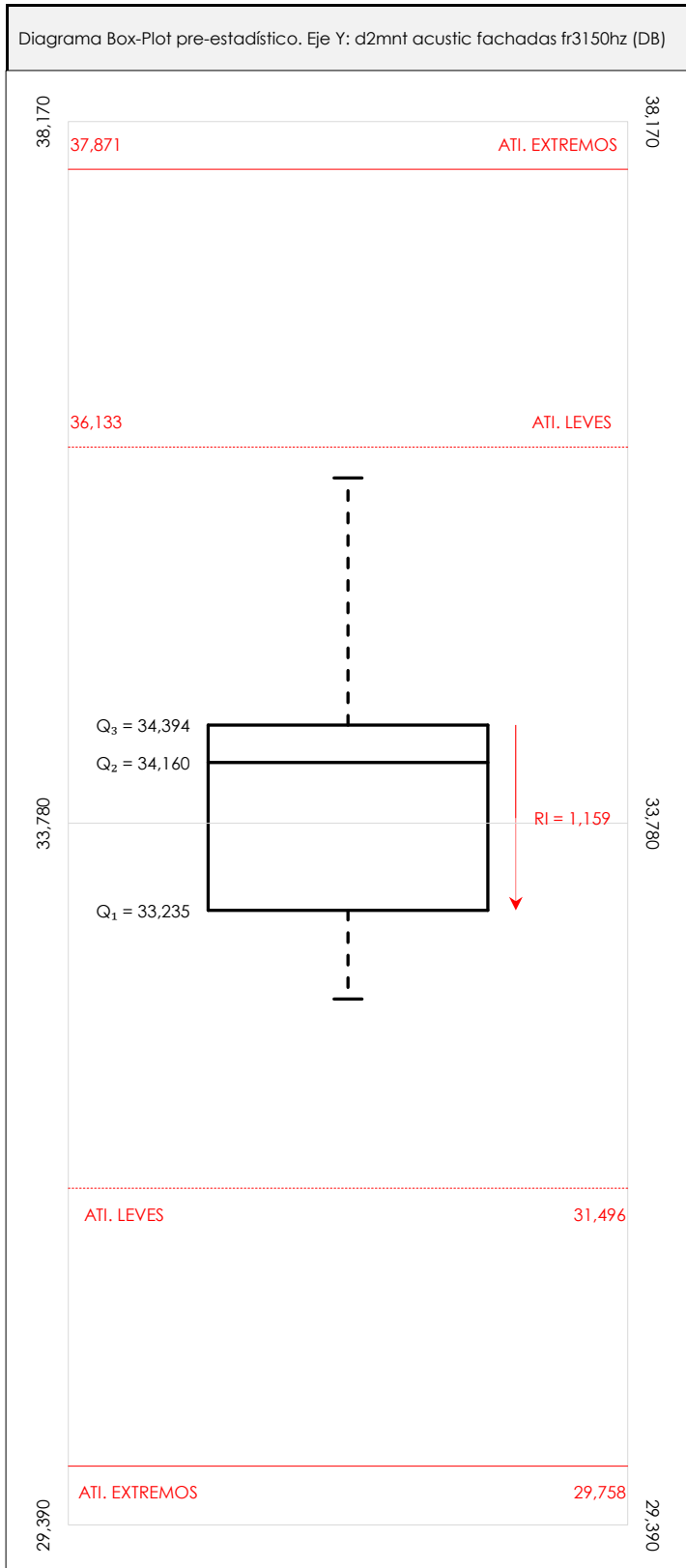
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 36,20           | 36,20    | 35,30    | 37,20    | 35,90    | 35,94                    | 36,20       | 36,20    | 35,30    | 36,10    | 35,90    | 35,94                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 32,70           | 32,10    | 32,18    | 31,54    | 31,50    | 32,68                    | 33,30       | 32,10    | 32,18    | 31,54    | 31,50    | 32,68                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 34,59           | 34,17    | 33,93    | 33,84    | 33,65    | 34,03                    | 34,80       | 34,29    | 33,97    | 33,46    | 33,49    | 34,00                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,11            | 1,29     | 1,09     | 1,97     | 1,47     | 1,05                     | 0,94        | 1,31     | 1,15     | 1,68     | 1,47     | 1,11                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,03            | 0,04     | 0,03     | 0,06     | 0,04     | 0,03                     | 0,03        | 0,04     | 0,03     | 0,05     | 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              | 1,168           | 2,995    | 0,873    | 2,041    | 3,960    |                          | 0,922       | 2,661    | 1,048    | 1,970    | 3,890    |                          |
| 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% | 2,13            | 1,73 | 0,393 | 2,387     | 0,0851    | 2,13        | 1,73 | 0,425 | 2,387     | 0,0851    |
| Nivel de Significación 5% | 1,78            | 1,50 | 0,331 | 2,215     | 0,1492    | 1,78        | 1,50 | 0,358 | 2,215     | 0,1492    |

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

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr4000hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

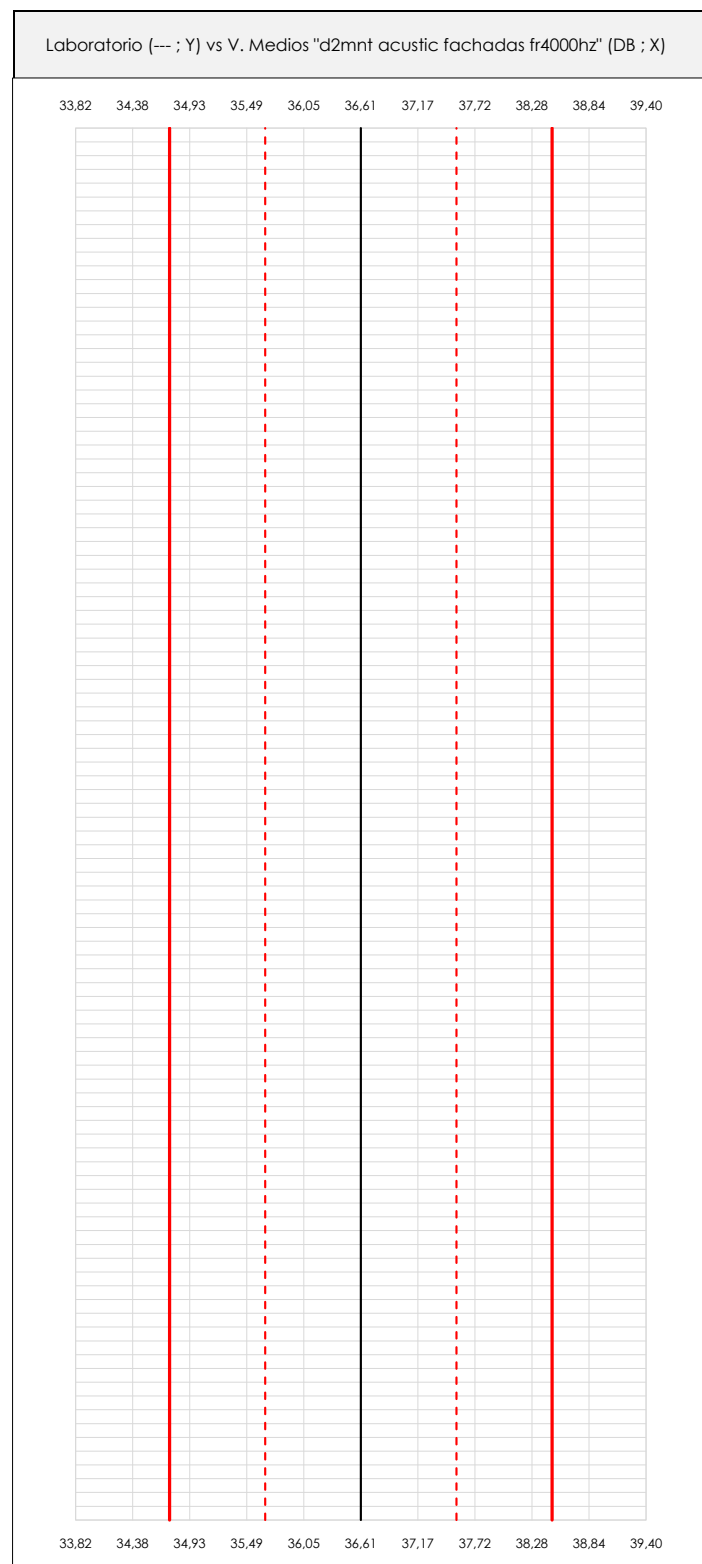
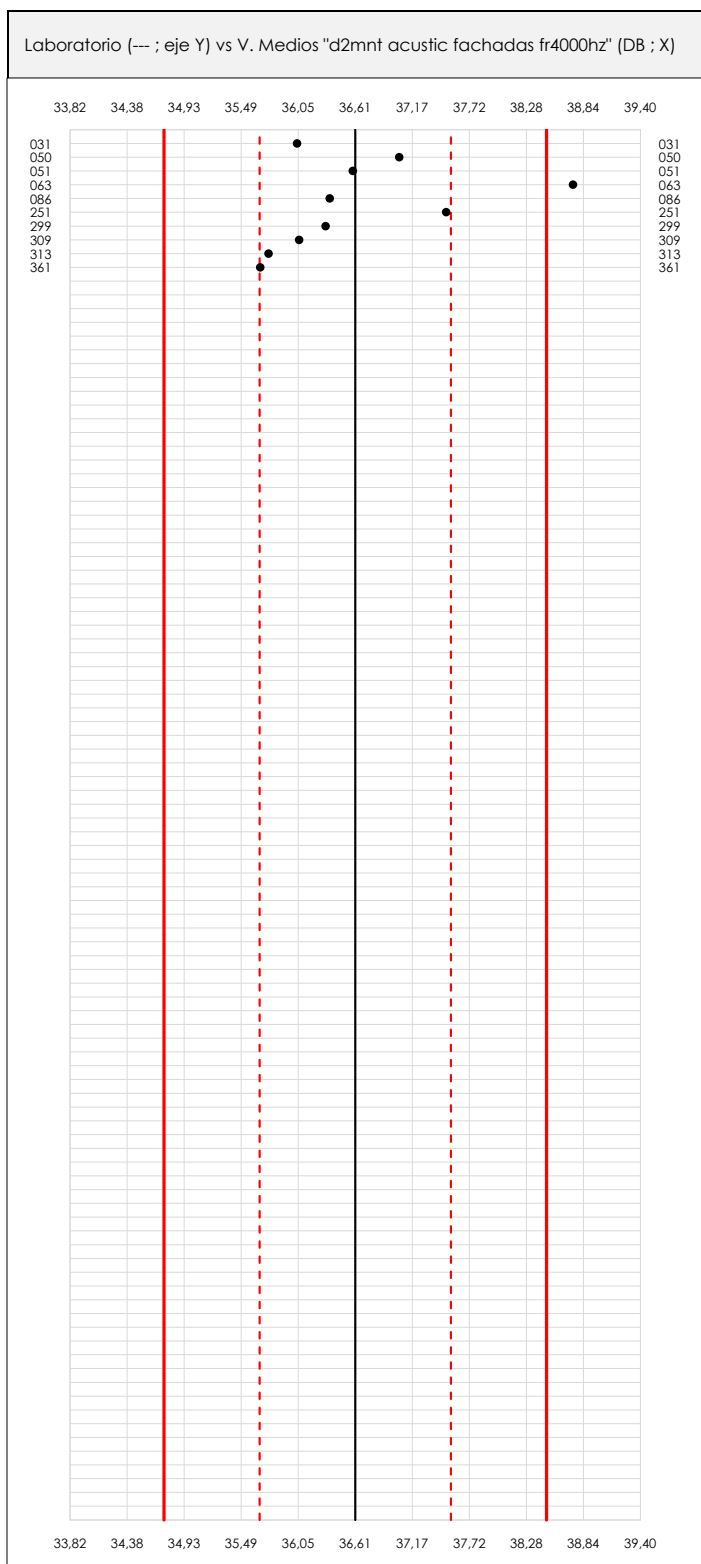
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

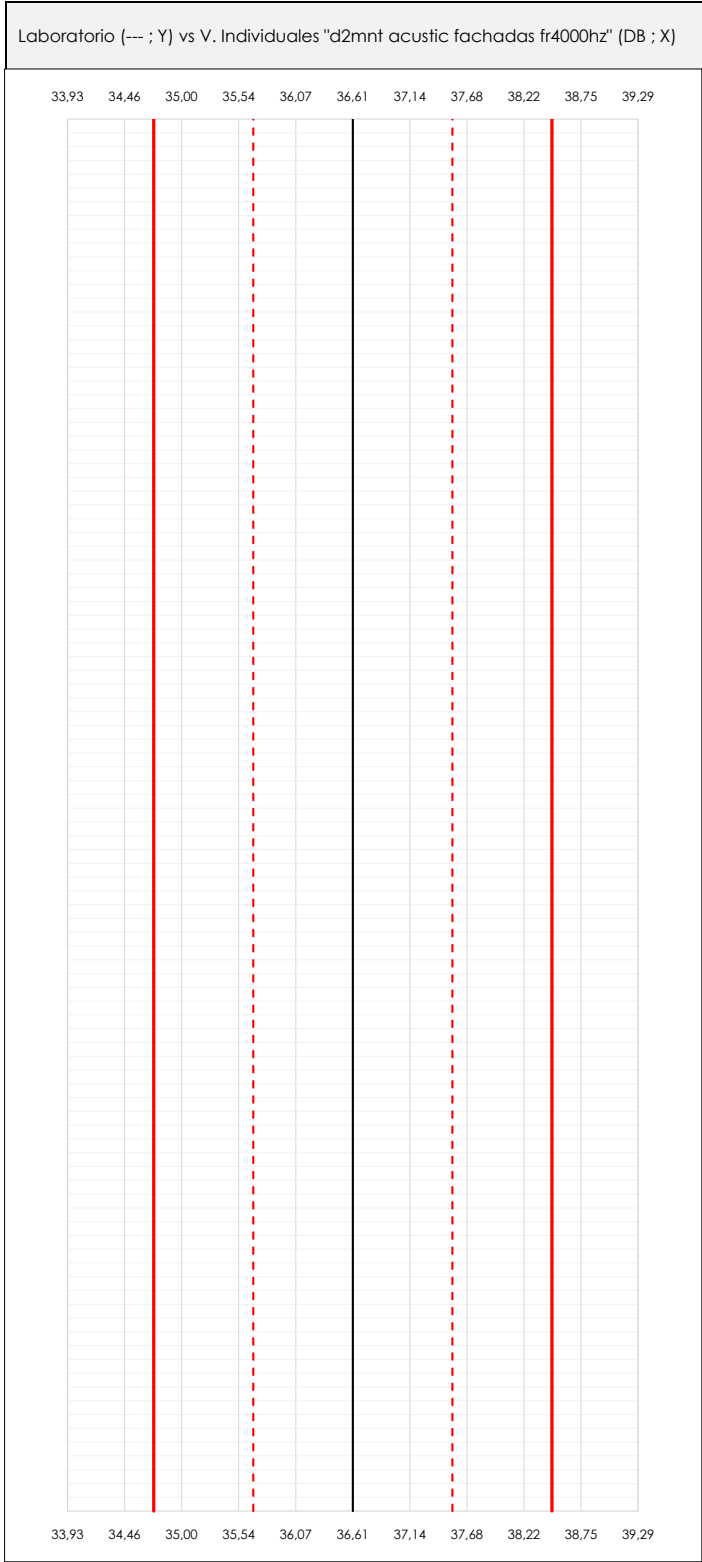
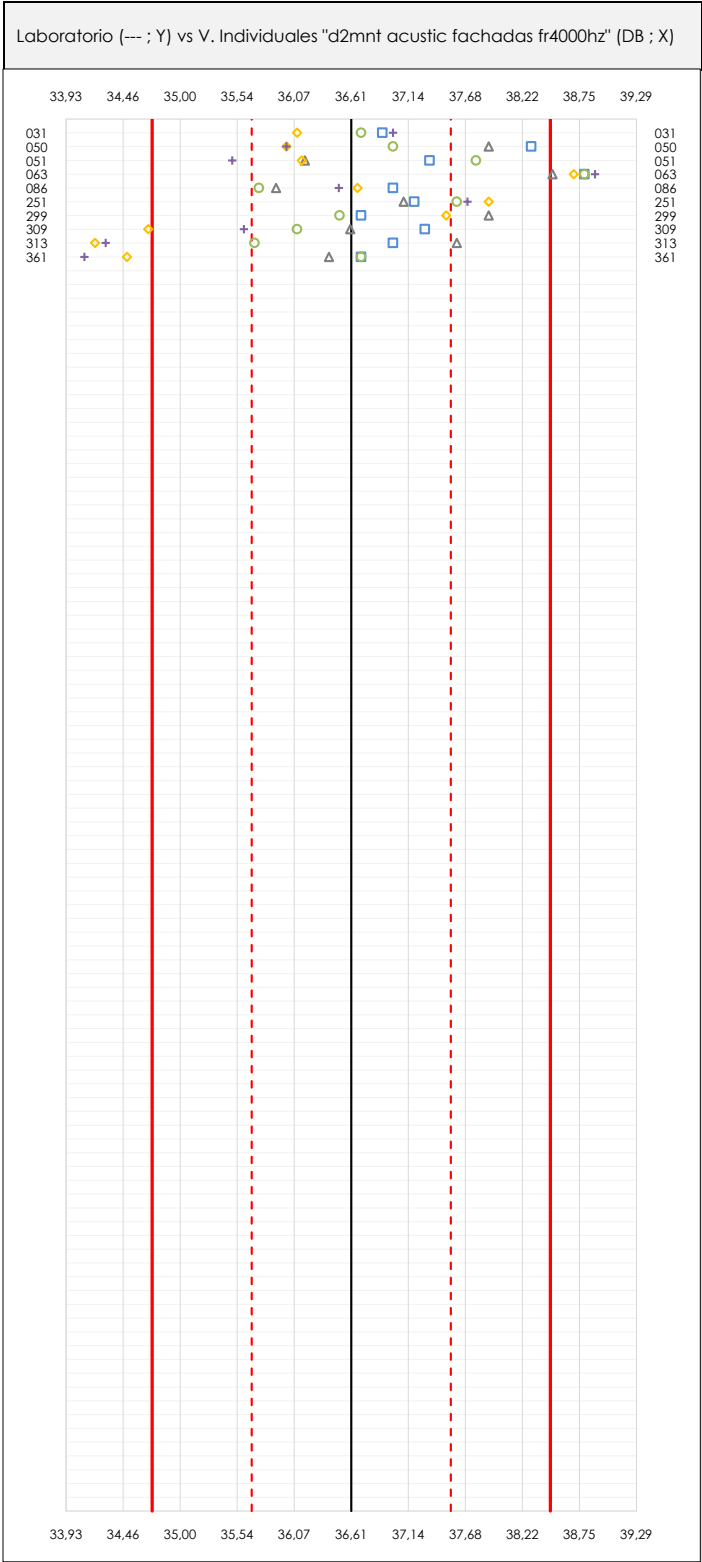
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (36,61 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,54/35,67 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,48/34,74 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

#### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



#### ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (36,61 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,54/35,67 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,48/34,74 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>i arit</sub> % | Pasa A | Observaciones                                            |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 31  | 36,90            | 36,70            | 33,50            | 36,10            | 37,00            | 36,04                     | 1,462           | -1,55                 | ✓      |                                                          |
| 50  | 38,30            | 37,00            | 37,90            | 36,00            | 36,00            | 37,04                     | 1,060           | 1,18                  | ✓      |                                                          |
| 51  | 37,34            | 37,78            | 36,17            | 36,14            | 35,49            | 36,59                     | 0,945           | -0,06                 | ✓      |                                                          |
| 63  | 38,80            | 38,80            | 38,50            | 38,70            | 38,90            | 38,74                     | 0,152           | 5,82                  | ✓      |                                                          |
| 86  | 37,00            | 35,74            | 35,90            | 36,67            | 36,49            | 36,36                     | 0,528           | -0,68                 | ✓      |                                                          |
| 251 | 37,20            | 37,60            | 37,10            | 37,90            | 37,70            | 37,50                     | 0,339           | 2,43                  | ✓      |                                                          |
| 299 | 36,70            | 36,50            | 37,90            | 37,50            | 33,00            | 36,32                     | 1,942           | -0,79                 | ✗      | La calibración del equipo no estaba vigente en el ensayo |
| 309 | 37,30            | 36,10            | 36,60            | 34,70            | 35,60            | 36,06                     | 0,986           | -1,50                 | ✓      |                                                          |
| 313 | 37,00            | 35,70            | 37,60            | 34,20            | 34,30            | 35,76                     | 1,540           | -2,32                 | ✓      |                                                          |
| 361 | 36,70            | 36,70            | 36,40            | 34,50            | 34,10            | 35,68                     | 1,274           | -2,54                 | ✓      |                                                          |

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arif</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EIA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{arit}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>i arit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim Inf</sub> | G <sub>Sim Sup</sub> | G <sub>Dob Inf</sub> | G <sub>Dob Sup</sub> | Pasa B |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 36,90            | 36,700           | 33,500           | 36,100           | 37,000           | 36,040           | 1,462           | -1,64                 | -0,61          | 1,42           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 38,30            | 37,000           | 37,900           | 36,000           | 36,000           | 37,040           | 1,060           | 1,09                  | 0,40           | 1,03           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 51  | 37,34            | 37,782           | 36,173           | 36,143           | 35,490           | 36,586           | 0,945           | -0,15                 | -0,06          | 0,92           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 63  | 38,80            | 38,800           | 38,500           | 38,700           | 38,900           | 38,740           | 0,152           | 5,73                  | 2,13*          | 0,15           | 0,249          |                      | 2,128                |                      | 0,1782               | ✓      |
| 86  | 37,00            | 35,740           | 35,902           | 36,666           | 36,492           | 36,360           | 0,528           | -0,77                 | -0,28          | 0,51           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 251 | 37,20            | 37,600           | 37,100           | 37,900           | 37,700           | 37,500           | 0,339           | 2,35                  | 0,87           | 0,33           |                |                      |                      |                      | 0,1782               | ✓      |
| 299 | 36,70            | 36,500           | 37,900           | 37,500           | 33,000           | 36,320           | ---             | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 37,30            | 36,100           | 36,600           | 34,700           | 35,600           | 36,060           | 0,986           | -1,58                 | -0,59          | 0,96           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 313 | 37,00            | 35,700           | 37,600           | 34,200           | 34,300           | 35,760           | 1,540           | -2,40                 | -0,89          | 1,50           |                |                      |                      | 0,7195               |                      | ✓      |
| 361 | 36,70            | 36,700           | 36,400           | 34,500           | 34,100           | 35,680           | 1,274           | -2,62                 | -0,97          | 1,24           |                | 0,974                |                      | 0,7195               |                      | ✓      |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

<sup>03</sup> " $\eta_i$  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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

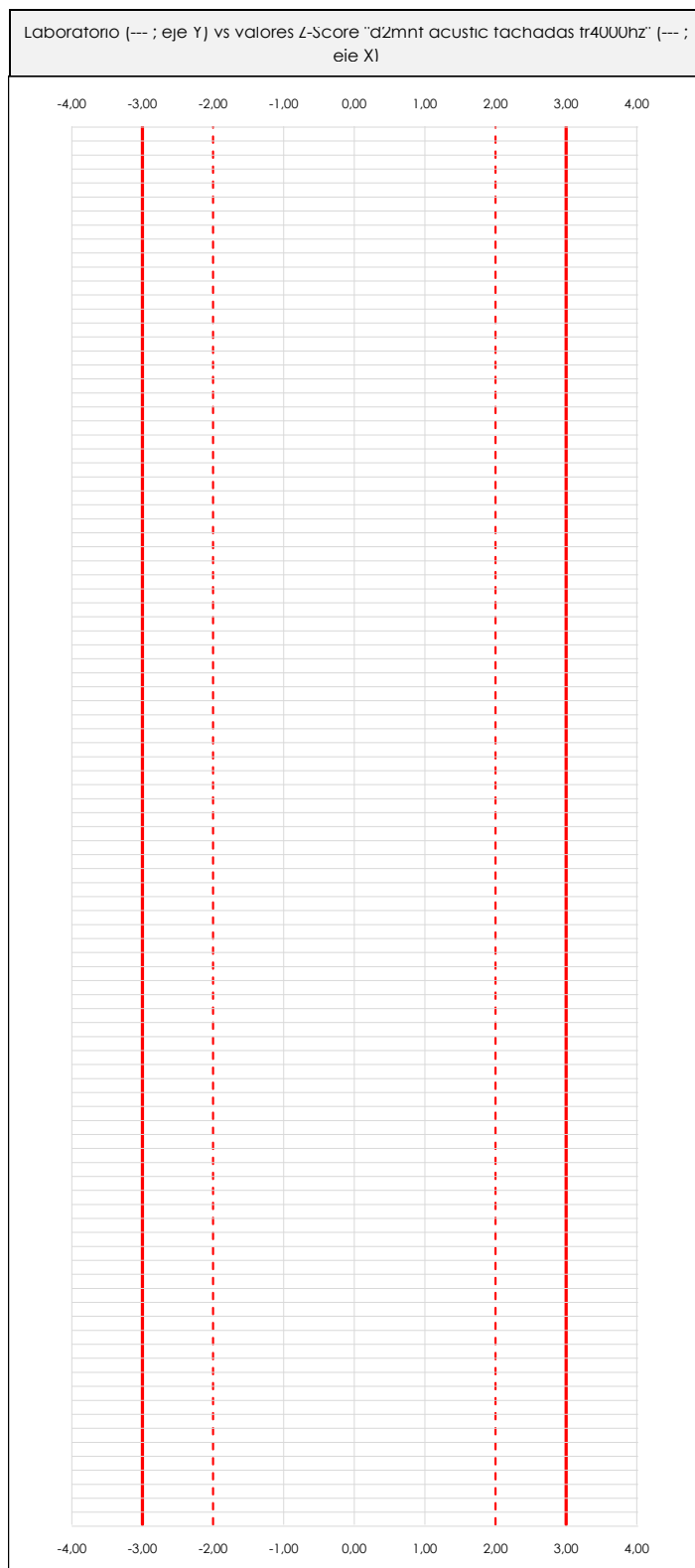
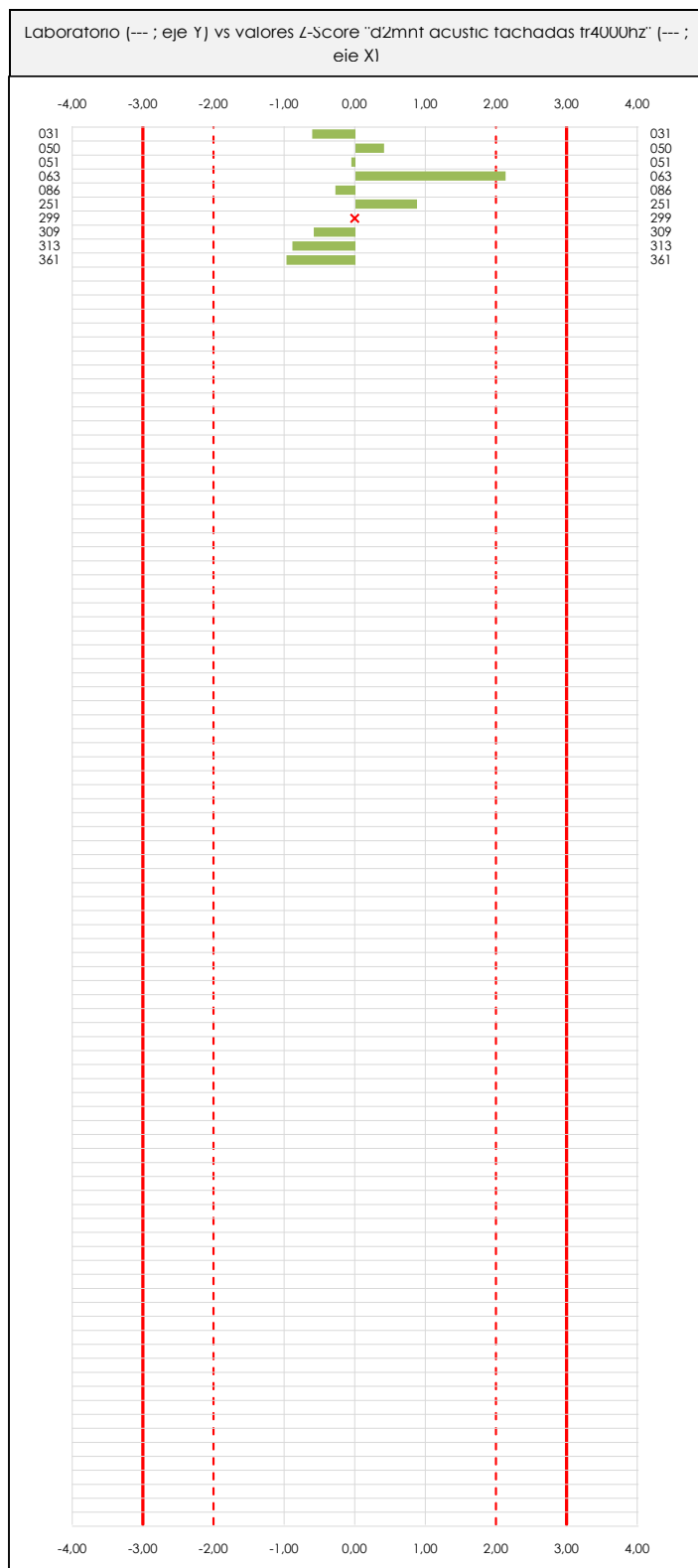
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 36,90            | 36,70            | 33,50            | 36,10            | 37,00            | 36,04                     | 1,462           | -1,64                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,609  | S          |
| 50  | 38,30            | 37,00            | 37,90            | 36,00            | 36,00            | 37,04                     | 1,060           | 1,09                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,405   | S          |
| 51  | 37,34            | 37,78            | 36,17            | 36,14            | 35,49            | 36,59                     | 0,945           | -0,15                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,055  | S          |
| 63  | 38,80            | 38,80            | 38,50            | 38,70            | 38,90            | 38,74                     | 0,152           | 5,73                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 2,128   | D          |
| 86  | 37,00            | 35,74            | 35,90            | 36,67            | 36,49            | 36,36                     | 0,528           | -0,77                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,284  | S          |
| 251 | 37,20            | 37,60            | 37,10            | 37,90            | 37,70            | 37,50                     | 0,339           | 2,35                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,871   | S          |
| 299 | 36,70            | 36,50            | 37,90            | 37,50            | 33,00            | 36,32                     | ---             | ---                  | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 37,30            | 36,10            | 36,60            | 34,70            | 35,60            | 36,06                     | 0,986           | -1,58                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,589  | S          |
| 313 | 37,00            | 35,70            | 37,60            | 34,20            | 34,30            | 35,76                     | 1,540           | -2,40                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,893  | S          |
| 361 | 36,70            | 36,70            | 36,40            | 34,50            | 34,10            | 35,68                     | 1,274           | -2,62                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,974  | S          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $x_{ij}$  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.

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

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

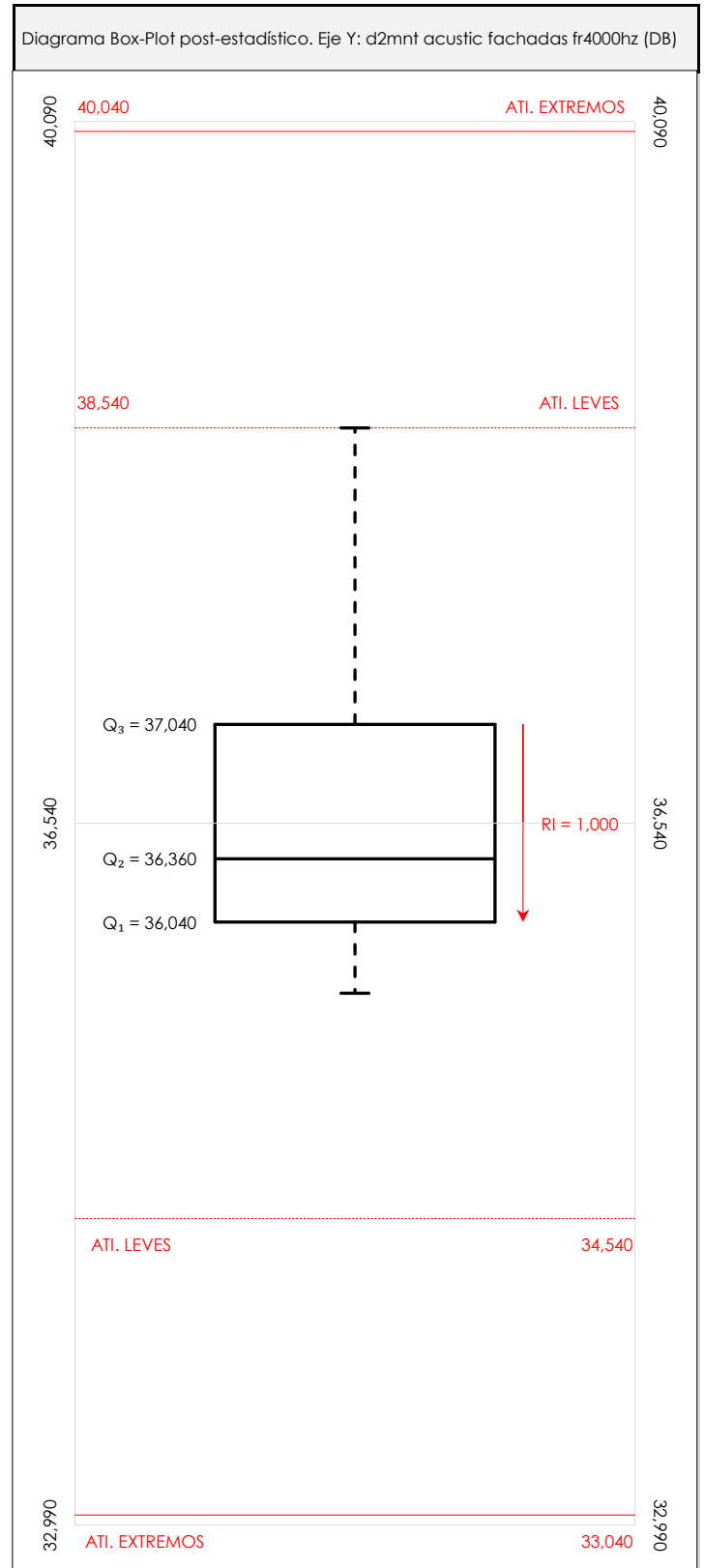
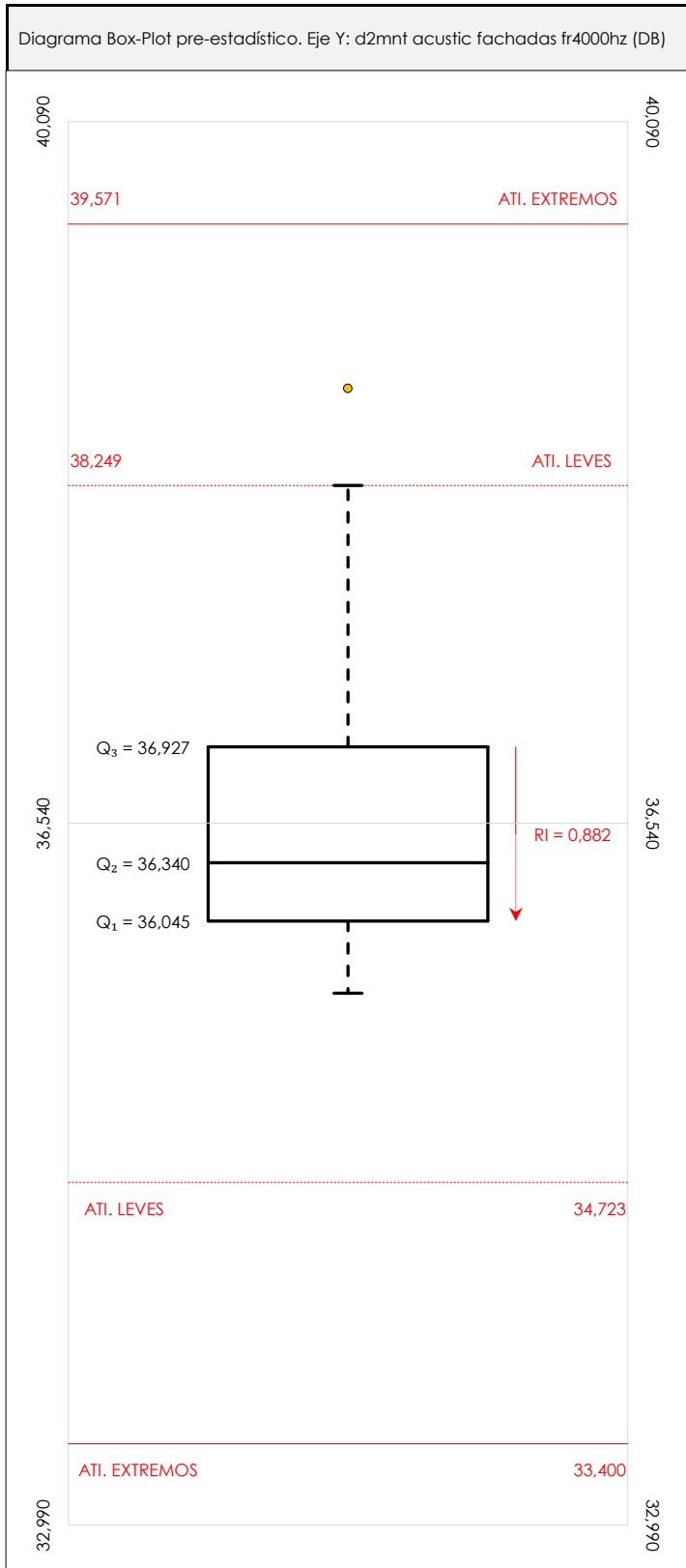
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 38,80           | 38,80    | 38,50    | 38,70    | 38,90    | 38,74                    | 38,80       | 38,80    | 38,50    | 38,70    | 38,90    | 38,74                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 36,70           | 35,70    | 33,50    | 34,20    | 33,00    | 35,68                    | 36,70       | 35,70    | 33,50    | 34,20    | 34,10    | 35,68                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 37,32           | 36,86    | 36,76    | 36,24    | 35,86    | 36,61                    | 37,39       | 36,90    | 36,63    | 36,10    | 36,18    | 36,64                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 0,69            | 0,97     | 1,43     | 1,50     | 1,77     | 0,94                     | 0,70        | 1,02     | 1,45     | 1,52     | 1,55     | 0,99                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,02            | 0,03     | 0,04     | 0,04     | 0,05     | 0,03                     | 0,02        | 0,03     | 0,04     | 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              | 1,331           | 3,198    | 0,609    | 1,940    | 3,861    |                          | 1,060       | 2,854    | 0,761    | 1,821    | 3,740    |                          |
| 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% | 2,13            | 1,73 | 0,393 | 2,387     | 0,0851    | 2,13        | 1,73 | 0,425 | 2,387     | 0,0851    |
| Nivel de Significación 5% | 1,78            | 1,50 | 0,331 | 2,215     | 0,1492    | 1,78        | 1,50 | 0,358 | 2,215     | 0,1492    |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr5000hz", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

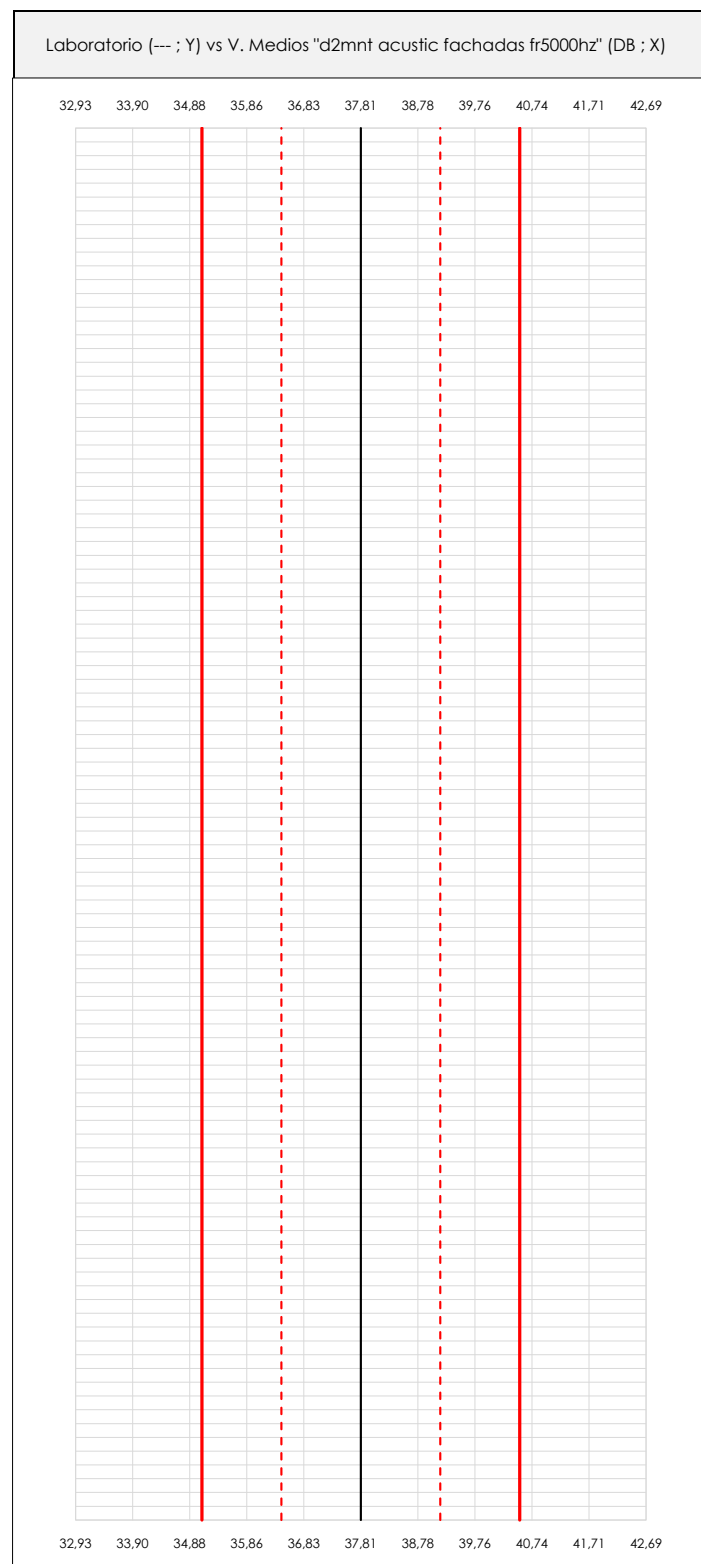
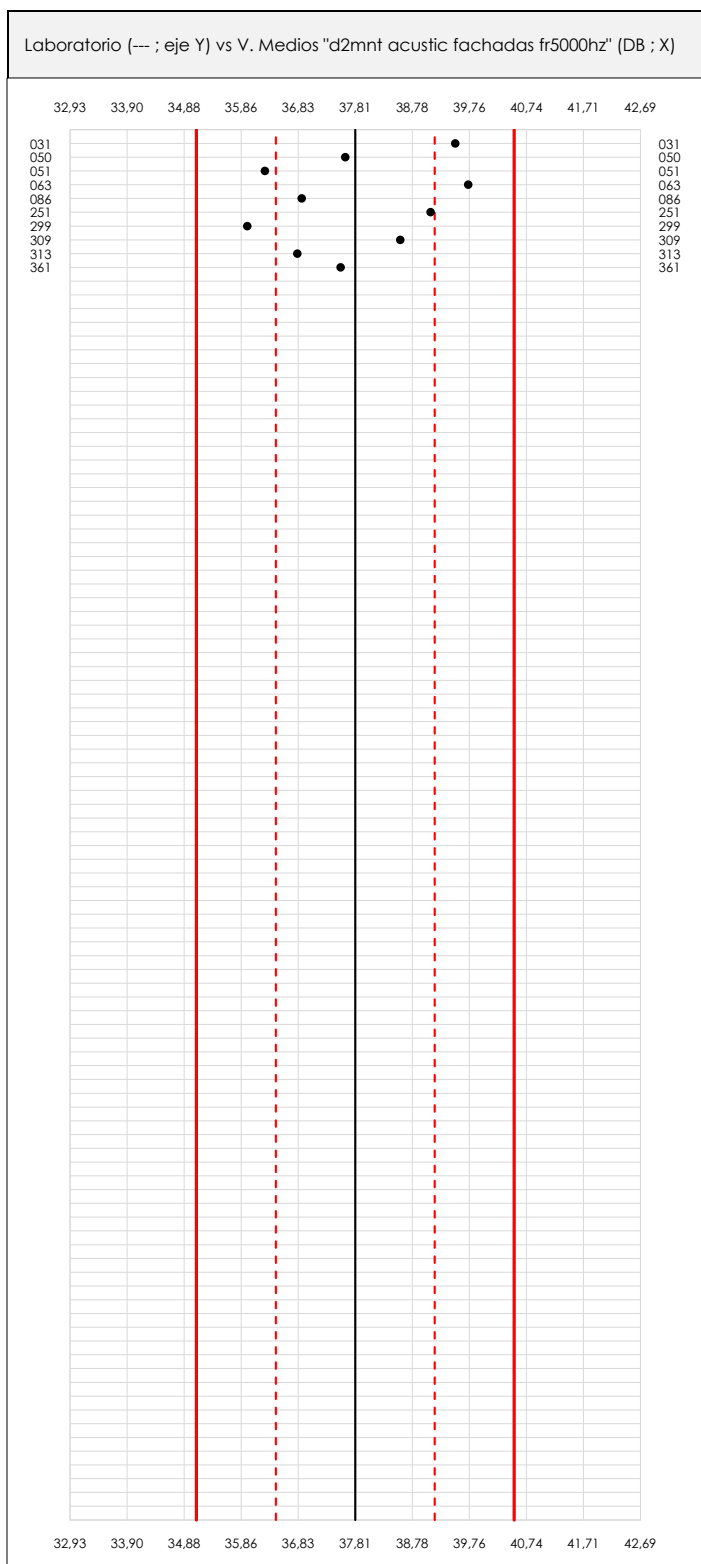
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

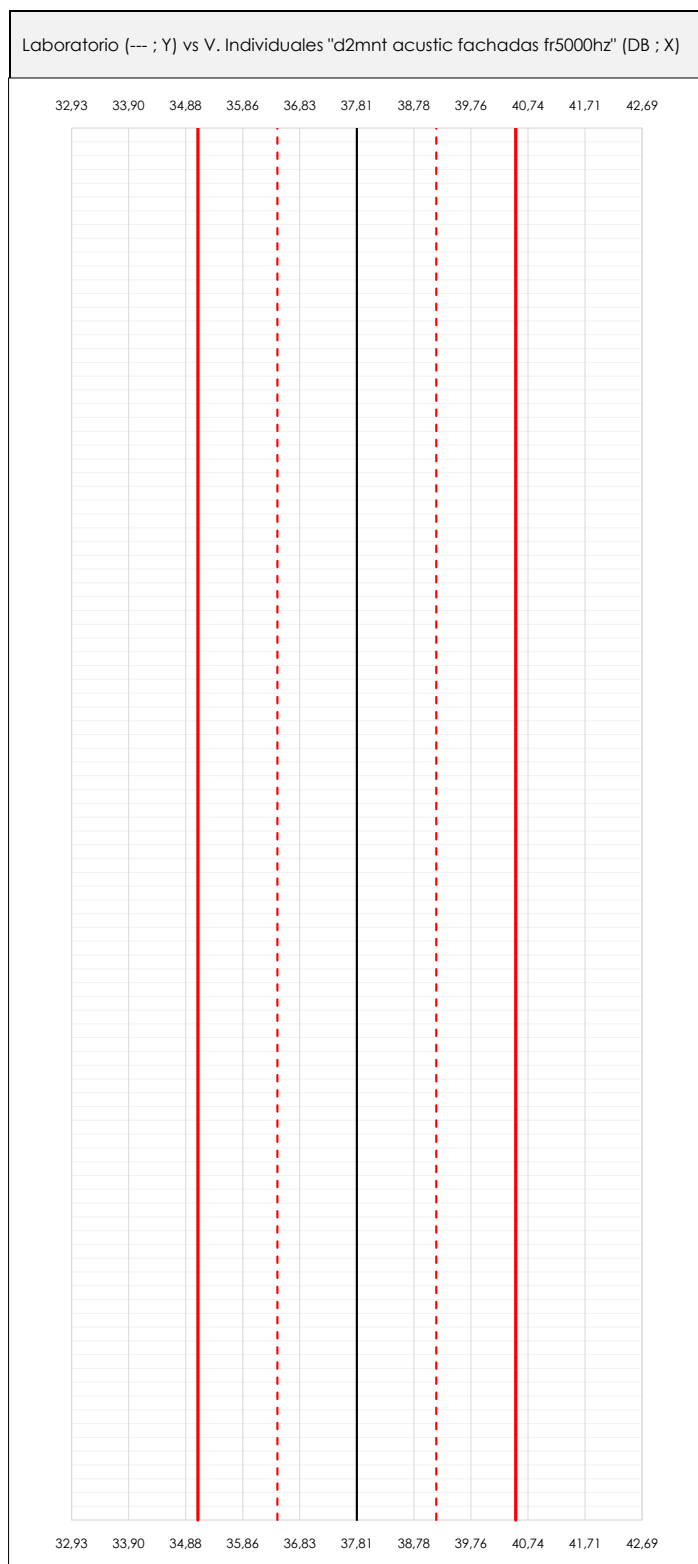
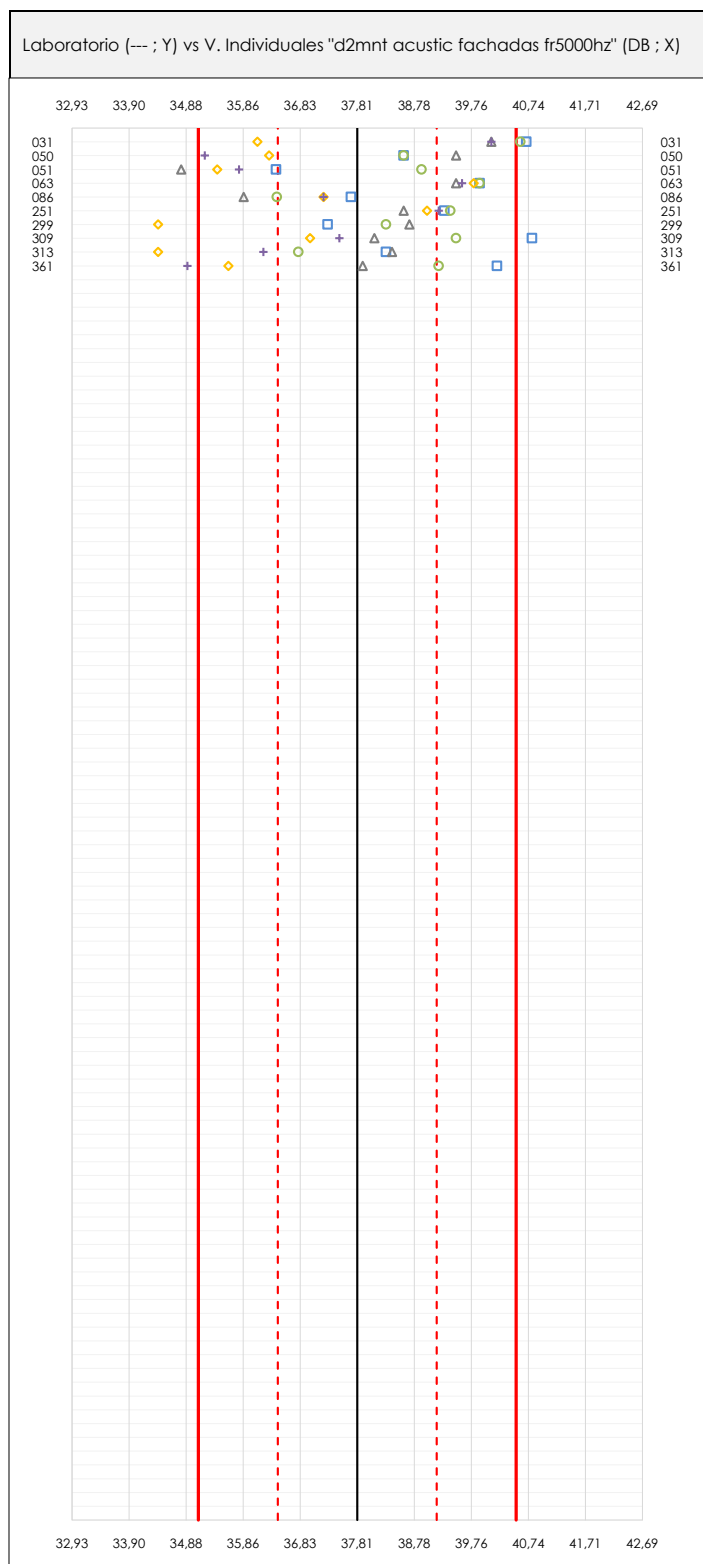
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (37,81 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,17/36,45 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (40,53/35,09 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (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 (37,81 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,17/36,45 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (40,53/35,09 ; 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 ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i,j</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arif %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

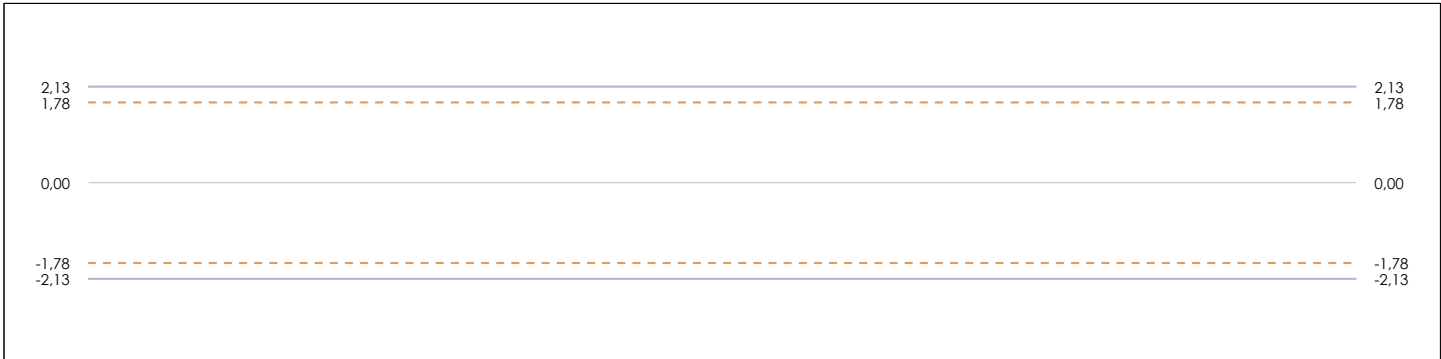
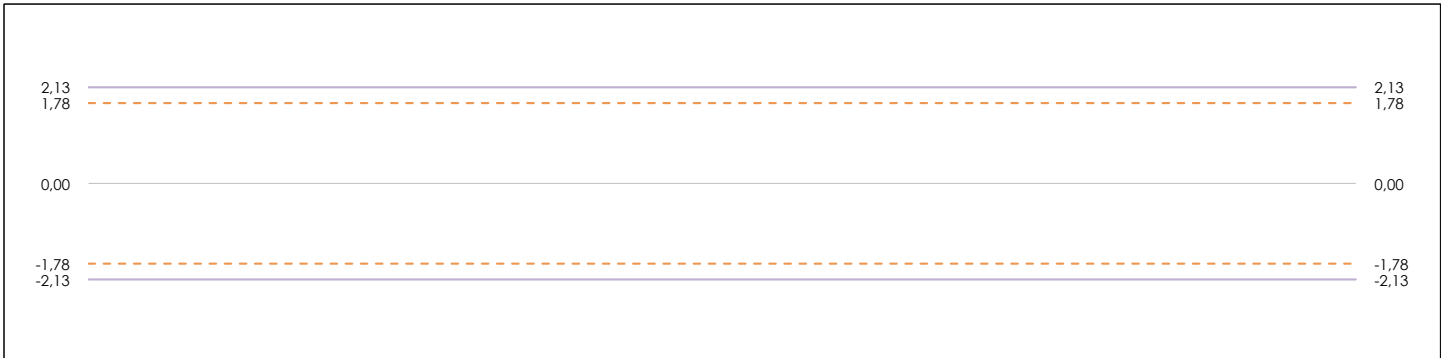
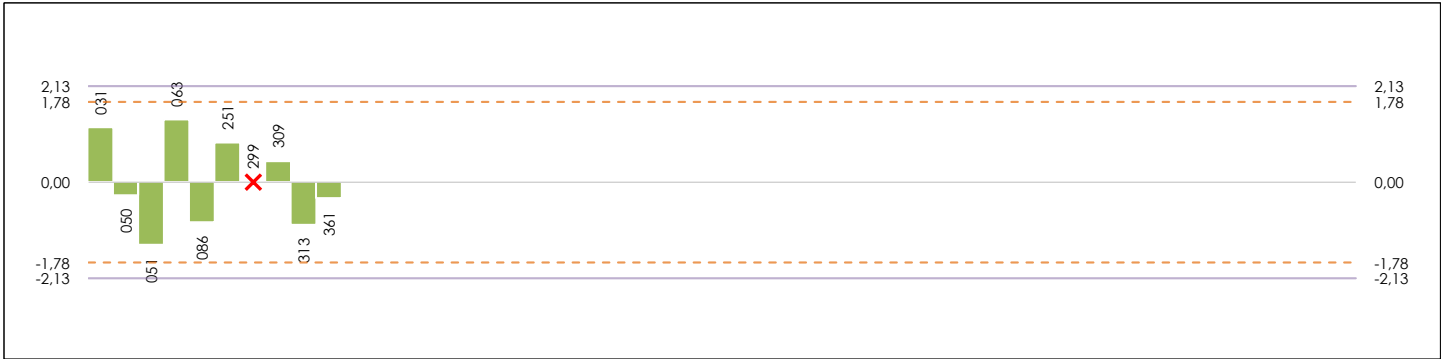
[máximo]

[mínimo]

# D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim Inf</sub> | G <sub>Sim Sup</sub> | G <sub>Dob Inf</sub> | G <sub>Dob Sup</sub> | Pasa B |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 40,70            | 40,600           | 40,100           | 36,100           | 40,100           | 39,520                    | 1,932           | 3,96                 | 1,19           | 1,28           |                |                      |                      |                      | 0,4744               | ✓      |
| 50  | 38,60            | 38,600           | 39,500           | 36,300           | 35,200           | 37,640                    | 1,806           | -0,98                | -0,29          | 1,20           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 51  | 36,42            | 38,907           | 34,795           | 35,411           | 35,786           | 36,264                    | 1,591           | -4,60                | -1,38          | 1,05           |                | 1,381                |                      | 0,5546               |                      | ✓      |
| 63  | 39,90            | 39,900           | 39,500           | 39,800           | 39,600           | 39,740                    | 0,182           | 4,54                 | 1,36           | 0,12           |                |                      | 1,363                |                      | 0,4744               | ✓      |
| 86  | 37,70            | 36,433           | 35,862           | 37,233           | 37,233           | 36,893                    | 0,735           | -2,95                | -0,88          | 0,49           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 251 | 39,30            | 39,400           | 38,600           | 39,000           | 39,200           | 39,100                    | 0,316           | 2,86                 | 0,86           | 0,21           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 299 | 37,30            | 38,300           | 38,700           | 34,400           | 31,100           | 35,960                    | ---             | ---                  | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 40,80            | 39,500           | 38,100           | 37,000           | 37,500           | 38,580                    | 1,555           | 1,49                 | 0,45           | 1,03           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 313 | 38,30            | 36,800           | 38,400           | 34,400           | 36,200           | 36,820                    | 1,653           | -3,14                | -0,94          | 1,09           |                |                      |                      | 0,5546               |                      | ✓      |
| 361 | 40,20            | 39,200           | 37,900           | 35,600           | 34,900           | 37,560                    | 2,274           | -1,19                | -0,36          | 1,51*          | 0,252          |                      |                      |                      |                      | ✓      |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

<sup>03</sup> " $\eta_i$  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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

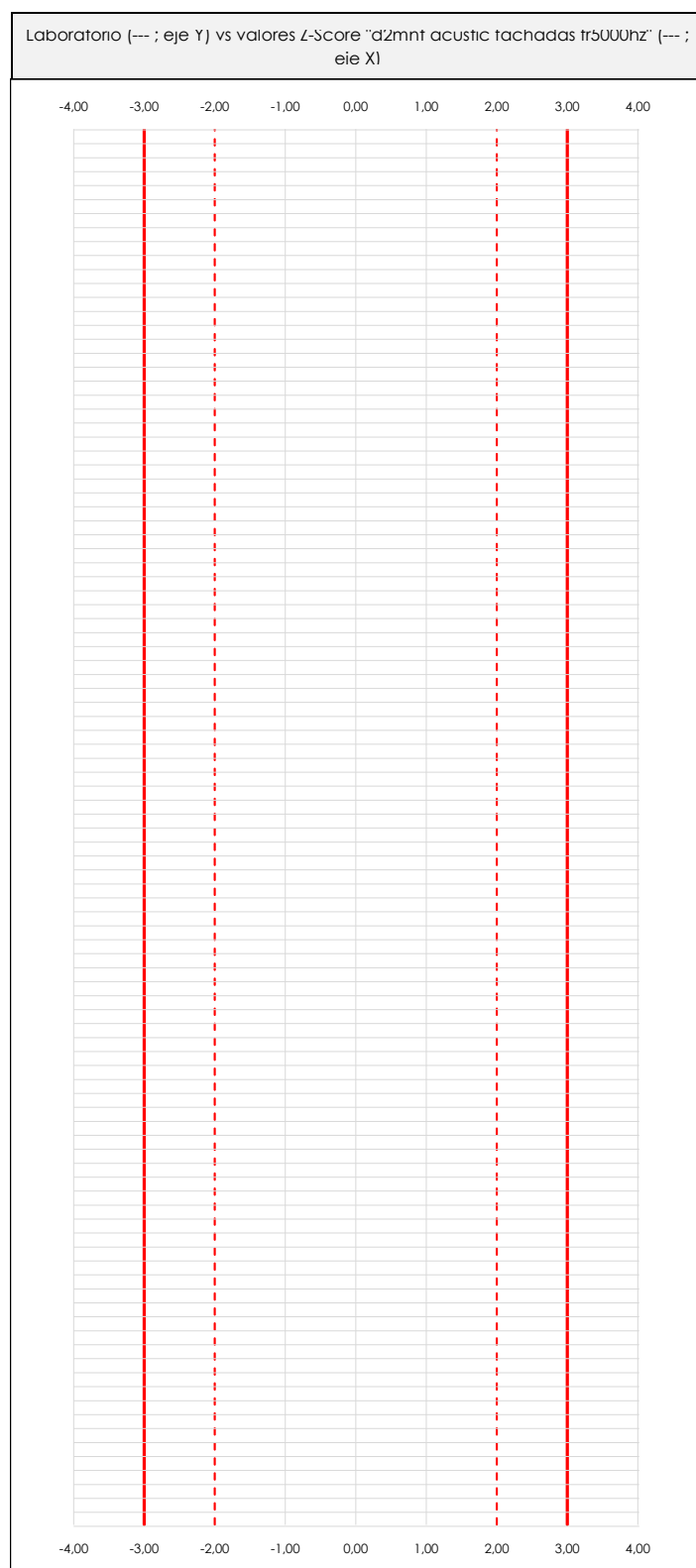
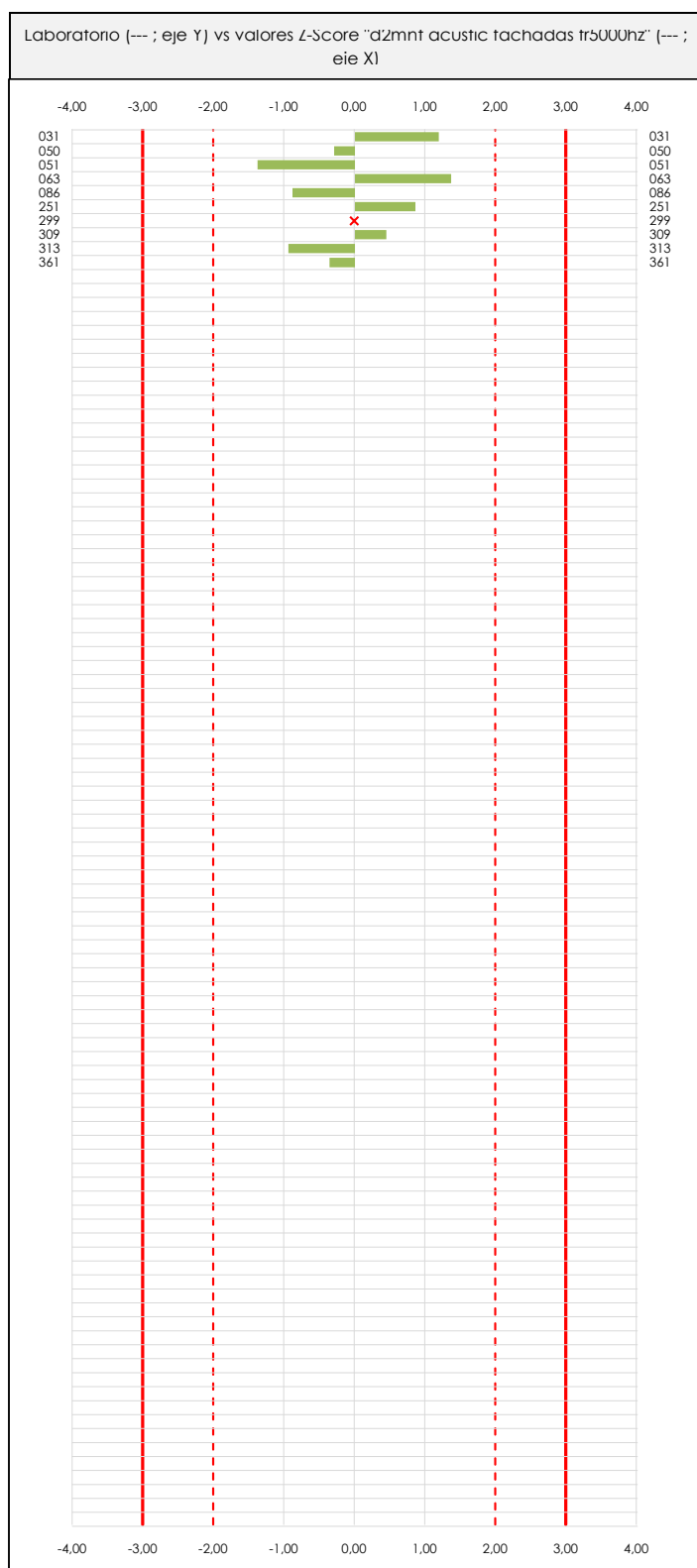
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 40,70            | 40,60            | 40,10            | 36,10            | 40,10            | 39,52                     | 1,932           | 3,96                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,190   | S          |
| 50  | 38,60            | 38,60            | 39,50            | 36,30            | 35,20            | 37,64                     | 1,806           | -0,98                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,294  | S          |
| 51  | 36,42            | 38,91            | 34,80            | 35,41            | 35,79            | 36,26                     | 1,591           | -4,60                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,381  | S          |
| 63  | 39,90            | 39,90            | 39,50            | 39,80            | 39,60            | 39,74                     | 0,182           | 4,54                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,363   | S          |
| 86  | 37,70            | 36,43            | 35,86            | 37,23            | 37,23            | 36,89                     | 0,735           | -2,95                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,884  | S          |
| 251 | 39,30            | 39,40            | 38,60            | 39,00            | 39,20            | 39,10                     | 0,316           | 2,86                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,858   | S          |
| 299 | 37,30            | 38,30            | 38,70            | 34,40            | 31,10            | 35,96                     | ---             | ---                  | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 40,80            | 39,50            | 38,10            | 37,00            | 37,50            | 38,58                     | 1,555           | 1,49                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,448   | S          |
| 313 | 38,30            | 36,80            | 38,40            | 34,40            | 36,20            | 36,82                     | 1,653           | -3,14                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,942  | S          |
| 361 | 40,20            | 39,20            | 37,90            | 35,60            | 34,90            | 37,56                     | 2,274           | -1,19                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,358  | S          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

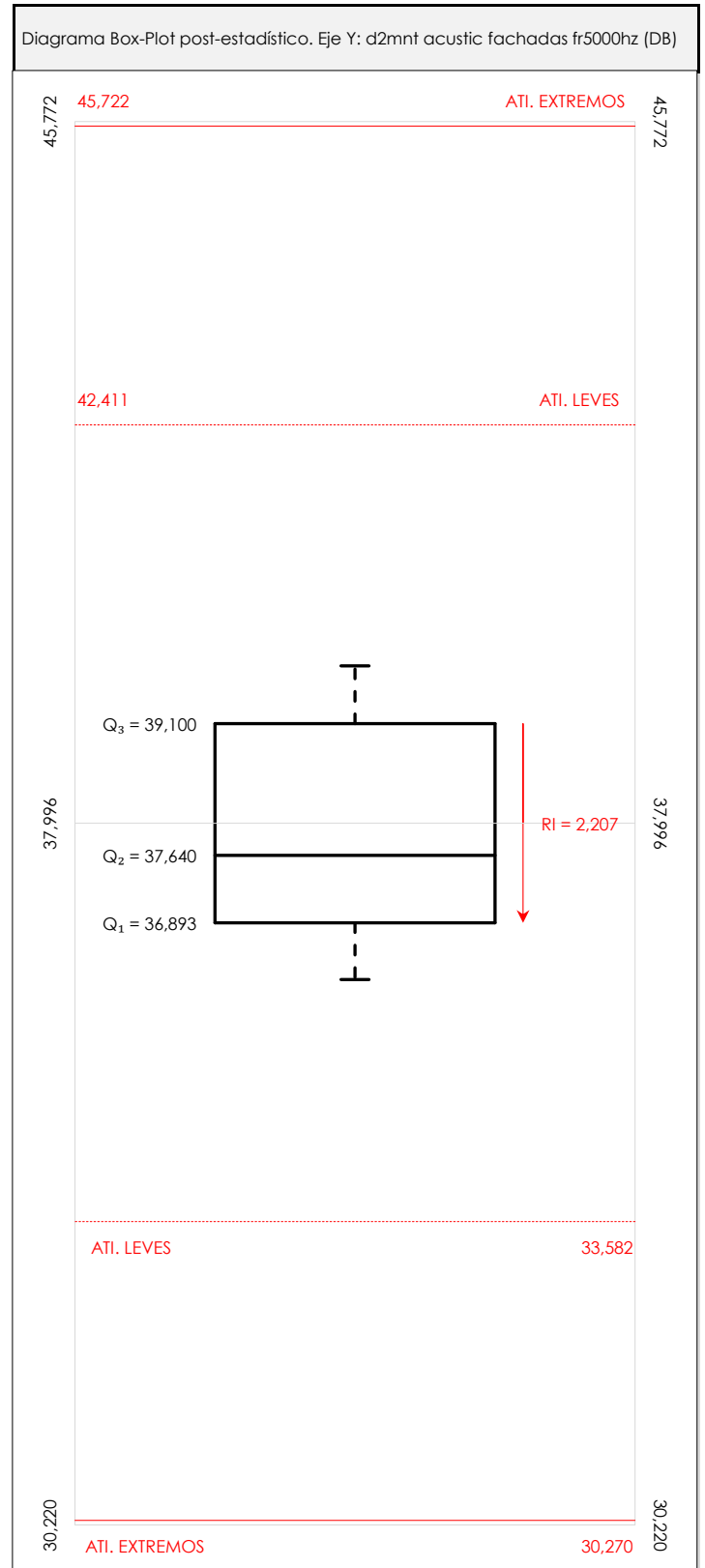
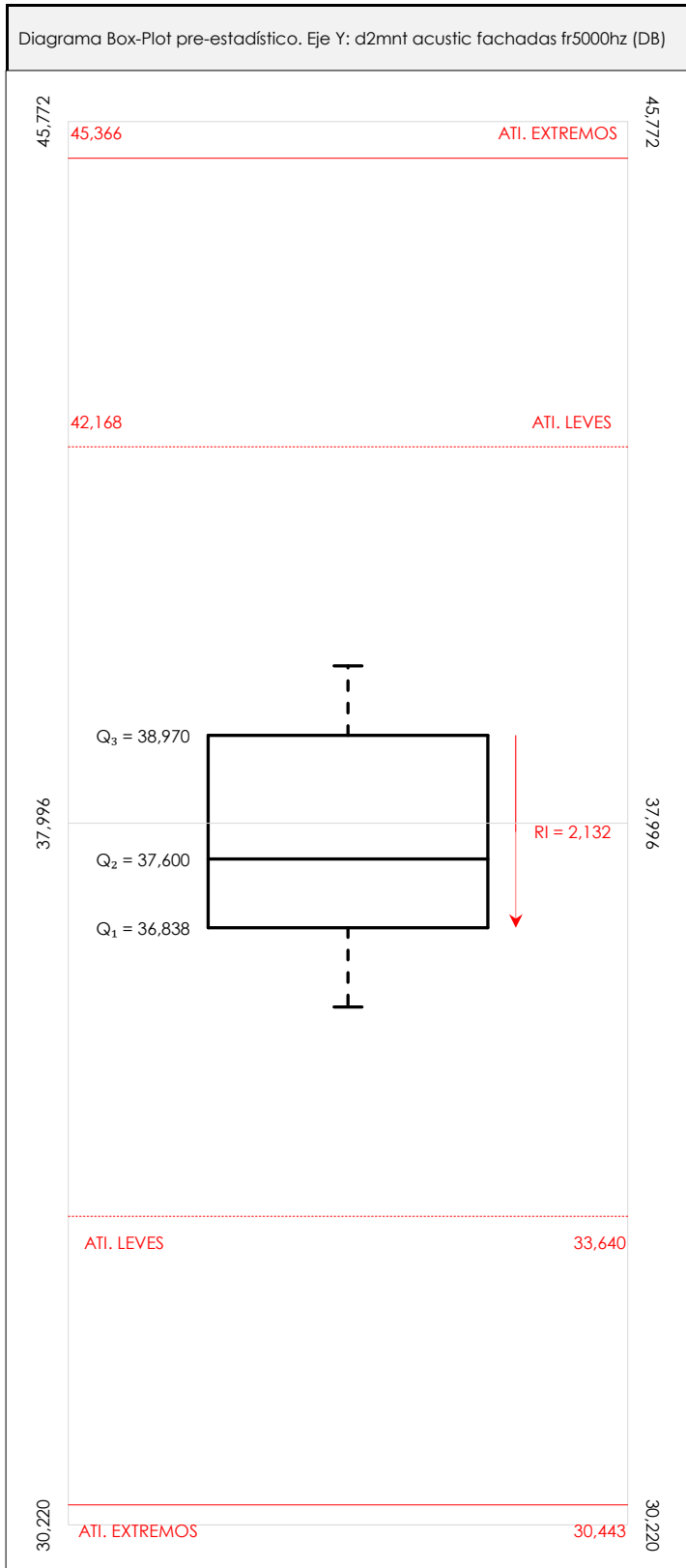
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ", ha contado con la participación de un total de 9 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: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; DB)      | 40,80           | 40,60    | 40,10    | 39,80    | 40,10    | 39,74                    | 40,80       | 40,60    | 40,10    | 39,80    | 40,10    | 39,74                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 36,42           | 36,43    | 34,80    | 34,40    | 31,10    | 35,96                    | 36,42       | 36,43    | 34,80    | 34,40    | 34,90    | 36,26                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 38,92           | 38,76    | 38,15    | 36,52    | 36,68    | 37,81                    | 39,10       | 38,82    | 38,08    | 36,76    | 37,30    | 38,01                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 1,50            | 1,31     | 1,65     | 1,79     | 2,69     | 1,36                     | 1,47        | 1,37     | 1,74     | 1,73     | 1,95     | 1,27                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,04            | 0,03     | 0,04     | 0,05     | 0,07     | 0,04                     | 0,04        | 0,04     | 0,05     | 0,05     | 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              | 3,073           | 4,859    | 1,233    | 4,306    | 5,752    |                          | 2,280       | 4,186    | 1,149    | 3,429    | 5,133    |                          |
| 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% | 2,13            | 1,73 | 0,393 | 2,387     | 0,0851    | 2,13        | 1,73 | 0,425 | 2,387     | 0,0851    |
| Nivel de Significación 5% | 1,78            | 1,50 | 0,331 | 2,215     | 0,1492    | 1,78        | 1,50 | 0,358 | 2,215     | 0,1492    |

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

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas d2m,nt,w (db)", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

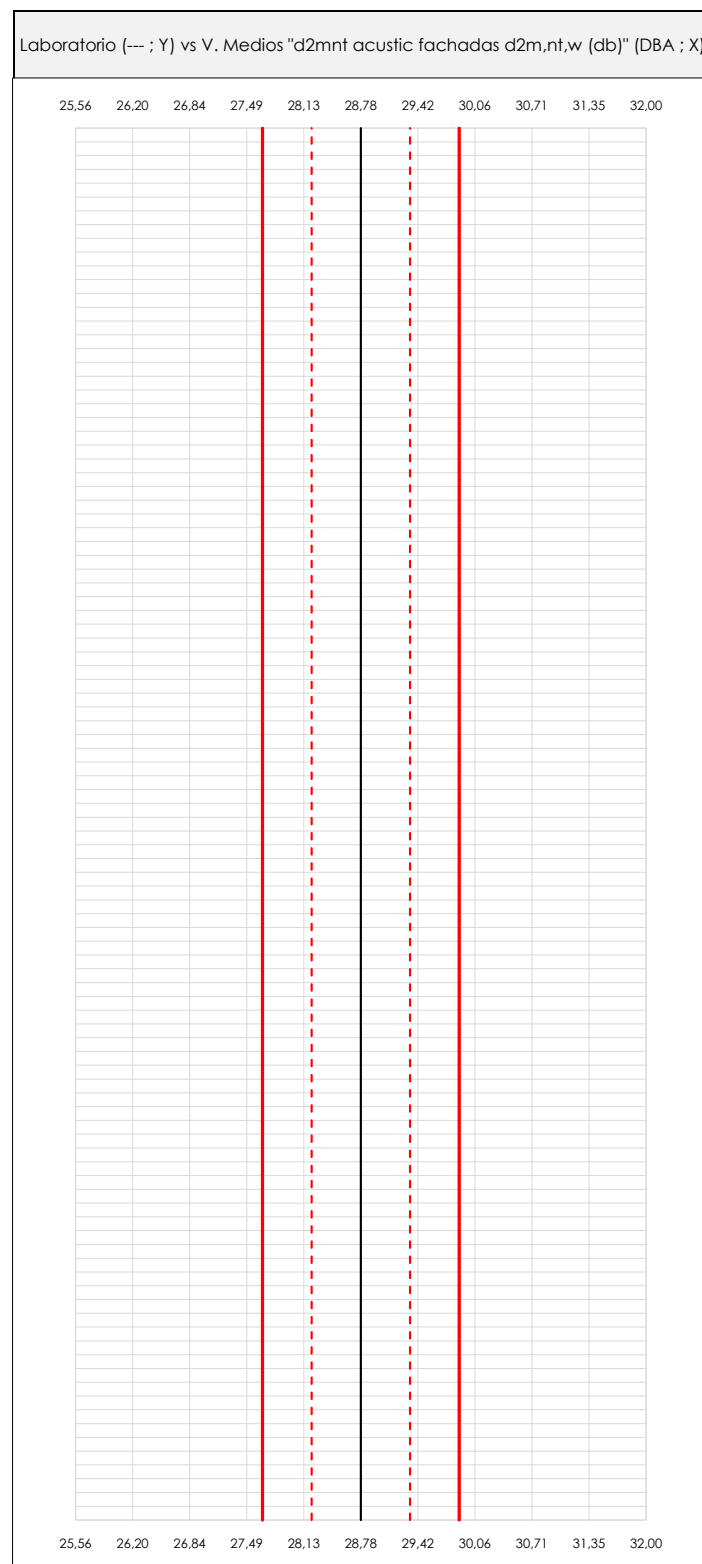
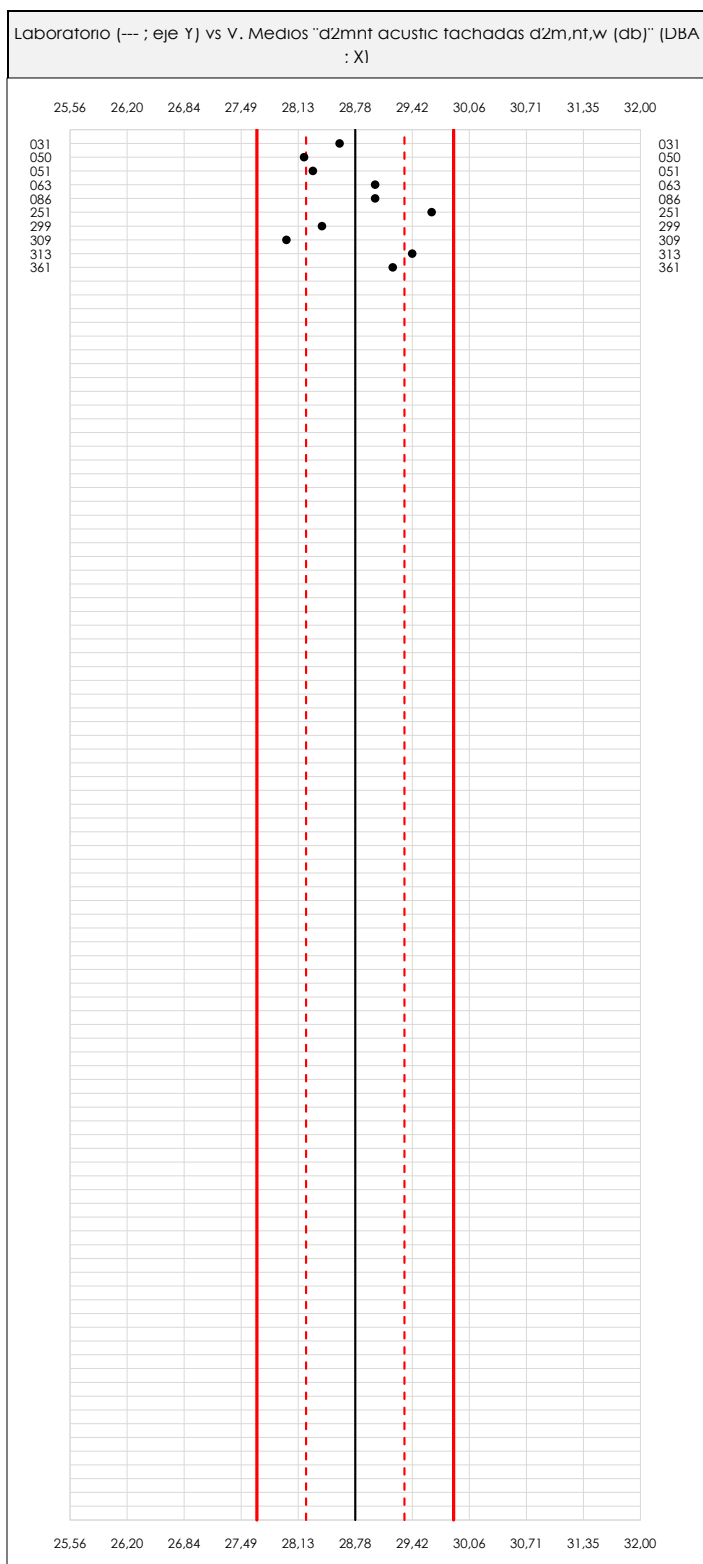
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

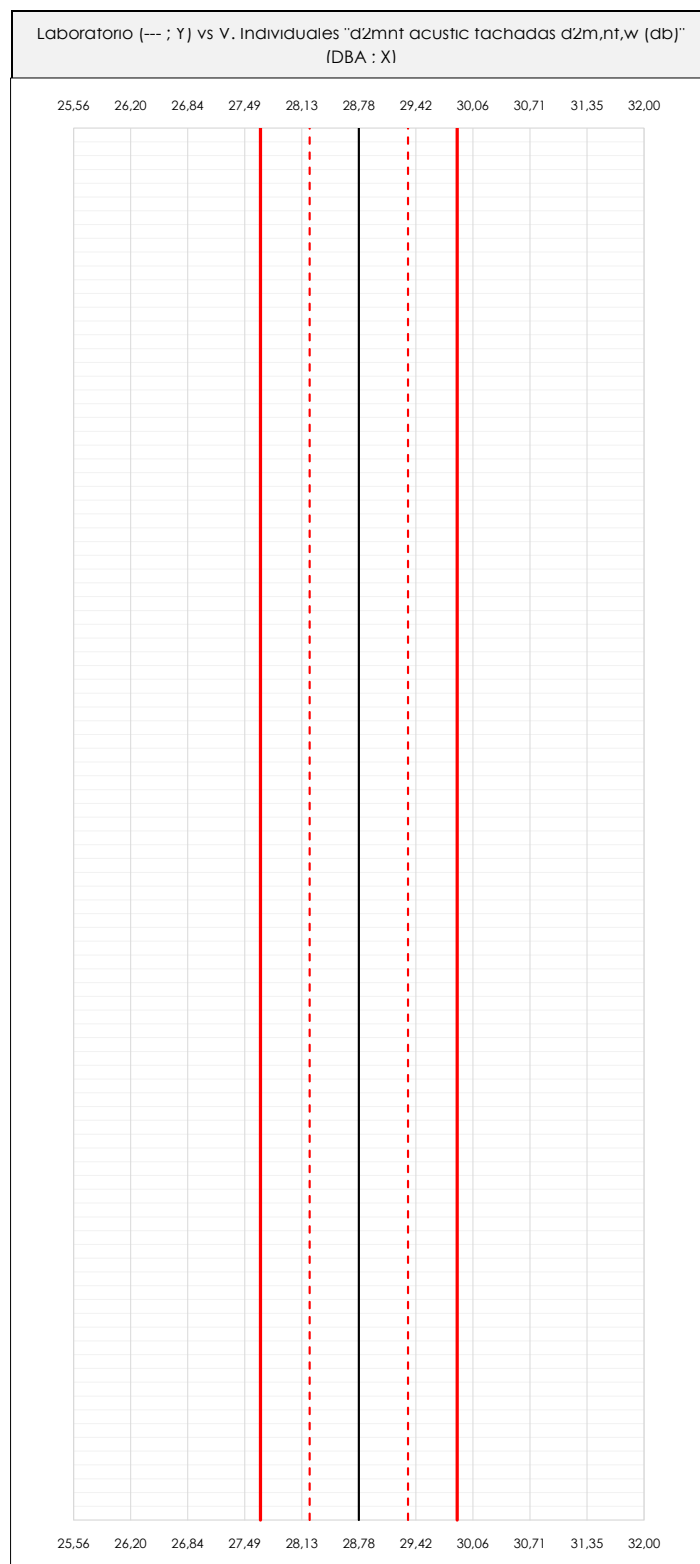
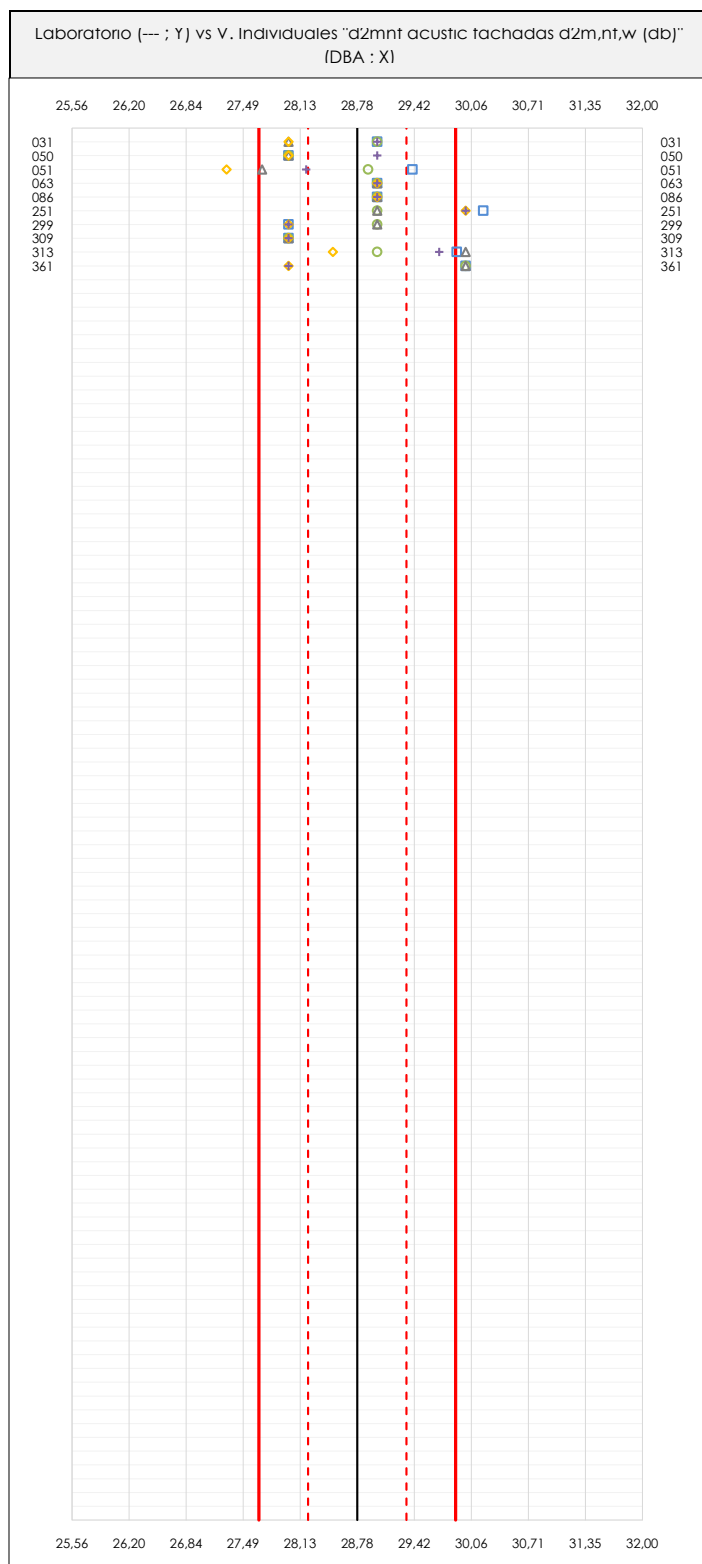
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (28,78 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (29,33/28,22 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (29,89/27,67 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (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 (28,78 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (29,33/28,22 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (29,89/27,67 ; 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 ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>i</sub> arit % | Pasa A | Observaciones                                            |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 31  | 29,00            | 29,00            | 28,00            | 28,00            | 29,00            | 28,60                     | 0,548           | -0,61                 | ✓      |                                                          |
| 50  | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 29,00            | 28,20                     | 0,447           | -2,00                 | ✓      |                                                          |
| 51  | 29,40            | 28,90            | 27,70            | 27,30            | 28,20            | 28,30                     | 0,857           | -1,65                 | ✓      |                                                          |
| 63  | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00                     | 0,000           | 0,78                  | ✓      |                                                          |
| 86  | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00                     | 0,000           | 0,78                  | ✓      |                                                          |
| 251 | 30,20            | 29,00            | 29,00            | 30,00            | 30,00            | 29,64                     | 0,590           | 3,00                  | ✓      |                                                          |
| 299 | 28,00            | 29,00            | 29,00            | 28,00            | 28,00            | 28,40                     | 0,548           | -1,31                 | ✗      | La calibración del equipo no estaba vigente en el ensayo |
| 309 | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 28,00                     | 0,000           | -2,70                 | ✓      |                                                          |
| 313 | 29,90            | 29,00            | 30,00            | 28,50            | 29,70            | 29,42                     | 0,646           | 2,24                  | ✓      |                                                          |
| 361 | 30,00            | 30,00            | 30,00            | 28,00            | 28,00            | 29,20                     | 1,095           | 1,47                  | ✓      |                                                          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i,j</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arif %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

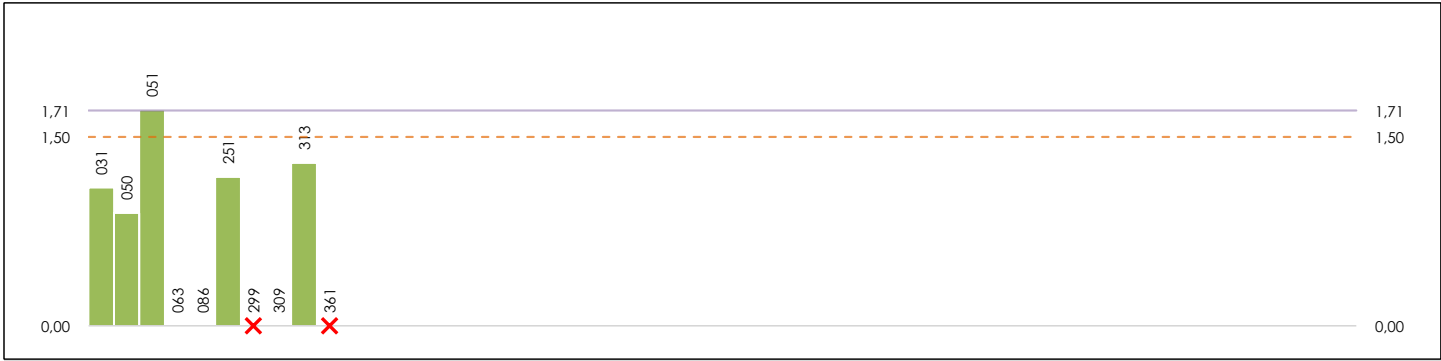
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

### D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

<sup>03</sup> " $\eta_1$  y  $\kappa$ ", " $C_i$ ", " $G_{Sim}$  y  $G_{Dob}$ " hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

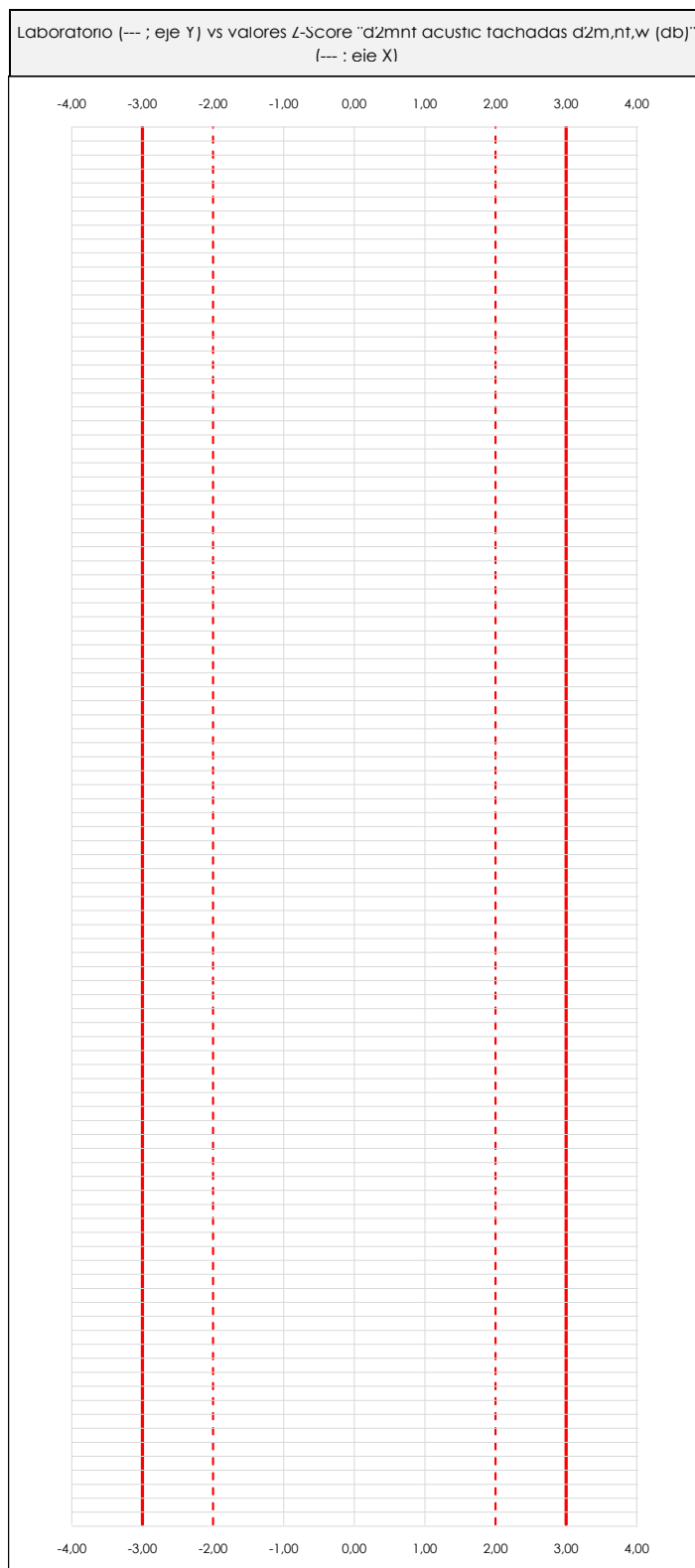
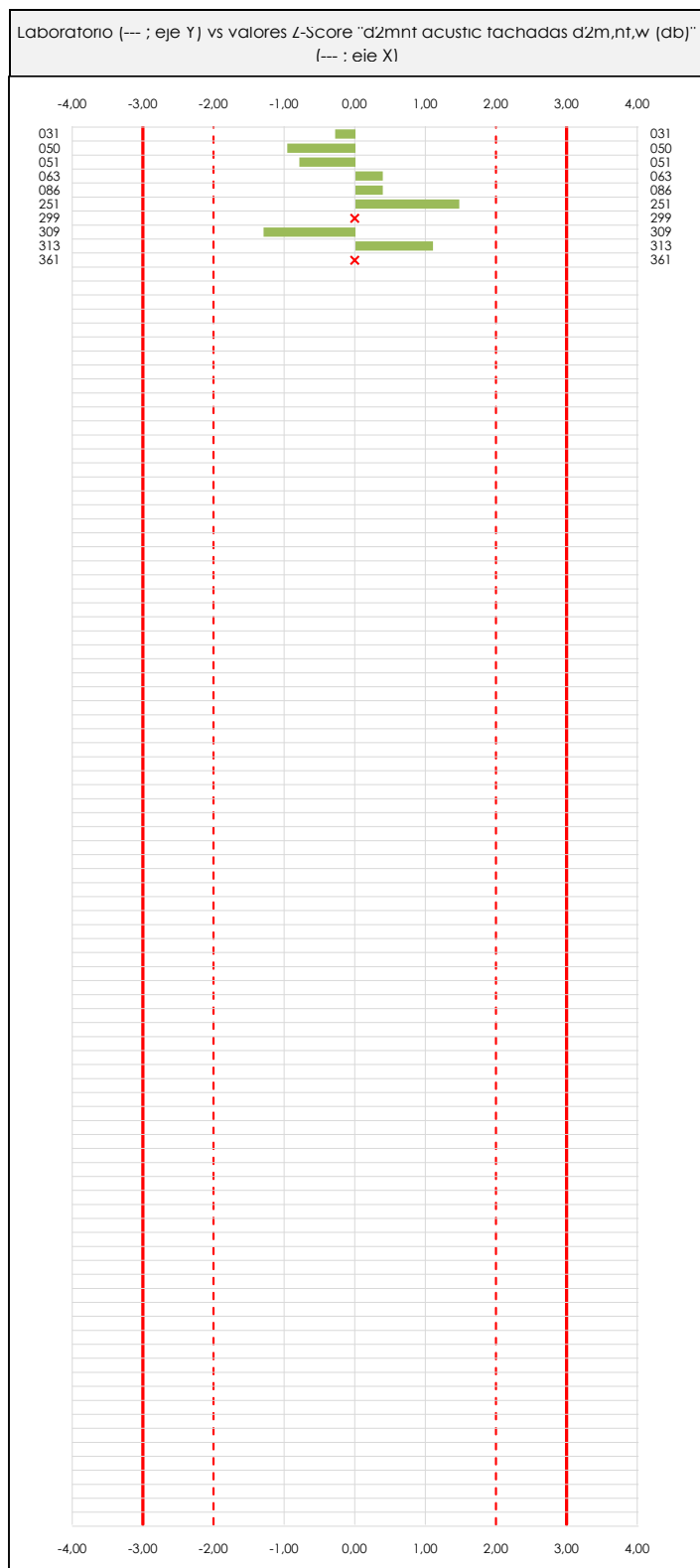
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (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.

### D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 29,00            | 29,00            | 28,00            | 28,00            | 29,00            | 28,60                     | 0,548           | -0,59                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,287  | S          |
| 50  | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 29,00            | 28,20                     | 0,447           | -1,98                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,963  | S          |
| 51  | 29,40            | 28,90            | 27,70            | 27,30            | 28,20            | 28,30                     | 0,857           | -1,63                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,794  | S          |
| 63  | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00                     | 0,000           | 0,80                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,389   | S          |
| 86  | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00            | 29,00                     | 0,000           | 0,80                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,389   | S          |
| 251 | 30,20            | 29,00            | 29,00            | 30,00            | 30,00            | 29,64                     | 0,590           | 3,02                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,470   | S          |
| 299 | 28,00            | 29,00            | 29,00            | 28,00            | 28,00            | 28,40                     | ---             | ---                  | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 28,00                     | 0,000           | -2,68                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,301  | S          |
| 313 | 29,90            | 29,00            | 30,00            | 28,50            | 29,70            | 29,42                     | 0,646           | 2,26                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,098   | S          |
| 361 | 30,00            | 30,00            | 30,00            | 28,00            | 28,00            | 29,20                     | ---             | ---                  | ✓      | ✗      | ✗     | AN    | 0         | ---     | ---        |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

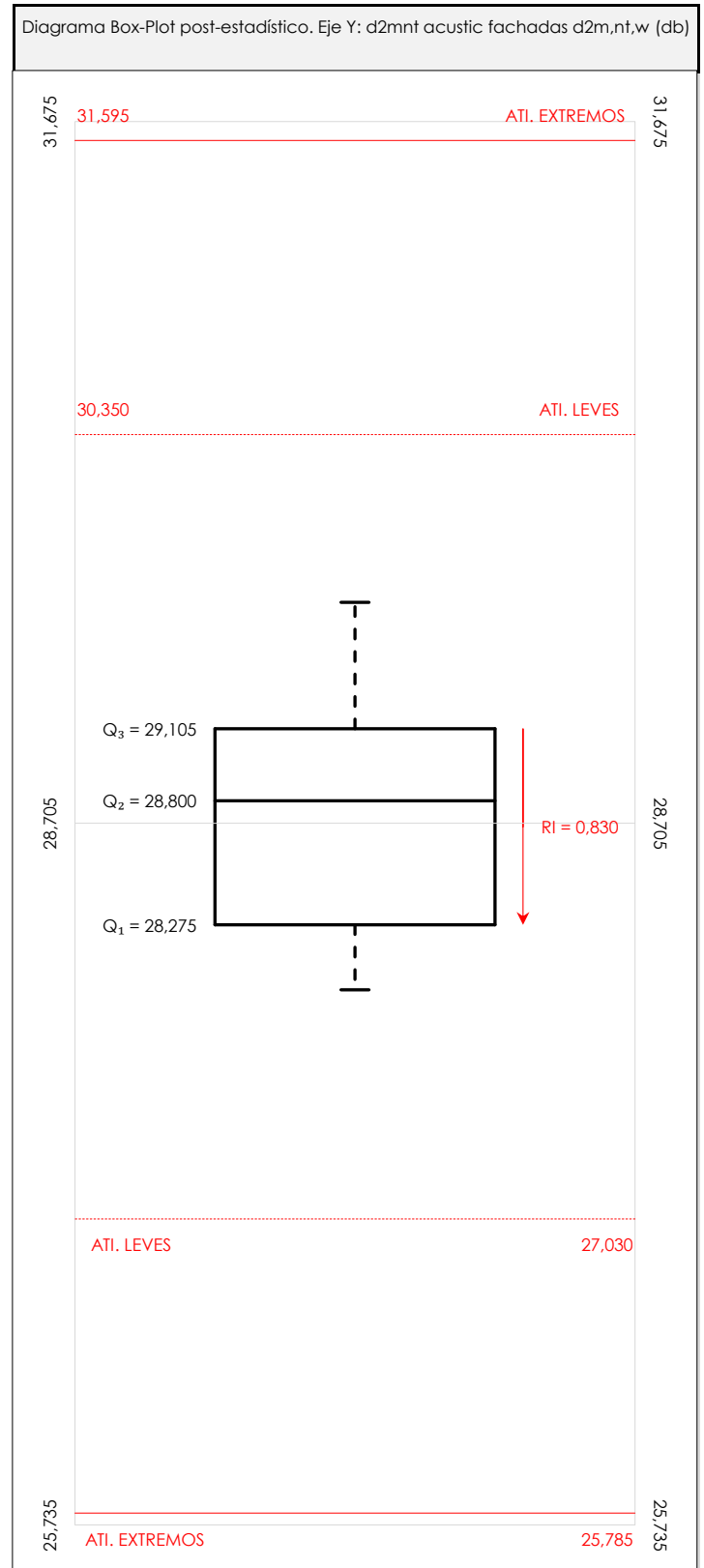
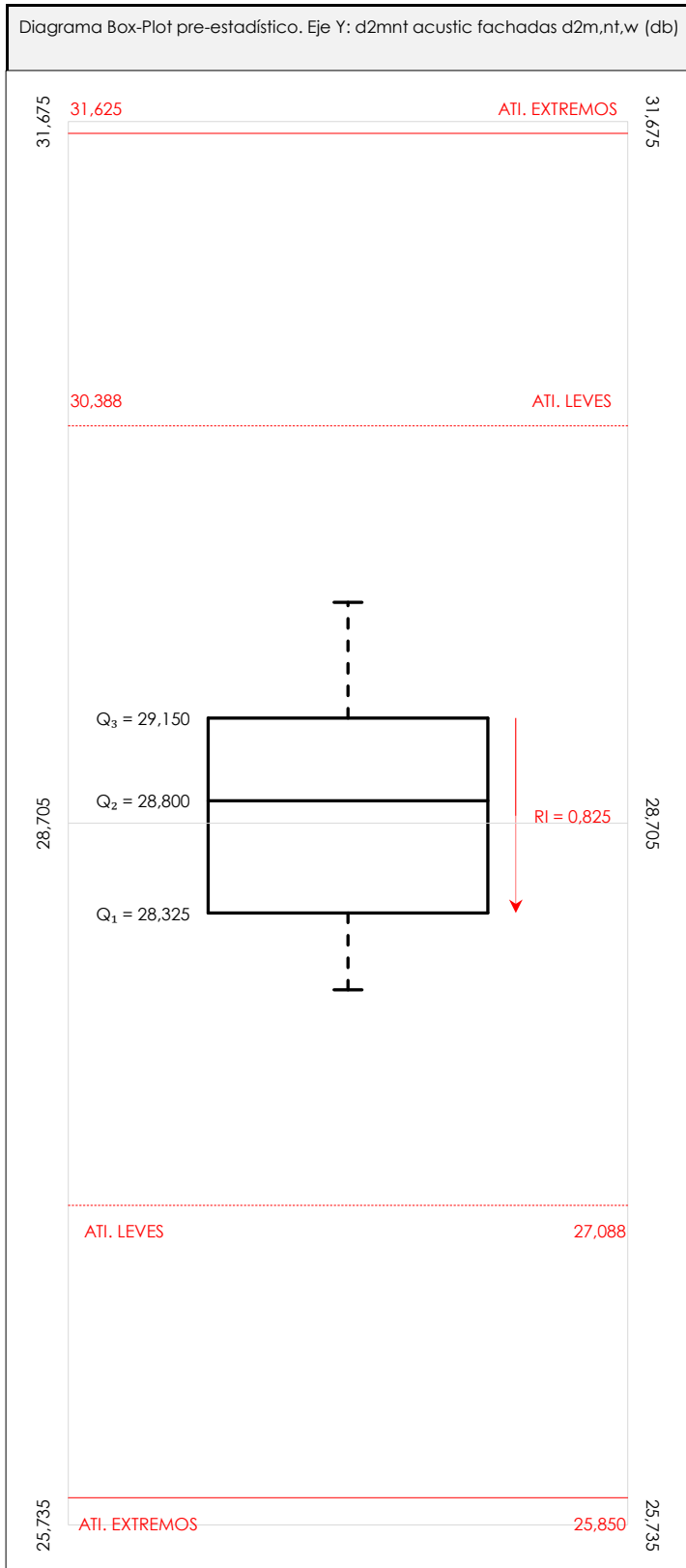
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)", ha contado con la participación de un total de 9 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 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 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 ; DB)      | 30,20           | 30,00    | 30,00    | 30,00    | 30,00    | 29,64                    | 30,20       | 29,00    | 30,00    | 30,00    | 30,00    | 29,64                    |
| Valor Mínimo (min ; DB)      | 28,00           | 28,00    | 27,70    | 27,30    | 28,00    | 28,00                    | 28,00       | 28,00    | 27,70    | 27,30    | 28,00    | 28,00                    |
| Valor Promedio (M ; DB)      | 29,05           | 28,89    | 28,77    | 28,38    | 28,79    | 28,78                    | 29,06       | 28,74    | 28,59    | 28,48    | 28,99    | 28,77                    |
| Desviación Típica (SDL ; DB) | 0,84            | 0,57     | 0,83     | 0,77     | 0,72     | 0,56                     | 0,79        | 0,46     | 0,79     | 0,84     | 0,67     | 0,59                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)   | 0,03            | 0,02     | 0,03     | 0,03     | 0,03     | 0,02                     | 0,03        | 0,02     | 0,03     | 0,03     | 0,02     | 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              | 0,350           | 1,640    | 0,238    | 0,588    | 2,126    |                          | 0,250       | 1,386    | 0,300    | 0,550    | 2,056    |                          |
| 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% | 2,06            | 1,71 | 0,393 | 2,274     | 0,0563    | 2,06        | 1,71 | 0,463 | 2,274     | 0,0563    |
| Nivel de Significación 5% | 1,75            | 1,50 | 0,331 | 2,126     | 0,1101    | 1,75        | 1,50 | 0,391 | 2,126     | 0,1101    |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas d2m,nt,atr (db)", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- 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.

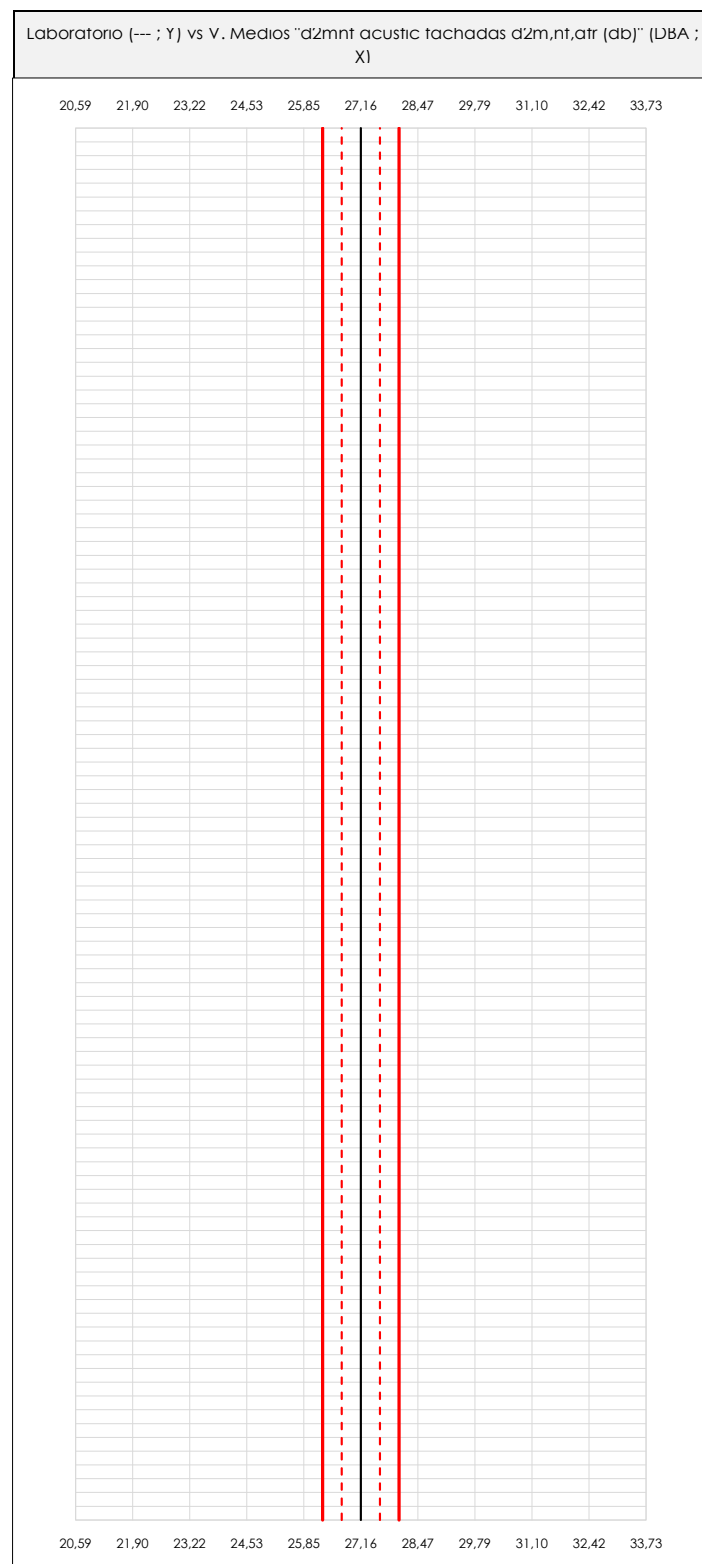
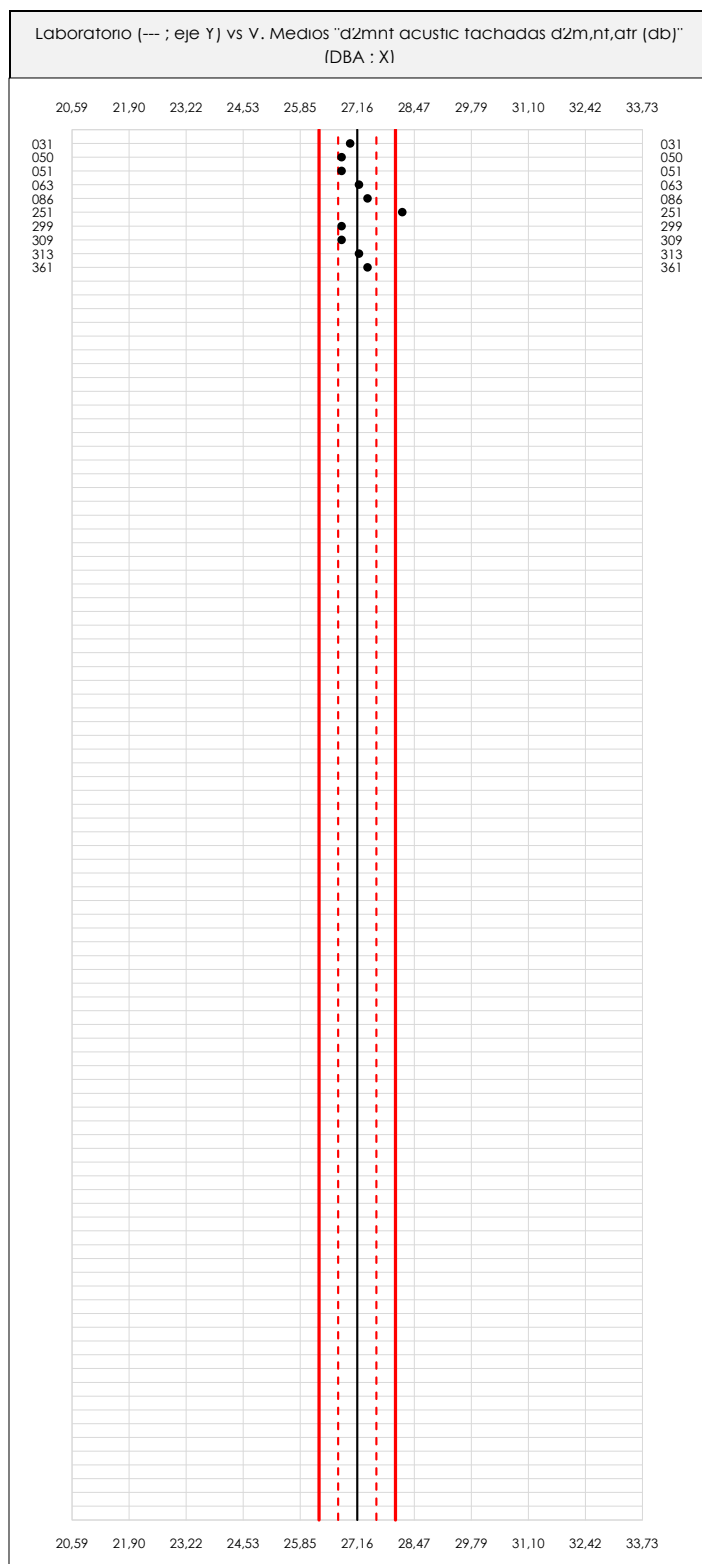
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

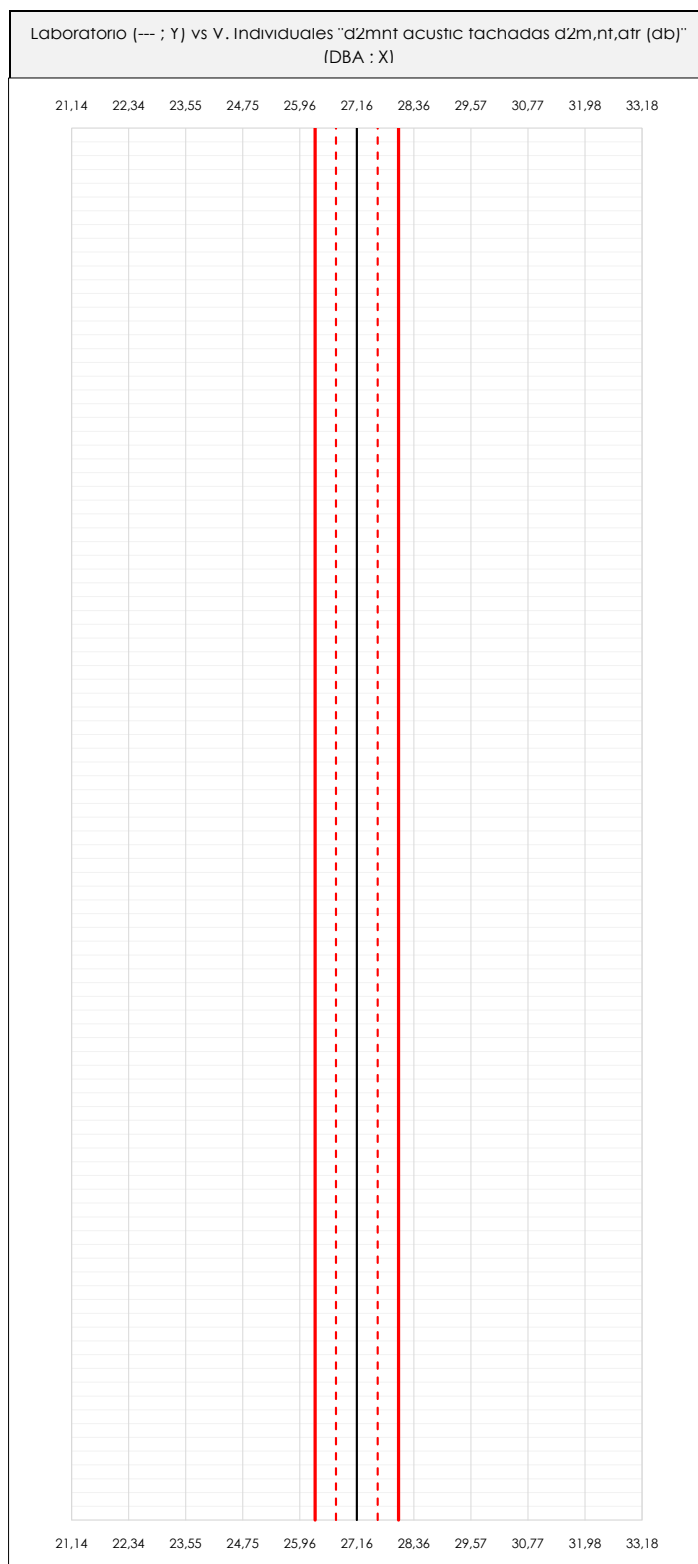
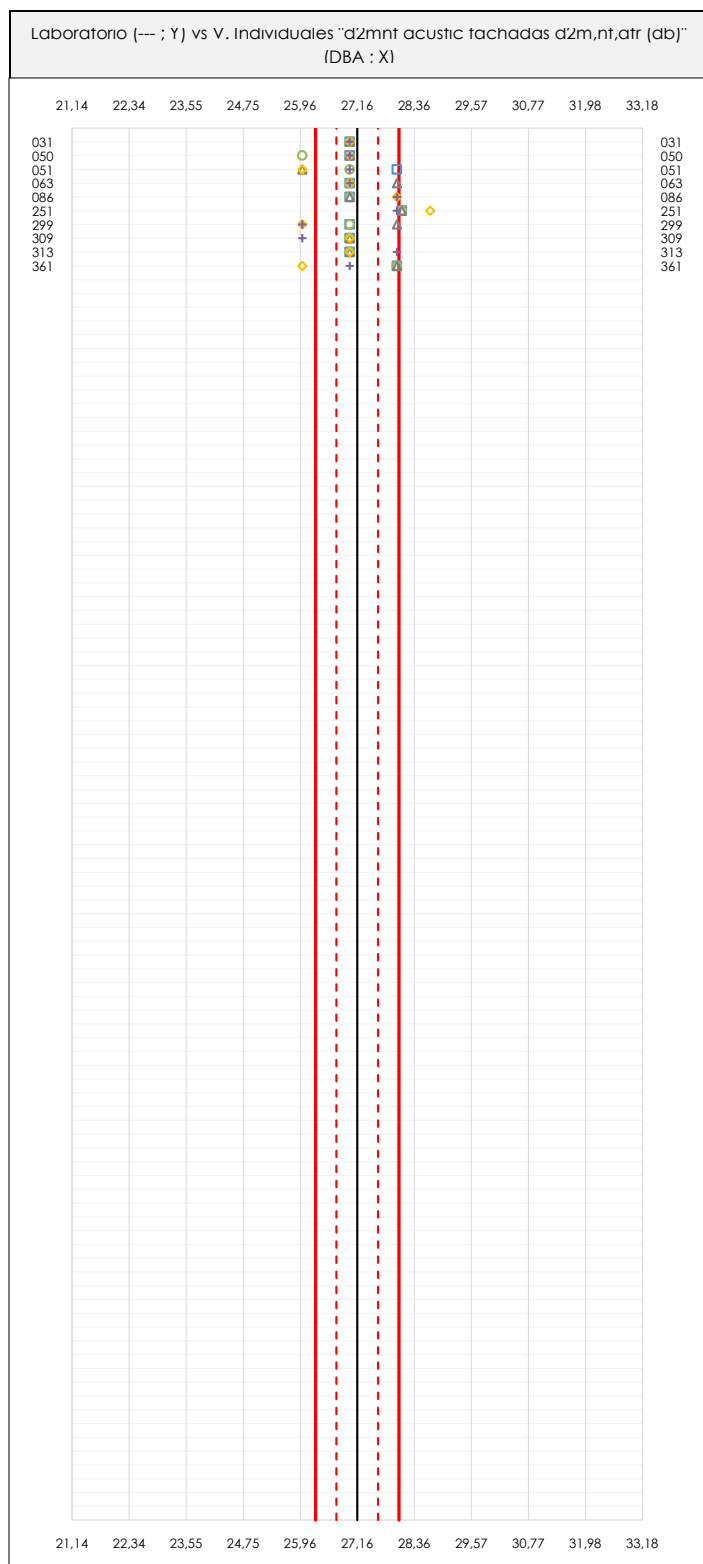
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (27,16 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (27,60/26,72 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (28,04/26,28 ; 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### 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 (27,16 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (27,60/26,72 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (28,04/26,28 ; 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 ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### 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                                            |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|------------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| 31  | 27,00    | 27,00    | 27,00    | 27,00    | 27,00    | 27,00                     | 0,000    | -0,59                  | ✓      |                                                          |
| 50  | 27,00    | 26,00    | 27,00    | 27,00    | 27,00    | 26,80                     | 0,447    | -1,33                  | ✓      |                                                          |
| 51  | 28,00    | 27,00    | 26,00    | 26,00    | 27,00    | 26,80                     | 0,837    | -1,33                  | ✓      |                                                          |
| 63  | 27,00    | 27,00    | 28,00    | 27,00    | 27,00    | 27,20                     | 0,447    | 0,15                   | ✓      |                                                          |
| 86  | 27,00    | 27,00    | 27,00    | 28,00    | 28,00    | 27,40                     | 0,548    | 0,88                   | ✓      |                                                          |
| 251 | 28,10    | 28,10    | 28,10    | 28,70    | 28,00    | 28,20                     | 0,283    | 3,83                   | ✓      |                                                          |
| 299 | 27,00    | 27,00    | 28,00    | 26,00    | 26,00    | 26,80                     | 0,837    | -1,33                  | X      | La calibración del equipo no estaba vigente en el ensayo |
| 309 | 27,00    | 27,00    | 27,00    | 27,00    | 26,00    | 26,80                     | 0,447    | -1,33                  | ✓      |                                                          |
| 313 | 27,00    | 27,00    | 27,00    | 27,00    | 28,00    | 27,20                     | 0,447    | 0,15                   | ✓      |                                                          |
| 361 | 28,00    | 28,00    | 28,00    | 26,00    | 27,00    | 27,40                     | 0,894    | 0,88                   | ✓      |                                                          |

#### NOTAS:

<sup>01</sup> " $X_{ij}$ " 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.

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

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### 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.

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

### D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{arit}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>i</sub> arit % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim</sub> Inf | G <sub>Sim</sub> Sup | G <sub>Dob</sub> Inf | G <sub>Dob</sub> Sup | Pasa B |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 27,00            | 27,000           | 27,000           | 27,000           | 27,000           | 27,000           | 0,000           | -0,28                 | -0,29          | 0,00           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 27,00            | 26,000           | 27,000           | 27,000           | 27,000           | 26,800           | 0,447           | -1,02                 | -1,06          | 0,78           |                | 1,056                |                      | 0,5754               |                      | ✓      |
| 51  | 28,00            | 27,000           | 26,000           | 26,000           | 27,000           | 26,800           | 0,837           | -1,02                 | -1,06          | 1,47           |                | 1,056                |                      | 0,5754               |                      | ✓      |
| 63  | 27,00            | 27,000           | 28,000           | 27,000           | 27,000           | 27,200           | 0,447           | 0,46                  | 0,48           | 0,78           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 86  | 27,00            | 27,000           | 27,000           | 28,000           | 28,000           | 27,400           | 0,548           | 1,20                  | 1,25           | 0,96           |                |                      | 1,248                |                      | 0,4070               | ✓      |
| 251 | 28,10            | 28,100           | 28,100           | 28,700           | 28,000           | 28,200           | ---             | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 299 | 27,00            | 27,000           | 28,000           | 26,000           | 26,000           | 26,800           | ---             | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 27,00            | 27,000           | 27,000           | 27,000           | 26,000           | 26,800           | 0,447           | -1,02                 | -1,06          | 0,78           |                | 1,056                |                      | 0,5754               |                      | ✓      |
| 313 | 27,00            | 27,000           | 27,000           | 27,000           | 28,000           | 27,200           | 0,447           | 0,46                  | 0,48           | 0,78           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 361 | 28,00            | 28,000           | 28,000           | 26,000           | 27,000           | 27,400           | 0,894           | 1,20                  | 1,25           | 1,57*          | 0,308          |                      | 1,248                |                      | 0,4070               | ✓      |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>ij</sub> 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.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

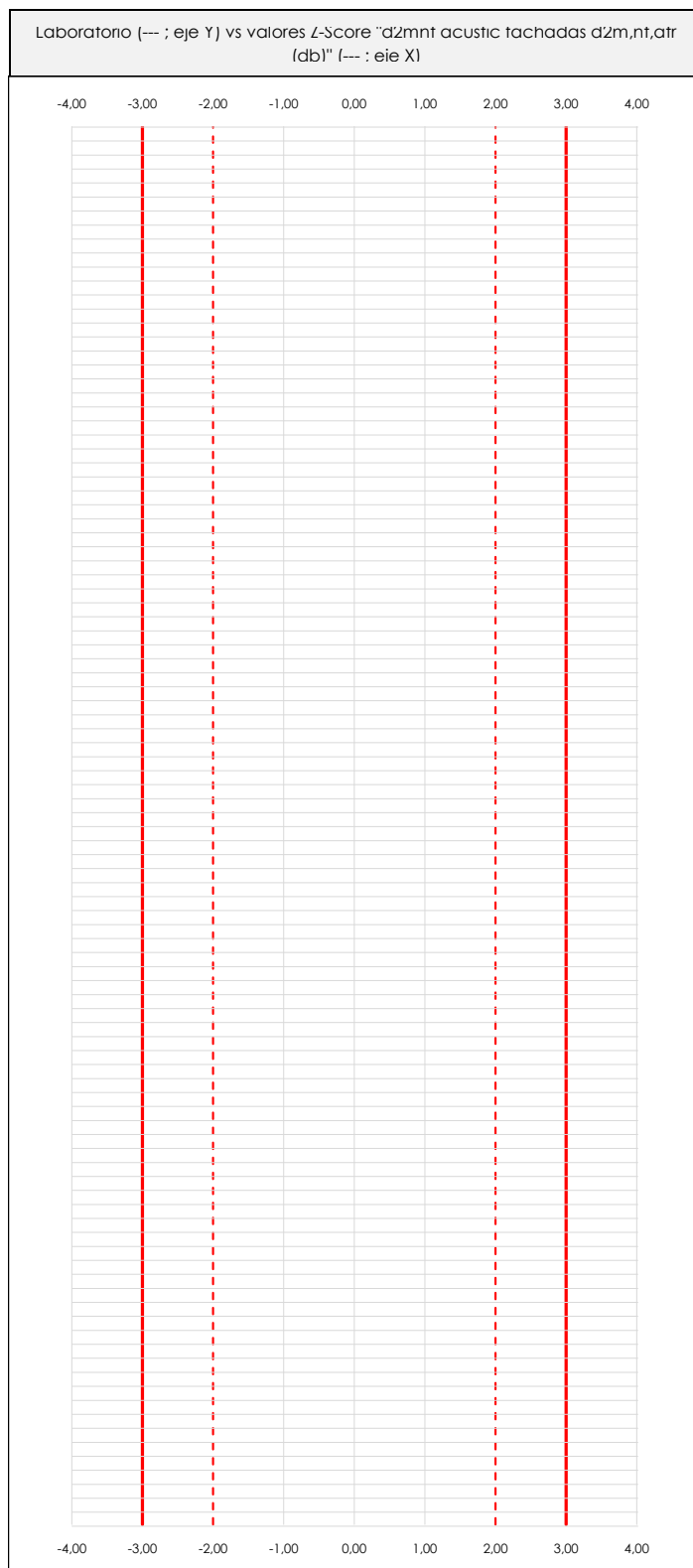
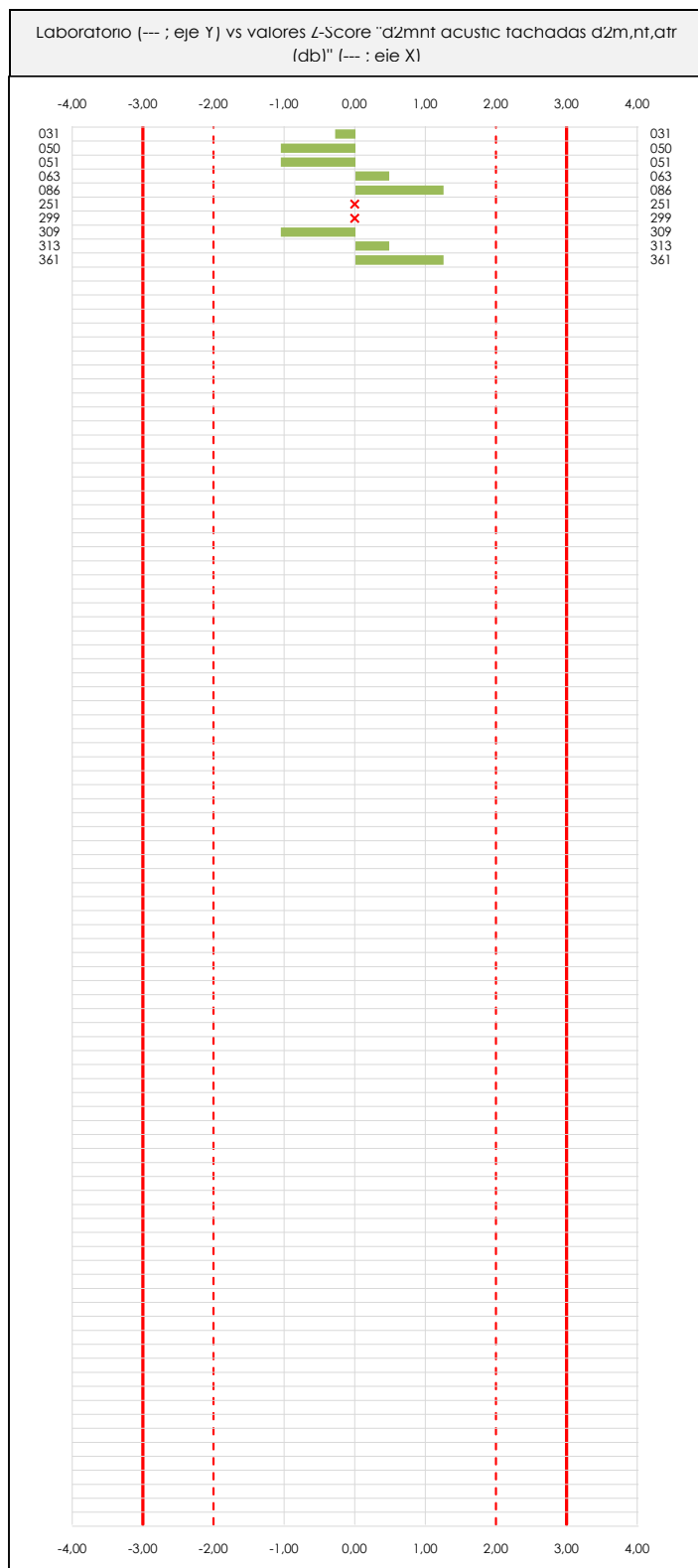
[máximo]

[mínimo]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### 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.

### D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i 1</sub> | X <sub>i 2</sub> | X <sub>i 3</sub> | X <sub>i 4</sub> | X <sub>i 5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | Pasa A | Pasa B | Total | Causa | Iteración | Z-Score | Evaluación |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|------------|
| 31  | 27,00            | 27,00            | 27,00            | 27,00            | 27,00            | 27,00                     | 0,000           | -0,28                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -0,288  | S          |
| 50  | 27,00            | 26,00            | 27,00            | 27,00            | 27,00            | 26,80                     | 0,447           | -1,02                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,056  | S          |
| 51  | 28,00            | 27,00            | 26,00            | 26,00            | 27,00            | 26,80                     | 0,837           | -1,02                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,056  | S          |
| 63  | 27,00            | 27,00            | 28,00            | 27,00            | 27,00            | 27,20                     | 0,447           | 0,46                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,480   | S          |
| 86  | 27,00            | 27,00            | 27,00            | 28,00            | 28,00            | 27,40                     | 0,548           | 1,20                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,248   | S          |
| 251 | 28,10            | 28,10            | 28,10            | 28,70            | 28,00            | 28,20                     | ---             | ---                  | ✓      | ✗      | ✗     | AN    | 0         | ---     | ---        |
| 299 | 27,00            | 27,00            | 28,00            | 26,00            | 26,00            | 26,80                     | ---             | ---                  | ✗      | ✗      | ✗     | SD    |           | ---     | ---        |
| 309 | 27,00            | 27,00            | 27,00            | 27,00            | 26,00            | 26,80                     | 0,447           | -1,02                | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | -1,056  | S          |
| 313 | 27,00            | 27,00            | 27,00            | 27,00            | 28,00            | 27,20                     | 0,447           | 0,46                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 0,480   | S          |
| 361 | 28,00            | 28,00            | 28,00            | 26,00            | 27,00            | 27,40                     | 0,894           | 1,20                 | ✓      | ✓      | ✓     |       |           | 1,248   | S          |

**NOTAS:**

<sup>01</sup> " $X_{ij}$  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.

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

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

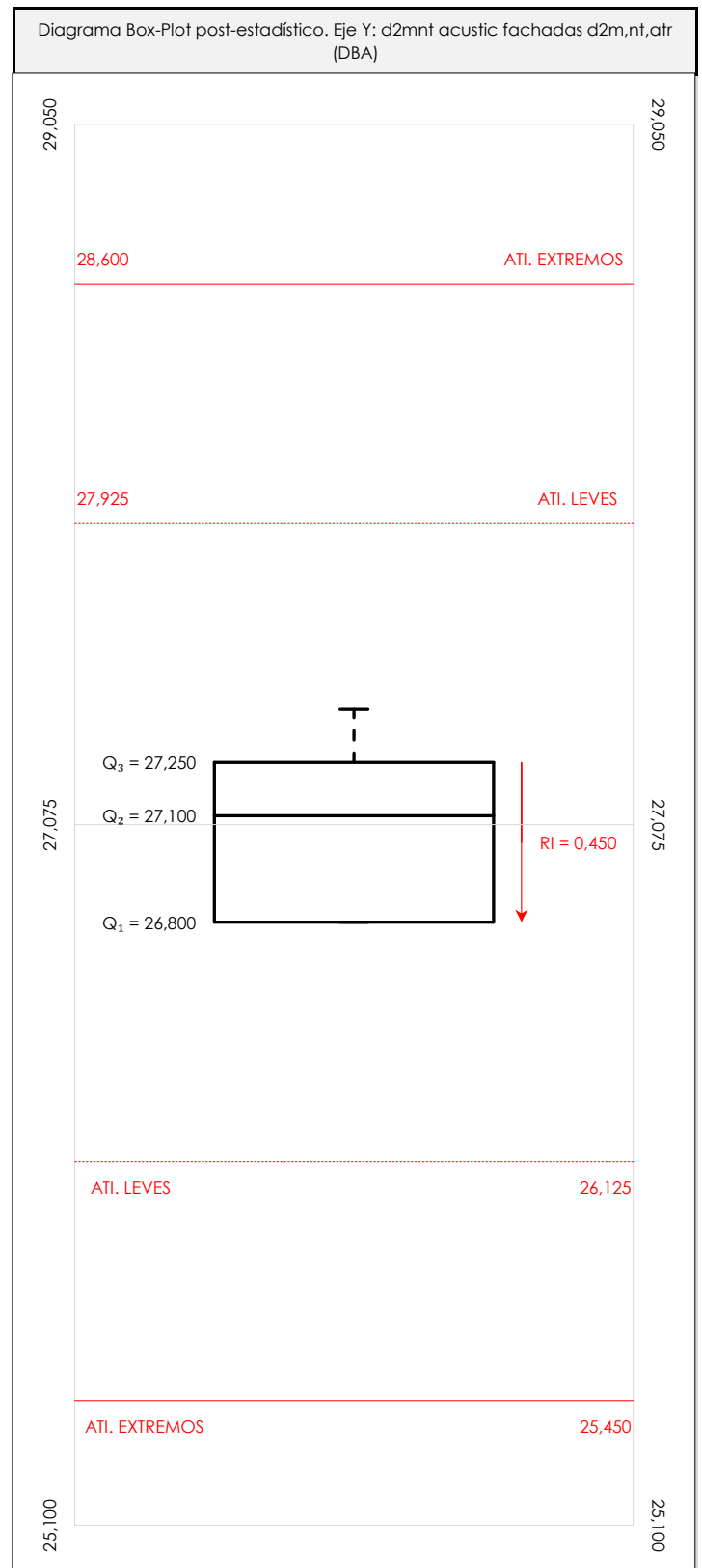
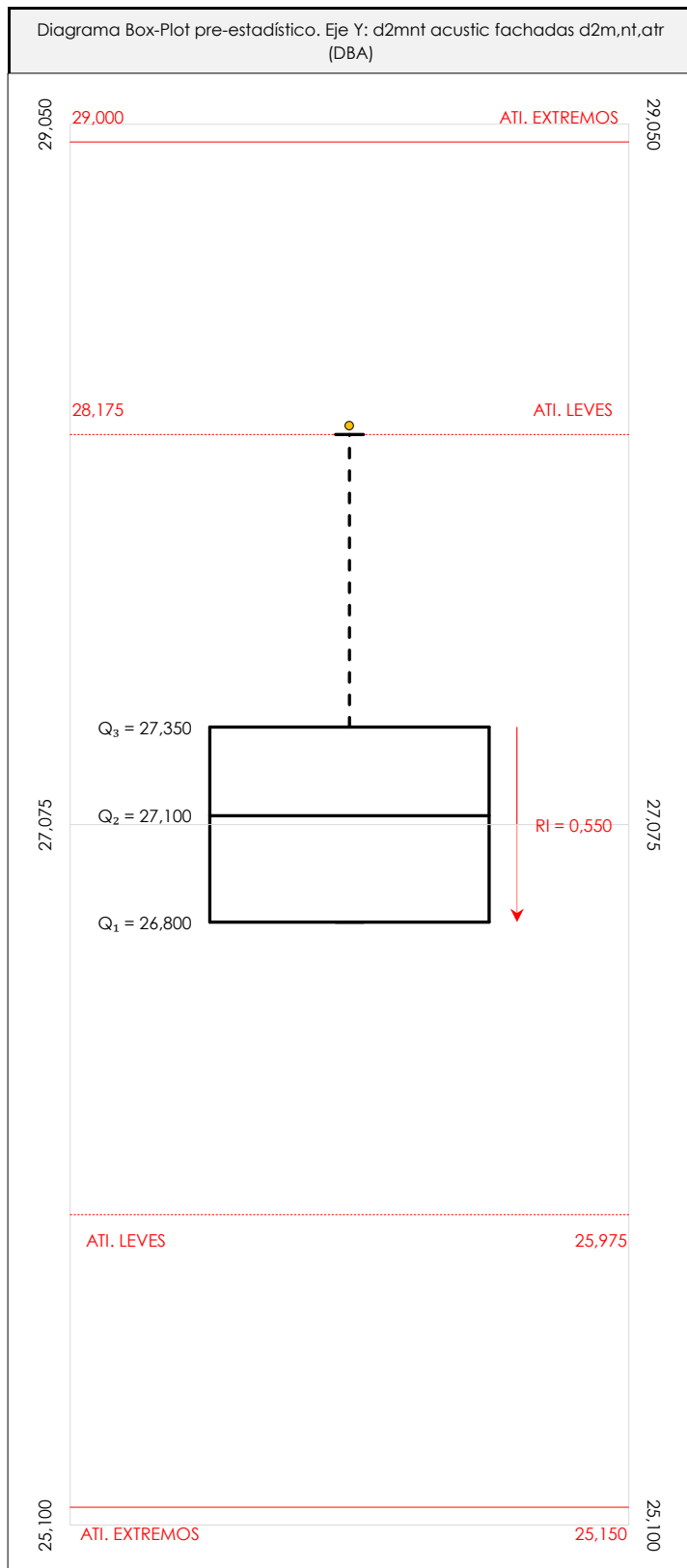
[dudoso]

[insatisfactorio]

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

## D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)", ha contado con la participación de un total de 9 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 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 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 ; DBA)    | 28,10           | 28,10    | 28,10    | 28,70    | 28,00    | 28,20                    | 28,00       | 28,00    | 28,00    | 28,00    | 28,00    | 27,40                    |
| Valor Mínimo (min ; DBA)    | 27,00           | 26,00    | 26,00    | 26,00    | 26,00    | 26,80                    | 27,00       | 26,00    | 26,00    | 26,00    | 26,00    | 26,80                    |
| Valor Promedio (M ; DBA)    | 27,31           | 27,11    | 27,31    | 26,97    | 27,10    | 27,16                    | 27,25       | 27,00    | 27,13    | 26,88    | 27,13    | 27,08                    |
| Desviación Típica (SDL;DBA) | 0,50            | 0,59     | 0,69     | 0,87     | 0,74     | 0,44                     | 0,46        | 0,53     | 0,64     | 0,64     | 0,64     | 0,26                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)  | 0,02            | 0,02     | 0,03     | 0,03     | 0,03     | 0,02                     | 0,02        | 0,02     | 0,02     | 0,02     | 0,02     | 0,01                     |
| VARIABLES                   | $S_r^2$         | r        | $S_L^2$  | $S_R^2$  | R        |                          | $S_r^2$     | r        | $S_L^2$  | $S_R^2$  | R        |                          |
| Valor Calculado             | 0,338           | 1,611    | 0,126    | 0,464    | 1,888    |                          | 0,325       | 1,580    | 0,003    | 0,328    | 1,587    |                          |
| Valor Referencia            |                 |          |          |          |          |                          |             |          |          |          |          |                          |

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

| TIPO DE ANALISIS          | PRE-ESTADISTICO |      |       |                  |                  | ESTADISTICO |      |       |                  |                  |
|---------------------------|-----------------|------|-------|------------------|------------------|-------------|------|-------|------------------|------------------|
| VARIABLES                 | h               | k    | C     | G <sub>sim</sub> | G <sub>Dob</sub> | h           | k    | C     | G <sub>sim</sub> | G <sub>Dob</sub> |
| Nivel de Significación 1% | 2,06            | 1,71 | 0,393 | 2,274            | 0,0563           | 2,06        | 1,71 | 0,463 | 2,274            | 0,0563           |
| Nivel de Significación 5% | 1,75            | 1,50 | 0,331 | 2,126            | 0,1101           | 1,75        | 1,50 | 0,391 | 2,126            | 0,1101           |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2M,NT,W + C (100-5000)

## D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2m,nt,w + c (100-5000) ", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

**01. Análisis A: Estudio pre-estadístico.** Antes de comenzar con los cálculos matemáticos, los datos son minuciosamente analizados para determinar si deben ser incluidos (✓) o descartados (✗) 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 (✗) 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.

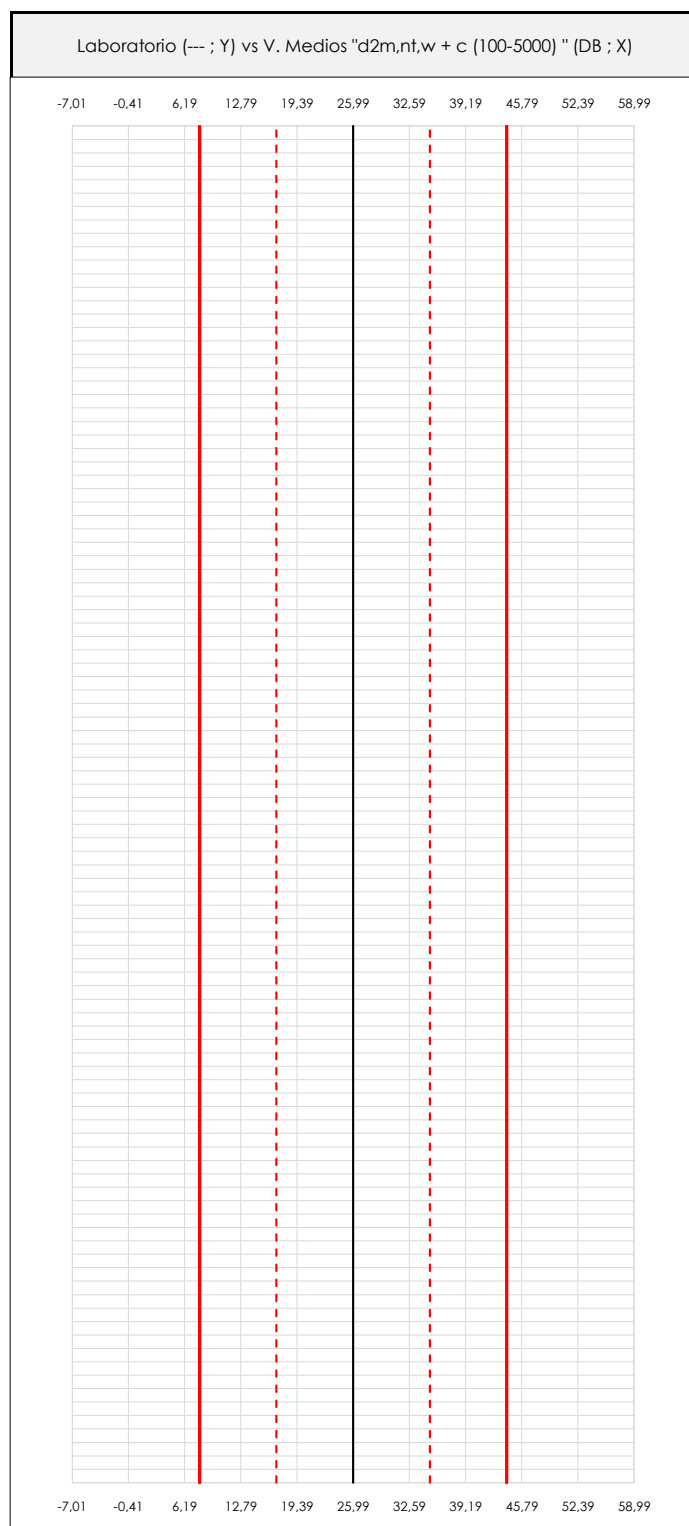
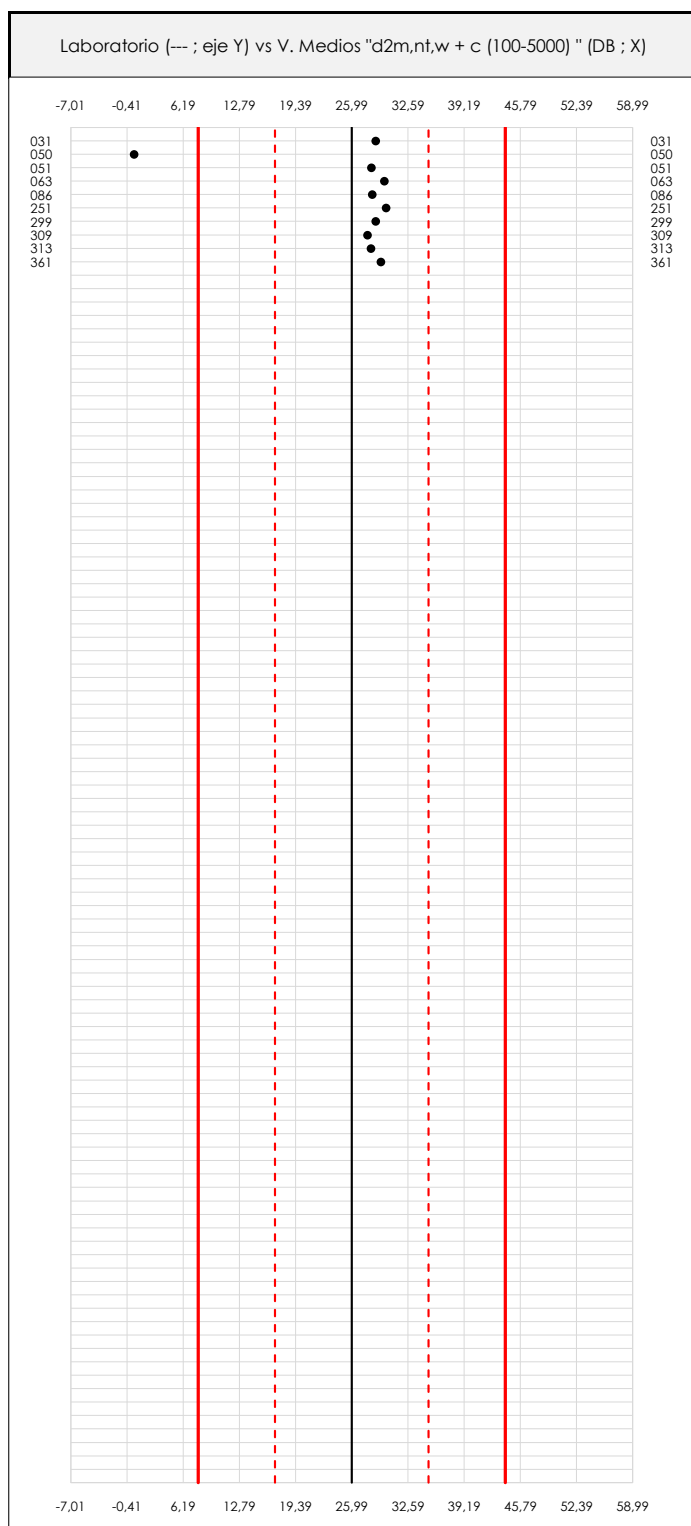
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

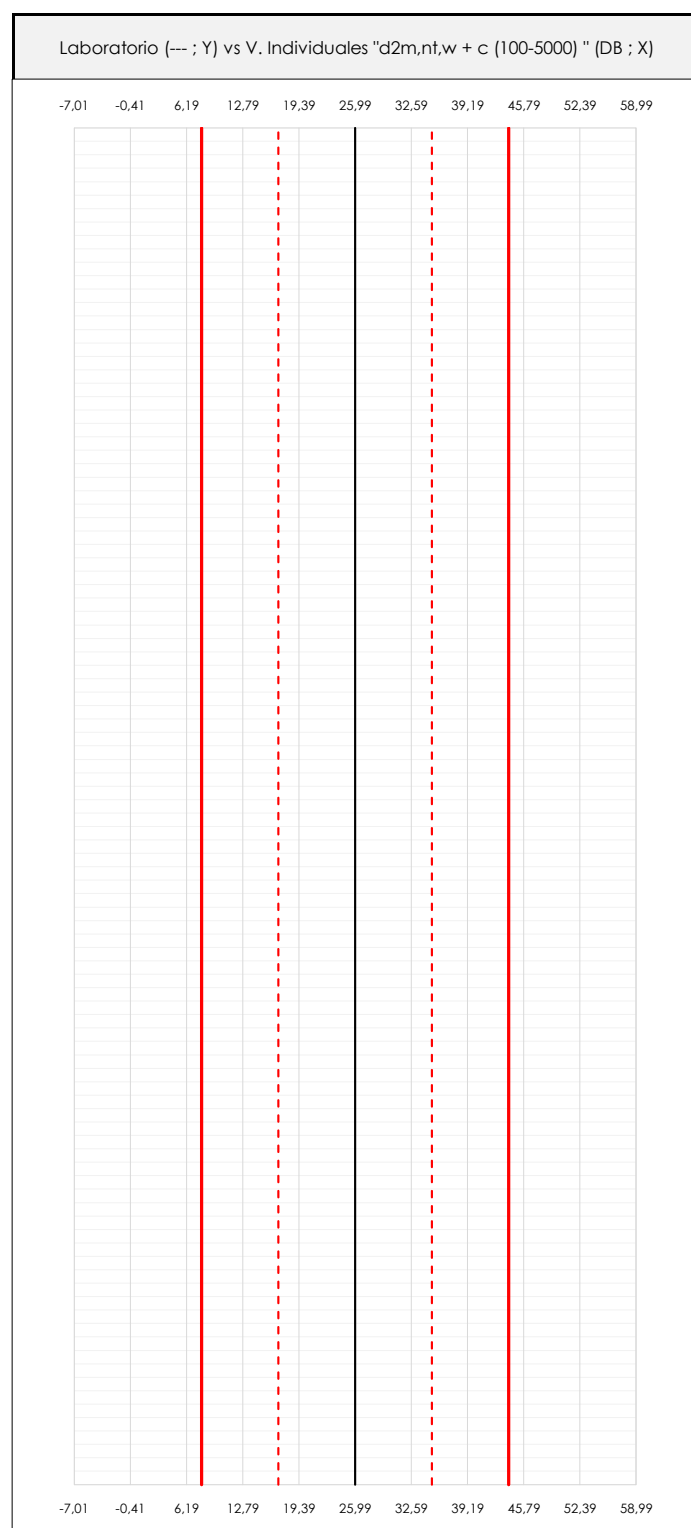
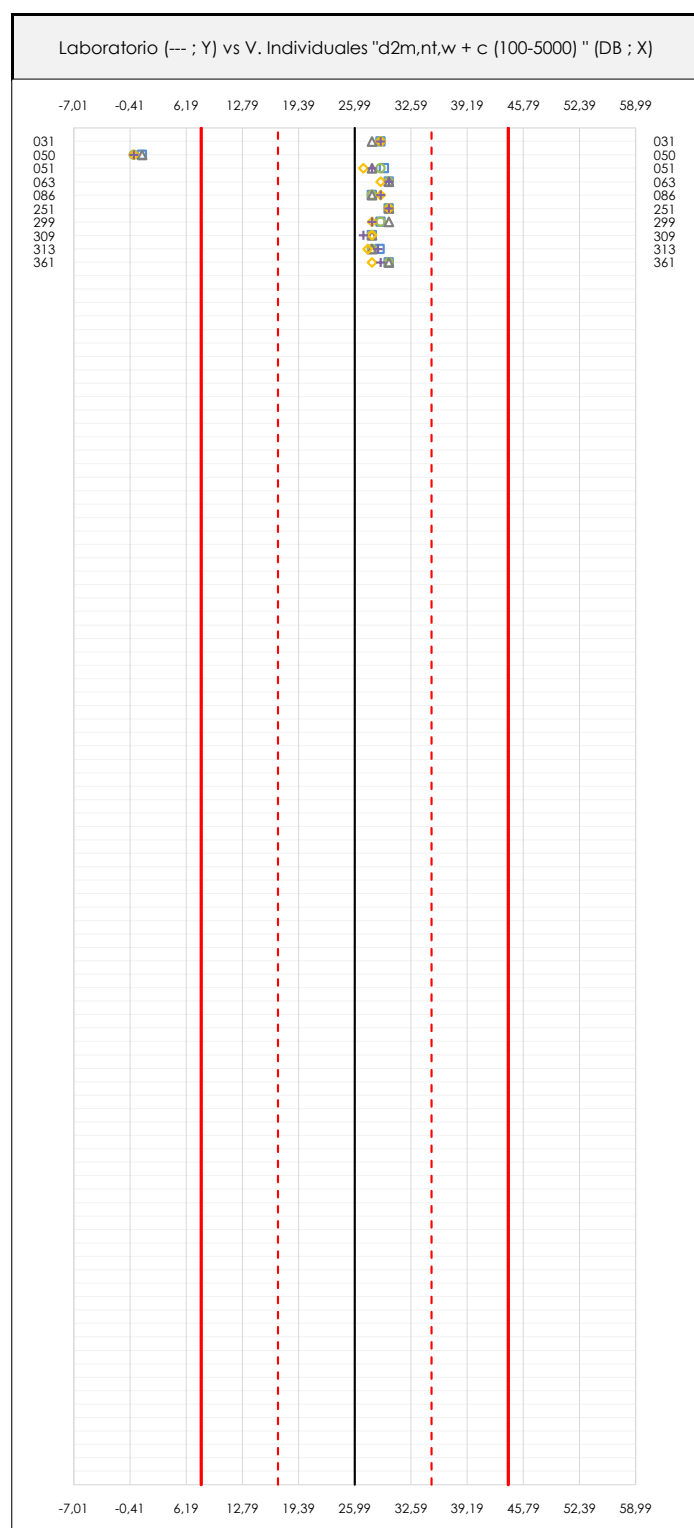
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (25,99 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,01/16,97 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,03/7,95 ; 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.

## D2M,NT,W + C (100-5000) (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 (25,99 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,01/16,97 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,03/7,95 ; 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 ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i4}$ ) con un rombo amarillo.

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)
Análisis A. Estudio pre-estadístico
Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Table with 11 columns: Lab, Xi1, Xi2, Xi3, Xi4, Xi5, Xi arit, SLi, Di arit %, Pasa A, Observaciones. Rows include data for labs 31, 50, 51, 63, 86, 251, 299, 309, 313, 361 and several empty rows.

NOTAS:
01 "Xi,j con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "Xi arit" es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
02 "SLi" es la desviación típica intralaboratorios y "Di 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]

## D2M,NT,W + C (100-5000) (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



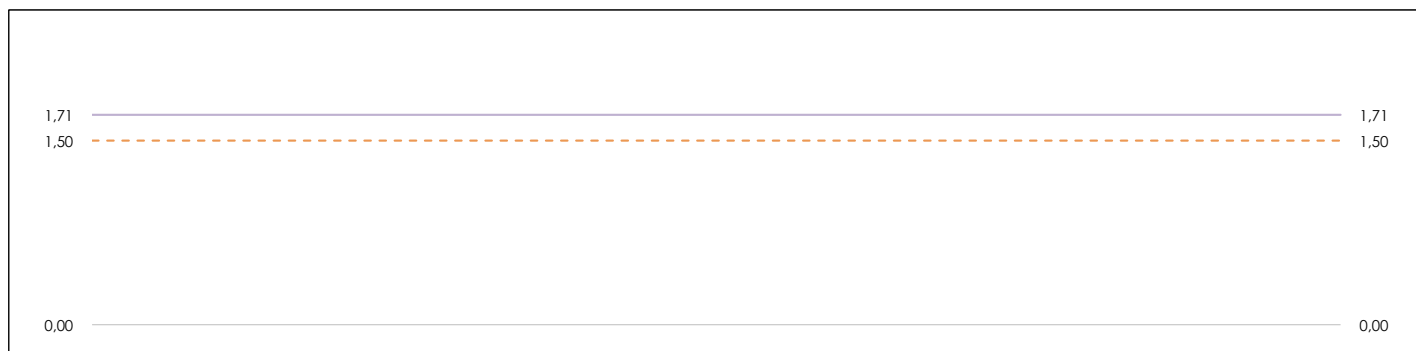
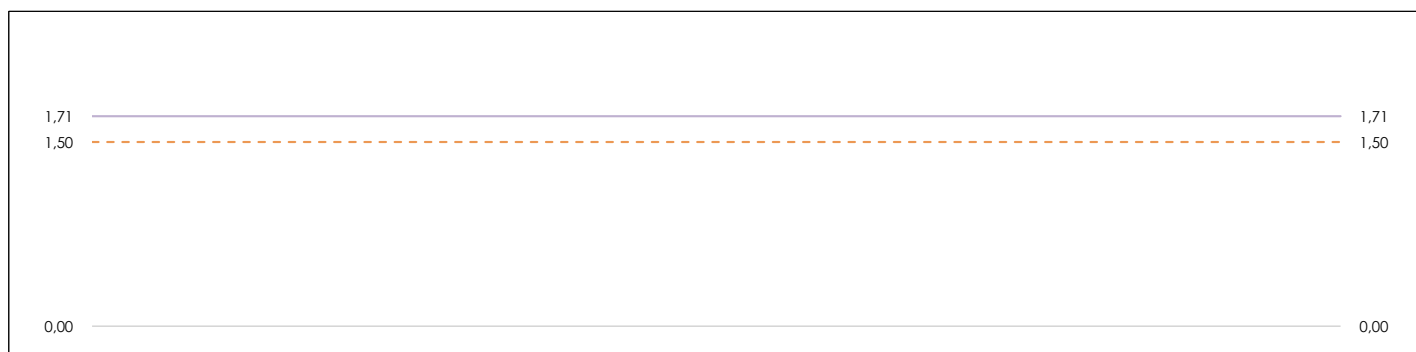
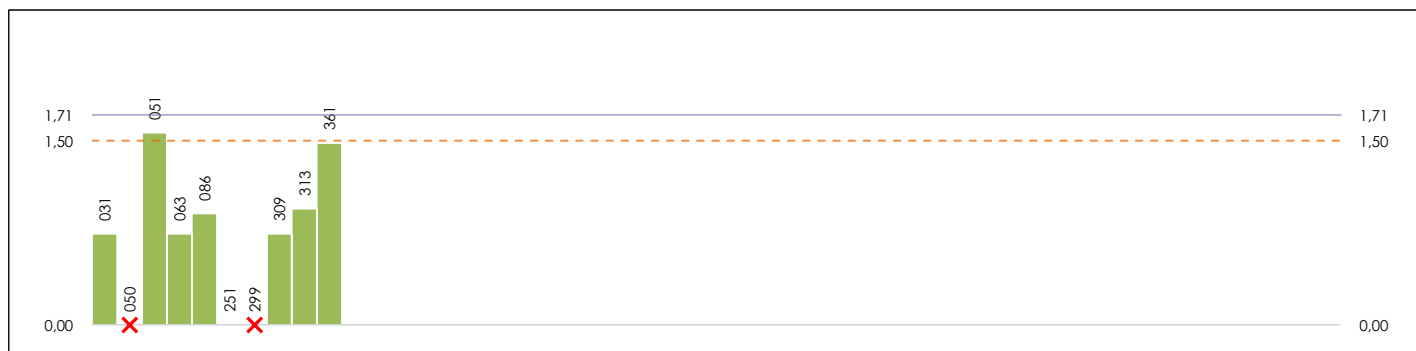
### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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 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.

## D2M,NT,W + C (100-5000) (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.

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i1</sub> | X <sub>i2</sub> | X <sub>i3</sub> | X <sub>i4</sub> | X <sub>i5</sub> | $\bar{X}_{i\text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>iarit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim</sub> Inf | G <sub>Sim</sub> Sup | G <sub>Dob</sub> Inf | G <sub>Dob</sub> Sup | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 29,00           | 29,000          | 28,000          | 29,000          | 29,000          | 28,800                   | 0,447           | -0,13                | -0,05          | 0,74           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | 1,00            | 0,000           | 1,000           | 0,000           | 0,000           | 0,400                    | ---             | ---                  | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 51  | 29,40           | 29,000          | 28,000          | 27,000          | 28,000          | 28,280                   | 0,944           | -1,93                | -0,69          | 1,56*          | 0,306          |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 63  | 30,00           | 30,000          | 30,000          | 29,000          | 30,000          | 29,800                   | 0,447           | 3,34                 | 1,19           | 0,74           |                |                      |                      |                      | 0,3348               | ✓      |
| 86  | 28,00           | 28,000          | 28,000          | 29,000          | 29,000          | 28,400                   | 0,548           | -1,52                | -0,54          | 0,91           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 251 | 30,00           | 30,000          | 30,000          | 30,000          | 30,000          | 30,000                   | 0,000           | 4,03                 | 1,44           | 0,00           |                |                      | 1,441                |                      | 0,3348               | ✓      |
| 299 | 29,00           | 29,000          | 30,000          | 28,000          | 28,000          | 28,800                   | ---             | ---                  | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 28,00           | 28,000          | 28,000          | 28,000          | 27,000          | 27,800                   | 0,447           | -3,60                | -1,29          | 0,74           |                | 1,286                |                      | 0,5798               |                      | ✓      |
| 313 | 28,90           | 28,000          | 28,000          | 27,500          | 28,700          | 28,220                   | 0,572           | -2,14                | -0,77          | 0,95           |                |                      |                      | 0,5798               |                      | ✓      |
| 361 | 30,00           | 30,000          | 30,000          | 28,000          | 29,000          | 29,400                   | 0,894           | 1,95                 | 0,70           | 1,48           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |

NOTAS:

<sup>01</sup> "X<sub>i,j</sub> 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.
 <sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
 <sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>Sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.
 <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:
 

[aberrante]

[anómalo]

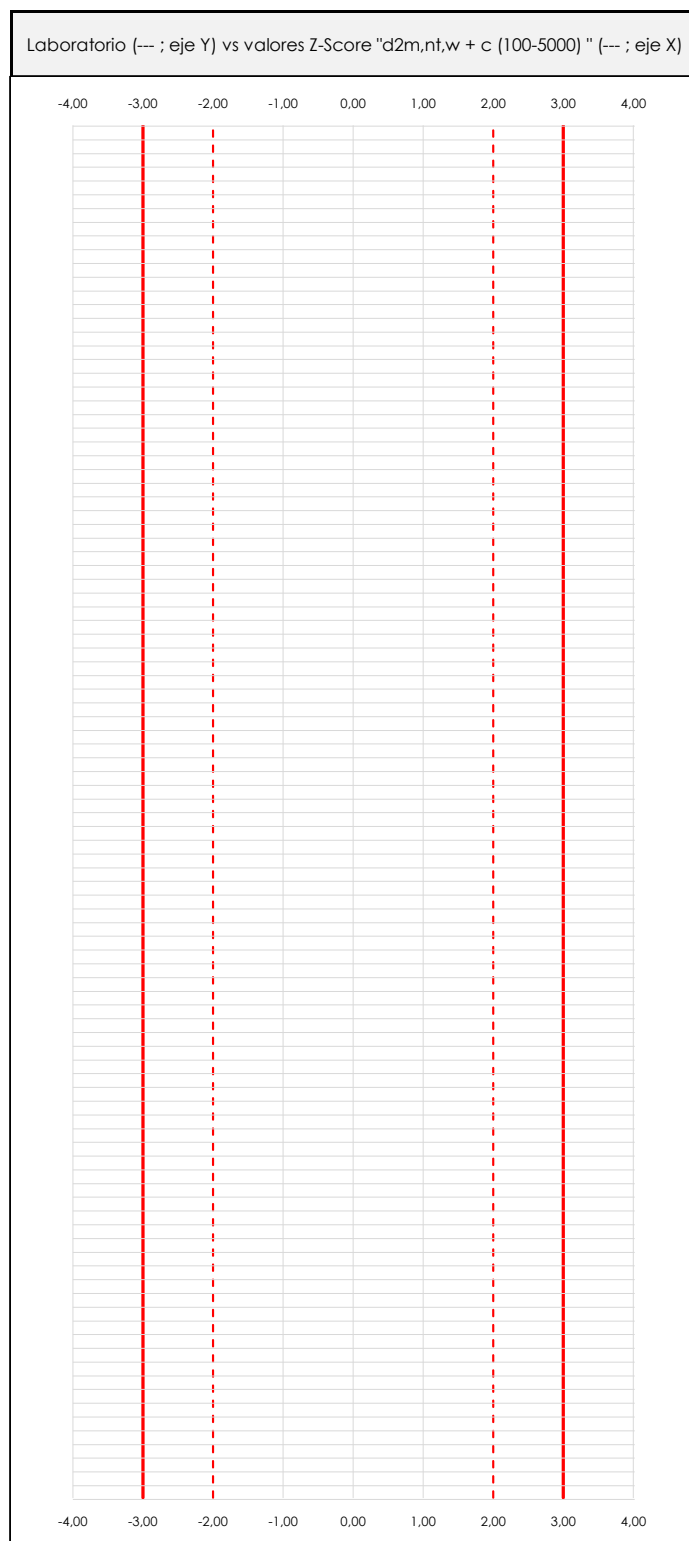
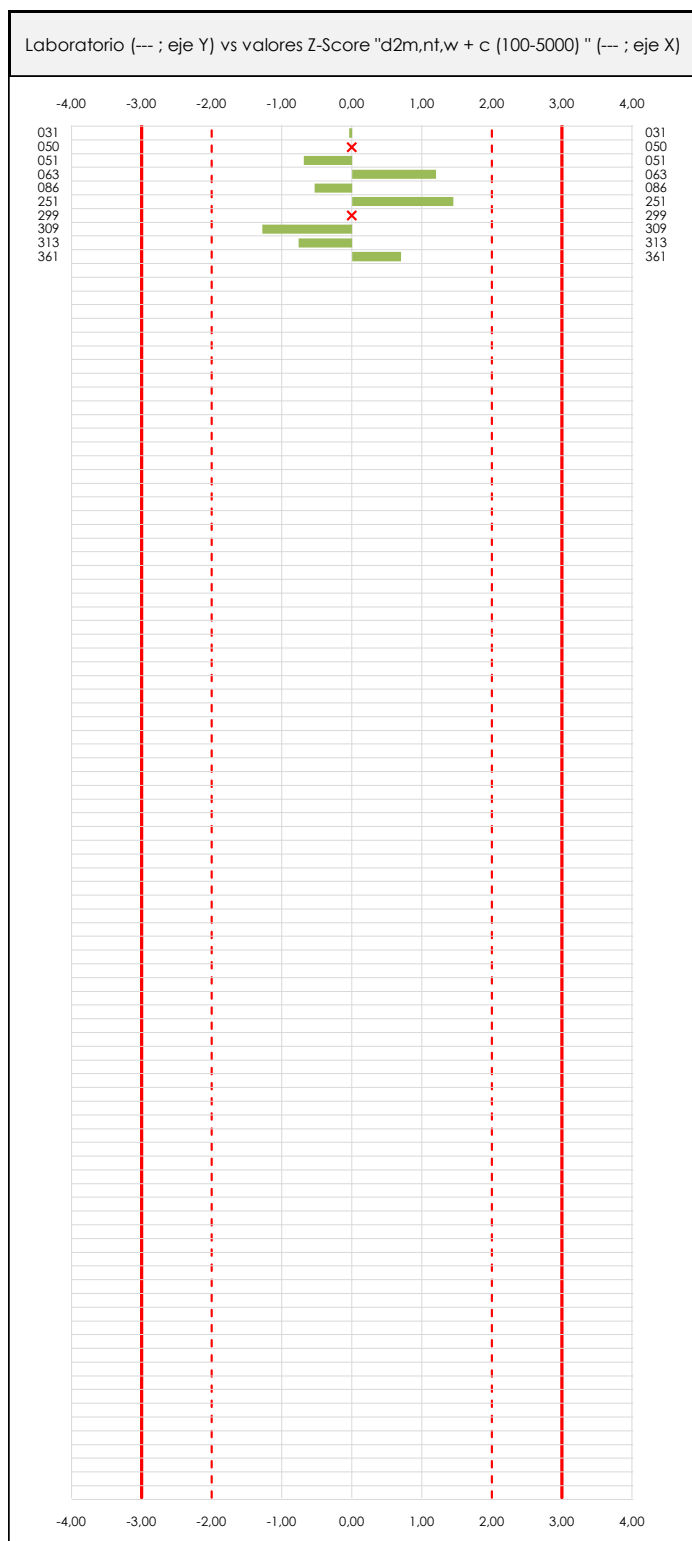
[máximo]

[mínimo]

## D2M,NT,W + C (100-5000) (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.

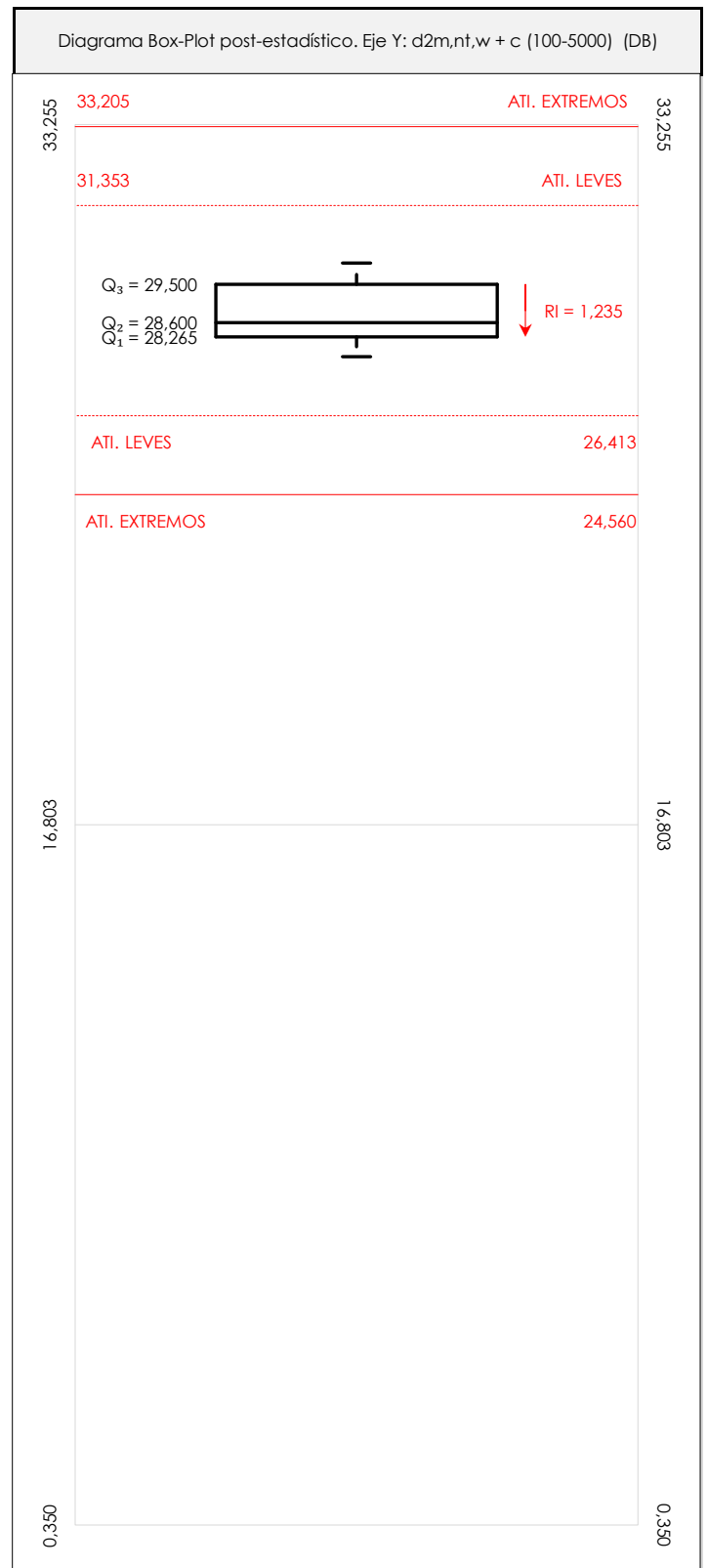
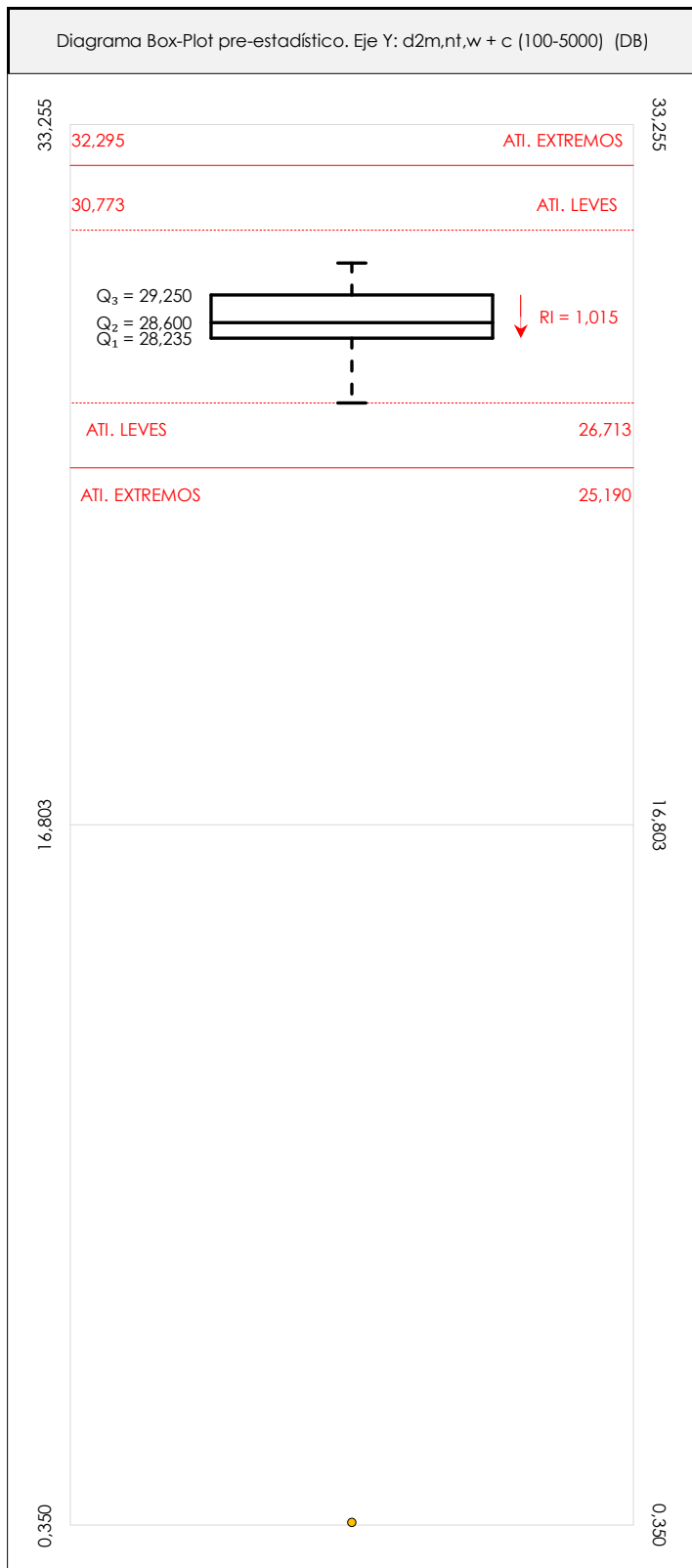
Los resultados satisfactorios quedan reflejados entre las dos líneas rojas discontinuas, líneas de referencia en la evaluación Z-Score.

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

## D2M,NT,W + C (100-5000) (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 ( $Q_1$ ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana ( $Q_2$ ; 50% de los datos), el tercer cuartil ( $Q_3$ ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves ( $f_3$  y  $f_1$  para el máximo y mínimo respectivamente; líneas discontinuas de color rojo) y extremos ( $f_3^+$  y  $f_1^+$  para el máximo y mínimo respectivamente; líneas continuas de color rojo).

## D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2M,NT,W + C (100-5000) ", ha contado con la participación de un total de 8 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: 2 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; %)        | 30,00           | 30,00    | 30,00    | 30,00    | 30,00    | 30,00                    | 30,00       | 30,00    | 30,00    | 30,00    | 30,00    | 30,00                    |
| Valor Mínimo (min ; %)        | 1,00            | 0,00     | 1,00     | 0,00     | 0,00     | 0,40                     | 28,00       | 28,00    | 28,00    | 27,00    | 27,00    | 27,80                    |
| Valor Promedio (M ; %)        | 26,33           | 26,10    | 26,10    | 25,55    | 25,87    | 25,99                    | 29,16       | 29,00    | 28,75    | 28,44    | 28,84    | 28,84                    |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 8,93            | 9,21     | 8,88     | 9,02     | 9,14     | 9,02                     | 0,84        | 0,93     | 1,04     | 0,98     | 0,99     | 0,81                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)    | 0,34            | 0,35     | 0,34     | 0,35     | 0,35     | 0,35                     | 0,03        | 0,03     | 0,04     | 0,03     | 0,03     | 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               | 0,392           | 1,735    | 81,273   | 81,665   | 25,049   |                          | 0,365       | 1,674    | 0,578    | 0,943    | 2,691    |                          |
| 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% | 2,06            | 1,71 | 0,393 | 2,274     | 0,0563    | 2,06        | 1,71 | 0,463 | 2,274     | 0,0563    |
| Nivel de Significación 5% | 1,75            | 1,50 | 0,331 | 2,126     | 0,1101    | 1,75        | 1,50 | 0,391 | 2,126     | 0,1101    |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

D2M,NT,W + CTR (100-5000)

## D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2m,nt,w + ctr (100-5000)", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

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.

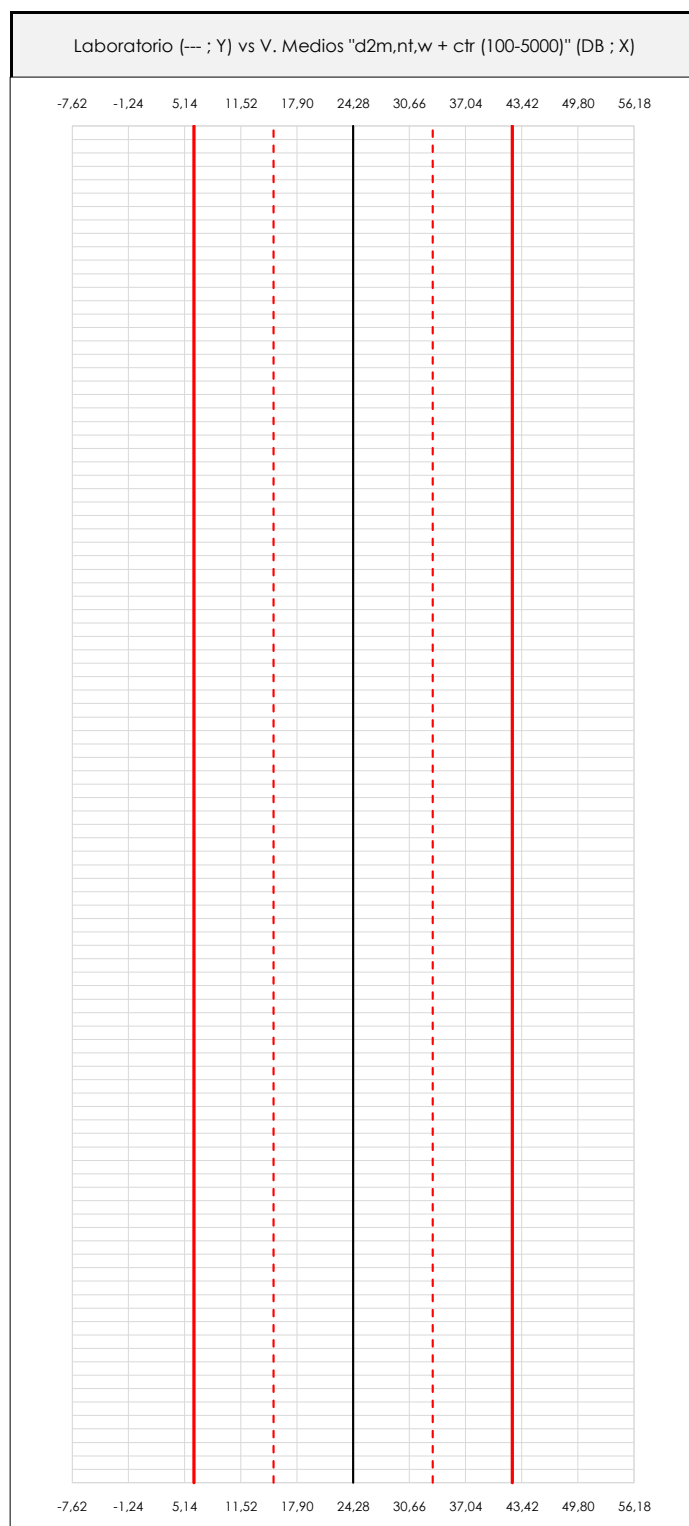
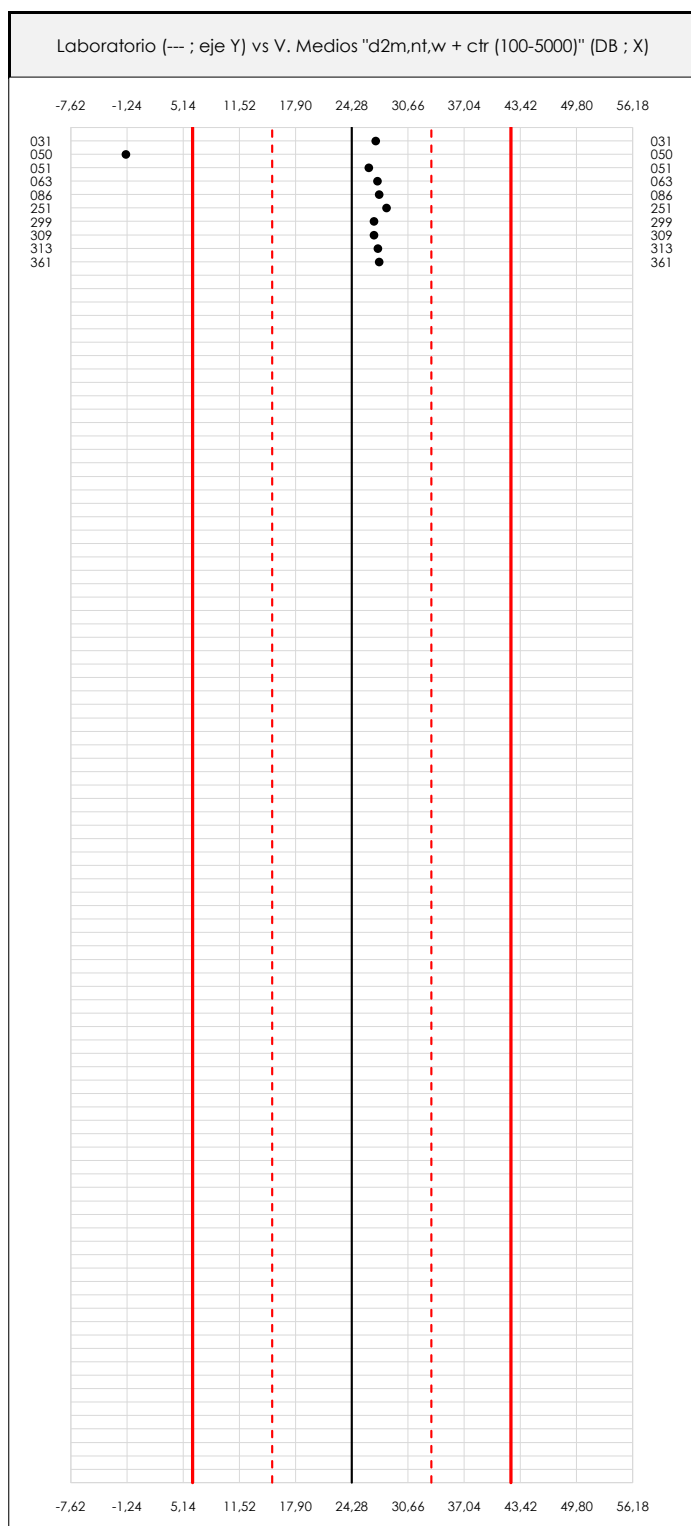
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

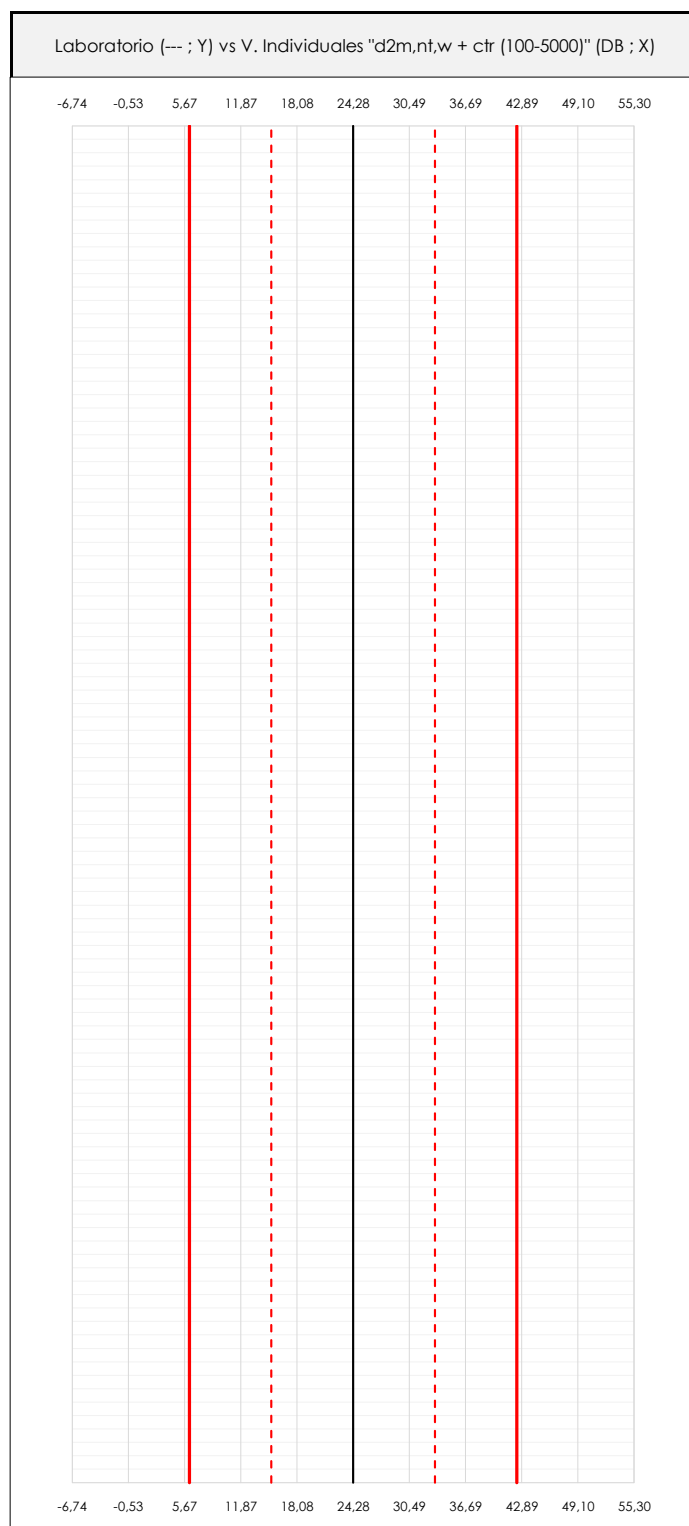
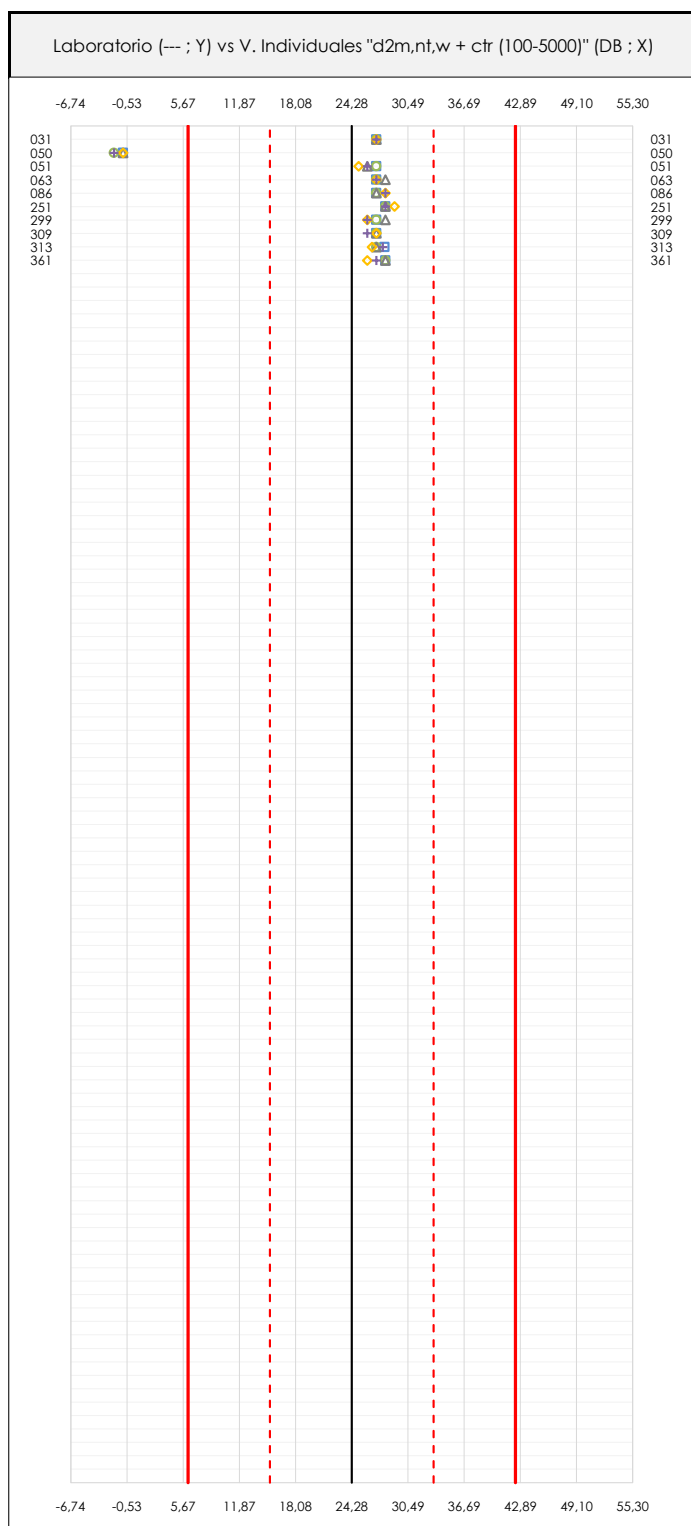
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (24,28 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (33,32/15,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,36/6,20 ; 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.

## D2M,NT,W + CTR (100-5000) (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 (24,28 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (33,32/15,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,36/6,20 ; 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 ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i4}$ ) con un rombo amarillo.

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>i</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

## D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



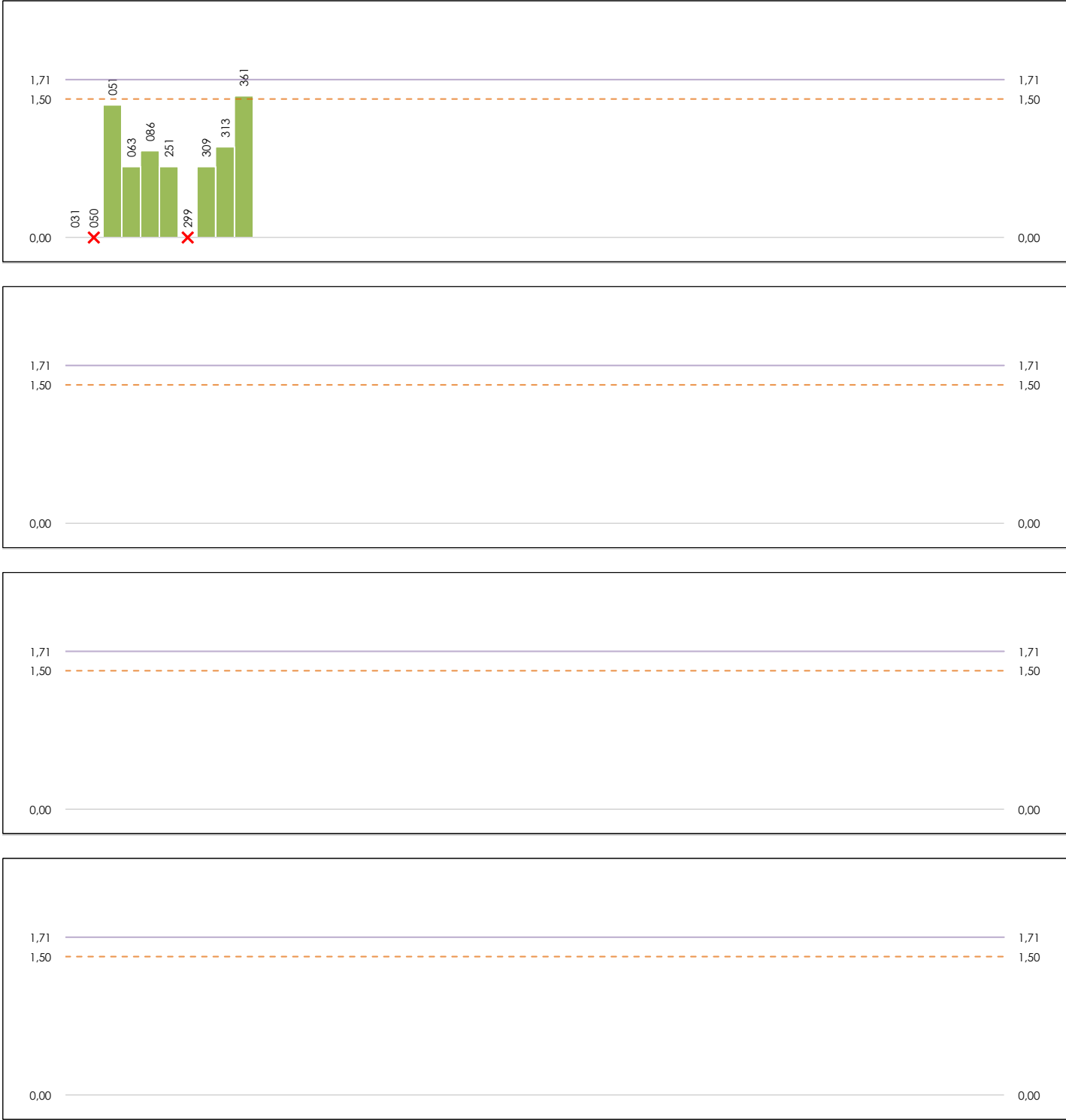
### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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 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.

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)  
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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

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

**D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**  
 Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

| Lab | X <sub>i1</sub> | X <sub>i2</sub> | X <sub>i3</sub> | X <sub>i4</sub> | X <sub>i5</sub> | $\bar{X}_{i \text{arit}}$ | S <sub>Li</sub> | D <sub>i arit</sub> % | h <sub>i</sub> | k <sub>i</sub> | C <sub>i</sub> | G <sub>Sim</sub> Inf | G <sub>Sim</sub> Sup | G <sub>Dob</sub> Inf | G <sub>Dob</sub> Sup | Pasa B |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 31  | 27,00           | 27,000          | 27,000          | 27,000          | 27,000          | 27,000                    | 0,000           | -0,65                 | -0,31          | 0,00           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 50  | -1,00           | -2,000          | -1,000          | -1,000          | -2,000          | -1,400                    | ---             | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 51  | 27,00           | 27,000          | 26,000          | 25,000          | 26,000          | 26,200                    | 0,837           | -3,60                 | -1,71          | 1,43           |                | 1,714                |                      | 0,3832               |                      | ✓      |
| 63  | 27,00           | 27,000          | 28,000          | 27,000          | 27,000          | 27,200                    | 0,447           | 0,08                  | 0,04           | 0,77           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 86  | 27,00           | 27,000          | 27,000          | 28,000          | 28,000          | 27,400                    | 0,548           | 0,82                  | 0,39           | 0,94           |                |                      |                      |                      | 0,4055               | ✓      |
| 251 | 28,00           | 28,000          | 28,000          | 29,000          | 28,000          | 28,200                    | 0,447           | 3,76                  | 1,79*          | 0,77           | 0,293          |                      | 1,793                |                      | 0,4055               | ✓      |
| 299 | 27,00           | 27,000          | 28,000          | 26,000          | 26,000          | 26,800                    | ---             | ---                   | ---            | ---            | ---            | ---                  | ---                  | ---                  | ---                  | ✗      |
| 309 | 27,00           | 27,000          | 27,000          | 27,000          | 26,000          | 26,800                    | 0,447           | -1,39                 | -0,66          | 0,77           |                |                      |                      | 0,3832               |                      | ✓      |
| 313 | 27,90           | 27,000          | 27,000          | 26,500          | 27,700          | 27,220                    | 0,572           | 0,16                  | 0,07           | 0,98           |                |                      |                      |                      |                      | ✓      |
| 361 | 28,00           | 28,000          | 28,000          | 26,000          | 27,000          | 27,400                    | 0,894           | 0,82                  | 0,39           | 1,53*          | 0,293          |                      |                      |                      | 0,4055               | ✓      |

NOTAS:

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

<sup>02</sup> "S<sub>L</sub> %" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i</sub> arit %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> " $\eta_1$  y  $k_1$ ", " $C_1$ ", " $G_{sim}$  y  $G_{Dob}$ " hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

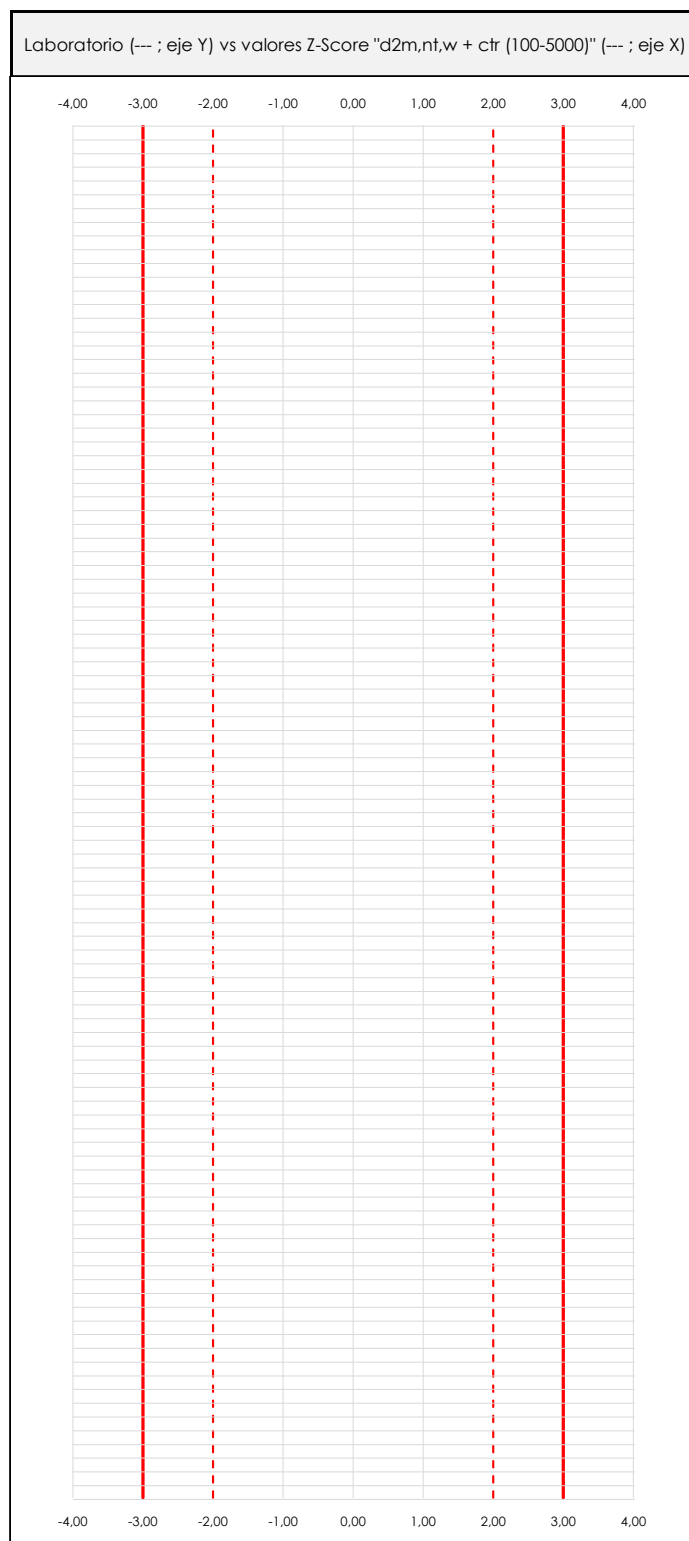
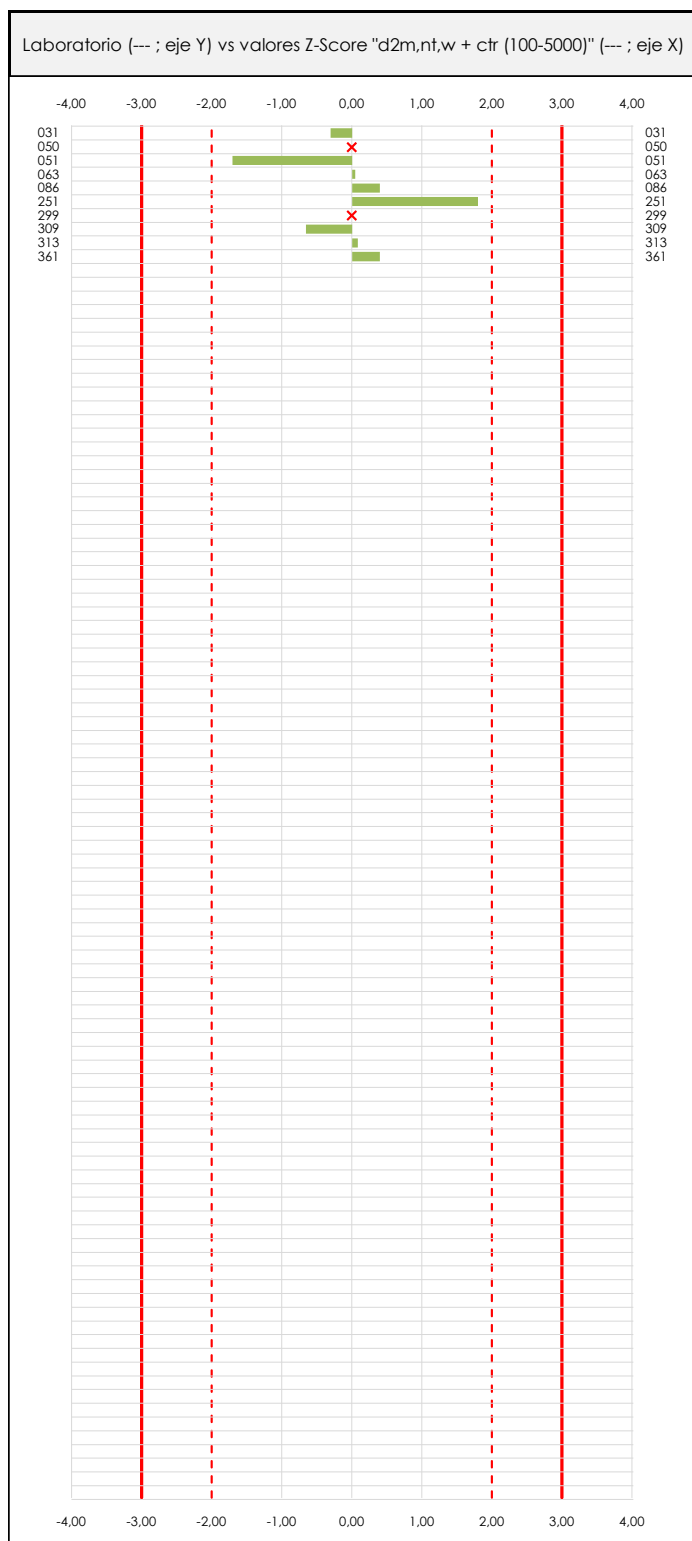
[máximo]

[mínimo]

## D2M,NT,W + CTR (100-5000) (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.

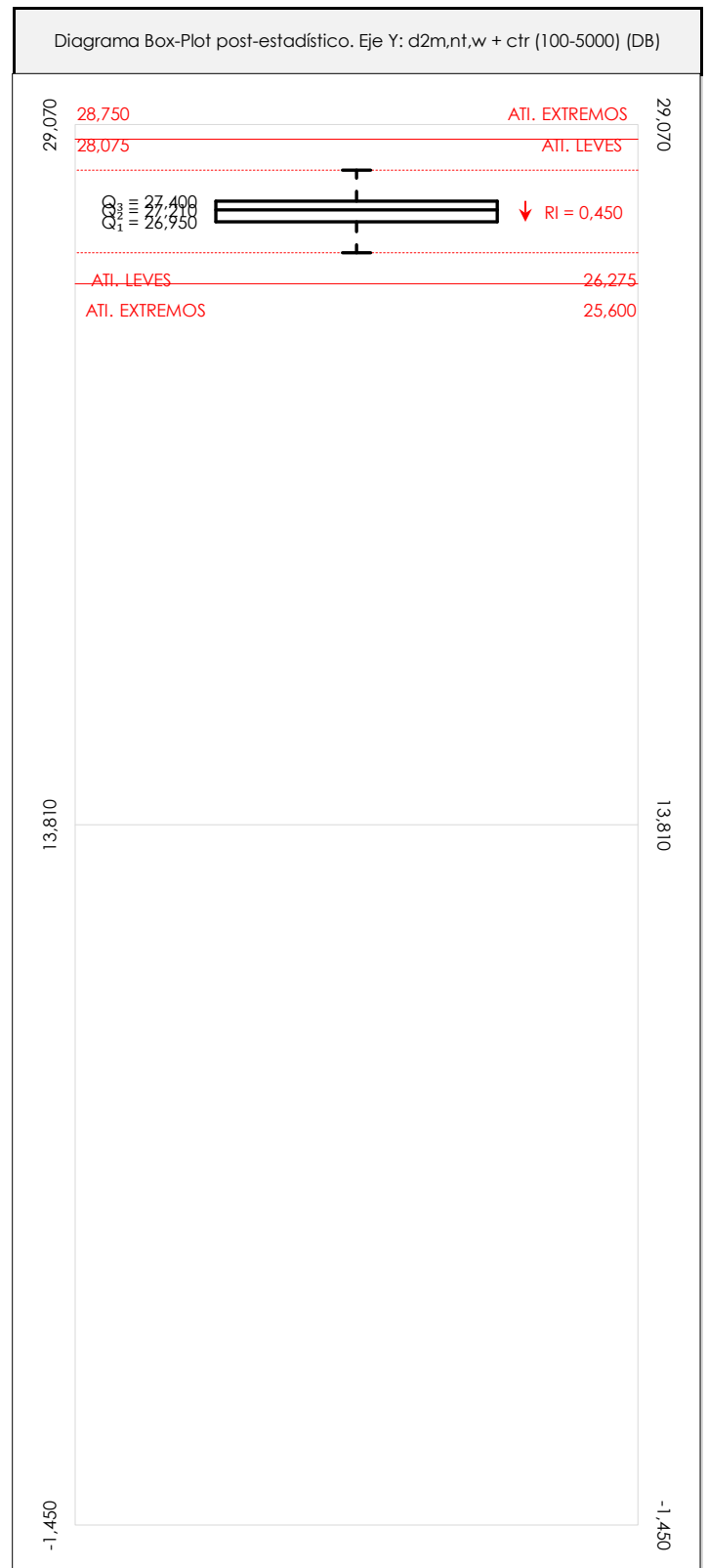
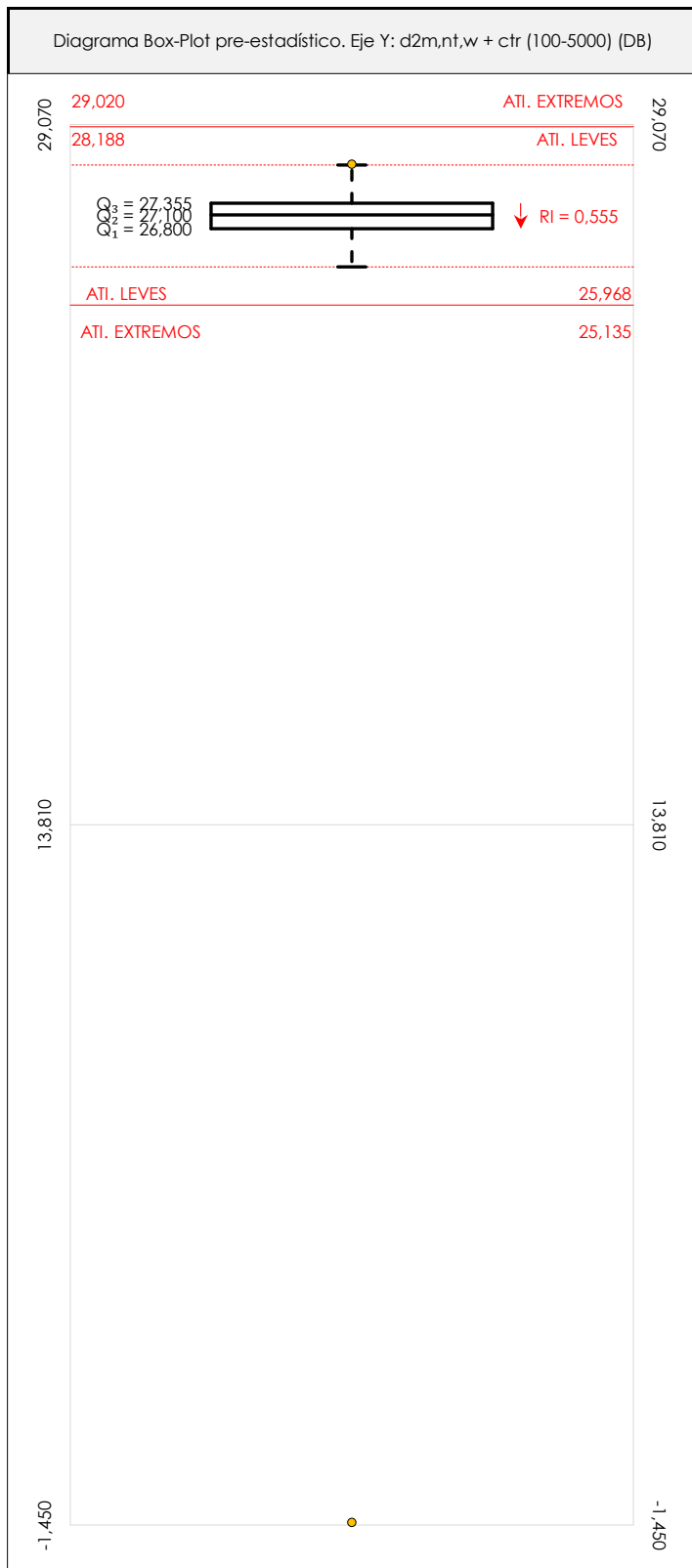
Los resultados satisfactorios quedan reflejados entre las dos líneas rojas discontinuas, líneas de referencia en la evaluación Z-Score.

## Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

## D2M,NT,W + CTR (100-5000) (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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

## D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2M,NT,W + CTR (100-5000)", ha contado con la participación de un total de 8 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: 2 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y -2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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 ; %)        | 28,00           | 28,00    | 28,00    | 29,00    | 28,00    | 28,20                    | 28,00       | 28,00    | 28,00    | 29,00    | 28,00    | 28,20                    |
| Valor Mínimo (min ; %)        | -1,00           | -2,00    | -1,00    | -1,00    | -2,00    | -1,40                    | 27,00       | 27,00    | 26,00    | 25,00    | 26,00    | 26,20                    |
| Valor Promedio (M ; %)        | 24,49           | 24,30    | 24,50    | 24,05    | 24,07    | 24,28                    | 27,36       | 27,25    | 27,25    | 26,94    | 27,09    | 27,18                    |
| Desviación Típica (SDL ; ---) | 8,97            | 9,25     | 8,98     | 8,87     | 9,19     | 9,04                     | 0,50        | 0,46     | 0,71     | 1,21     | 0,80     | 0,57                     |
| Coef. Variación (CV ; ---)    | 0,37            | 0,38     | 0,37     | 0,37     | 0,38     | 0,37                     | 0,02        | 0,02     | 0,03     | 0,04     | 0,03     | 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               | 0,373           | 1,692    | 81,620   | 81,993   | 25,099   |                          | 0,341       | 1,618    | 0,257    | 0,598    | 2,143    |                          |
| 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% | 2,06            | 1,71 | 0,393 | 2,274     | 0,0563    | 2,06        | 1,71 | 0,463 | 2,274     | 0,0563    |
| Nivel de Significación 5% | 1,75            | 1,50 | 0,331 | 2,126     | 0,1101    | 1,75        | 1,50 | 0,391 | 2,126     | 0,1101    |

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 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.